



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **COMUNE DI QUARRATA**

**Provincia di Pistoia**

### **ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MEDIA CENTRALE E ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MEDIA SUCCURSALE DI QUARRATA**

<b>CIG:</b>	<b>7739490D2E</b>
<b>CUP:</b>	<b>C85G18000060001</b>

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## INDICE

### PARTE PRIMA – NORME GENERALI, PATTI E CONDIZIONI

#### CAPITOLO 1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

- Art.1 Oggetto dell'appalto
- Art.2 Ammontare dei lavori, designazione sommaria delle opere e delle categorie, importo contrattuale
- Art.3 Variazioni negli importi e nelle categorie
- Art.4 Criterio di aggiudicazione
- Art.5 Opere escluse dall'appalto

#### CAPITOLO 2 QUADRO NORMATIVO E CONTRATTUALE

- Art.6 Documenti che fanno parte del contratto
- Art.7 Osservanza di leggi e di norme
- Art.8 Conoscenza delle condizioni di appalto
- Art.9 Responsabile del Procedimento - Direttore dei lavori
- Art.10 Il responsabile dei lavori e il coordinatore in materia di sicurezza
- Art.11 Piano di sicurezza e coordinamento
- Art.12 Durata giornaliera dei lavori lavoro straordinario e notturno
- Art.13 Occupazioni temporanee di suolo

#### CAPITOLO 3 CONDIZIONI PRELIMINARI AI LAVORI

- Art.14 Stipulazione del contratto
- Art.15 Cauzione provvisoria e definitiva
- Art.16 Subappalto
- Art.17 Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore
- Art.18 Trattamento retributivo dei lavoratori
- Art.19 Tutela dei lavoratori
- Art.20 Responsabilità dell'Appaltatore
- Art.21 Domicilio dell'Appaltatore
- Art.22 Persone che possono riscuotere
- Art.23 Rappresentante dell'Appaltatore
- Art.24 Disciplina e buon ordine del cantiere – Direttore Tecnico

#### CAPITOLO 4 INIZIO DEI LAVORI

- Art.25 Consegna dei lavori
- Art.26 Proprietà dei materiali di recupero e scavo

#### CAPITOLO 5 ESECUZIONE DEI LAVORI

- Art.27 Orario di lavoro
- Art.28 Approvvigionamento ed accettazione dei materiali
- Art.29 Campionature e prove tecniche
- Art.30 Sospensione e ripresa dei lavori



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

- Art.31 Proroghe
- Art.32 Tempo per l'ultimazione dei lavori
- Art.33 Ultimazione dei lavori - Avviso ai creditori

## **CAPITOLO 6 VARIANTI, AGGIUNTE ED IMPREVISTI**

- Art.34 Modifica del contratto durante il periodo di efficacia
- Art.35 Perizie di variante e suppletive
- Art.36 Danni di forza maggiore
- Art.37 Varianti
- Art.38 Prezzo dei lavori in economia

## **CAPITOLO 7 CONTABILITA' DEI LAVORI**

- Art.39 Criteri per la misurazione e la valutazione dei lavori
- Art.40 Contabilità e riserve
- Art.41 Documenti contabili
- Art.42 Tenuta dei documenti

## **CAPITOLO 8 PAGAMENTI E COLLAUDO**

- Art.43 Pagamenti in acconto – Ritardi - SAL
- Art.44 Programma di esecuzione lavori
- Art.45 Revisione dei prezzi
- Art.46 Penale per ritardo nei lavori
- Art.47 Conto finale
- Art.48 Verifiche e collaudi
- Art.49 Collaudo finale provvisorio
- Art.50 Collaudo finale definitivo
- Art.51 Certificato di regolare esecuzione

## **CAPITOLO 9 GARANZIE, CONTROVERSIE E ARBITRATO**

- Art.52 Presa in consegna e utilizzo dell'opera
- Art.53 Coperture assicurative
- Art.54 Garanzia per vizi, difformità e gravi difetti dell'opera
- Art.55 Recesso, scioglimento del contratto, fallimento e tracciabilità
- Art.56 Risoluzione del contratto
- Art.57 Facoltà di recesso
- Art.58 Accordo bonario
- Art.59 Transazioni
- Art.60 Controversie e foro competente
- Art.61 Trattamento dei dati personali, consenso al trattamento



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

---

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **ABBREVIAZIONI E SPECIFICAZIONI**

- Codice dei contratti (decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50).
- Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207;
- Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145).
- R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 31 del Codice dei contratti e agli articoli 9 e 10 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207).
- Stazione Appaltante: Amministrazione Comunale di Quarrata.





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## CAPITOLO 1 DESCRIZIONE DEI LAVORI

### Art. 1 Oggetto dell'appalto

1. Formano oggetto del presente appalto le opere, le somministrazioni e le prestazioni occorrenti per realizzare, A CORPO, i lavori di adeguamento sismico della scuola media centrale e succursale di Quarrata, ubicate in via Francesco Petrarca e via Cino da Pistoia, all'interno dello stesso plesso scolastico.

2. Quantità delle lavorazioni e tipologia sono analiticamente indicate nel computo metrico.

3. Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completo e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche alle tipologie di lavorazioni per le quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

4. Sono comprese tutte le lavorazioni e gli apprestamenti per garantire il rispetto delle norme in materia di igiene salute e sicurezza dei lavoratori sui luoghi di lavoro. Si rende noto che tutte le prestazioni relative a garantire la corretta posa in opera delle strutture metalliche/telai metallici in elevato, compreso tutte le prestazioni direttamente correlate al fine di dare le opere compiute a perfetta regola d'arte sono compensate con le singole voci del computo dei lavori e risulta pertanto nella facoltà dell'appaltatore, per tipologia di lavorazione, mezzi utilizzati e logistica di montaggio, la scelta delle opere e degli apprestamenti da utilizzare nel rispetto del D.Lgs. 81/08.

4. L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Il contratto verrà stipulato a CORPO, mediante aggiudicazione con il **criterio del prezzo più basso** e con l'osservanza dell'art. 97 del D.Lgs. 50/2016 relativamente alle offerte anormalmente basse.

La descrizione sommaria delle opere di cui al progetto è riportata nel successivo articolo 2.

La descrizione analitica è riportata nei documenti progettuali.

### Art. 2 Ammontare dei lavori, designazione sommaria delle opere e delle categorie, importo contrattuale.

L'importo dei lavori complessivo per l'appalto in oggetto ammonta ad € 841.000,00 di cui € 16.640,41 per l'attuazione dei piani di sicurezza non soggetti a ribasso.

L'importo soggetto a ribasso d'asta è conseguentemente pari ad € 824.359,59 cosicché l'importo contrattuale sarà determinato dalla sommatoria dei seguenti corrispettivi:

a) <i>Totale importo assoggettato al ribasso</i>	€	824.359,59
b) <i>Totale oneri sicurezza</i>	€	16.640,41
c) <b><i>Totale somme a base d'appalto (a+b)</i></b>	<b>€</b>	<b>841.000,00</b>
d) <i>IVA al 10% sull'importo complessivo dei lavori (c)</i>	€	84.100,00
<b>IMPORTO TOTALE (c+d)</b>	<b>€</b>	<b>925.100,00</b>

### Categoria prevalente

Ai sensi del DPR 207/2010, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere "OG1" **Classifica III: Edifici civili e industriali.**

L'importo dei lavori a base di gara è comprensivo di tutti gli oneri per l'esecuzione dei lavori, nonché le opere provvisorie, gli oneri per la sicurezza ex D.Lgs 81/2008 e gli oneri della sicurezza per il rispetto delle norme preesistenti, i lavori e le provviste necessarie per completare, in ogni loro parte, di tutte le opere oggetto dell'appalto, anche per quanto non possa essere dettagliatamente specificato ed illustrato nel presente Capitolato Speciale. Si conviene quindi che le opere di cui sopra dovranno essere consegnate dall'Appaltatore alla Stazione Appaltante,



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

complete e finite in ogni loro particolare. I prezzi offerti sono da considerarsi comprensivi di ogni onere necessario all'esecuzione delle singole opere e comprensivi delle spese generali, utili e oneri della sicurezza derivanti dal rispetto delle normative esistenti. I prezzi d'elenco (per le voci diverse dal computo degli oneri della sicurezza), comprendono le spese necessarie per garantire il rispetto del D.Lgs. 81/08 stante che l'appaltatore, per la propria organizzazione, il proprio know-how e la disponibilità di mezzi, potrà sviluppare le modalità di lavoro, nel rispetto della sicurezza, nel modo che crederà migliore, previa comunicazione al coordinatore dei lavori degli apprestamenti che vorrà attuare per dare il lavoro finito nel rispetto del D.Lgs. 81/08.

Il contratto sarà stipulato a CORPO. Prima della formulazione dell'offerta il concorrente ha l'obbligo di controllare le voci riportate nella lista attraverso l'esame degli elaborati progettuali in visione e acquisibile. La presentazione dell'offerta da parte della ditta equivale ad accettazione incondizionata di tutti i documenti componenti il progetto, oltre che a dichiarazione di essersi recati sul luogo di esecuzione dei lavori, di avere preso conoscenza delle condizioni locali, della viabilità di accesso, di aver verificato le capacità e le disponibilità, compatibili con i tempi di esecuzione previsti, delle cave eventualmente necessarie e delle discariche autorizzate, nonché di tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori e di aver giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto. La stessa presentazione dell'offerte equivale inoltre all'attestazione di avere effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto.

La prestazione di cui al presente appalto viene effettuata nell'esercizio di impresa e pertanto, è soggetta all'imposta sul valore aggiunto da sommarsi agli importi di cui sopra, a carico dell'Amministrazione Appaltante (nel seguito chiamata "Amministrazione"), nella misura vigente al momento del pagamento che verrà indicata dall'Amministrazione su richiesta dell'Appaltatore da effettuarsi prima dell'emissione della fattura.

### **Art. 3 Variazioni negli importi e nelle categorie**

Le varianti in corso d'opera potranno essere ammesse dall'Amministrazione appaltante, sentito il Progettista ed il Direttore dei lavori, **in conformità all'art. 106 del D.Lgs.50/2016, fermo restando l'invariabilità dei prezzi contrattuali dell'appalto.**

L'Appaltatore non può, per nessun motivo, introdurre di propria iniziativa variazioni e/o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali, eseguite senza preventivo ordine scritto della Direzione Lavori.

Delle variazioni e/o addizioni introdotte senza il prescritto ordine scritto della Direzione dei lavori, ciò anche nei casi in cui la Direzione lavori stessa non abbia fatto esplicita opposizione prima o durante l'esecuzione di dette varianti, potrà esserne ordinata l'eliminazione a cura e spese dell'Appaltatore stesso, salvo il risarcimento dell'eventuale danno arrecato all'Amministrazione.

In riferimento alle predette varianti, il Responsabile per la Sicurezza in fase di esecuzione di cui al D.Lgs.81/2008, eventualmente nominato, determinerà gli eventuali costi aggiuntivi per la sicurezza e salute del cantiere e ne quantificherà gli eventuali oneri.

I lavori oggetto di variante saranno valutati ai prezzi di contratto. In mancanza, per la formazione dei nuovi prezzi si procederà, nell'ordine:

- ragguagliandoli a quelli di lavorazioni consimili previsti in contratto;
- ricavandoli dal prezzario ufficiale della Regione Toscana per la provincia di riferimento rispetto ai quali si applicherà il ribasso d'asta offerto in sede di gara;
- ricavandoli dal bollettino degli ingegneri per la provincia di riferimento rispetto ai quali si applicherà il ribasso d'asta offerto in sede di gara.

### **Art. 4 Criterio di aggiudicazione**

Si procederà ad aggiudicare l'appalto con procedura negoziata ai sensi dell'art. 36 comma 2 lettera c) del D.Lgs. 50/2016, **con il criterio del prezzo più basso mediante ribasso sull'importo dei lavori posto a base di gara** (appalto a misura) con esclusione di offerte in aumento e con l'osservanza dell'art. 97 comma 2 del D.Lgs. 50/2016



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

relativamente alle offerte anormalmente basse. Si procederà all'esclusione automatica delle offerte risultate anomale ai sensi dell'art. 97 comma 8 del Codice dei Contratti.

## **Art. 5 Opere escluse dall'appalto**

Nel caso eventuale dell'esclusione di opere dall'Appalto si precisa che l'appaltatore dovrà fornire la mano d'opera, i materiali ed i mezzi d'opera in aiuto alle singole Ditte esecutrici, regolarmente retribuiti come lavori in economia o noleggio di macchinari, per la totale realizzazione delle medesime, mentre dovrà permettere inoltre l'accesso al cantiere e consentire l'uso dei ponti di fabbrica, ovvero qualsiasi altra opera provvisoria, senza richiedere alcun compenso speciale.

L'Appaltatore non potrà muovere eccezioni o pretendere compensi per eventuali intralci o ritardi nel proseguimento dei lavori aggiudicati, dipendenti dall'esecuzione delle opere di cui trattasi, salvo il risarcimento di eventuali danni che derivassero dai lavori eseguiti da terzi, da rifondersi dalla Ditta che ne fu causa nella misura stabilita dalla Direzione Lavori a suo insindacabile giudizio.

## **CAPITOLO 2 QUADRO NORMATIVO E CONTRATTUALE**

### **Art. 6 Documenti che fanno parte del contratto**

Fanno parte integrante del contratto di appalto i seguenti documenti, ancorché non allegati:

- dichiarazioni prodotte dal concorrente in sede di offerta;
- Il Capitolato Generale di Appalto per le Opere Pubbliche di competenza del Ministero dei LL.PP. approvato con D.M. 145/2000, in quanto compatibile con la normativa prevista dal D.Lgs.50/2016 e il Dpr 207/2010 per le parti ancora in vigore;
- il presente capitolato speciale di appalto;
- lo schema di contratto;
- la cauzione definitiva di cui all'art.103 del D.Lgs.50/2016;
- le polizze assicurative di cui all'art.103 del D.Lgs. 50/2016 e art. 53 del presente capitolato speciale di appalto;
- gli elaborati tecnici esecutivi.

Nessuna eccezione potrà essere sollevata dall'Appaltatore qualora, nello svolgimento dei lavori, ritenesse di non aver valutato sufficientemente gli oneri derivanti dal presente Capitolato Speciale di Appalto e dagli altri documenti contrattuali, e di non aver tenuto conto di quanto risultasse necessario per compiere e realizzare il progetto, anche sotto pretesto di insufficienza dei capitolati o dei disegni stessi.

E' fatto divieto all'Appaltatore, ed ai suoi collaboratori, dipendenti e prestatori d'opera, di fare o autorizzare terzi ad esporre o diffondere riproduzioni fotografiche e disegni delle opere appaltate e di divulgare, con qualsiasi mezzo, notizie e dati di cui egli sia venuto a conoscenza per effetto dei rapporti con l'Amministrazione o per ritrovamenti fortuiti o a seguito di stratigrafie, scavi, sondaggi o quant'altro.

Sono a carico dell'Appaltatore senza diritto di rivalsa:

- tutte le spese di bollo e registro, della copia del contratto e dei documenti e disegni di progetto;
- tutte le spese di bollo inerenti agli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di regolare esecuzione;
- le spese per i quadri e contatori di cantiere (acqua, energia elettrica e quanto altro), con contestuale predisposizione delle dichiarazioni di conformità e trasmissione agli enti preposti;
- il rilascio delle certificazioni sui materiali e le eventuali prove di laboratorio qualora ordinate dalla Direzione Lavori e/ dal Responsabile Unico del Procedimento;
- il rilascio delle dichiarazioni di conformità sugli impianti installati per la parte di propria esecuzione;
- ogni prestazione utile a garantire il rispetto delle vigenti normative in materia di sicurezza, salute e igiene dei lavoratori sui luoghi di lavoro.

### **Art. 7 Osservanza di leggi e di norme**



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

L'appalto, nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. 50/2016 e del DPR 207/10, per le parti ancora in vigore, è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel contratto d'appalto, le cui clausole prevalgono su quanto contenuto nel Capitolato Speciale di Appalto e nei disegni di progetto. Qualora si verificassero eventuali divergenze fra il presente Capitolato Speciale e i disegni di progetto prevarranno le clausole del Capitolato Speciale di Appalto.

Per quanto non disciplinato e comunque non specificato dal presente Capitolato Speciale e dal contratto, l'appaltatore è soggetto all'osservanza delle seguenti leggi, regolamenti e norme che si intendono qui integralmente richiamate ed indicate a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- il Codice Civile - libro IV, titolo III, capo VII "Dell'appalto", artt. 1655-1677;
- le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari vigenti nella Regione, Provincia e Comune nel quale devono essere eseguite le opere oggetto del presente appalto;
- le norme emanate dal C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I., le tabelle C.E.I.-U.N.E.L., A.N.C.C., anche se non espressamente richiamate, e tutte le norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso della esecuzione dei lavori;
- Norme in materia di prevenzione infortuni, sicurezza nei cantieri e sui luoghi di lavoro: Dlgs. 81/2008;
- D.Lgs. 152/06 Norme in materia ambientale;
- NTC2018, nuove norme tecniche per le costruzioni;
- L.R. 65/2014 Norme per il governo del territorio;
- D.P.R. 380/01 Testo unico in materia edilizia;
- L.R. n. 21 del 21/05/2012 Disposizioni urgenti in materia di difesa dal rischio idraulico e tutela dei corsi d'acqua;

### **Art. 8 Conoscenza delle condizioni di appalto**

L'Appaltatore, con la presentazione della propria offerta, dichiara di essersi recato sul luogo dove debbono eseguirsi i lavori e nelle aree adiacenti e di aver valutato l'influenza e gli oneri conseguenti sull'andamento e sul costo dei lavori, e pertanto di:

- a) aver esaminato gli elaborati progettuali, compreso il computo metrico estimativo, di essersi recato sul luogo di esecuzione dei lavori, di aver preso conoscenza delle condizioni locali, della mobilità di accesso, delle cave eventualmente necessarie e delle discariche autorizzate, nonché di tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori e di aver giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto;
- b) aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto;
- c) aver verificato la congruità dei mezzi da impiegarsi in cantiere con la portata delle strutture degli accessi carrai e di aver verificato l'idoneità dei propri mezzi in rapporto ai carichi, alle distanze e ai possibili avvicinamenti alle zone degli interventi;
- d) di avere giudicato, nell'effettuare l'offerta, i prezzi equi e remunerativi anche in considerazione degli elementi che influiscono tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti;
- e) di aver valutato che le condizioni di lavoro per le opere oggetto del presente appalto richiedono una parziale simultaneità di esecuzione con i lavori sui due distinti fabbricati. L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi ulteriori, a meno che tali nuovi elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore di cui al successivo apposito articolo;
- f) aver valutato e ritenuto congruo l'importo degli oneri stimati per la sicurezza in considerazione che la prevalenza delle prestazioni da eseguire in quota sono comprese nell'opera compiuta, vale a dire, la posa in opera e la realizzazione dei manufatti previsti nell'appalto non possono che avvenire attraverso apprestamenti, attrezzature e strutture da considerarsi inclusi nei prezzi unitari, che per le loro caratteristiche devono necessariamente rispondere ai requisiti previsti dalle vigenti normative in tema di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro;
- g) aver valutato e ritenuto remunerativo l'incremento del 5% sui prezzi d'elenco in riferimento alle strutture di acciaio per compensare tutte le bullonerie, chioderie, raccordi, ecc. compreso tutte le prestazioni e apprestamenti necessari a dare il lavoro completo a perfetta regola d'arte nel rispetto delle normative tecniche e di sicurezza sui cantieri.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

La sottoscrizione del Contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e di incondizionata accettazione del progetto nel suo complesso e di tutte le norme che regolano il presente appalto.

### **Art. 9 Responsabile del Procedimento - Direttore dei lavori**

L'Amministrazione ha individuato il Responsabile del Procedimento per l'attuazione dell'intervento che svolge le funzioni pertinenti all'oggetto dell'appalto secondo gli indirizzi e le responsabilità individuate all'art. 31 del D.Lgs. 50/2016.

La nomina del Direttore dei lavori verrà comunicata all'Appaltatore all'atto della stipulazione del contratto. L'Amministrazione concede ampio mandato personale al Direttore dei lavori quale suo rappresentante per quanto attiene l'esecuzione tecnica ed economica, e ne riconosce come propri gli atti eseguiti e/o sottoscritti, nel limite delle attribuzioni previste dalla Legge.

### **Art. 10 Il responsabile dei lavori e il coordinatore in materia di sicurezza**

L'Amministrazione ha individuato, ai fini della legislazione vigente, il Responsabile dei Lavori e Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione, mentre individuerà successivamente il coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera, come definiti dall'articolo 89 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modifiche ed integrazioni, con i compiti previsti dallo stesso D.Lgs.

### **Art. 11 Piano di sicurezza e coordinamento**

Il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'art. 100 del D.Lgs 81/2008 forma parte integrante del contratto di Appalto ed è predisposto dalla Stazione Appaltante.

L'appaltatore è tenuto al rispetto delle norme e delle istruzioni contenute nel Piano di sicurezza ai sensi del comma 3 art.100 D.Lgs 81/2008. Tale Piano potrà essere adeguato dal Coordinatore in sede di esecuzione in funzione di nuove esigenze nate durante l'esecuzione dei lavori, o per proposte di miglioramento da parte dell'appaltatore, senza che l'appaltatore possa richiedere maggiori compensi.

Gli eventuali subappaltatori o lavoratori autonomi presenti in cantiere dovranno venire segnalati al coordinatore per l'esecuzione che si occuperà di organizzare operazioni di coordinamento per evitare conflitti tra le squadre presenti in cantiere. I subappaltatori ed i lavoratori autonomi dovranno uniformarsi alle istruzioni ed alle direttive del Piano di sicurezza.

L'appaltatore entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori e della stipula del contratto, potrà consegnare alla Stazione appaltante eventuali proposte integrative del Piano di sicurezza e di coordinamento predisposti ai sensi del Decreto Legislativo 81/2008, senza che ciò possa dare diritto all'Appaltatore di richiedere maggiori compensi.

Tali variazioni ed integrazioni formeranno parte integrante del contratto di appalto.

L'appaltatore è obbligato a predisporre un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, tale documento sarà parte integrante del contratto di appalto e dovrà essere consegnato alla stazione appaltante entro 30 giorni dall'avvenuta aggiudicazione.

Tale piano dovrà contenere anche il dettaglio delle responsabilità relativamente alla gestione del piano operativo stesso e delle operazioni di cantiere.

L'Appaltatore avrà in ogni caso la possibilità di proporre altre variazioni al piano durante il corso dei lavori ai sensi del comma 5 dell'articolo 100 del Decreto Legislativo 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

L'Appaltatore è tenuto ad uniformarsi senza riserva alcuna alle disposizioni impartite dal Coordinatore in sede di esecuzione nonché garantire la propria disponibilità a tutte le operazioni di coordinamento richieste dal Coordinatore stesso e a tutte le disposizioni previste dal suddetto piano.

In ogni caso, si ricorda che l'accettazione del piano di sicurezza, non esime l'appaltatore dal rispetto di tutte le norme e leggi preesistenti nel campo della sicurezza nei confronti delle quali l'Appaltatore rimane totalmente responsabile.

Si ricorda che, ai sensi del Decreto Legislativo 81/2008, l'Appaltatore durante l'esecuzione dell'opera è tenuto ad osservare le misure generali di tutela e cura, in particolare:





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

- il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
- la scelta dell'ubicazione di posti di lavoro tenendo conto delle condizioni di accesso a tali posti, definendo vie o zone di spostamento o di circolazione;
- le condizioni di movimentazione dei vari materiali;
- la manutenzione e il controllo, prima dell'entrata in servizio e il controllo periodico, degli impianti e dei dispositivi al fine di eliminare i difetti che possono pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- la delimitazione e l'allestimento delle zone di stoccaggio e di deposito dei vari materiali, in particolare quando si tratta di materie e di sostanze pericolose;
- l'adeguamento, in funzione dell'evoluzione del cantiere, della durata effettiva da attribuire ai vari tipi di lavoro o fasi di lavoro;
- la cooperazione tra datori di lavoro e lavoratori autonomi;
- le interazioni con le attività che avvengono sul luogo, all'interno o in prossimità del cantiere.

L'appaltatore è tenuto inoltre a:

- adottare le misure conformi alle prescrizioni di sicurezza e di salute per i cantieri;
- curare le condizioni di rimozione dei materiali pericolosi, previo, se del caso, coordinamento con il committente o il responsabile dei lavori;
- curare che lo stoccaggio e l'evacuazione dei detriti e delle macerie avvengano correttamente.

L'accettazione e la gestione da parte dei singoli datori di lavoro dei piani di sicurezza e coordinamento secondo quanto definito dall'articolo 96 comma 2 del Decreto Legislativo 81/2008, costituisce adempimento delle norme alle di cui all'[articolo 17 comma 1, lettera a\)](#), all'[articolo 26, commi 1, lettera b\), 2, 3, e 5](#), e all'[articolo 29, comma 3](#) del Decreto Legislativo medesimo.

Le imprese appaltatrici e i lavoratori sono tenuti ad attuare quanto previsto dal piano di sicurezza e coordinamento.

L'Appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Resta inteso comunque che eventuali accoglimenti da parte del coordinatore in fase di esecuzione delle modificazioni ed integrazioni proposte dall'appaltatore non possono in alcun modo giustificare variazioni od adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.

### **Art. 12 Durata giornaliera dei lavori, lavoro straordinario e notturno**

L'affidatario può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione al direttore dei lavori. Il direttore dei lavori può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo. In ogni caso l'affidatario non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

Salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se il direttore dei lavori ravvisa la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione del responsabile del procedimento ne dà ordine scritto all'affidatario, il quale è obbligato ad uniformarsi, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

L'orario giornaliero dei lavori sarà quello stabilito dal contratto collettivo valevole nel luogo dove i lavori vengono compiuti, ed in mancanza, quello risultante dagli accordi locali e ciò anche se l'Affidatario non sia iscritto alle rispettive organizzazioni dei datori di lavoro.

Non è consentito fare eseguire dagli operai un lavoro maggiore di dieci ore su ventiquattro.

### **Art. 13 Occupazioni temporanee di suolo**

L'occupazione temporanea per l'impianto del cantiere o per i passaggi dovrà essere richiesta dall'Appaltatore e autorizzata dal Comune se trattasi di suolo pubblico non contemplato negli elaborati progettuali, mentre se trattasi di aree private l'Appaltatore dovrà accordarsi con il proprietario. L'Amministrazione conferisce all'Appaltatore il mandato di svolgere in sua rappresentanza, salvo i rimborsi con le modalità di cui si dice più avanti, tutte le procedure tecniche, amministrative o finanziarie, anche in sede contenziosa, connesse con le occupazioni temporanee di urgenza, ed asservimenti occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate avvalendosi di tutte le norme vigenti in materia.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

L'Appaltatore è obbligato a provvedere, a propria cura e spese, a tutti i rilevamenti ed alle procedure occorrenti per le occupazioni, nonché per gli asservimenti relativi alle opere oggetto dell'appalto, individuando le aree da occupare, descrivendone i confini, la natura, la quantità ed indicandone i dati catastali nonché i relativi proprietari secondo le risultanze catastali. Eventuali impedimenti al prosieguo delle operazioni verranno tempestivamente comunicati dall'Appaltatore all'Amministrazione per concertare i modi ed i tempi per rimuoverli.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di valutare, comunque, l'incidenza di detti impedimenti sulla regolare esecuzione del contratto. L'Appaltatore ha l'obbligo del pagamento delle indennità, inerenti le occupazioni agli aventi diritto all'atto della presa in possesso dei beni.

L'Appaltatore potrà tuttavia definire transitoriamente eventuali vertenze previo benestare dell'Amministrazione.

### **CAPITOLO 3 CONDIZIONI PRELIMINARI AI LAVORI**

#### **Art. 14 Stipulazione del contratto**

La stipulazione del contratto di appalto deve avere luogo entro il termine di 60 giorni dall'aggiudicazione definitiva. In caso di mancata stipula del contratto per fatto dell'aggiudicatario L'Amministrazione provvederà ad incamerare la cauzione o ad escutere la fideiussione.

Se la stipula del contratto o la sua approvazione, ove prevista, non avviene nei termini sopraindicati, l'aggiudicatario può, mediante atto notificato all'Amministrazione sciogliersi da ogni impegno o recedere dal contratto.

In caso di mancata presentazione dell'istanza, all'impresa non spetterà alcun indennizzo. L'appaltatore non ha diritto ad alcun compenso o indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali.

Se è intervenuta la consegna dei lavori in via d'urgenza, l'impresa ha diritto al rimborso delle spese sostenute per l'esecuzione dei lavori ordinati dal Direttore dei Lavori ivi compresi quelli per opere provvisorie.

Per la stipulazione del contratto di appalto e per le autorizzazioni al subappalto ed ai cottimi sono necessarie le comunicazioni e le informazioni prefettizie secondo quanto previsto dalla normativa antimafia.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di verificare anche in corso d'opera la permanenza dei requisiti per l'affidamento dei lavori.

Allorché si verifichi la mancata sussistenza di alcuno dei requisiti, l'aggiudicatario decade dall'affidamento con effetto retroattivo, fatto salvo il diritto al rimborso delle spese per l'esecuzione delle prestazioni effettuate fino all'accertamento ed alla comunicazione delle cause di decadenza dell'affidamento.

#### **Art. 15 Cauzione provvisoria e definitiva**

##### **CAUZIONE PROVVISORIA:**

Ai sensi dell'art. 93 del D.Lgs. 50/2016 e successive modifiche ed integrazioni, l'offerta da presentare per la partecipazione alla gara di appalto dovrà essere corredata da una cauzione pari al 2% dell'importo dei lavori, da prestare anche mediante fideiussione bancaria o assicurativa, e dall'impegno del fideiussore a rilasciare la garanzia fideiussoria per l'esecuzione del contratto, di cui all'art. 103 d.lgs. 50/2016, qualora l'offerente risultasse aggiudicatario.

La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

La cauzione deve essere prestata in conformità alle disposizioni di cui all'art. 93, ribadendo che la stessa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale ex art. 1944 C.C. e 1957 C.C. e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta della Committente ed avere validità 180 giorni.

Ai non aggiudicatari la cauzione è restituita tempestivamente e comunque entro 30 giorni dall'aggiudicazione.

L'importo della cauzione provvisoria è ridotto del 50% per i concorrenti in possesso della certificazione di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000 ai sensi dell'art 93, comma 7 D.Lgs. 50/2016.

Nel caso di associazioni temporanee di impresa orizzontale, la riduzione della cauzione di cui al precedente comma è applicabile solo nel caso che tutte le imprese associate siano in possesso della certificazione predetta.

Si richiama, comunque, l'art. 93 del D.Lgs. 50/2016 in relazione alla possibilità di riduzione delle garanzie.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **GARANZIA CONTRATTUALE PER LA STIPULA DEL CONTRATTO:**

Ai sensi dell' art. 103 D.Lgs. 50/2016, l'esecutore dei lavori é obbligato a costituire una garanzia fideiussoria denominata "garanzia definitiva" a sua scelta sotto forma di cauzione o fideiussione con le modalità di cui all'articolo 93, commi 2 e 3, pari al 10 per cento dell'importo contrattuale; in caso di aggiudicazione con ribassi superiori al dieci per cento la garanzia da costituire è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento. Ove il ribasso sia superiore al venti per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al venti per cento. La cauzione è prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le

obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno verso l'appaltatore. La garanzia cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione. La stazione appaltante può richiedere al soggetto aggiudicatario la reintegrazione della garanzia ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione sarà effettuata a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'esecutore. Alla garanzia di cui al presente articolo si applicano le riduzioni previste dall'articolo 93, comma 7, per la garanzia provvisoria.

Le stazioni appaltanti hanno il diritto di valersi della cauzione, nei limiti dell'importo massimo garantito, per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore e hanno il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere o nei luoghi dove viene prestato il servizio nei casi di appalti di servizi. Le stazioni appaltanti possono incamerare la garanzia per provvedere al pagamento di quanto dovuto dal soggetto aggiudicatario per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori addetti all'esecuzione dell'appalto. La mancata costituzione della garanzia determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria presentata in sede di offerta da parte della stazione appaltante, che aggiudica l'appalto o la concessione al concorrente che segue nella graduatoria.

La garanzia copre gli oneri per il mancato od inesatto adempimento e cessa di avere effetto per l'ammontare residuo solo alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del Certificato di Regolare Esecuzione Lavori fatto salvo quanto previsto dall'art. 235 del DPR 207/10.

Si specifica che nel caso la cauzione venga prestata con fideiussione questa deve prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale ex art. 1944 c.c. e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta dell'Amministrazione.

La presentazione della cauzione non limita, peraltro, l'obbligo dell'appaltatore di provvedere all'integrale risarcimento del danno indipendentemente dal suo ammontare, ed anche se superiore all'importo della cauzione.

Nel caso di associazioni temporanee di impresa orizzontali, la riduzione della cauzione di cui al precedente comma è applicabile solo nel caso che tutte le imprese associate siano in possesso della certificazione predetta.

## **Art. 16 Subappalto**

Il contratto non può essere ceduto a pena di nullità. È ammesso il subappalto secondo le disposizioni, nei limiti e alle condizioni previste dall'art. 105 del D.Lgs. 50/2016, da intendersi interamente trascritto al presente articolo ed al quale interamente si rinvia la lettura.

L'Appaltatore resta in ogni caso l'unico responsabile nei confronti dell'Amministrazione per l'esecuzione delle opere e/o delle lavorazioni oggetto di subappalto, sollevando e manlevando la stessa Amministrazione da qualsiasi eventuale pretesa delle imprese subappaltatrici o da richieste di risarcimento danni nell'evenienza avanzate da terzi in conseguenza anche delle opere e/o lavorazioni subappaltate o concesse sottoforma di sub-contratto come previsto al comma 2 dell'art. 105 del D.Lgs. 50/2016.

### **REGOLE SULLA TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI**

L'appaltatore, nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate al servizio/fornitura/lavoro, inserirà apposita clausola con la quale ciascuno di essi assume l'obbligo di rispettare gli adempimenti inerenti la tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla legge 136/2010, a pena di nullità assoluta dei medesimi contratti. L'appaltatore, nel caso in cui abbia notizia dell'inadempimento della propria





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

controparte in ordine agli obblighi di tracciabilità finanziaria è obbligato a darne comunicazione immediata alla stazione appaltante ed alla prefettura del competente ufficio territoriale.

### **Art. 17 Oneri, obblighi e responsabilità dell'Appaltatore**

Oltre agli oneri previsti dal Capitolato generale di Appalto, D.M. 145/2000 e dal DPR 207/10 per le parti ancora in vigore, e agli altri obblighi indicati nel presente Capitolato speciale di Appalto sono a carico dell'Appaltatore, e quindi da considerarsi compresi e remunerati con i prezzi di contratto, e con la somma prevista per la sicurezza, gli oneri e obblighi di seguito riportati, per i quali non spetterà quindi all'Appaltatore altro compenso anche qualora l'ammontare nell'appalto subisca, per varianti, diminuzioni o aumenti.

#### **a) Oneri generali**

1) attuare l'osservanza delle norme derivanti dalle leggi e dai decreti in vigore o che potessero intervenire in corso di appalto relativi alla prevenzione infortuni sul lavoro, all'igiene del lavoro, alle previdenze varie per disoccupazione involontaria, invalidità e vecchiaia, tubercolosi ed altre malattie professionali, alla tutela materiale e morale dei lavoratori. L'Appaltatore dovrà in ogni momento, a semplice richiesta dell'Amministrazione, dimostrare di aver provveduto a quanto sopra;

2) Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti delle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori suddetti. Le imprese artigiane si obbligano ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle imprese artigiane e negli accordi locali integrativi dello stesso per il tempo e nella località in cui si svolgono detti lavori.

L'appaltatore si obbliga, altresì, ad applicare il contratto e gli accordi predetti anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci. I suddetti obblighi vincolano l'appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni di categoria stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla struttura e dimensione dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica e sindacale, salva, naturalmente, la distinzione prevista per le imprese artigiane;

3) L'Appaltatore è responsabile, in rapporto alla stazione appaltante, dell'osservanza delle norme anzidette. Esso sarà responsabile dell'applicazione delle suddette norme anche da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, e ciò anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato, non esime l'appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante. In caso di inottemperanza agli obblighi testé precisati accertata dalla stazione appaltante o ad essa segnalata dalla Direzione Provinciale del lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche alla direzione suddetta, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra. Il pagamento all'appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando la Direzione Provinciale del lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti. Per le detrazioni dei pagamenti di cui sopra, l'appaltatore non può opporre eccezione alla stazione appaltante, né titolo a risarcimento di danni;

4) Adottare tutti i provvedimenti e cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai, degli addetti ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati;

5) Tutti gli altri oneri eventualmente previsti nei capitolati tecnici.

#### **b) Oneri finalizzati direttamente all'esecuzione dei lavori:**

6) le spese per la costituzione del domicilio presso i lavori;

7) il compenso per il proprio rappresentante;

8) il compenso per il direttore tecnico del cantiere;

9) il compenso del responsabile di cantiere a tempo pieno per ciascuno degli ambiti e/o lotto di intervento;

10) le spese per formare e mantenere i cantieri e illuminarli, le spese di trasporto di materiali e mezzi d'opera, le spese per attrezzi, ponteggi ecc., le spese per i baraccamenti degli operai e i servizi igienici, le strade di servizio del cantiere, anche se riutilizzabili dopo la presa in consegna delle opere da parte dell'Amministrazione, le spese per mantenere in buono stato di servizio gli attrezzi e i mezzi necessari anche ai lavori in economia. Nei documenti di



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

appalto é individuata una possibile organizzazione del cantiere, che tiene conto di accessi per persone e materiali, ubicazione baracche, magazzini e mezzi d'opera, prescrizioni per evitare interferenze con i proprietari vicini; é compito ed onere dell'appaltatore verificare il progetto e/o proporre uno alternativo per l'organizzazione del cantiere che dovrà essere coerente con le prescrizioni del piano di sicurezza e dei disegni di progetto, oltreché non arrecare danni ai privati e alle sovrastrutture esistenti;

11) le spese per l'energia elettrica, l'acqua, il gas, l'uso di fognatura, il telefono e i relativi eventuali contratti e canoni;

12) l'allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione che possano arrecare danni;

13) le spese per rimuovere materiali o cumuli di terra o riporti relativi a strade di servizio che sono state eseguite per l'uso del cantiere ma che non sono previste nel progetto;

14) le spese per lo sgombero del cantiere entro due settimane dalla ultimazione dei lavori, ad eccezione di quanto occorrente per le operazioni di collaudo o certificato di regolare esecuzione (CRE), da sgomberare subito dopo il collaudo/CRE stesso;

15) le spese, prima dell'inizio dei lavori, di pulizia del cantiere, di sgombero dei materiali presenti, di pulizia dei pendii e rimozione delle masse instabili.

### **c) Oneri finalizzati all'esercizio del potere di ingerenza dell'Amministrazione sui lavori:**

16) le spese per le operazioni di consegna dei lavori, sia riguardo al personale di fatica e tecnico, sia riguardo a tutte le strumentazioni e i materiali che il Direttore dei lavori riterrà opportuni. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla direzione lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della direzione lavori, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa direzione lavori.

17) la costruzione/il noleggio di un locale ufficio per la direzione dei lavori, nell'ambito del cantiere, dotato dei necessari strumenti ed arredi per garantire l'espletamento dei servizi;

18) la comunicazione quindicinale alla Direzione dei lavori, riguardante le seguenti notizie:

- numero di operai suddivisi per giorno, con nominativo, qualifica, ore lavorate, e livello retributivo;
- giorni in cui non si è lavorato e motivo;
- riepilogo dei lavori eseguiti nella quindicina;

19) le spese per la realizzazione, l'uso e la manutenzione di strade di servizio, di ponteggi, passerelle e scalette, di mezzi d'opera, di sollevamento e di quanto altro necessario anche per l'uso di ditte che eseguano per conto diretto dell'Amministrazione opere non comprese nel presente appalto;

20) lo scarico, il trasporto nell'ambito del cantiere, l'accatastamento e la conservazione nei modi e luoghi richiesti dalla Direzione dei lavori di tutti i materiali e manufatti approvvigionati da altre ditte per conto dell'Amministrazione e non comprese nel presente appalto;

21) l'esecuzione di modelli e campioni di lavorazione che la Direzione dei lavori o gli Enti di Tutela richiederanno; i principali campioni sono prescritti nelle specifiche tecniche, fermo restando che l'Appaltatore dovrà sempre ottenere l'approvazione delle forniture impiegate;

22) il prelievo di campioni, in contraddittorio tra l'Amministrazione e l'Appaltatore, con redazione di verbale e l'apposizione di suggelli, la loro eventuale stagionatura, le prove di laboratorio richieste dalla Direzione dei lavori o imposte dalle norme in vigore presso laboratori ufficialmente autorizzati;

23) le spese per le prove di carico delle eventuali strutture portanti e per le apparecchiature di rilevamento, ecc., sia in corso d'opera che in sede di collaudo/CRE, sono a totale onere della ditta comprese le spese necessarie ad eseguire prove di carico sia distruttive che non distruttive sui manufatti oggetto di collaudo/CRE ai sensi di legge, comprese le spese di laboratorio e le spese di ogni pertinente certificazione;

24) le spese per le eventuali prove di carico svolte presso Istituti certificati ai sensi normativa vigente in materia di elementi strutturali (NTC 2018) e le relative certificazioni eseguite su provini cubici di cls, tondi di acciaio d'armatura, profili d'acciaio per carpenteria metallica, elementi di strutture lignee, e ogni altro elemento strutturale da verificare ai sensi della vigente normativa in materia;

25) le eventuali spese per il deposito degli elaborati di progetto delle strutture e del certificato di collaudo presso l'Ente preposto e per la consegna e il ritiro dei certificati di prova presso Laboratori qualificati ai sensi di legge;

26) l'esecuzione di fotografie delle opere in corso di esecuzione al momento dello stato di avanzamento e nei momenti più salienti a giudizio del Direttore dei lavori;



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

27) gli oneri per l'allontanamento a discarica autorizzata di tutto il materiale di risulta compreso quello eventualmente contenente amianto o altra tipologia di rifiuti siano questi classificati speciali o pericolosi, previa caratterizzazione e esecuzione di ogni iter amministrativo previsto dalle vigenti normative in materia;

28) tutte le prove di certificazione sui materiali svolte presso istituti di prova di gradimento della stazione appaltante per quanto riguarda prestazioni termiche, acustiche, antincendio o impiantistiche in generale

29) gli oneri e le prove geotecniche sul terreno, eventualmente richieste dalla D.L.;

30) gli oneri per verifiche integrative sulle strutture esistenti, richieste eventualmente dalla D.L.;

31) La tenuta delle scritture di cantiere, le annotazioni dei lavori in contraddittorio con la Direzione Lavori;

**d) Oneri derivanti da obblighi e responsabilità dell'Appaltatore:**

32) le spese necessarie alla costituzione della cauzione e per la sua reintegrazione in caso di uso da parte dell'Amministrazione, nonché le spese per fidejussioni prestate a qualunque titolo;

33) le spese di copia inerenti agli atti che occorrono per la gestione dell'appalto, fino alla presa in consegna dell'opera;

34) le spese di passaggio e per occupazioni temporanee sia di suolo pubblico che privato, le spese per risarcimento dei danni diretti e indiretti o conseguenti, le spese per la conservazione e la custodia delle opere fino alla presa in consegna da parte dell'Amministrazione;

35) le spese per le provvidenze atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose durante l'esecuzione dei lavori;

36) le spese per individuare infrastrutture e condotte da attraversare o spostare e le relative domande all'ente proprietario, nonché le spese per convocare i proprietari confinanti e quelle per redigere il verbale di constatazione dei luoghi;

37) l'esecuzione di tutte le opere e tutti gli apprestamenti di sicurezza previsti dal piano di Sicurezza e di Coordinamento (D.Lgs. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni) allegato al contratto d'appalto, comprese le eventuali variazioni introdotte durante il corso dei lavori da parte del Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, per la redazione del Piano Operativo dell'impresa appaltatrice e il coordinamento con quello di tutte le altre imprese operanti nel cantiere e quelle per l'approntamento di tutte le opere, i cartelli di segnalazione, le reti di protezione, i D.P.I., la messa in sicurezza delle gru e comunque tutte le cautele necessarie a prevenire gli infortuni sul lavoro e a garantire la vita e l'incolumità del personale dipendente dall'appaltatore, di eventuali subappaltatori e fornitori e del relativo personale dipendente, e del personale di direzione, sorveglianza e collaudo, incaricato dall'Amministrazione;

38) le spese per la eventuale sorveglianza sanitaria da attivare in relazione alle tipologie dei lavori svolti;

39) l'approntamento del programma dei lavori da sottoporre alla D.L.;

40) le spese per la guardiania e la sorveglianza, diurna e notturna, anche festiva, delle opere costruite, del materiale approvvigionato e del cantiere, comprendendo anche materiali, attrezzature e opere di altri soggetti ivi presenti, mediante persone provviste di qualifica di guardia giurata (art.22 L.646/1982). La sorveglianza sarà obbligatoria e a carico dell'appaltatore anche durante i periodi di proroga e quelli di sospensione per fatti e cause non dipendenti dall'Amministrazione;

41) le tettoie e i parapetti a protezione di strade aperte al pubblico site nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere e la fornitura e la manutenzione dei cartelli stradali di avviso e dei fanali di segnalazione in base alle norme del Codice della Strada e del Regolamento di esecuzione;

42) la tempestiva redazione degli elaborati costruttivi di cantiere e/o d'officina, compilati nel rispetto del progetto esecutivo posto a base di gara; Detti elaborati dovranno essere completi delle eventuali "integrazioni" che l'Appaltatore, anche a seguito di accertamenti integrativi a proprie cure e spese, ha ritenuto necessario.

Tali elaborati dovranno altresì assicurare in particolare la compatibilità di obiettivi con gli elaborati posti a base di gara e definire particolari costruttivi, previa approvazione della D.L.. Vale comunque quanto specificato dalla determinazione n.4 del gennaio 2001 dall'Autorità per la vigilanza sui lavori pubblici;

43) l'apposizione di n. 2 tabelle informative all'esterno del cantiere di dimensioni minime cm 200 x 150, e la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, con le indicazioni usuali previste dalla circolare del Ministero LLPP n; 1729/L del 01/06/90. In caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito all'Amministrazione verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità;

44) le spese per l'uso delle discariche autorizzate di rifiuti;

45) i premi delle assicurazioni previste all'art.53;



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

46) la riparazione o il rifacimento delle opere relative ad eventuali danni diretti, indiretti e conseguenti che in dipendenza dell'esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche o private o alle persone, sollevando con ciò l'Amministrazione, la Direzione dei lavori e il personale di sorveglianza da qualsiasi responsabilità;

47) Se l'Appaltatore avrà provocato danni agli impianti esistenti (messa fuori servizio di linee, intasamenti di scarichi, rotture o lesioni di acquedotti, ecc.) o comunque a beni di terzi sarà tenuto a risarcire i danni salvo rivalsa assicurativa;

48) In casi particolari, il Committente su proposta della Direzione Lavori e dietro richiesta dell'Appaltatore potrà ottenere i nulla osta e procedere allo spostamento degli impianti senza con ciò sollevare in alcun modo l'Appaltatore dagli obblighi ed oneri richiamati al presente Capitolato, soprattutto in riferimento ad eventuali intralci o ritardati spostamenti;

49) Qualora l'Appaltatore provochi direttamente danni a terzi, o nel caso che le opere costruite causino detti danni, l'Appaltatore stesso dovrà provvedere a segnalare immediatamente il sinistro all'Istituto assicuratore di cui al successivo articolo e dovrà inoltre fattivamente collaborare per una esatta definizione dei danni e delle cause;

50) E' peraltro facoltà dell'Amministrazione in quei casi di particolare urgenza, o che comunque vengano ad insindacabile giudizio del Committente considerati tali, provvedere direttamente ad indennizzare il terzo danneggiato trattenendo il relativo importo sul successivo pagamento all'Appaltatore. L'Appaltatore avrà poi diritto all'indennizzo accordato dalla Assicurazione;

51) l'eventuale ricerca nella zona di lavoro di ordigni bellici ed esplosivi di qualsiasi genere, eseguita da ditta specializzata su disposizioni delle competenti autorità militari di zona.

52) le spese relative agli allacciamenti provvisori alle reti di distribuzione di energia elettrica, telefoni, acquedotto, gas, nonché il pagamento dei canoni per i consumi occorrenti agli usi di cantiere;

53) le spese per canoni e diritti di brevetto di invenzione e di diritti d'autore, nel caso i dispositivi messi in opera o i disegni impiegati ne siano gravati, ai sensi della L. 633/1941 e del D.Lgs. 10/02/2005, n. 30;

54) gli oneri per occupazione suolo pubblico;

55) l'approntamento degli elaborati finali come costruito (as built), delle schede tecniche dei materiali e dei libretti di manutenzione, nonché delle dichiarazioni di conformità degli impianti;

56) la prestazione delle garanzie secondo quanto previsto dalla normativa vigente;

57) gli oneri per l'acquisto di pubblicazioni o quant'altro ritenuto necessario per l'informazione, formazione e prevenzione degli infortuni sul lavoro;

58) I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e coordinamento di cui al Decreto Legislativo n. 81/2008 e allegato al contratto o richiesto dalla Direzione dei lavori, nonché la pulizia e la manutenzione dello stesso cantiere, l'inghiainamento e la sistemazione delle sue strade in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti.

59) L'approntamento delle opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori (impalcature, assiti, armature, centinature, ecc.) secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e coordinamento di cui al Decreto Legislativo n. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni e allegato al contratto, compresi gli oneri del montaggio, dello sfido e dello smontaggio e dell'eventuale manutenzione ordinaria e straordinaria.

60) La costruzione di eventuali ponti di servizio, passerelle, scalette secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e coordinamento di cui al Decreto Legislativo n. 81/2008 e allegato al contratto, e comunque di tutte le opere provvisorie occorrenti per mantenere i passaggi pubblici e privati e la continuità dei corsi d'acqua, che venissero interrotti per l'esecuzione dei lavori.

61) La fornitura e la manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei lavori per garantire la sicurezza delle persone e dei veicoli e la continuità del traffico, nel rispetto delle norme di polizia stradale di cui al Decreto Legislativo 30.4.1992 n. 285 e ss. mm. e ii. e relativo Regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e secondo quanto previsto dal piano di sicurezza e coordinamento di cui al Decreto Legislativo n. 81/2008 che sarà parte integrante del contratto anche se non materialmente allegato.

62) Inoltre, devono essere seguite le prescrizioni per la segnaletica di sicurezza sul cantiere, in attuazione della Direttiva CEE 92/58. In particolare, quando risultano rischi che non possono essere evitati o sufficientemente limitati



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

con misure, metodi, o sistemi di organizzazione del lavoro, o con mezzi tecnici di protezione collettiva, l'Appaltatore deve far ricorso alla segnaletica di sicurezza, allo scopo di:

- avvertire di un rischio o di un pericolo le persone esposte;
- vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo;
- prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza;
- fornire indicazioni relative alle uscite di sicurezza o ai mezzi di soccorso o di salvataggio;
- fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza.

63) L'adozione, nel corso dei lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi; nel rispetto del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto Legislativo n. 81/2008 e allegato al contratto;

64) La fornitura e posa in opera, entro dieci giorni dalla consegna dei lavori, nel sito indicato dalla Direzione dei lavori di uno o più cartelli indicatori come sopra già descritto; tanto la tabella quanto il sistema di sostegno della stessa, dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e decoroso aspetto e devono essere mantenuti in perfetto stato sino al collaudo dei lavori. La tabella dovrà recare impresse a colori indelebili le diciture relative ai nominativi del rup, della D.L., del Direttore di Cantiere, dei coordinatori della sicurezza in fase di progettazione e in fase di esecuzione dei lavori, della ditta appaltatrice, delle ditte subappaltatrici, dell'importo dei lavori e delle modalità di finanziamento, delle date di inizio lavori e quella presunta di fine lavori, oltre alle altre informazioni necessarie ai sensi di legge;

65) L'apprestamento di accessi per i visitatori, pubblico, con accordi preventivi da prendersi con la D.L., i responsabili della Sicurezza, la Committenza; il tutto finalizzato nel massimo rispetto della sicurezza delle persone e delle cose.

66) la presentazione della documentazione relativa all'acquisizione di pareri della pubblica amministrazione (es. autorizzazione temporanea in deroga ai limiti massimi di immissione in ambiente esterno di rumore, ecc.);

67) tutte le spese necessarie per l'acquisizione dei necessari, nulla osta, autorizzazioni, permessi, pareri, ecc., da parte degli enti competenti (consorzio di bonifica, provincia, regione, soprintendenza, ecc.) per esecuzione di lavorazioni diverse da quelle in progetto, anche se migliorative e/o aggiuntive.

### **Art. 18 Trattamento retributivo dei lavoratori**

L'Appaltatore è obbligato ad applicare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito nei contratti collettivi nazionali e territoriali in vigore per il settore, per la zona e per tutto il periodo nel quale si svolgono i lavori. L'Appaltatore è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme di cui sopra da parte dei Subappaltatori nei confronti dei dipendenti di quest'ultimo, per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto (art.105, D.lgs.50/2016).

### **Art. 19 Tutela dei lavoratori**

Si applica quanto previsto dall'art. 30, comma 5 e 6 del D.Lgs. 50/2016 nei casi di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi di cui all'articolo 105 dello stesso D.Lgs.

I lavoratori occupati in cantiere dovranno attenersi agli obblighi che l'Appaltatore provvederà a segnalare loro in materia di sicurezza e protezione collettiva e individuale, nonché relativamente ai programmi di formazione e addestramento, e si sottoporranno all'obbligatoria sorveglianza sanitaria. L'Amministrazione, precisa che le autorità competenti nella Regione e nel luogo dove devono essere svolti i lavori presso le quali gli offerenti possono ottenere ulteriori informazioni pertinenti agli obblighi relativi alle disposizioni di legge nelle seguenti materie. sicurezza, condizioni di lavoro, previdenza ed assistenza sono :

- INPS sede di Pistoia;
- INAIL sede di Pistoia;
- ASL sede di Pistoia;
- CASSA EDILE sede di Pistoia;
- ISPETTORATO PROVINCIALE DEI LAVORI sede di Pistoia;

### **Art. 20 Responsabilità dell'Appaltatore**





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

L'Appaltatore è obbligato all'approntamento di tutte le opere, segnalazioni e cautele necessarie a prevenire gli infortuni sul lavoro e a garantire la vita, l'incolumità e la personalità morale, a norma dell'art. 2087 c.c., del personale dipendente dall'Appaltatore, di eventuali subappaltatori e fornitori e del relativo personale dipendente, e del personale di direzione, sorveglianza e collaudo incaricato dall'Amministrazione, coordinando nel tempo e nello spazio tutte le norme vigenti mediante il "Piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori", del quale il Direttore tecnico di cantiere deve garantire il rispetto della più rigorosa applicazione: ogni più ampia responsabilità, sia di carattere civile che penale in caso di infortuni ricadrà pertanto interamente e solo sull'Appaltatore, restando sollevata sia l'Amministrazione, sia la Direzione dei lavori. L'Appaltatore provvederà ad affiggere nel cantiere, in luogo accessibile a tutti i lavoratori, le norme di disciplina cui intende sottoporre i lavoratori stessi; copia di tali norme deve essere consegnata al Direttore dei lavori.

Salvi gli adempimenti di cui all'Art. 17 comma 1 lett. B) del D.Lgs. 81/2008, l'Appaltatore può nominare il Responsabile del Servizio di prevenzione per l'attuazione di tutti i provvedimenti in materia.

L'appaltatore è responsabile, a tutti gli effetti, dell'esatto adempimento delle condizioni di contratto e della perfetta esecuzione e riuscita delle opere affidate. L'appaltatore avrà piena responsabilità della condotta dei lavori e della direzione del cantiere. La sua responsabilità è pertanto totale ed esclusiva, sia civilmente che penalmente;

L'appaltatore renderà sollevati ed indenni, in qualsiasi evenienza, anche nei confronti di terzi, il committente e la direzione lavori. La presenza in luogo del personale della Direzione e sorveglianza e la eventuale approvazione di opere e di disegni da parte della Direzione Lavori, non limitano o riducono tale piena incondizionata responsabilità.

## **Art. 21 Domicilio dell'Appaltatore**

L'Appaltatore deve, nel contratto, eleggere domicilio, per tutti gli effetti del contratto stesso, ove ha sede l'ufficio della direzione dei lavori; ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Tutte le intimazioni e le notificazioni dipendenti dal contratto possono essere fatte alla persona dell'Appaltatore, oppure alla persona che lo rappresenti presso i lavori, oppure al domicilio eletto ai sensi dell'art. 2 DM 145/2000.

Tuttavia, durante l'esecuzione dei lavori e fino al mantenimento degli uffici in cantiere, per maggiore comodità si conviene che ogni comunicazione relativa al lavoro in oggetto potrà essere indirizzata con piena efficacia presso gli uffici dell'Appaltatore in cantiere.

Eventuali comunicazioni alle Imprese mandanti verranno validamente indirizzate al domicilio dell'Impresa mandataria, individuato come al comma precedente.

## **Art. 22 Persone che possono riscuotere**

I sensi e per gli effetti dell'art. 3 del D.M. 145/2000, i pagamenti delle somme dovute in acconto o a saldo saranno effettuati soltanto alle persone espressamente delegate ed autorizzate a riscuotere e quietanzare, anche per effetto di eventuale cessione di credito preventivamente riconosciute dalla Committente; gli atti da cui risulti tale designazione sono allegati al contratto.

In caso di cessione del corrispettivo d'appalto successiva alla stipula del contratto, il relativo atto deve indicare con precisione le generalità del cessionario ed il luogo del pagamento delle somme cedute.

La cessazione o la decadenza dell'incarico delle persone autorizzate a riscuotere e quietanzare deve essere tempestivamente notificata alla Committente. In difetto di responsabilità può attribuirsi alla Committente per pagamenti alle persone non più autorizzate a riscuotere.

## **Art. 23 Rappresentante dell'Appaltatore**

Così come stabilito dall'articolo 4 del Capitolato Generale d'Appalto di cui al D.M. 19/04/2000 n. 145, l'Appaltatore che non conduce personalmente i lavori deve farsi rappresentare per mandato da persona fornita dei requisiti di idoneità tecnici e morali. L'Appaltatore risulta comunque responsabile dell'operato del suo rappresentante. Il mandato deve essere conferito per atto pubblico ed essere depositato presso l'Amministrazione che provvede a dare comunicazione all'ufficio Direzione Lavori. L'Appaltatore o il suo rappresentante deve, per tutta la durata dell'appalto, garantire la presenza sul luogo dei lavori.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

Quando ricorrono gravi e giustificati motivi l'Amministrazione, previa motivata comunicazione all'Appaltatore, ha diritto di esigere il cambiamento immediato del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'Appaltatore o al suo rappresentante.

### **Art. 24 Disciplina e buon ordine del cantiere - Direttore Tecnico**

Ai sensi dell'art. 5 del D.M. 145/2000, l'appaltatore deve provvedere ai materiali e ai mezzi d'opera che siano richiesti ed indicati dal direttore dei lavori per essere impiegati nei lavori in economia contemplati in contratto.

Ai sensi dell'art. 6 del D.M. 145/2000, l'Appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'Appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica, e la conduzione del cantiere. La Direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'Appaltatore ed eventualmente coincidente con il rappresentante delegato ai sensi del precedente art. 23. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal Direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. Il Direttore dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'Appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti della Committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

## **CAPITOLO 4 INIZIO DEI LAVORI**

### **Art. 25 Consegna dei lavori**

La consegna dei lavori, sarà disposta entro 45 giorni dalla data di stipulazione del contratto di appalto e, in caso di urgenza, subito dopo l'aggiudicazione definitiva. Qualora l'Appaltatore non si presenti nel giorno stabilito, il direttore dei lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione. Qualora sia inutilmente trascorso il termine assegnato dal direttore dei lavori, l'Amministrazione ha la facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione. Per le operazioni di consegna l'Appaltatore deve mettere a disposizione il personale e i mezzi opportuni per effettuare le verifiche di confini, quote, sezioni, tracciamento delle opere, e per l'apposizione di picchetti e capisaldi, dando avviso alla Direzione dei lavori in caso di asportazione degli stessi e successiva riapposizione.

Qualora la consegna non avvenga per fatto dipendente dall'Amministrazione entro il termine di cui sopra, l'Appaltatore potrà chiedere di recedere dal contratto: nel caso di accoglimento della domanda di recesso l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tutte le spese sostenute per la stipulazione del contratto; nel caso di rifiuto della domanda di recesso l'Appaltatore ha diritto ad un compenso per i maggiori oneri dipendenti dal ritardo.

Qualora la consegna avvenga con ritardo per fatto dipendente dall'Amministrazione senza che l'Appaltatore abbia presentato la domanda di cui sopra non gli saranno riconosciuti compensi di sorta, né rimborsi spese, né la corresponsione di indennità per maggiori oneri. La consegna risulterà da processo verbale esteso in concorso con l'Appaltatore. Dal giorno della consegna ogni responsabilità in merito ai lavori, alle opere e ai danni diretti e indiretti, al personale a qualunque titolo presente nel cantiere, grava interamente sull'Appaltatore. Il Direttore dei lavori comunicherà all'Appaltatore giorno e luogo in cui dovrà trovarsi per ricevere in consegna i lavori. I capisaldi, le quote, i rilievi dello stato di fatto che verranno indicati o consegnati all'Appaltatore dalla Direzione Lavori dovranno essere considerati solo indicativi e l'Appaltatore avrà l'obbligo di controllarli, a sua cura e spese. Alla consegna e prima di tale termine l'Appaltatore dovrà precisare al Committente le eventuali discordanze presentando la documentazione scritta a giustificazione di quanto constatato. Trascorso tale termine senza alcun rilievo discordante da parte dell'appaltatore, si intenderanno accolte dall'Appaltatore definitivamente, senza eccezioni o riserva di sorta, tutti gli elementi ad esso consegnati, anche agli effetti contabili. Eventuali varianti che fossero necessarie formeranno oggetto di ordine scritto da parte della Direzione Lavori.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **Art. 26 Proprietà dei materiali di recupero e scavo**

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni resteranno in proprietà dell'Amministrazione, e per essi il Direttore dei lavori potrà ordinare all'Appaltatore la cernita, l'accatastamento e la conservazione in aree idonee del cantiere, intendendosi di ciò compensato con i prezzi degli scavi e delle demolizioni relative. Tali materiali potranno essere reimpiegati dall'Appaltatore nelle opere da realizzarsi solo su ordine del Direttore dei lavori e dopo averne pattuito il prezzo, eventualmente da detrarre dal prezzo della corrispondente categoria. Tutto ciò fermo restando l'onere dell'Appaltatore allo smaltimento a discarica dei materiali di risulta.

## **CAPITOLO 5 ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Art. 27 Orario di lavoro**

L'Appaltatore può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione al Direttore dei lavori. Quest'ultimo può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico od organizzativo. In ogni caso, l'Appaltatore non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

Salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se il Direttore dei lavori ravvisa la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione del responsabile del procedimento ne dà ordine scritto all'Appaltatore, il quale è obbligato ad uniformarvisi, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

### **Art. 28 Approvvigionamento ed accettazione dei materiali**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del Capitolato d'appalto ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in quest'ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese. Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Committente può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti ed i poteri della Committente in sede di collaudo. L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previste dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, sono disposti dalla Direzione Lavori o dall'organo di collaudo. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla relazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'Organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente Capitolato Speciale d'Appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

L'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici di appalto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore della loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi. A richiesta della Committente l'Appaltatore deve dimostrare di avere pagato le indennità per i danni arrecati ai terzi.

### **Art. 29 Campionature e prove tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, i principali componenti di cui effettuare campionature, che potranno in ogni caso essere disposte dalla D.L. anche in caso di non obbligatorietà, saranno a titolo esemplificativo ma non esaustivo:

- conglomerati cementizi;
- acciaio e elementi metallici;
- legno;
- murature;
- sottofondo;
- conglomerati bituminosi;
- elementi prefabbricati;
- impianti di qualsiasi natura.

Le campionature dovranno essere accompagnate, a cura dell'Appaltatore, oltre che dalle certificazioni comprovanti le caratteristiche prestazionali richieste, dalla relativa documentazione tecnica a verificarne le caratteristiche prestazionali e, ove necessario, da grafici illustrativi e dai rispettivi calcoli giustificativi.

Tutti i materiali e le apparecchiature devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme vigenti nonché alle norme tecniche di capitolato allegate; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme UNI, le norme CEI, le norme del CNR, o di altri enti normatori ufficiali, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Committente potrà richiedere la presentazione del campionario di quei materiali di normale commercio che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere. La Committente potrà inoltre richiedere campionature, di ridotte dimensioni ma sufficienti a testarne le caratteristiche richieste, da eseguirsi in opera. Poiché da ritenersi compensato nel corrispettivo dell'appalto, e perciò senza titolo a compensi particolari, è a carico dell'Appaltatore provvedere con la necessaria tempestività su richiesta della D.L. o dell'organo di collaudo, alla ulteriore preventiva campionatura di materiali e componenti accompagnata dalla documentazione tecnica atta ad individuarne caratteristiche e prestazioni, ai fini dell'approvazione, da parte della stessa Direzione Lavori prima dell'inizio della fornitura. I campioni e le relative documentazioni accertati e controfirmati dal D.L. e dall'Appaltatore o da suo rappresentante, devono essere conservati a cura e spese dell'Appaltatore nei luoghi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

È a carico dell'Appaltatore l'onere per la fornitura di tutta l'attrezzatura e dei mezzi necessari per il prelievo e l'inoltro dei campioni ai laboratori specializzati, accompagnati da regolare verbale di prelievo sottoscritto dal D.L., per l'ottenimento dei relativi certificati. Taluni accertamenti potranno essere eseguiti anche solo ai fini filologici e saranno seguiti, nel loro svolgimento, direttamente dal D.L. l'esito favorevole delle verifiche non esonera l'Appaltatore dai propri obblighi e dalle proprie responsabilità; pertanto, qualora, sia successivamente all'effettuazione delle verifiche stesse sia in sede di collaudo/CRE e fino allo scadere della garanzia, venga accertata la non corrispondenza dei materiali ed apparecchiature alle prescrizioni contrattuali, l'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese alla sostituzione dei materiali medesimi e all'effettuazione delle verifiche e delle prove con conseguente rimessa in pristino di quanto dovuto.

Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra dovranno essere eseguite dal D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore; di esse e dei risultati ottenuti si dovrà compilare di volta in volta regolare verbale. Il Direttore dei Lavori, ove trovi da eccepire in ordine a tali risultati perché non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato, non emetterà il verbale



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

di ultimazione dei lavori fin quando non avrà accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Appaltatore siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie. Nonostante l'esito favorevole di tali verifiche e prove preliminari, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che si riscontrassero in seguito, anche dopo l'approvazione del collaudo da parte della Committente e fino al termine del periodo di garanzia.

Onere dell'appaltatore sono tutte le prove di carico in situ, sui materiali da costruzione (calcestruzzo, acciaio, travetti laterocementizi, ecc.), sulle pavimentazioni e sulle finiture e sui manufatti di qualsiasi natura. Quindi, sarà cura ed onere dell'appaltatore provvedere a fornire tutte le attrezzature, i mezzi e gli uomini adeguatamente formati, per svolgere le prove e le conseguenti analisi strutturali.

Ugualmente, tutte le necessarie prove di collaudo sugli impianti (impianti di illuminazione, impianti idraulici, impianti irrigui, ecc..) rimangono ad esclusivo carico dell'impresa aggiudicataria; fermo restando che la stessa impresa installatrice (o suoi subappaltatori) dovrà fornire, alla conclusione dei lavori, tutte le necessarie dichiarazioni di conformità degli impianti.

### **Art. 30 Sospensione e ripresa dei lavori**

Per le eventuali sospensioni e riprese dei lavori si applicheranno le disposizioni contenute nell'art. 107 del D.lgs. 50/2016. Per nessuna ragione, anche in caso di contestazione, sotto nessun pretesto e neppure in sede di giudizio, l'Appaltatore potrà sospendere i lavori.

Resta fin d'ora stabilito che, in caso di sospensione lavori non autorizzata, la Committente potrà senza altro estromettere l'Appaltatore dal cantiere e continuare, o direttamente o con altra impresa, i lavori, pur tenendo l'Appaltatore responsabile di tutti i danni derivati o derivanti. La sospensione non autorizzata costituisce in ogni caso per la Committente valido motivo di risoluzione del contratto.

### **Art. 31 Proroghe**

L'Appaltatore, qualora per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato, può richiederne la proroga, ai sensi e per gli effetti dell'art. 107 del D.Lgs. 50/2016, con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale.

La concessione della proroga non pregiudica i diritti che possono competere all'Appaltatore per il fatto che la maggiore durata dei lavori sia imputabile alla Committente. La concessione della proroga potrà essere effettuata dal Responsabile di procedimento, sentito il Direttore dei lavori entro trenta giorni dal ricevimento della richiesta di proroga. Nel periodo di proroga resta a carico dell'appaltatore la sorveglianza del cantiere.

L'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla stazione appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

### **Art. 32 Tempo per l'ultimazione dei lavori**

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori è stabilito in **469 giorni naturali e consecutivi dalla data di consegna dei lavori.**

Nel calcolo del tempo utile per l'ultimazione dei lavori si è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie condizioni stagionali.

A discrezione della Direzione Lavori, potrebbe essere necessario eseguire alcune lavorazioni in giorni festivi e nelle ore serali, data l'importanza dell'opera e la necessità dell'ultimazione dei lavori nei tempi più celeri possibile, di tale circostanza, la ditta affidataria dei lavori non potrà chiedere alcun compenso aggiuntivo o apporre riserve di nessun genere stante l'accettazione incondizionata di tale circostanza con la partecipazione alla gara.

L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza del cronoprogramma dei lavori, che può fissare scadenze inderogabili anche per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante ovvero necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previo collaudo parziale, di parti funzionali delle opere.

La Stazione Appaltante applicherà la **penale pecuniaria, per ogni giorno di ritardo rispetto ai termini sopra elencati pari all'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale.** Qualora il ritardo nell'adempimento determinasse



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio

un importo massimo della penale pari o superiore al 10% dell'importo contrattuale, il responsabile del procedimento promuoverà l'avvio delle procedure previste dall'articolo 108 del d.lgs. 50/2016:

*«Qualora l'esecuzione delle prestazioni ritardi per negligenza dell'appaltatore rispetto alle previsioni del contratto, il direttore dei lavori o il responsabile unico dell'esecuzione del contratto, se nominato gli assegna un termine, che, salvo i casi d'urgenza, non può essere inferiore a dieci giorni, entro i quali l'appaltatore deve eseguire le prestazioni. Scaduto il termine assegnato, e redatto processo verbale in contraddittorio con l'appaltatore, qualora l'inadempimento permanga, la stazione appaltante risolve il contratto, fermo restando il pagamento delle penali.»*

Per gli adempimenti successivi alla risoluzione del contratto si procederà a norma dell'art. 108 del codice dei contratti (D.Lgs. 50/2016).

L'Appaltatore dovrà dare comunicazione scritta alla Direzione Lavori della data nella quale ritiene di avere ultimato i lavori e questa procederà in contraddittorio con l'Appaltatore alle necessarie constatazioni redigendo apposito verbale e certificato, se riterrà avvenuta la ultimazione dei lavori. Si precisa che i lavori saranno considerati ultimati quando le opere siano effettivamente ultimate a regola d'arte in ogni loro parte siano state collaudate con esito positivo le strutture portanti e quelle altre (quali opere d'arte, allacci, ecc.) che la Direzione riterrà a suo insindacabile avviso, necessarie di collaudo preventivo prima di quello finale.

L'Amministrazione potrà disporre la sospensione dei lavori nei casi previsti e con le modalità dell'art. 107 del D.Lgs. 50/2016.

Dalla data della ultimazione dei lavori decorreranno i termini per la redazione dello stato finale e per l'effettuazione dei collaudi/CRE.

### Art. 33 Ultimazione dei lavori - Avviso ai creditori

A lavori ultimati l'Amministrazione provvederà a darne avviso al pubblico, invitando i creditori verso l'Appaltatore per occupazioni di suolo e relativi danni a presentare i titoli del loro credito, e invitando l'Appaltatore a tacitare le eventuali richieste pervenute; la garanzia contrattuale verrà trattenuta a garanzia di quanto sopra e fino alla emissione del certificato di collaudo provvisorio.

## CAPITOLO 6 VARIANTI, AGGIUNTE ED IMPREVISTI

### Art. 34 Modifica del contratto durante il periodo di efficacia

Si richiama quanto previsto dalla normativa, in particolare l'art. 106 del D.Lgs. 50/2016, fatta eccezione per quanto indicato al successivo art. 45 (revisione dei prezzi), stabilendo fin d'ora che per tutte le variazioni, modificazioni di lavorazioni o lavori supplementari come definiti nell'articolo di legge sopracitato, per le quali il compenso di tali opere (non siano presenti le voci di costo nell'elenco prezzi unitari del progetto esecutivo) non trovi adeguata individuazione nei prezzi di contratto, si procederà alla formazione di nuovi prezzi applicando il prezzario ufficiale della Regione Toscana per la provincia di riferimento ed in subordine il bollettino degli ingegneri sempre per località di riferimento, applicando in entrambi i casi a detti prezzi il ribasso offerto dalla ditta in sede di gara.

Il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione di cui al D.Lgs. 81/2008 e successive modifiche ed integrazioni determinerà gli eventuali costi aggiuntivi per la sicurezza e salute del cantiere per quanto non già compresi nei prezzi contrattuali o nei nuovi prezzi come sopra determinati e quantificherà gli eventuali oneri aggiuntivi per la sicurezza. Tali somme non saranno comunque soggette al ribasso d'asta.

L'Appaltatore non può per nessun motivo introdurre di sua iniziativa variazioni o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali.

La semplice precisazione esecutiva di particolari costruttivi e decorativi in corso d'opera, a completamento di quanto contenuto negli elaborati di progetto, sia richiesta dall'Appaltatore per conseguire l'esecuzione a regola d'arte cui è obbligato, sia determinata dalla Direzione dei Lavori, non potrà considerarsi variante, e non potrà in alcun modo essere addotta a giustificazione di ritardi o indennizzi da parte dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto a denunciare la erroneità delle prescrizioni progettuali delle varianti apportate al progetto iniziale: in caso di non contestazione di dette prescrizioni entro cinque giorni si intenderanno definitivamente accettate e riconosciute idonee dall'Appaltatore.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **Art. 35 Perizie di variante e suppletive**

Per tutte le variazioni o soppressioni o aggiunte ai progetti approvati ed in corso di esecuzione, comportanti variazione di spesa, così come desumibili dal progetto e dai vari elaborati allegati al contratto, il Direttore dei lavori provvederà ad informare il Responsabile del Procedimento della necessità di approntare la redazione di apposita perizia di variante. Successivamente il Direttore dei Lavori, redigerà apposita perizia, allegando il progetto supplementare, il verbale di concordamento dei nuovi prezzi, il nuovo contratto sottoscritto dall'Appaltatore, e la inoltrerà al Responsabile del Procedimento per l'approvazione, avvenuta la quale ordinerà per iscritto all'Appaltatore l'esecuzione dei lavori variati o aggiunti, ammettendo in contabilità le nuove opere. Relativamente al maggiore importo dei lavori verrà concordato, ove occorra, un nuovo termine per l'ultimazione dei lavori.

## **Art. 36 Danni di forza maggiore**

L'Appaltatore deve approntare tutte le provvidenze di qualsiasi genere, ordinarie e straordinarie, atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose. L'Appaltatore ha l'obbligo di mantenersi aggiornato circa l'emissione dei bollettini di allerta emessi dalla Protezione Civile prima del manifestarsi di eventi meteorologici anomali al fine di predisporre le misure di protezione necessarie. In caso di danni causati da forza maggiore, a seguito di eventi imprevedibili ed eccezionali e per i quali siano state approntate le precauzioni suesposte, l'Appaltatore ne dà denuncia all'Amministrazione immediatamente o al massimo entro cinque giorni da quello dell'avvenimento. I danni saranno accertati in contraddittorio dal Direttore dei lavori che redigerà apposito verbale; l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare i lavori, rimanendo inalterata la sola zona del danno e fino all'accertamento di cui sopra. Il compenso per la riparazione dei danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari, per riparare i guasti contabilizzati ai prezzi e condizioni di contratto, con esclusione di danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, mezzi d'opera, ponteggi e attrezzature dell'Appaltatore. Qualora il compenso delle opere di ripristino non trovi adeguata individuazione nei prezzi di contratto questi saranno stabiliti come indicato al precedente art. 34. Nessun compenso sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore, ivi compresa la parte di danni che potevano essere prevenuti mediante l'adozione di adeguate misure preventive poste in essere dall'Appaltatore stesso e commisurate allo stato di allerta di cui ai bollettini della Protezione Civile.

L'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti che dovessero rimanere inalterate sino a che non sia stato eseguito l'accertamento dei fatti.

## **Art. 37 Varianti**

A norma dell'art. 149 del D.Lgs. 50/2016:

*«1. Non sono considerati varianti in corso d'opera gli interventi disposti dal direttore dei lavori per risolvere aspetti di dettaglio, finalizzati a prevenire e ridurre i pericoli di danneggiamento o deterioramento dei beni tutelati, che non modificano qualitativamente l'opera e che non comportino una variazione in aumento o in diminuzione superiore al venti per cento del valore di ogni singola categoria di lavorazione, nel limite del dieci per cento dell'importo complessivo contrattuale, qualora vi sia disponibilità finanziaria nel quadro economico tra le somme a disposizione della stazione appaltante.*

*2. Sono ammesse, nel limite del venti per cento in più dell'importo contrattuale, le varianti in corso d'opera rese necessarie, posta la natura e la specificità dei beni sui quali si interviene, per fatti verificatisi in corso d'opera, per rinvenimenti imprevisi o imprevedibili nella fase progettuale, per adeguare l'impostazione progettuale qualora ciò sia reso necessario per la salvaguardia del bene e per il perseguimento degli obiettivi dell'intervento, nonché le varianti giustificate dalla evoluzione dei criteri della disciplina del restauro.»*

## **Art. 38 Prezzo dei lavori in economia**

Nel presente appalto non risulta contemplata la realizzazione di opere in economia.

## **CAPITOLO 7 CONTABILITA' DEI LAVORI**



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

## **Art. 39 Criteri per la annotazione dei lavori**

Il contratto sarà stipulato a corpo, i lavori saranno annotati su apposito libretto delle misure, sul quale, in occasione di ogni stato d'avanzamento e per ogni categoria di lavorazione in cui il lavoro è stato suddiviso, viene registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile dal capitolato speciale d'appalto, che è stata eseguita.

In occasione di ogni stato d'avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione che è stata eseguita viene riportata distintamente nel registro di contabilità.

Le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite sono desunte da valutazioni autonomamente effettuate dal direttore dei lavori, il quale può controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico-estimativo dal quale le aliquote sono state dedotte.

## **Art. 40 Contabilità e riserve**

La contabilità sarà tenuta sui documenti contabili di cui al successivo art. 41.

Il registro di contabilità, i verbali e gli altri atti contabili, ivi comprendendo libretti delle misure e documentazione integrativa di rilievo in cantiere, devono essere firmati dall'Appaltatore, con o senza riserve, nel momento in cui gli verranno presentati dal Direttore dei lavori per la firma: le osservazioni e le riserve devono essere riportate sinteticamente per iscritto sul documento stesso ed esplicate per esteso entro 15 giorni, riportando le domande d'indennità, i relativi importi e le ragioni addotte. Il direttore dei lavori, nei successivi 15 giorni, espone nel registro le sue motivate decisioni.

Le riserve devono essere confermate sul conto finale nel modo indicato ed eventualmente sul certificato di collaudo, qualora non fossero state già composte in via amministrativa.

## **Art. 41 Documenti contabili**

I documenti contabili per l'accertamento dei lavori e delle forniture saranno tenuti dal Direttore dei lavori, con l'ausilio di collaboratori contabili, e saranno i seguenti:

- a) giornale dei lavori;
- b) libretto delle misure delle lavorazioni e delle provviste;
- c) liste settimanali;
- d) registro di contabilità;
- e) sommario del registro di contabilità;
- f) stati di avanzamento dei lavori;
- g) certificati per il pagamento delle rate di acconto;
- h) conto finale e relativa relazione.

## **Art. 42 Tenuta dei documenti**

La contabilità dei lavori verrà tenuta secondo le modalità di seguito indicate:

- a) Il giornale dei lavori viene tenuto in cantiere, vi vengono annotati, con periodicità massima di una settimana, tutti i fatti salienti e le fasi del lavoro. Il giornale dei lavori potrà essere costituito dalla somma dei verbali che la D.L. si riserva di compilare a scadenze settimanali. La suddetta documentazione dovrà essere firmata anche dall'Appaltatore in ogni pagina.
- b) le misure verranno prese in contraddittorio tra il Direttore dei lavori e l'Appaltatore e riportate sull'apposito libretto delle misure, insieme al disegno del luogo e ai grafici necessari alla completa ricostruzione e verifica anche a fine lavori. Qualora i lavori apportassero modifiche ai luoghi occorre eseguire le operazioni sia prima che dopo i lavori stessi. Concluse le operazioni di misura il libretto deve essere firmato immediatamente anche dall'Appaltatore. In caso di rifiuto verrà sostituito da due testimoni, che dovranno firmare, alla presenza dei quali il Direttore dei lavori ripeterà le misurazioni eseguite;
- c) le liste settimanali riporteranno le ore lavorate dagli operai, i noli e mezzi d'opera, nonché le forniture effettuate dall'Appaltatore, il quale dovrà firmare in seguito al Direttore Dei Lavori;
- d) il registro di contabilità conterrà la trascrizione sintetica dei lavori dedotta dal libretto delle misure, verrà firmato in ogni foglio dal Direttore dei Lavori e dall'Appaltatore e sarà custodito dal Direttore dei lavori;





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

e) il sommario del registro di contabilità sarà un fascicolo a colonne con l'indicazione di ciascuna singola voce dell'elenco prezzi, sul quale verranno trasferite le indicazioni del registro di contabilità. Al momento del raggiungimento dell'importo della rata di acconto si chiuderanno le colonne con una riga orizzontale e si tireranno le somme;

f) lo stato di avanzamento dei lavori riporterà, secondo il numero progressivo dell'elenco dei prezzi, tutte le voci e i relativi importi dedotti dal sommario del registro di contabilità. Riporterà anche le forniture e i materiali, non ancora messi in opera, contabilizzati a metà. Verrà firmato dal Direttore dei lavori;

g) il certificato per il pagamento delle rate di acconto riporterà il totale dell'importo dello stato di avanzamento, dal quale saranno dedotti i precedenti pagamenti ed eseguite le ritenute previste. La somma risultante verrà gravata di I.V.A. nella misura di legge, e servirà per l'emissione della fattura fiscale da parte dell'Appaltatore. Sarà firmato dal Direttore dei lavori e sottoscritto dal Responsabile del Procedimento;

h) il conto finale è costituito di due documenti congiunti, che verranno consegnati al collaudatore (ove nominato):

1) Lo stato finale dei lavori riporta le quantità e gli importi totali di tutte le voci dei lavori eseguiti e delle forniture;

2) la relazione sul conto finale riporterà gli estremi di tutti i documenti con brevi descrizioni, i nuovi prezzi, le approvazioni, gli infortuni, ecc., in modo da documentare cronologicamente le fasi amministrative, tecniche ed economiche di tutto l'iter.

## CAPITOLO 8 PAGAMENTI E COLLAUDO

### **Art. 43 Pagamenti in acconto – Ritardi - SAL**

L'Ente appaltante, in corso d'opera, dopo aver constatato la reale e regolare esecuzione dei lavori a norma del Capitolato, accrediterà all'Appaltatore acconti ogni qualvolta l'avanzamento dei lavori raggiunga almeno l'importo **di € 75.000,00 (Euro settantacinquemila/00)**.

La rata di saldo verrà emessa dopo l'ultimazione dei lavori e non potrà essere inferiore al 5% dell'importo contrattuale. L'Appaltatore non avrà diritto ad alcun pagamento o compenso per lavori eseguiti in più, oltre a quelli previsti e regolarmente autorizzati, qualunque sia la motivazione che l'Appaltatore stesso possa addurre a giustificazione della loro esecuzione.

L'ammontare di ogni acconto dovrà risultare in base alla quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione che è stata realizzata, compreso gli oneri della sicurezza.

Su ciascuna rata di acconto si faranno ritenute dello 0,50% in ossequio all'articolo 30 del D.Lgs. 50/2016.

Nel compilare la situazione dei lavori che devono servire di base per il pagamento degli acconti si potrà, su richiesta dell'Appaltatore e dietro presentazione delle regolari fatture quietanzate, contabilizzare il valore in partita provvisoria, al netto della manodopera, dei materiali già approvvigionati in cantiere. I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'esecutore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori nel caso in cui il direttore dei lavori ne accerti l'esecuzione senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Si precisa che la compilazione ed emissione degli Stati di Avanzamento relativi all'esecuzione delle opere strutturali è subordinata alla preventiva presentazione alla Direzione dei lavori da parte dell'Appaltatore del risultato delle prove di resistenza sui materiali utilizzati eseguite da laboratori ufficiali o, in assenza del risultato, alla presentazione della richiesta delle medesime.

I pagamenti relativi a tutte le prestazioni sono subordinati all'acquisizione del DURC da parte della Stazione Appaltante. Ad ogni pagamento dovrà corrispondere la relativa fattura, che dovrà essere presentata in occasione della riscossione del pagamento stesso o a produzione dell'avviso di pagamento. Si precisa che i termini per il pagamento degli importi dovuti, in base al certificato di pagamento, decorreranno dalla data in cui la fattura perverrà agli uffici liquidatori.

### **Art. 44 Programma di esecuzione dei lavori**

Fermo restando le tempistiche di cui al precedente art.32 l'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non riesca



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

pregiudizievole alla buona riuscita dei lavori ed agli interessi dell'Amministrazione e sempre secondo le indicazioni date dalla direzione lavori sulle priorità di intervento.

La D.L. ha la facoltà di richiedere all'Appaltatore, senza che questi possa avanzare pretesa alcuna, l'ultimazione anticipata di lavorazioni o di parti delle opere in appalto e/o alla parziale modifica dell'ordine delle lavorazioni previste nel cronoprogramma.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione della Direzione dei lavori un diagramma dettagliato di esecuzione per singole categorie (tipo Gant, PERT o simili), sulla base del cronoprogramma fornito in sede di gara. Il programma redatto dall'Appaltatore sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto l'Amministrazione si riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi. Né particolari compensi l'Appaltatore potrà richiedere per opere simultanee di esecuzione nello stesso lotto o in diversi lotti.

Dette opere dovranno pertanto essere temporalmente concordate con le altre imprese operanti e con le loro esigenze cantieristiche.

Nella redazione del programma, l'Appaltatore dovrà tenere conto dell'incidenza dei giorni di andamento stagionale. Della suddetta circostanza l'Amministrazione ha già tenuto conto nel determinare il termine di esecuzione dei lavori.

### **Art. 45 Revisione dei prezzi**

Per l'appalto in oggetto, stante anche la previsione di durata dei lavori e la tipologia degli stessi, non si procedere alla revisione dei prezzi e non si applica il comma 1 dell'articolo 1664 del codice civile.

### **Art. 46 Penale per ritardo nei lavori**

L'Appaltatore, per il tempo che impiegasse nell'esecuzione dei lavori oltre il termine contrattuale, salvo il caso di ritardo a lui non imputabile, deve rimborsare all'Amministrazione le relative spese di assistenza e direzione dei lavori e sottostare ad una penale pecuniaria (rif. Art. 32 del presente capitolato speciale di appalto), per ogni giorno di ritardo rispetto allo stesso termine offerto, pari all'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale. Qualora il ritardo nell'adempimento determinasse un importo massimo della penale pari o superiore al 10% dell'importo contrattuale, il responsabile del procedimento promuoverà l'avvio delle procedure previste dall'articolo 108 del d.lgs. 50/2016.

L'applicazione della penale non limita peraltro l'obbligo dell'Appaltatore di provvedere all'integrale risarcimento del danno indipendentemente dal suo ammontare, ed anche in misura superiore della penale stessa.

L'ammontare delle spese di assistenza e della penale sarà dedotto anche prima della redazione del Conto Finale ove ne ricorrano le condizioni.

### **Art. 47 Conto finale**

Il conto finale dei lavori verrà compilato entro 60 giorni dalla data di ultimazione dei lavori. Il direttore dei lavori accompagna il conto finale con una relazione, in cui sono indicate le vicende alle quali l'esecuzione del lavoro è stata soggetta, allegando la relativa documentazione. Esaminati i documenti acquisiti, il responsabile del procedimento invita l'esecutore a prendere cognizione del conto finale ed a sottoscriverlo entro un termine non superiore a trenta giorni. L'esecutore, all'atto della firma, non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle formulate nel registro di contabilità. Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine sopra indicato, o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.

Con il conto finale saranno restituite le ritenute per infortuni dello 0.5%.

### **Art. 48 Verifiche, collaudi**

L'Appaltatore dovrà eseguire, a suo carico, entro il termine stabilito dalla Direzione Lavori, tutte le opere, che fossero prescritte in sede di collaudo/ Certificato di Regolare Esecuzione (CRE).

Riscontrandosi nella visita di collaudo/CRE difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori tali da rendere il lavoro assolutamente inaccettabile, l'organo di collaudo/CRE rifiuta l'emissione del certificato di collaudo/CRE



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

informando la stazione appaltante e trasmettendo, tramite il responsabile del procedimento, per le ulteriori sue determinazioni, il processo verbale, nonché una relazione con le proposte dei provvedimenti da adottare.

Se i difetti e le mancanze sono di poca entità e sono riparabili in breve tempo, l'organo di collaudo/CRE prescrive specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un termine; il certificato di collaudo/CRE non è rilasciato sino a che da apposita dichiarazione del direttore dei lavori, confermata dal responsabile del procedimento, risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittegli, ferma restando la facoltà dell'organo di collaudo/CRE di procedere direttamente alla relativa verifica. Nel caso in cui l'esecutore non ottemperi a siffatti obblighi, l'organo di collaudo/CRE dispone che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore inadempiente, deducendo la spesa dal residuo credito dell'esecutore.

Se infine i difetti e le mancanze non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale, l'organo di collaudo/CRE determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'esecutore.

Le operazioni di collaudo/CRE devono essere concluse entro sei mesi/tre mesi se CRE dalla data di ultimazione dei lavori.

Il certificato di collaudo/CRE ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo; decorso tale termine il collaudo/CRE si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro ulteriori due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

L'Appaltatore dovrà firmare per accettazione il Certificato di Collaudo/CRE finale provvisorio entro 20 giorni da quando gli verrà presentato. L'Amministrazione delibererà sull'ammissibilità del certificato di collaudo finale provvisorio/CRE, sulle domande dell'Appaltatore e sui risultati degli eventuali avvisi ai creditori entro sessanta giorni e provvederà, inoltre, allo svincolo della garanzia contrattuale e al pagamento della rata di saldo, da erogarsi entro 90 giorni dalla data del Certificato stesso.

All'esito positivo del collaudo o della verifica di conformità il responsabile unico del procedimento rilascia il certificato di pagamento ai fini dell'emissione della fattura da parte dell'appaltatore. Il certificato di pagamento è rilasciato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla stazione appaltante prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo.

L'Appaltatore dovrà altresì fornire alla Committente la cartografia con lo schema di tutti gli impianti realizzati nell'opera, nonché tutte le relative dichiarazioni di conformità prima dell'approvazione del collaudo/CRE, come pure la documentazione di tutti gli atti il cui onere è a suo carico.

È facoltà del Committente provvedere alla nomina di uno o più collaudatori in corso d'opera, nonché alla eventuale nomina del Collaudatore statico i quali compensi rimangono a carico della Stazione Appaltante.

### **Art. 49 Collaudo finale provvisorio**

Il collaudo finale provvisorio/CRE avviene in presenza della Committente. Il collaudo finale provvisorio/CRE accerta che le opere e forniture siano perfettamente rispondenti a quanto richiesto nei documenti contrattuali.

Il Collaudatore esprime le sue eventuali osservazioni e riserve circa l'opera, ed indica quali interventi correttivi sono da eseguire come specificato al precedente articolo 48.

In ogni caso, i collaudi/CRE sono dichiarati favorevoli solo quando tutte le opere di riparazione e/o adattamento sono ultimate, e ciò ad insindacabile giudizio del Collaudatore. L'adempimento di tutte le prescrizioni specificate in sede di collaudo finale provvisorio, e l'esito favorevole di tutte le verifiche e prove ritenute ancora necessarie, dà luogo all'accettazione provvisoria delle opere. Inoltre costituisce elemento pregiudiziale all'accettazione provvisoria delle opere l'approvazione della documentazione as-built fornita con onere a carico dell'Appaltatore.

### **Art. 50 Collaudo finale definitivo**

Il collaudo finale definitivo deve accertare che le opere e forniture siano perfettamente rispondenti a quanto richiesto nei documenti contrattuali con particolare controllo di rispondenza alle norme di riferimento.





# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio

Il collaudo finale definitivo deve essere effettuato secondo quanto indicato dalle vigenti normative in materia, dalle NTC 2018, dalle vigenti normative in materia di impianti, dalle raccomandazioni tecniche UNI-CTI e da eventuali loro aggiornamenti o revisioni e secondo le istruzioni che il Collaudatore impartirà all'Appaltatore.

Il collaudo diverrà definitivo dopo due anni. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia stato emesso entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

### Art. 51 Certificato di regolare esecuzione

Ai sensi dell'art. 102 del Dlgs. 50/2016 l'amministrazione si riserva la facoltà di sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione e di emetterlo entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

## CAPITOLO 9

### GARANZIE, CONTROVERSIE E ARBITRATO

### Art. 52 Presa in consegna e utilizzo dell'opera

L'Amministrazione si riserva di occupare o utilizzare l'opera o il lavoro realizzato ovvero parte dell'opera o del lavoro realizzato prima che intervenga il collaudo finale provvisorio/CRE. Quando l'Amministrazione si avvalga di tale facoltà, che verrà comunicata all'Appaltatore per mezzo di lettera raccomandata o Posta Elettronica Certificata (PEC), quest'ultimo non potrà opporsi per alcun motivo, ragione o causa, né potrà reclamare compensi di sorta. La presa di possesso da parte della Committente delle predette opere avverrà nel termine perentorio che verrà fissato dalla stessa per mezzo del Direttore dei Lavori e in presenza dell'Appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza. La presa in consegna anticipata non incide sul giudizio definitivo del lavoro e su tutte le questioni che possano sorgere al riguardo, e sulle eventuali conseguenti responsabilità dell'Appaltatore.

A collaudo finale provvisorio favorevole/CRE l'opera deve essere consegnata alla Committente. Gli oneri manutentivi e gestionali saranno a carico dell'Appaltatore nei termini di legge.

La consegna si intenderà effettuata sotto la riserva della responsabilità dell'Appaltatore e con le garanzie di cui all'art. 1669 c.c..

### Art. 53 Coperture assicurative

L'esecutore dei lavori è obbligato a costituire e consegnare alla stazione appaltante almeno dieci giorni prima della consegna dei lavori una **polizza di assicurazione che copra i danni subiti dalla stazione appaltante** a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori. **L'importo complessivo della somma da assicurare è pari a 841.000,00 così suddivise:**

- per le opere oggetto del contratto € 141.000,00;
- per le opere preesistenti € 700.000,00.

La polizza deve, inoltre, assicurare la stazione appaltante contro la **responsabilità civile per danni causati a terzi** nel corso dell'esecuzione dei lavori **con massimale pari o superiore a 500.000 euro**.

La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla stazione appaltante, né a soggetti terzi.

La garanzia di cui sopra presentata dall'appaltatore dovrà coprire senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici o subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo devono coprire senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

Le polizze R.C.T. e R.C.O. di cui ai precedenti commi devono essere estese alla colpa grave all'Appaltatore, devono portare la dichiarazione di vincolo a favore della Committente e devono coprire l'intero periodo dell'appalto come sopracitato, oltre a dover risultare in regola con il pagamento del relativo premio per lo stesso periodo. L'omesso o il



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio o di commissione da parte dell'esecutore non comporta l'inefficacia della garanzia nei confronti della stazione appaltante.

### **Art. 54 Garanzia per vizi, difformità e gravi difetti dell'opera**

Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera ai sensi dell'art. 1666, c. 2, c.c.. Fatto salvo quanto previsto per le opere rientranti nella garanzia di cui all'art. 1669 C.C. e di cui appresso, il tempo per la prestazione della garanzia dell'opera, realizzata mediante il presente appalto, si estenderà per due anni dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.

La garanzia per i danni causati da difetti dei prodotti in essa incorporati o funzionalmente collegati e annessi si estenderà per dieci anni dalla data della consegna, e comprenderà, in ogni caso a carico dell'Appaltatore, tutto quanto sarà necessario al completo ripristino della funzionalità di progetto, compresi la ricerca del guasto e il ripristino delle opere murarie, delle strutture lignee e metalliche, delle pavimentazioni, delle sovrastrutture in genere, delle opere di finitura eventualmente alterate durante le riparazioni. E fatto salvo il diritto dell'Amministrazione al risarcimento dei maggiori oneri e danni conseguenti ai difetti e ai lavori di cui sopra.

Se nel corso di dieci anni dalla data di consegna, l'opera di cui al presente appalto, che è destinata per sua natura a lunga durata, per vizio del suolo o per difetto della costruzione, rovina in tutto o in parte, ovvero presenta evidente pericolo di rovina o gravi difetti tali da ridurre le normali condizioni di godimento, l'Appaltatore è responsabile (art. 1669 c.c.) ed è tenuto al risarcimento dei danni diretti, indiretti e conseguenti.

### **Art. 55 Recesso, scioglimento del contratto, fallimento e tracciabilità.**

L'Amministrazione ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite.

In caso di recesso troverà pertanto applicazione quanto disposto all'art. 109 del D.Lgs.50/2016.

Nel caso di fallimento, richiesta di concordato preventivo o di morte dell'Appaltatore, o di uno o più soci della ditta, in caso di società, l'Amministrazione può dichiarare senz'altro sciolto il contratto mediante semplice notificazione a mezzo di lettera raccomandata con ricevuta di ritorno o Posta Elettronica Certificata: in questo caso non spetta agli aventi causa, o agli eredi dell'Appaltatore, alcun compenso per la parte di contratto non ancora eseguita.

#### **REGOLE SULLA TRACCIABILITÀ DEI PAGAMENTI**

L'aggiudicatario assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche, a pena di nullità del contratto stesso. L'aggiudicatario si impegna a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla Prefettura – Ufficio Territoriale del Governo della Provincia di Pistoia – della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria.

Costituisce una delle cause di risoluzione del contratto di diritto ai sensi dell'art. 1456 c.c., salvo l'ulteriore risarcimento del danno, la violazione degli obblighi circa la tracciabilità dei flussi finanziari.

### **Art. 56 Risoluzione del contratto**

Si applicano le disposizioni di cui al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50, con riferimento in particolare all'art. 108 e articoli pertinenti.

### **Art. 57 Facoltà di subentro**

1. In tutti i casi di cessazione anticipata del rapporto contrattuale, l'Amministrazione Comunale si riserva la facoltà di aggiudicare l'appalto alla ditta collocata al posto immediatamente successivo nella graduatoria approvata nella determinazione di aggiudicazione definitiva, oppure di ripetere la procedura di gara.

2. In caso di risoluzione la ditta non potrà pretendere alcun indennizzo, né per il personale assunto, né per i materiali o le attrezzature acquistate, o per qualsiasi altra causa. Le opere eseguite, le analisi, campionamenti, prove o quant'altro rimarrà acquisito all'amministrazione comunale, senza che l'impresa possa accampare nessun diritto.

3. In caso di mancata stipula del contratto o di mancato versamento delle spese contrattuali, o di mancata costituzione della cauzione definitiva, l'Amministrazione procederà tempestivamente alla revoca dell'aggiudicazione, all'incameramento della cauzione provvisoria, riservandosi di chiedere il risarcimento dei danni subiti.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

*Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

4. Per quanto attiene il presente articolo con particolare riferimento alle procedure di affidamento in caso di fallimento dell'esecutore o di risoluzione del contratto e misure straordinarie di gestione, si applica l'art. 110 del D.Lgs. 50/2016.

## **Art. 58 Accordo bonario**

Qualora in seguito all'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare tra il 5 ed il 15 per cento dell'importo contrattuale, al fine del raggiungimento di un accordo bonario si applicano le disposizioni di cui all'art. 205 del D.Lgs. 50/2016.

## **Art. 59 Transazioni**

Le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere risolte mediante transazione nel rispetto del codice civile, solo ed esclusivamente nell'ipotesi in cui non risulti possibile esperire altri rimedi alternativi, secondo le disposizioni dell'art. 208 del D.Lgs. 50/2016.

## **Art. 60 Controversie e foro competente**

Per tutte le controversie nascenti dal presente appalto, quale che sia la loro natura tecnica, amministrativa o giuridica, che non si siano potute definire in via amministrativa, saranno devolute alla giurisdizione ordinaria. Il foro competente, in via esclusiva, è quello di Pistoia.

## **Art. 61 Trattamento dei dati personali, consenso al trattamento**

Ai sensi e per gli effetti del Regolamento (UE) n. 679/2016 e del D. Lgs. n. 196 del 30 giugno 2003, per le disposizioni non incompatibili con il Regolamento medesimo, il Comune di Quarrata, quale titolare del trattamento dei dati forniti in risposta alla procedura di affidamento o comunque raccolti a tale scopo nonché forniti ai fini della conclusione del contratto, informa l'operatore economico aggiudicatario-appaltatore, nella sua qualità di interessato, che tali dati verranno utilizzati unicamente:

- ai fini della conclusione e della esecuzione del contratto di appalto nonché della rendicontazione del contratto, e delle attività ad esse correlate e conseguenti.

In relazione alle descritte finalità, il trattamento dei dati personali avverrà mediante:

- strumenti manuali, informatici e telematici, con logiche strettamente correlate alle finalità predette e, comunque, in modo da garantire la sicurezza e la riservatezza dei dati stessi.

I dati potranno essere trattati anche in base a criteri qualitativi, quantitativi e temporali di volta in volta individuati.

Il trattamento dei dati giudiziari è effettuato esclusivamente per valutare la permanenza, nel corso dell'esecuzione, del possesso dei requisiti e delle qualità previsti dalla vigente normativa in materia di acquisizione di beni e servizi, ed avviene sulla base delle disposizioni di legge che autorizzano il trattamento dei dati a carattere giudiziario.

Il conferimento dei dati è necessario per la stipulazione, l'esecuzione la rendicontazione del contratto e, pertanto, il mancato conferimento determina l'impossibilità di dar corso alle suddette attività.

Potranno venire a conoscenza dei suddetti dati personali gli operatori dal titolare designati per il trattamento dei dati personali (in particolare: dipendenti adibiti alla protocollazione degli atti, alla pubblicazione all'albo pretorio, all'ufficio contratti, all'ufficio ragioneria, e all'ufficio competente per il contratto).

I dati raccolti potranno altresì essere conosciuti da:

- soggetti esterni, i cui nominativi sono a disposizione degli interessati, quali il direttore della esecuzione/dei lavori, il responsabile per la sicurezza, il verificatore/collaudatore;
- soggetti terzi fornitori di servizi per il titolare, o comunque ad esso legati da rapporto contrattuale, unicamente per le finalità sopra descritte, previa designazione in qualità di Responsabili del trattamento e comunque garantendo il medesimo livello di protezione;
- altre amministrazioni pubbliche, cui i dati potranno essere comunicati per adempimenti procedimentali;
- soggetti che facciano richiesta di accesso ai documenti della fase di esecuzione, secondo le modalità e nei limiti di quanto previsto dalla vigente normativa in materia;
- legali incaricati per la tutela del titolare, in sede stragiudiziale e giudiziale;
- ogni altro soggetto esterno a cui si renda necessario, per obbligo di legge o di regolamento, comunicare i dati personali ai fini dell'affidamento e dell'aggiudicazione del contratto.



# CITTÀ DI QUARRATA

Provincia di Pistoia

---

## *Area Valorizzazione e Sviluppo del Territorio*

In ogni caso, operazioni di comunicazione e diffusione di dati personali, diversi da quelli sensibili e giudiziari, potranno essere effettuate dall'ente solo nel rispetto di quanto previsto dal Regolamento (UE) n. 679/2016 e del D.Lgs. n. 196 del 30 giugno 2003, per le disposizioni non incompatibili con il Regolamento medesimo.

I dati vengono trattati per un periodo non superiore a quello strettamente necessario per le finalità per le quali sono stati raccolti e per le quali vengono trattati. Il periodo di trattamento è correlato alla durata del contratto. La data di cessazione del trattamento, per le finalità di cui sopra, coincide con la rendicontazione del contratto, a seguito della quale il titolare procederà all'archiviazione dei dati secondo le vigenti disposizioni in tema di documentazione amministrativa.

I diritti che l'operatore economico interessato può far valere in ordine al trattamento dei dati sono disciplinati dal Regolamento (UE) n. 679/2016 e del D.Lgs. n. 196 del 30 giugno 2003, per le disposizioni non incompatibili con il Regolamento medesimo. In particolare, l'operatore economico interessato ha il diritto di ottenere la conferma dell'esistenza o meno dei propri dati e di conoscerne il contenuto e l'origine, di verificarne l'esattezza o chiederne l'integrazione o l'aggiornamento, oppure la rettifica; ha altresì il diritto di chiedere la cancellazione, la trasformazione in forma anonima o il blocco dei dati trattati in violazione di legge, nonché di opporsi in ogni caso, per motivi legittimi, al loro trattamento.

Con la sottoscrizione del contratto di appalto, l'interessato esprime pertanto il proprio consenso al predetto trattamento.

Con la partecipazione alla procedura di selezione per il conferimento del servizio/fornitura/lavoro, l'operatore economico aggiudicatario/appaltatore viene designato come Responsabile del trattamento dei dati in relazione alla fase di esecuzione e di rendicontazione del contratto medesimo.

In ogni caso, in relazione alla fase di esecuzione e di rendicontazione del contratto di appalto, l'operatore economico aggiudicatario-appaltatore ha l'obbligo di mantenere riservati i dati e le informazioni, ivi comprese i dati sensibili e giudiziari nonché quelli che transitano per le apparecchiature di elaborazione dati, di cui venga in possesso e, comunque, a conoscenza, di non divulgarli in alcun modo e in qualsiasi forma e di non farne oggetto di utilizzazione a qualsiasi titolo per scopi diversi da quelli strettamente necessari all'esecuzione del contratto e comunque per i cinque anni successivi alla cessazione di efficacia del rapporto contrattuale.

Il Titolare del trattamento dei dati personali al quale vanno rivolte le istanze per l'esercizio dei diritti sopra indicati, è il Comune di Quarrata, con sede in Via Vittorio Veneto 2.

Il Responsabile della Protezione dei dati è il dott. Lucio Luzzetti tel. 0573771223, mail: dpo@comune.quarrata.pistoia.it.

Quarrata, dicembre 2018



*Ing. Enrico Mangoni*

## **ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MEDIA CENTRALE DI QUARRATA**

### **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**



Il presente documento riguarda la parte tecnica del Capitolato Speciale di Appalto, si riferisce in modo esteso, anche ad opere e lavorazioni non completamente da eseguire all'interno del presente appalto.

Si utilizzerà pertanto, soltanto per quanto strettamente necessario per le opere da eseguire.

Per quanto alle opere di **consolidamento e recupero delle strutture in c.a.**, in particolare in relazione a:

- Accettazione dei materiali in generale
- Materiali e prodotti per uso strutturale
- Modalità di esecuzione delle opere edilizie
- Esecuzione di prove e verifiche

Ci si può riferire alla sezione specifica **RECUPERO DELLE STRUTTURE IN C.A.**, e **CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A. CON MATERIALI COMPOSITI**.

#### **1 – Accettazione dei materiali in generale**

- Art. 10. Accettazione e pagamento di determinati manufatti
- Art. 11. Impiego di materiali riciclati, di terre e di rocce da scavo
  - 11.1. Materiali riciclati
  - 11.2. Riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo
- Art. 12. Dichiarazione di prestazione e simbolo di marcatura CE
  - 12.1. Simbolo di marcatura CE
  - 12.2. Mancanza di norme UNI applicabili o aggiornate
- Art. 13. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

#### **2 – Materiali e prodotti per uso strutturale**

- Art. 14. Materiali e prodotti per uso strutturale
    - 14.1. Identificazione, certificazione e accettazione
    - 14.2. Procedure e prove sperimentali d'accettazione
  - Art. 15. Componenti del calcestruzzo
    - 15.1. Contenuto minimo di materiale riciclato
    - 15.2. Cementi
      - 15.2.1. Fornitura
      - 15.2.2. Marchio di conformità
      - 15.2.3. Metodi di prova ai fini dell'accettazione
    - 15.3. Aggregati
      - 15.3.1. Dichiarazione di prestazione
      - 15.3.2. Marcatura Ce
      - 15.3.3. Controlli d'accettazione degli aggregati
      - 15.3.4. Sabbia e verifiche di qualità
    - 15.4. Aggiunte
      - 15.4.1. Ceneri volanti
      - 15.4.2. Microsilice
    - 15.5. Additivi
      - 15.5.1. Additivi acceleranti
      - 15.5.2. Additivi ritardanti
      - 15.5.3. Additivi antigelo
      - 15.5.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti
      - 15.5.5. Additivi aeranti
    - 15.6. Agenti espansivi
    - 15.7. Acqua di impasto
  - Art. 16. Acciaio per cemento armato
    - 16.1. Ghisa, ferro, acciaio contenuto minimo di materiale riciclato
    - 16.2. Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati
- Documentazione della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio
- Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche
- Attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e Dichiarazione di prestazione
- Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti dai



- centri di trasformazione e verifiche del direttore dei lavori
  - 16.3. Tipi d'acciaio per cemento armato
    - 16.3.1. Accertamento delle proprietà meccaniche
    - 16.3.2. Reti e tralicci elettrosaldati
      - 16.3.2.1. Marchiatura di identificazione
  - 16.4. Controlli di accettazione in cantiere
    - 16.4.1. Generalità
      - Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove
      - Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione
  - Art. 17. Acciaio per cemento armato precompresso
    - 17.1. Generalità
    - 17.2. Forme di fornitura degli acciai e tolleranze di ossidazione ammesse
    - 17.3. Caratteristiche dei saggi destinati ai controlli
    - 17.4. Controlli di accettazione in cantiere
      - 17.4.1. Omissione dei controlli in cantiere
  - Art. 18. Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte
    - 18.1. Generalità
    - 18.2. Acciai laminati
    - 18.3. Acciaio per getti
    - 18.4. Acciaio per strutture saldate
      - 18.4.1. Processo di saldatura
      - 18.4.2. Qualificazione dei saldatori
      - 18.4.3. Controlli non distruttivi delle saldature
      - 18.4.4. Bulloni e i chiodi
    - 18.5.1. Bulloni
    - 18.5.2. Bulloni per giunzioni ad attrito
  - Marchatura CE per la bulloneria non adatta a precarico
  - Marchatura CE per la bulloneria adatta a precarico
  - Normativa sugli assiemi di bulloneria strutturale
    - 18.5.6. Chiodi
    - 18.5.7. Connettori a piolo
  - 18.6. Impiego di acciai inossidabili
  - 18.7. Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica
  - 18.8. Procedure di controllo su acciai da carpenteria
  - 18.9. Norme di riferimento
    - 18.9.1. Esecuzione
    - 18.9.2. Elementi di collegamento
    - 18.9.3. Profilati cavi
    - 18.9.4. Prodotti laminati a caldo
- Art. 19. Muratura portante
  - 19.1. Elementi per muratura
    - 19.1.1. Dichiarazione di prestazione
    - 19.1.2. Prove di accettazione
    - 19.1.3. Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali
  - 19.2. Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato
    - 19.2.1. Malte a prestazione garantita
    - 19.2.2. Malte a composizione prescritta
    - 19.2.3. Malte premiscelate
    - 19.2.4. Malte speciali a base cementizia
    - 19.2.5. Prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale
- Art. 20. Materiali e prodotti a base di legno
  - 20.1. Generalità
  - 20.2. Requisiti ambientali e certificazioni di accompagnamento
  - 20.3. Legno massiccio
  - 20.4. Legno strutturale con giunti a dita
  - 20.4. Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato
  - 20.6. Pannelli a base di legno
    - 20.6.1. Pannelli a base di fibra di legno
    - 20.6.2. Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento
    - 20.6.3. Pannelli di legno compensato e paniforti
  - 20.7. Prodotti derivati dal legno per uso strutturale

- 20.8. Adesivi per usi strutturali
  - 20.8.1. Adesivi per elementi incollati in stabilimento
  - 20.8.2. Adesivi per giunti realizzati in cantiere
- 20.9. Elementi di collegamento
  - 20.9.1. Elementi meccanici di collegamento
- 20.10. Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno
  - 20.10.1. Segati di legno
- 20.11. Documentazione d'accompagnamento per le forniture
- 20.12. Controlli di accettazione in cantiere
  - 20.12.1. Specifiche per ogni tipologia
  - 20.12.2. Ulteriori prove distruttive e non distruttive
- Art. 21. Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.
  - 21.1. Generalità
    - 21.1.1. Controllo sui materiali per elementi di serie
    - 21.1.2. Marcatura
- Art. 22. Elementi per solai misti in calcestruzzo armato e laterizio
  - 22.1. Generalità
  - 22.2.2. Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio
  - 22.2.3. Caratteristiche fisico-meccaniche
- Art. 23. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo
  - 23.1. Generalità
  - 23.2. Acciaio
  - 23.3. Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo
  - 23.4. Travi con soletta collaborante
    - 23.4.1. Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio
  - 23.5. Colonne composte
    - 23.5.1. Copriferro
  - 23.6. Solette composte con lamiera grecata
- Art. 24. Appoggi strutturali
  - 24.1. Generalità
  - 24.2. Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione
- Art. 25. Dispositivi antisismici e controllo delle vibrazioni
  - 25.1. Generalità
  - 25.2. Tipologie di dispositivi
  - 25.3. Procedure di qualificazione
  - 25.4. Documenti di accompagnamento delle forniture
  - 25.5. Controlli di accettazione in cantiere
  - 25.6. Dispositivi a comportamento lineare
    - 25.6.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.6.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.7. Dispositivi a comportamento non lineare
    - 25.7.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.7.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.8. Dispositivi a comportamento viscoso
    - 25.8.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.8.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.9. Isolatori elastomerici
    - 25.9.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.9.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.10. Isolatori a scorrimento
    - 25.10.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.10.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.11. Dispositivi a vincolo rigido del tipo a fusibile
    - 25.11.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.11.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.12. Dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio
    - 25.12.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.12.2. Prove di accettazione sui dispositivi

### **3 – Materiali per opere di completamento e impiantistiche**

- Art. 26. Gesso ed elementi in gesso
  - 26.1. Generalità



- 26.2. Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi
- 26.3. Requisiti ambientali
- 26.4. Lastre di gesso rivestito
- 26.5. Pannelli per controsoffitti
- 26.6. Blocchi di gesso per tramezzi
- 26.7. Leganti e intonaci a base di gesso
- Art. 27. Calci idrauliche da costruzioni
- Art. 28. Laterizi
  - 28.1. Generalità
  - 28.2. Requisiti
  - 28.3. Contenuto minimo di materiale riciclato
  - 28.4. Controlli di accettazione
  - 28.5. Elementi in laterizio per solai
  - 28.6. Tavelle e tavelloni
- Art. 29. Manufatti di pietre naturali o ricostruite
  - 29.1. Generalità
  - 29.2. Marmo
  - 29.3. Granito
  - 29.4. Travertino
  - 29.5. Pietra
  - 29.6. Requisiti d'accettazione
  - 29.7. Manufatti da lastre
  - 29.8. Manufatti in spessore
  - 29.9. Manufatti a spacco e sfaldo
- Art. 30. Prodotti per pavimentazioni
  - 30.1. Generalità
  - 30.2. Requisiti ecologici e prestazionali per pavimenti e rivestimenti interni ed esterni
  - 30.3. Requisiti di accettazione dei materiali per pavimentazione
  - 30.4. Pavimentazioni interne
    - 30.4.1. Tipologie
    - 30.4.2. Prodotti in legno per pavimentazione
    - 30.4.3. Piastrelle in ceramica
      - 30.4.3.1. Imballaggi e indicazioni
      - 30.4.3.2. Designazione
    - 30.4.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni
      - 30.4.4.1. Pavimentazioni a base di policloruro di vinile.
      - 30.4.4.2. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni
    - 30.4.5. Mattonelle di conglomerato cementizio
    - 30.4.6. Prodotti tessili per pavimenti (moquettes)
  - 30.5. Pavimentazioni esterne
    - 30.5.1. Tipologie
    - 30.5.2. Masselli di calcestruzzo
    - 30.5.3. Prodotti in pietre naturali
      - 30.5.3.1. Materiali di porfido
        - 30.5.3.1.1. Cubetti di porfido
        - 30.5.3.1.2. Tozzetti
        - 30.5.3.1.3. Piastrelle
        - 30.5.3.1.4. Lastre irregolari (Opus incertum)
        - 30.5.3.1.5. Binderi
        - 30.5.3.1.6. Cordoni
        - 30.5.3.1.7. Cordonetti per aiuole
        - 30.5.3.1.8. Soglie carraie – plinti – bocche di lupo
        - 30.5.3.1.9. Smoller
        - 30.5.3.1.10. Gradini
        - 30.5.3.1.11. Alzate – battiscopa – zoccolino
      - 30.5.3.2. Materiali di calcinacci
    - 30.5.4. Mattonelle di asfalto pressato
    - 30.5.5. Pavimentazioni sportive sintetiche
    - 30.5.6. Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiabile
  - 30.6. Pavimenti sopraelevati
    - 30.6.1. Generalità
    - 30.6.2. Strutture di sostegno
    - 30.6.3. Pannelli di supporto

Art. 31. Controsoffitti

- 31.1. Generalità
- 31.2. Elementi di sospensione e profili portanti
- 31.3. Controsoffitti in pannelli di gesso
- 31.4. Controsoffitti in lastre di cartongesso
- 31.5. Controsoffitti in perline di legno
- 31.6. Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

Art. 32. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

- 32.1. Caratteristiche
- 32.2. Prodotti rigidi per rivestimenti murali
  - 32.2.1. Piastrelle di ceramica
  - 32.2.2. Lastre di pietra naturale
  - 32.2.3. Elementi di metallo o materia plastica
  - 32.2.4. Lastre di cartongesso
  - 32.2.5. Lastre di fibrocemento ecologico
  - 32.2.6. Lastre di calcestruzzo
  - 32.2.7. Pannelli di sughero
- 32.3. Prodotti flessibili. Rivestimenti murali
  - 32.3.1. Carte da parati
  - 32.3.2. Rivestimenti tessili
  - 32.3.3. Rivestimento ignifugo
  - 32.3.4. Norme di riferimento
- 32.4. Prodotti fluidi o in pasta
  - 32.4.1. Intonaci
- 32.5. Armatura degli intonaci interni
  - 32.5.1. Prodotti vernicianti

Art. 33. Vernici, smalti, pitture, ecc.

- 33.1. Generalità
- 33.2. Requisiti ecologici e prestazionali
- 33.3. Vernici protettive antiruggine
- 33.4. Smalti
- 33.5. Diluenti
- 33.6. Idropitture a base di cemento
- 33.7. Idropitture lavabili.
- 33.8. Latte di calce
- 33.9. Tinte a colla e per fissativi
- 33.10. Coloranti e colori minerali
- 33.11. Stucchi
- 33.12. Norme di riferimento

Art. 34. Sigillanti e adesivi

- 34.1. Sigillanti
- 34.2. Adesivi
  - 34.2.1. Adesivi per piastrelle
  - 34.2.2. Adesivi per rivestimenti ceramici
  - 34.2.3. Metodi di prova

Art. 35. Prodotti e materiali per partizioni interne

- 35.1. Definizioni
- 35.2. Tipologie funzionali
- 35.3. Elementi componenti le pareti interne verticali
- 35.4. Requisiti
- 35.5. Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.
- 35.6. Blocchi di laterizi forati pder tramezzi
- 35.7. Blocchi di calcestruzzo alleggerito
- 35.8. Pannelli per isolamento acustico dei divisori in laterizio
- 35.9. Blocchi di gesso
- 35.10. Lastre in cartongesso

Art. 36. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

- 36.1. Definizioni
- 36.2. Tegole e coppi in laterizio
- 36.3. Elementi speciali
- 36.4. Norme e criteri d'accettazione
- 36.5. Tegole in cemento

- 36.6. Lastre di fibrocemento ecologico
- 36.7. Tegole in fibrocemento
- 36.8. Lastre di materia plastica rinforzata
- 36.9. Lastre di metallo
- 36.10. Lastre in pietra naturale
- 36.11. Strato di isolamento della copertura
- 36.12. Pannello di sughero naturale compresso
- 36.13. Pannello multistrato
- 36.14. Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso
- 36.15. Pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso
- Art. 37. Impermeabilizzazioni
  - 37.1. Generalità
  - 37.2. Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata
  - 37.3. Membrane flessibili per impermeabilizzazioni
    - 37.3.1. Membrane flessibili bituminose
    - 37.3.2. Membrane flessibili per impermeabilizzazione di superfici di calcestruzzo
    - 37.3.3. Membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture
    - 37.3.4. Membrane flessibili per impermeabilizzazione destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo .....
    - 37.3.5. Membrane flessibili per impermeabilizzazione per il controllo del vapore d'acqua
  - 37.4. Prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori
    - 37.4.1. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni
    - 37.4.2. Malte asfaltiche
    - 37.4.3. Asfalti colati
    - 37.4.4. Mastice di rocce asfaltiche
    - 37.4.5. Mastice di asfalto sintetico
    - 37.4.6. Guaina liquida elastica fibrorinforzata
  - 37.5. Malta bicomponente elastica a base cementizia
- Art. 38. Vetri
  - 38.1. Generalità
  - 38.2. Campioni che dovrà fornire l'appaltatore
  - 38.3. Prescrizioni di carattere particolare
  - 38.4. Vetri piani di vetro di silicato sodio-calcico
    - 38.4.1. Vetri grezzi
    - 38.4.2. Vetri piani lucidi tirati
    - 38.4.3. Vetri piani trasparenti float
    - 38.4.4. Norme di riferimento
  - 38.5. Vetri di sicurezza
    - 38.5.1. Vetri piani temprati
  - 38.6. Vetri piani stratificati
    - 38.6.1. Vetro antincendio
    - 38.6.2. Vetro retinato (o armato)
  - 38.7. Vetri sicurezza per impianti di ascensore
    - 38.7.1. Vetri di sicurezza. Prove
    - 38.7.2. Porte di piano e pareti di cabina
    - 38.7.3. Specchi in cabina
    - 38.7.4. Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza
  - 38.8. Vetrocamera
  - 38.9. Vetri piani profilati ad U
  - 38.10. Vetri pressati per vetrocemento armato
- Art. 39. Infissi esterni ed interni
  - 39.1. Definizioni
  - 39.2. Serramenti interni ed esterni
  - 39.3. Luci fisse
  - 39.4. Campioni di ogni tipo infisso da esibire da parte dell'appaltatore
  - 39.5. Tipologie dei serramenti di progetto
  - 39.6. Marcatura Ce
  - 39.7. Documentazione da fornire al direttore dei lavori
  - 39.8. Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap
    - 39.8.1. Porte interne

- 39.8.2. Infissi esterni
- 39.9. Serramenti metallici
  - 39.9.1. Componenti dei serramenti
  - 39.9.2. Materiali e norme di riferimento
  - 39.9.3. Finitura superficiale dei telai metallici
  - 39.9.4. Telai e controtelai
- 39.10. Accessori
  - 39.10.1. Vetrazioni
  - 39.10.2. Guarnizioni
  - 39.10.3. Sigillanti
- 39.11. Pannelli
  - 39.11.1. Dispositivi di ventilazione
  - 39.11.2. Sistemi di protezione dall'irraggiamento solare
- 39.12. Serramenti in PVC
  - 39.12.1. Materiali
    - 39.12.1.1. Profili in PVC
    - 39.12.1.2. Finitura superficiali dei profili in PVC
    - 39.12.1.3. Rinforzi metallici
    - 39.12.1.4. Guarnizioni di tenuta
    - 39.12.1.5. Vetri
    - 39.12.1.6. Accessori e ferramenta
  - 39.12.2. Requisiti costruttivi
    - 39.12.2.1. Costruzione di telai e battenti
    - 39.12.2.2. Serramento a giunto aperto
    - 39.12.2.3. Serramento a due guarnizioni di battuta
    - 39.12.2.4. Schermo oscurante esterno: la persiana
    - 39.12.2.5. Costruzione dei telai e dei battenti
    - 39.12.2.6. Rinforzi
    - 39.12.2.7. Ferramenta
    - 39.12.2.8. Sistemi oscuranti
  - 39.12.3. Posa del serramento nel vano murario
    - 39.12.3.1. Fissaggio
    - 39.12.3.2. Sigillatura
    - 39.12.3.3. Isolamento
    - 39.12.3.4. Coprifilatura
  - 39.12.4. Prestazioni dei serramenti
    - 39.12.4.1. Classi di tenuta
    - 39.12.4.2. Isolamento termico del serramento
    - 39.12.4.3. Isolamento acustico del serramento
  - 39.12.5. Sicurezza
    - 39.12.5.1. Sicurezza nell'uso
    - 39.12.5.2. Sicurezza delle parti vetrate
    - 39.12.5.3. Classe di reazione al fuoco
    - 39.12.5.4. Accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza e marcatura CE
  - 39.12.6. Istruzioni di manutenzione
- 39.13. Porte e chiusure resistenti al fuoco
  - 39.13.1. Generalità
  - 39.13.2. Valutazione delle caratteristiche
  - 39.13.3. Classificazione delle porte resistenti al fuoco
  - 39.13.4. Omologazione
  - 39.13.5. Documentazione tecnica che l'appaltatore deve consegnare per ogni fornitura
  - 39.13.6. Norme di riferimento
- Art. 40. Prodotti per isolamento termico
  - 40.1. Generalità
  - 40.2. Requisiti ambientali
  - 40.3. Polistirene espanso (PSE)
  - 40.4. Poliuretani e poliisocianurati espansi
  - 40.5. Argilla espansa
  - 40.6. Lana minerale
  - 40.7. Vetro cellulare

- 40.8. Perlite espansa
- 40.9. Vermiculite espansa
- 40.10. Fibre di legno
- 40.11. Sughero espanso
- Art. 41. Prodotti per isolamento e assorbimento acustico
  - 41.1. Prodotti per assorbimento acustico
    - 41.1.1. Classificazione dei materiali
    - 41.1.2. Caratteristiche costruttive
    - 41.1.3. Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera
  - 41.2. Prodotti per isolamento acustico
    - 41.2.1. Definizioni
    - 41.2.2. Caratteristiche costruttive
    - 41.2.3. Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera
- Art. 42. Apparecchi sanitari
  - 42.1. Terminologia, classificazione e limiti di accettazione
  - 42.2. Requisiti
  - 42.3. Norme di riferimento
    - 42.3.1. Lavabi, lavamani e lavelli da cucina
    - 42.3.2. Vasi
    - 42.3.3. Orinatoi
    - 42.3.4. Bidè
    - 42.3.5. Vasche da bagno
    - 42.3.6. Piatti doccia
  - 42.4. Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari
    - 42.4.1. Spazi minimi e misure di sicurezza
    - 42.4.2. Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote
    - 42.4.3. Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari
    - 42.4.4. Impugnature di sicurezza
- Art. 43. Rubinetteria sanitaria
  - 43.1. Categorie
  - 43.2. Requisiti ecologici
  - 43.3. Gruppi miscelatori
  - 43.4. Caratteristiche prestazionali
  - 43.5. Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)
  - 43.6. Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi
  - 43.7. Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)
  - 43.8. Rubinetti idonei ai portatori di handicap
  - 43.9. Fornitura e stoccaggio
- Art. 44. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari
  - 44.1. Generalità
  - 44.2. Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari
  - 44.3. Aspetto delle superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico
  - 44.4. Sifoni
  - 44.5. Pilette di scarico
  - 44.6. Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta
  - 44.7. Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola
  - 44.8. Tenuta dei sifoni
  - 44.9. Marcatura
  - 44.10. Tubazioni degli impianti di scarico
- Art. 45. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc
  - 45.1. Tubi in acciaio
    - 45.1.1. Tolleranze
    - 45.1.2. Tipologie tubi
    - 45.1.3. Tubi senza saldatura
    - 45.1.4. Tubi con saldatura
    - 45.1.5. Designazione e marcatura dei materiali
    - 45.1.6. Rivestimento interno
    - 45.1.7. Rivestimento esterno
  - 45.2. Tubazioni in gres
    - 45.2.1. Dimensioni



- 45.2.2. Sistemi di giunzione
- 45.2.3. Norme di riferimento
- 45.3. Tubazioni in PVC
  - 45.3.1. Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata
  - 45.3.2. Tubazioni per adduzione d'acqua
    - 45.3.2.1. Composizione di PVC-U
    - 45.3.2.2. Aspetto e colore dei tubi
    - 45.3.2.3. Caratteristiche meccaniche
    - 45.3.2.4. Caratteristiche geometriche
    - 45.3.2.5. Spessori di parete e relative tolleranze
    - 45.3.2.6. Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati
    - 45.3.2.7. Guarnizioni di tenuta
    - 45.3.2.8. Marcatura
  - 45.3.3. Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione
    - 45.3.3.1. Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi
    - 45.3.3.2. Caratteristiche dei tubi
    - 45.3.3.3. Raccordi
    - 45.3.3.4. Dimensioni dei tubi
    - 45.3.3.5. Marcatura
    - 45.3.3.6. Sistema qualità e certificazioni
  - 45.3.4. Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati
    - 45.3.4.1. Materiale di base
    - 45.3.4.2. Codice dell'area di applicazione
    - 45.3.4.3. Utilizzo
    - 45.3.4.4. Caratteristiche geometriche
    - 45.3.4.5. Caratteristiche meccaniche
    - 45.3.4.6. Caratteristiche fisiche
    - 45.3.4.7. Aspetto e colore dei tubi
    - 45.3.4.8. Raccordi
    - 45.3.4.9. Guarnizioni di tenuta
    - 45.3.4.10. Adesivi
    - 45.3.4.11. Emissione di rumore
    - 45.3.4.12. Procedura di controllo della produzione
    - 45.3.4.13. Marcatura
    - 45.3.4.14. Norme di riferimento
- 45.4. Tubazioni di fibrocemento
  - 45.4.1. Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità
  - 45.4.2. Marcatura e denominazione
  - 45.4.3. Giunti, raccordi e guarnizioni
  - 45.4.4. Controllo della qualità
  - 45.4.5. Norme di riferimento
- 45.5. Tubi in polietilene (pe)
  - 45.5.1. Polietilene
    - 45.5.1.1. Composizione del pe
  - 45.5.2. Codice dell'area di applicazione
  - 45.5.3. Aspetto e colore dei tubi
  - 45.5.4. Spessore di parete
  - 45.5.5. Tipi di raccordo
  - 45.5.6. Marcatura e denominazione
  - 45.5.7. Norme di riferimento
  - 45.5.8. Polietilene reticolato (PE-X)
- 45.6. Tubi in polipropilene (PP)
  - 45.6.1. Aspetto
  - 45.6.2. Marcatura
  - 45.6.3. Stoccaggio, movimentazione e trasporto
- 45.7. Tubi in polietilene (PE)
  - 45.7.1. Caratteristiche dei tubi
  - 45.7.2. Tubi in rotoli
  - 45.7.3. Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)
  - 45.7.4. Marcatura
  - 45.7.5. Norme di riferimento

- 45.8. Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP
  - 45.8.1. Giunzioni ad anello elastomerico
  - 45.8.2. Giunzioni ad incollaggio
  - 45.8.3. Giunzioni per saldatura
- 45.9. Tubi in rame
  - 45.9.1. Impieghi
  - 45.9.2. Guaina isolante
  - 45.9.3. Tolleranze
  - 45.9.4. Condizioni dello stato superficiale
  - 45.9.5. Prove di curvatura, allargamento e bordatura
  - 45.9.6. Verifica di qualità
  - 45.9.7. Marcatura
  - 45.9.8. Diametri dei tubi
  - 45.9.9. Norme di riferimento
- 45.10. Tubi e raccordi in ghisa sferoidale
  - 45.10.1. Norme di riferimento
  - 45.10.2. Rivestimento interno
  - 45.10.3. Rivestimento esterno
    - 45.10.3.1. Protezione esterna in polietilene
  - 45.10.4. Raccordi
  - 45.10.5. Requisiti di accettazione
  - 45.10.6. Valvole
  - 45.10.7. Marcatura dei tubi e dei raccordi
- 45.11. Tubi multistrato
  - 45.11.1. Generalità
  - 45.11.2. Raccordi e pezzi speciali

#### **4 – Modalità di esecuzione delle opere edilizie**

- Art. 46. Demolizioni e dismissioni
  - 46.1. Interventi preliminari
  - 46.2. Verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato. Piano di demolizione e recupero
    - 46.2.1. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta
  - 46.3. Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione
  - 46.4. Proprietà degli oggetti ritrovati
  - 46.5. Proprietà e reimpiego dei materiali da scavi e demolizione
- Art. 47. Scavi e sbancamenti
  - 47.1. Generalità
  - 47.2. Riconoscizione
  - 47.3. Smacchiamento dell'area
  - 47.4. Reimpiego dello strato superficiale di terreno naturale asportato
  - 47.5. Splateamento e sbancamento
  - 47.6. Scavi a sezione obbligatoria
  - 47.7. Scavi in presenza d'acqua
    - 47.7.1. Pompe di aggrottamento
    - 47.7.2. Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint
    - 47.7.3. Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione
  - 47.8. Impiego di esplosivi
  - 47.9. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi
  - 47.10. Manutenzione degli scavi
- Art. 48. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi
- Art. 49. Riparazione di sottoservizi
- Art. 50. Rilevati e rinterri
  - 50.1. Riutilizzo del materiale di scavo per il rinterro
- Art. 51. Paratie e diaframmi
  - 51.1. Generalità
  - 51.2. Palancole infisse
    - 51.2.1. Paratie a palancole metalliche infisse
    - 51.2.2. Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato
  - 51.3. Paratie costruite in opera
    - 51.3.1. Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

51.3.2. Diaframmi in calcestruzzo armato

51.3.3. Prove e verifiche sul diaframma

Art. 52. Fondazioni dirette

52.1. Scavi di fondazione

52.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

52.3. Magrone

Art. 53. Pali di fondazione

53.1. Pali trivellati

53.1.1. Pali trivellati ad elica continua

53.1.2. Pali con morsa giracolonna

53.1.3. Micropali

53.2. Pali di medio e grande diametro

53.2.1. Pali trivellati

53.2.2. Pali trivellati ad elica continua

53.2.3. Attrezzature di scavo

53.2.4. Tolleranze dimensionali

53.3. Materiali

53.3.1. Armature metalliche

53.3.2. Rivestimenti metallici

53.3.3. Fanghi bentonitici

53.4. Modalità esecutive

53.4.1. Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

53.4.1.1. Attrezzatura

53.4.1.2. Infissione del tubo forma

53.4.1.3. Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

53.4.1.4. Controlli e documentazione

53.4.2. Pali trivellati con fanghi bentonitici

53.4.2.1. Attrezzatura

53.4.2.2. Preparazione del fango bentonitico

53.4.2.3. Perforazione

53.4.2.4. Armature

53.4.2.5. Getto del calcestruzzo

53.4.2.6. Controlli e documentazione

53.4.3. Pali trivellati con rivestimento provvisorio

53.4.3.1. Attrezzature

53.4.3.2. Tubi-forma

53.4.3.3. Perforazione

53.4.3.4. Armature

53.4.3.5. Getto del calcestruzzo

53.4.3.6. Controlli e documentazione

53.4.4. Pali trivellati ad elica continua

53.4.4.1. Attrezzature

53.4.4.2. Perforazione

53.4.4.3. Armatura

53.4.4.4. Getto del calcestruzzo

53.4.4.5. Controlli e documentazione

53.4.5. Pali con morsa giracolonna

53.4.6. Pali compenetrati

53.4.7. Micropali

53.4.7.1. Tracciamento

53.4.7.2. Micropali a iniezioni multiple selettive

53.4.7.3. Micropali a semplice cementazione

53.4.7.4. Tolleranze ammissibili

Art. 54. Strutture in muratura portante

54.1. Spessore minimo dei muri

54.2. Cordoli di piano e architravi

54.3. Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

54.4. Muratura armata

54.4.1. Barre d'armatura

54.4.2. Architravi, parapetti e elementi collegamento tra pareti

54.4.3. Strutture di fondazione

- 54.5. Murature e riempimenti in pietrame a secco
  - 54.5.1. Murature in pietrame a secco
- 54.6. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)
  - 54.6.1. Vespai e intercapedini
  - 54.6.2. Murature in pietrame e miste proveniente da materiale di recupero
- 54.7. Criteri generali per l'esecuzione
  - 54.7.1. Superficie di contatto tra muratura e telaio in c.a
  - 54.7.2. Muratura di mattoni
  - 54.7.3. Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista
  - 54.7.4. Muratura di laterizi a faccia vista
  - 54.7.5. Pareti di una o due teste e in foglio di mattoni pieni o forati
  - 54.7.6. Murature a cassa vuota
  - 54.7.7. Facce a vista delle murature di pietrame
  - 54.7.8. Paramento cosiddetto con pietra rasa e teste scoperte
  - 54.7.9. Paramento definito a mosaico grezzo
  - 54.7.10. Paramento cosiddetto a corsi pressoché regolari
  - 54.7.11. Paramento definito a corsi regolari
- Art. 55. Confezionamento, fornitura e posa in opera del calcestruzzo
  - 55.1. Calcestruzzo per strutture semplici e armate
    - 55.1.1. Requisiti della miscela omogenea di calcestruzzo allo stato fresco
      - 55.1.1.1. Rapporto acqua/cemento
      - 55.1.1.2. Contenuto d'aria inglobata
      - 55.1.1.3. Acqua di bleeding
    - 55.1.2. Controlli sul calcestruzzo fresco
    - 55.1.3. Caratteristiche delle miscele omogenee calcestruzzo a prestazione garantita
    - 55.1.4. Classe di resistenza minima del calcestruzzo fornito
  - 55.2. Trasporto e posa in opera del calcestruzzo
    - 55.2.1. Impianto di confezionamento del calcestruzzo
    - 55.2.2. Trasporto del calcestruzzo
    - 55.2.3. Documenti di consegna
    - 55.2.4. Armature
      - 55.2.4.1. Realizzazione delle fabbriche delle armature
      - 55.2.4.2. Ancoraggio delle barre e loro giunzioni
    - 55.2.5. Getto del calcestruzzo
      - 55.2.5.1. Verifiche da parte del direttore dei lavori e modalità esecutive del getto
      - 55.2.5.2. Programma dei getti
      - 55.2.5.3. Getto del calcestruzzo autocompattante
      - 55.2.5.4. Getti in climi freddi
      - 55.2.5.5. Getti in climi caldi
      - 55.2.5.6. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito
      - 55.2.5.7. Compattazione del calcestruzzo
      - 55.2.5.8. Vibrazione
    - 55.2.6. Stagionatura
      - 55.2.6.1. Prescrizioni per la corretta stagionatura
      - 55.2.6.2. Protezione in generale
      - 55.2.6.3. Protezione termica durante la stagionatura
      - 55.2.6.4. Durata della stagionatura
      - 55.2.6.5. Controllo della fessurazione superficiale
      - 55.2.6.6. Maturazione accelerata con getti di vapore saturo
        - 55.2.6.6.1. Norme di riferimento per i prodotti filmogeni
    - 55.2.7. Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato
      - 55.2.7.1. Caratteristiche delle casseforme
      - 55.2.7.2. Casseforme speciali
      - 55.2.7.3. Casseforme in legno
      - 55.2.7.4. Pulizia e trattamento
      - 55.2.7.5. Legature delle casseforme e distanziatori delle armature
      - 55.2.7.6. Strutture di supporto
      - 55.2.7.7. Strutture di supporto nel caso del calcestruzzo

- autocompattante
- 55.2.7.8. Giunti tra gli elementi di cassaforma
- 55.2.7.9. Predisposizione di fori, tracce, cavità
- 55.2.7.10. Prodotti disarmanti per calcestruzzi
- 55.2.7.11. Disarmo delle strutture in calcestruzzo armato
- 55.2.8. Ripristini e stuccature
- 55.2.9. Caricamento delle strutture disarmate
- 55.3. Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista
- 55.4. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo
- 55.5. Tolleranze geometriche
- Art. 56. esecuzione di strutture in cemento armato precompresso
  - 56.1. Compattazione dei getti
  - 56.2. Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione
  - 56.3. Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione
  - 56.4. Posa delle barre dei cavi e loro messa in opera
    - 56.4.1. Operazioni di tiro
    - 56.4.2. Protezione dei cavi e iniezioni
    - 56.4.3. Caratteristiche della malta
    - 56.4.4. Operazioni di iniezione
    - 56.4.5. Condotti
    - 56.4.6. Iniezioni
- Art. 57. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso
  - 57.1. Limiti dimensionali
  - 57.2. Esecuzione
    - 57.2.1. Bagnatura degli elementi
    - 57.2.2. Blocchi
    - 57.2.3. Allineamenti e forzature
    - 57.2.4. Calcestruzzi per i getti in opera
    - 57.2.5. Puntellamento provvisorio
- Art. 58. Esecuzione di strutture prefabbricate
  - 58.1. Programma di montaggio
  - 58.2. Identificazione degli elementi
  - 58.3. Stoccaggio
  - 58.4. Verifiche preliminari
  - 58.5. Giunti e unioni
  - 58.6. Posa in opera dei pannelli
  - 58.7. Sigillature dei giunti dei pannelli
  - 58.8. Tolleranze ammesse per le dimensioni degli elementi strutturali
- Art. 59. Esecuzione di strutture in legno
  - 59.1. Generalità
  - 59.2. Collegamenti
  - 59.3. Fase di montaggio della struttura
  - 59.4. Fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera
  - 59.5. Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione
    - 59.5.1. Requisiti per prevenire l'instabilità laterale
    - 59.5.2. Incollaggio
    - 59.5.3. Unioni con dispositivi meccanici
    - 59.5.4. Assemblaggio
- Art. 60. Esecuzione di strutture in acciaio
  - 60.1. Composizione degli elementi strutturali
    - 60.1.1. Spessori limite
    - 60.1.2. Problematiche specifiche
    - 60.1.3. Giunti di tipo misto
  - 60.2. Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza
    - 60.2.1. Serraggio dei bulloni
    - 60.2.2. Prescrizioni particolari
  - 60.3. Unioni saldate
  - 60.4. Raccomandazioni e procedure
  - 60.5. Preparazione dei giunti
  - 60.6. Qualificazione dei saldatori
  - 60.7. Apparecchi di appoggio
  - 60.8. Verniciatura e zincatura



- 60.9. Norme di riferimento
- Art. 61. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo
  - 61.1. Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio
  - 61.2. Spessori minimi
  - 61.3. Colonne composte
    - 61.3.1. Copriferro e miimi di armatura
  - 61.4. Solette composte con lamiera grecata
    - 61.4.1. Spessore minimo delle lamiere grecate
    - 61.4.2. Spessore minimo della soletta
    - 61.4.3. Dimensione nominale degli inerti
    - 61.4.4. Appoggi
- Art. 62. Solai in ferro e tavelloni
  - 62.1. Solai con tavelloni
  - 62.2. Solai ad orditura semplice
  - 62.3. Solai ad orditura composta
- Art. 63. Esecuzione delle coperture continue (piane)
  - 63.1. Definizioni
    - 63.1.1. Copertura non termoisolata non ventilata
    - 63.1.2. Copertura ventilata ma non termoisolata
    - 63.1.3. Copertura termoisolata non ventilata
    - 63.1.4. Copertura termoisolata e ventilata
  - 63.2. Realizzazione degli strati
  - 63.3. Lucernari
    - 63.3.1. Generalità
    - 63.3.2. Lucernari continui
    - 63.3.3. Lucernari a piramide
    - 63.3.4. Lucernari continui a sesto ribassato
    - 63.3.5. Lucernari continui a vela
    - 63.3.6. Lucernari a cupola
    - 63.3.7. Norme di riferimento
- Art. 64. Esecuzione dlle coperture discontinue (a falda)
  - 64.1. Generalità
  - 64.2. Strati funzionali
  - 64.3. Realizzazione degli strati
  - 64.4. Controlli del direttore dei lavori
- Art. 65. Impermeabilizzazione di opere interratoe
  - 65.1. Definizioni
  - 65.2. Impermeabilizzazione di opere interratoe
  - 65.3. Impermeabilizzazioni di elementi verticali
  - 65.4. Controlli del direttore dei lavori
- Art. 66. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne
  - 66.1. Definizioni
  - 66.2. Strati funzionali
    - 66.2.1. Pareti a cortina (facciate continue)
    - 66.2.2. Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc
    - 66.2.3. Tramezzi in blocchi di gesso
    - 66.2.4. Tramezzi in tavelloni monostrato
      - 66.2.4.1. Tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni
    - 66.2.5. Applicazione dei pannelli di cartongesso
    - 66.2.6. Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito
  - 66.3. Parete divisoria modulare
    - 66.3.1. Generalità
    - 66.3.2. Modulo cieco
    - 66.3.3. Modulo vetrato
    - 66.3.4. Modulo porta
  - 66.4. Diffusori e mattoni di vetro
    - 66.4.1. Generalità
    - 66.4.2. Diffusori per pavimentazioni
    - 66.4.3. Diffusori per pareti
    - 66.4.4. Norme di riferimento

67. Esecuzione di intonaci

67.1. Generalità

67.2. Intonaci per interni

67.2.1. Intonaco grezzo o rinzafo

67.2.2. Intonaco grezzo fratazzato o traversato

67.2.3. Intonaci a base di gesso per interni

67.2.3.1. Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale per applicazione a macchina

monoprodotto, per applicazione a macchina

67.2.3.4. Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano

67.2.3.5. Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina

67.2.3.6. Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

67.2.4. Paraspigoli in lamiera zincata

67.2.5. Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

67.2.6. Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo

67.2.7. Intonaco per interni per protezione antincendio

67.2.8. Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

67.3. Intonaci per esterni

67.3.1. Gli strati componenti l'intonaco esterno

67.3.2. Intonaco per esterno di tipo plastico

67.3.3. Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

67.3.4. Intonaco civile per esterni tipo Terranova

67.3.5. Intonaco a base di silicati di potassio

67.3.6. Intonaco a base silossanica

67.3.7. Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

67.3.8. Esecuzione dell'intonaco su strutture in calcestruzzo armato

67.3.9. Divieti per l'appaltatore

67.4. Intonaci e trattamenti su edifici esistenti

67.4.1. Intonaci su superfici vecchie

67.4.2. Intonaci da eseguire su altri esistenti

67.4.3. Intonaco risanante ad azione deumidificante

67.5. Giunti di dilatazione

67.6. Protezione degli intonaci realizzati

Art. 68. Opere di vetratura e serramentistica

68.1. Definizioni

68.2. Realizzazione

68.3. Posa in opera dei serramenti

68.4. Controlli del direttore di lavori

Art. 69. Esecuzione delle pavimentazioni

69.1. Definizioni

69.1.1. Pavimentazione su strato portante

69.1.1.1. Realizzazione degli strati portanti

69.1.2. Pavimentazione su terreno

69.1.3. Realizzazione degli strati di pavimentazioni su terreno

69.2. Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante

69.3. Soglie e davanzali

69.4. Zoccolino battiscopa

69.5. Rivestimento dei gradini

69.6. Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi

69.7. Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite

69.8. Controlli del direttore dei lavori

Art. 70. Opere di rifinitura varie

70.1. Verniciature e tinteggiature

70.1.1. Attrezzatura

70.1.2. Campionature

70.1.3. Preparazione delle superfici

- 70.1.4. Stato delle superfici murarie e metalliche
- 70.1.5. Preparazione dei prodotti
- 70.1.6. Esecuzione
  - 70.1.6.1. Tinteggiatura di pareti
  - 70.1.6.2. Tinteggiatura con pittura alla calce
  - 70.1.6.3. Tinteggiatura a colla e gesso
  - 70.1.6.4. Tinteggiatura a tempera
  - 70.1.6.5. Tinteggiatura con idropittura a base di cemento
  - 70.1.6.6. Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche
  - 70.1.6.7. Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello
  - 70.1.6.8. Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni
  - Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio
  - Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno
- 70.1.7. Verniciatura
  - 70.1.7.1. Generalità
  - 70.1.7.2. Verniciatura a smalto (tradizionale)
  - 70.1.7.3. Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
  - 70.1.7.4. Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
  - 70.1.7.5. Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine
  - 70.1.7.6. Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno
  - 70.1.7.7. Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretano
  - 70.1.7.8. Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretano
  - 70.1.7.9. Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico
  - 70.1.7.10. Applicazione dell'antiruggine
  - 70.1.7.11. Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)
  - 70.1.7.12. Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio
  - 70.1.7.13. Protezione delle opere verniciate
  - 70.1.7.14. Controllo dello spessore degli strati di vernice e metodi di prova
- 70.1.8. Smaltimento rifiuti
- 70.2. Esecuzione di decorazioni
- 70.3. Rivestimenti per interni ed esterni
  - 70.3.1. Sistema di rivestimento
  - 70.3.2. Sistemi realizzati con prodotti rigidi
  - 70.3.3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili
  - 70.3.4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi
- 70.4. Applicazione di tappezzerie
  - 70.4.1. Superfici e supporti
  - 70.4.2. Stato delle superfici e dei supporti murali
  - 70.4.3. Preparazione del supporto
  - 70.4.4. Tecnica di applicazione
    - 70.4.4.1. Norme di riferimento
- 70.5. Applicazione di moquette
  - 70.5.1. Superfici e supporti
  - 70.5.2. Stato delle superfici e dei supporti murali
  - 70.5.3. Preparazione del supporto
  - 70.5.4. Tecnica di applicazione
  - 70.5.5. Norme di riferimento
- 70.6. Verifiche del direttore dei lavori

Art. 71. Giunti di dilatazione

71.1. Giunti di dilatazione per pavimenti

71.1.1. Pavimenti

71.1.2. Pavimenti sopraelevati

71.1.3. Pavimenti finiti

71.2. Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti

71.2.1. Facciate, pareti e soffitti a faccia vista

71.2.2. Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco

71.2.3. Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

71.2.4. Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

**5 – Modalità di esecuzione degli impianti**

Art. 72. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Art. 73. Impianti idrico-sanitari

73.1. Caratteristiche dei materiali

73.1.1. Prescrizioni normative

73.2. Contatori per acqua

73.2.1. Contatori per acqua fredda

73.2.2. Contatori per acqua calda

73.3. Criteri di esecuzione

73.3.1. Posa in opera delle tubazioni

73.3.2. Ancoraggi delle tubazioni a vista

73.3.3. Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

73.4. Isolamento termico

73.4.1. Materiali isolanti

73.5. Protezione contro la corrosione

73.5.1. Generalità

73.5.2. Mezzi impiegabili per la protezione passiva

73.5.3. Mezzi impiegabili per la protezione attiva

73.5.4. Protezione passiva e attiva

73.6. Rete di ventilazione

73.6.1. Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

73.6.2. Materiali ammessi

73.6.3. Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

73.6.4. Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

73.7. Rete di scarico delle acque reflue

73.7.1. Generalità. Classificazioni

73.7.2. Materiali

73.7.3. Criteri di esecuzione

73.7.4. Diramazioni di scarico

73.7.5. Colonne di scarico

73.7.6. Collettori di scarico

73.7.7. Dispositivo a chiusura idraulica

73.7.8. Pozzetti di ispezioni

73.8. Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

73.8.1. Generalità

73.8.2. Materiali e criteri di esecuzione

73.8.3. Canali di gronda

73.8.4. Pluviali

73.8.5. Collettori di scarico

73.8.6. Pozzetto a chiusura idraulica

73.8.7. Verifiche del direttore dei lavori

73.8.8. Pompe

73.9. Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda

73.9.1. Generalità

73.9.2. Prova di tenuta idraulica a freddo delle reti di distribuzione

73.9.3. Prova idraulica a caldo

73.9.4. Prova di erogazione di acqua fredda

73.9.5. Prova di erogazione di acqua calda

73.9.6. Verifica della capacità di erogazione di acqua calda

73.9.7. Misura del livello del rumore e delle vibrazioni

Art. 74. Impianti di adduzione del gas

- 74.1. Generalità
  - 74.2. Norme di riferimento
    - 74.2.1. Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione
    - 74.2.2. Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati
    - 74.2.3. Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas
    - 74.2.4. Impianti a gas GPL
  - 74.3. Tubazioni
    - 74.3.1. Tubi di acciaio
    - 74.3.2. Tubi di rame
    - 74.3.3. Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas
    - 74.3.4. Marcatura
  - 74.4. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole
    - 74.4.1. Tubazioni in acciaio
    - 74.4.2. Tubazioni in rame
    - 74.4.3. Tubazioni in polietilene
  - 74.5. Posa in opera
    - 74.5.1. Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati
      - 74.5.1.1. Posa in opera interrata
      - 74.5.1.2. Posa in opera in vista
      - 74.5.1.3. Posa in opera in canaletta
    - 74.5.2. Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati
      - 74.5.2.1. Posa in opera in appositi alloggiamenti
      - 74.5.2.2. Posa in opera in guaina
    - 74.5.3. Particolarità costruttive e divieti
  - 74.6. Gruppo di misurazione. Contatore
  - 74.7. Prova di tenuta idraulica
  - 74.8. Sistemi di sicurezza
    - 74.8.1. Definizioni
    - 74.8.2. Criteri tecnici di riferimento per l'installazione
    - 74.8.3. Criteri generali
    - 74.8.4. Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)
    - 74.8.5. Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)
  - 74.9. Conformità degli apparecchi a gas
- Art. 75. Impianti termici
- 75.1. Generalità
  - 75.2. Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
    - 75.2.1. Termini, definizioni e tolleranze dimensionali
    - 75.2.2. I luoghi di installazione degli apparecchi
    - 75.2.3. Installazione degli apparecchi all'aperto
      - 75.2.3.1. Disposizioni generali
      - 75.2.3.2. Limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
  - 75.3. Installazione in locali esterni
    - 75.3.1. Generalità
    - 75.3.2. Aperture di aerazione
    - 75.3.3. Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
    - 75.3.4. Specifiche per le superfici delle aperture di aerazione
  - 75.4. Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito
    - 75.4.1. Regole generali per l'ubicazione
    - 75.4.2. Limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
    - 75.4.3. Aperture di aerazione
    - 75.4.4. Caratteristiche costruttive
    - 75.4.5. Disposizione degli impianti all'interno dei locali
    - 75.4.6. Accesso
    - 75.4.7. Porte
  - 75.5. Impianti termici alimentati da combustibili liquidi
  - 75.6. Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito



- 75.6.1. Regole generali per l'ubicazione
- 75.6.2. Aperture di aerazione
- 75.6.3. Caratteristiche costruttive
- 75.6.4. Disposizione degli impianti all'interno dei locali
- 75.6.5. Accesso
- 75.6.6. Porte
- 75.7. Il deposito di combustibile liquido
  - 75.7.1. Ubicazione
  - 75.7.2. Capacità
  - 75.7.3. Modalità di installazione
    - 75.7.3.1. Accesso e le comunicazioni
    - 75.7.3.2. Aperture di aerazione
    - 75.7.3.3. Porte
    - 75.7.3.4. Caratteristiche dei serbatoi
- 75.8. Impianto elettrico
- 75.9. Mezzi di estinzione degli incendi
- 75.10. Segnaletica di sicurezza
- Art. 76. Impianti di riscaldamento ad acqua calda
  - 76.1. Generalità
  - 76.2. Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi
  - 76.3. Sistema di termoregolazione
  - 76.4. Camini e canali da fumi
    - 76.4.1. Caratteristiche dei camini
  - 76.5. Canali da fumo
    - 76.5.1. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo
  - 76.6. Apparecchi indicatori
  - 76.7. Sistemi di espansione
    - 76.7.1. Vaso di espansione aperto
    - 76.7.2. Vaso di espansione chiuso
  - 76.8. Tubazioni
    - 76.8.1. Accorgimenti per la posa in opera
    - 76.8.2. Tubazioni interrate
    - 76.8.3. Tubazioni non interrate
    - 76.8.4. Tubazioni in vista o incassate
    - 76.8.5. Protezioni delle tubazioni
    - 76.8.6. Disegni particolareggiati forniti dall'appaltatore
  - 76.9. Unità terminali a convenzione naturale
    - 76.9.1. Radiatori
    - 76.9.2. Piastre radianti
    - 76.9.3. Tubi alettati
    - 76.9.4. Termoconvettori
    - 76.9.5. Pannelli radianti
  - 76.10. Verifiche e prove
    - 76.10.1. Le verifiche qualitative e quantitative
    - 76.10.2. Le prove preliminari
    - 76.10.3. Il periodo di esecuzione del collaudo definitivo
    - 76.10.4. La misura del rendimento della combustione
- Art. 77. Impianti di climatizzazione
  - 77.1. Requisiti dell'impianto di climatizzazione
  - 77.2. Sistemi di climatizzazione
    - 77.2.1. Classificazione
    - 77.2.2. Gestione
  - 77.3. Componenti degli impianti climatizzazione
  - 77.4. Gruppi frigoriferi
  - 77.5. Raffreddamento del gruppo frigorifero
  - 77.6. Circolazione dei fluidi
    - 77.6.1. Pompe di circolazione
    - 77.6.2. Ventilatori
  - 77.7. Distribuzioni dei fluidi termovettori
    - 77.7.1. Tubazioni
    - 77.7.2. Canalizzazioni
  - 77.8. Apparecchi per la climatizzazione

- 77.8.1. Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)
- 77.8.2. Unità terminali a convenzione forzata. Ventilconvettori
- 77.8.3. Induttori
- 77.8.4. Espansione dell'acqua dell'impianto
- 77.8.5. Regolazioni automatiche. Tolleranze massime
- 77.8.6. Alimentazione e scarico dell'impianto
- 77.8.7. Verifiche finali del direttore dei lavori
- 77.8.8. Le condizioni per l'esecuzione del collaudo

Art. 78. Impianti elettrici

- 78.1. Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici
- 78.2. Oneri specifici per l'appaltatore e campioni da fornire
- 78.3. Modalità di esecuzione degli impianti
- 78.4. Caratteristiche tecniche degli impianti
  - 78.4.1. Canalizzazioni
    - 78.4.1.1. Posa in opera in generale e in condizioni particolari
    - 78.4.1.2. Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa
    - 78.4.1.3. Canalizzazioni interrate
    - 78.4.1.4. Canalizzazioni incassate a muro e/o pavimento
    - 78.4.1.5. Canalizzazioni in tubo a vista in materiale plastico
    - 78.4.1.6. Canalizzazioni in canalina a vista in materiale plastico
    - 78.4.1.7. Canalizzazioni in passerella a filo
    - 78.4.1.8. Maggiorazione del diametro interno dei tubi
    - 78.4.1.9. Componenti del sistema di canalizzazione
    - 78.4.1.10. Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori
    - 78.4.1.11. Norme di riferimento
  - 78.4.2. Morsetti e connessioni
  - 78.4.3. Cavi e conduttori
    - 78.4.3.1. Posa in opera delle condutture
    - 78.4.3.2. Comportamento al fuoco
    - 78.4.3.3. Sezioni minime dei conduttori
    - 78.4.3.4. Distinzione dei cavi attraverso i colori
  - 78.4.4. Quadri elettrici di distribuzione
    - 78.4.4.1. Tipologie di quadri elettrici
    - 78.4.4.2. Quadro generale
    - 78.4.4.3. Quadri secondari di distribuzione
    - 78.4.4.4. Quadri di reparto, di zona o di piano
    - 78.4.4.5. Quadri locali tecnologici
    - 78.4.4.6. Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)
    - 78.4.4.7. Grado di protezione degli involucri
    - 78.4.4.8. Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione
    - 78.4.4.9. Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici
    - 78.4.4.10. Targhe..
    - 78.4.4.11. Identificazioni dei singoli circuiti
    - 78.4.4.12. Dimensioni per ampliamenti futuri
  - 78.4.5. Cassette di derivazione
  - 78.4.6. Supporto, frutto e placca
  - 78.4.7. Impianto di terra
    - 78.4.7.1. Impianti a tensione nominale = 1000 V corrente alternata
    - 78.4.7.2. Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata
    - 78.4.7.3. Elementi dell'impianto di terra
      - 78.4.7.3.1. Dispersore
      - 78.4.7.3.2. Conduttore di terra
      - 78.4.7.3.3. Collettore (o nodo) principale di terra
      - 78.4.7.3.4. Conduttori di protezione
      - 78.4.7.3.5. Conduttori di equipotenziale
      - 78.4.7.3.6. Pozzetti
      - 78.4.7.3.7. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione
  - 78.4.8. Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e

- apparecchi ammessi
  - 78.4.8.1. Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno
  - 78.4.8.2. Altre prescrizioni per i locali da bagno
  - 78.4.8.3. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi
- 78.5. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche
  - 78.5.1. Generalità
  - 78.5.2. Composizione dell'impianto
  - 78.5.3. Captatori
  - 78.5.4. Sistemi di protezione <sup>lps</sup>
  - 78.5.5. Verifiche e dichiarazione di conformità
  - 78.5.6. Norme di riferimento
- 78.6. Protezione contro i contatti diretti e indiretti
- 78.7. Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti
- 78.8. Impianto citofonico
- 78.9. Impianto antieffrazione e antintrusione
  - 78.9.1. Verifiche
- 78.10. Verifiche sull'impianto elettrico
  - 78.10.1. Esame a vista
  - 78.10.2. Misure e le prove strumentali
  - 78.10.3. Calcoli di controllo
  - 78.10.4. Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione
- 78.11. Verifiche illuminotecniche
  - 78.11.1. Generalità
  - 78.11.2. Esami a vista
  - 78.11.3. Rilievi strumentali
  - 78.11.4. Impianti di illuminazione interna
- Art. 79. Impianti di ascensori
  - 79.1. Requisiti
  - 79.2. Considerazioni generali e osservazioni preliminari
  - 79.3. Aspetti specifici
    - 79.3.1. Cabina
    - 79.3.2. Elementi di sospensione e elementi di sostegno
  - 79.3. Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)
  - 79.4. Motore
  - 79.6. Comandi
  - Requisiti per prevenire rischi alle persone al di fuori della cabina
  - Requisiti per prevenire rischi alle persone nella cabina
  - 79.7.2. Requisiti tecnici per le cabina
  - Targa riportante il carico nominale, numero max di pesone e numero di matricola
  - Libretto di istruzioni per i componenti di sicurezza
  - 79.8.2. Marcatura CE di conformità
  - 79.9. Componenti di sicurezza
    - 79.9.1. Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap
  - 79.10. Impianto elettrico
- Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
- Caratteristiche costruttive del vano corsa e dell'intelaiatura di sostegno della cabina
  - 79.11.2. Vano di corsa
    - 79.11.2.1. Vano aperto
    - 79.11.2.2. Vano protetto
    - 79.11.2.3. Vano a prova di fumo
    - 79.11.2.4. Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario
    - 79.11.2.5. Vani di corsa per ascensore antincendio
  - 79.11.3. Cartello indicatore di divieto di uso in caso d'incendio
- Art. 80. Scavi per la posa in opera delle tubazioni
  - 80.1. Posa in opera delle tubazioni interrate
    - 80.1.1. Letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale
    - 80.1.2. Continuità del piano di posa

- 80.1.3. Tubi danneggiati durante la posa in opera
- 80.1.4. Controllo e pulizia dei tubi
- 80.1.5. Protezione catodica delle tubazioni metalliche
- 80.2. Reinterro delle tubazioni
  - 80.2.1. Reinterro delle condotte in PVC
  - 80.2.2. Reinterro delle condotte in PE
- 80.3. Prove di tenuta idraulica
  - 80.3.1. Condotte in PEad
  - 80.3.2. Condotte in PVC per fognature

## **6 – Esecuzione di prove e verifiche**

- Art. 81. Controlli di accettazione del calcestruzzo
  - 81.1. Resistenza caratteristica
  - 81.2. Controlli di qualità del calcestruzzo
  - 81.3. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica
  - 81.4. Controllo di accettazione
  - 81.5. Prelievo ed esecuzione della prova a compressione
    - 81.5.1. Prelievo di campioni
    - 81.5.2. Dimensioni dei provini
    - 81.5.3. Confezionamento dei provini
    - 81.5.4. Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini
    - 81.5.5. Marcatura dei provini
    - 81.5.6. Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere
    - 81.5.7. Domanda di prova al laboratorio ufficiale
    - 81.5.8. Conservazione e maturazione
    - 81.5.9. Controllo d'accettazione
- Art. 82. Controlli sul calcestruzzo fresco
  - 82.1. Misura della consistenza
  - 82.2. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
  - 82.3. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)
- Art. 83. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera
  - 83.1. La non conformità dei controlli d'accettazione
  - 83.2. Pianificazione delle prove in opera
  - 83.3. Carotaggio
    - 83.3.1. Linee generali
    - 83.3.2. Area di prova o di prelievo
  - 83.4. Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera
    - 83.4.1. Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera
  - 83.5. Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro
- Art. 84. Prove di carico sui pali di fondazione
  - 84.1. Prove di verifica in corso d'opera
  - 84.2. Preparazione dei pali da sottoporre a prova
  - 84.3. Prove di carico verticali
- Art. 85. Controlli d'integrità dei pali di fondazione
  - 85.1. Criteri generali
  - 85.2. Metodo Cross-hole
  - 85.3. Carotaggio continuo meccanico
  - 85.4. Scavi attorno al fusto del palo
- Art. 86. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio
  - 86.1. Generalità
  - 86.2. Controlli non distruttivi delle saldature
  - 86.3. Esecuzione e controllo delle unioni bullonate
- Art. 87. Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare
  - 87.1. Legno strutturale con giunti a dita
  - 87.2. Legno lamellare incollato
- Art. 88. Prove sugli infissi
  - 88.1. Generalità

88.2. Norme di riferimento

**7 – Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori**

Art. 89. Criteri di valutazione dei lavori

- 89.1. Lavori a corpo
- 89.2. Lavori a misura
- 89.3. Regole comuni
- 89.4. Scavi e demolizioni
  - 89.4.1. Scavi di sbancamento
  - 89.4.2. Scavi a sezione obbligata
  - 89.4.3. Scavi in presenza d'acqua
  - 89.4.4. Oneri aggiunti per gli scavi
  - 89.4.5. Demolizioni
  - 89.4.6. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali
- 89.5. Rilevati, rinterri e vespai
  - 89.5.1. Rilevati
  - 89.5.2. Rinterri
  - 89.5.3. Preparazione del piani di posa dei rilevati
  - 89.5.4. Riempimento con misto granulare. Vespai
- 89.6. Murature e tramezzi
  - 89.6.1. Murature
  - 89.6.2. Tramezzi
  - 89.6.3. Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri
- 89.7. Strutture in calcestruzzo armato
  - 89.7.1. Miscele omogenee di calcestruzzo
  - 89.7.2. Casseforme
  - 89.7.3. Acciaio per strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso
  - 89.7.4. Pali di fondazione
  - 89.7.5. Solai
- 89.8. Impermeabilizzazioni
- 89.9. Isolamento termo-acustico
  - 89.9.1. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc
  - 89.9.2. Massetto isolante
  - 89.9.3. Misurazione delle coibentazioni
- 89.10. Coperture a tetto
  - 89.10.1. Manto di copertura
- 89.11. Lavori in metallo
  - 89.11.1. Ringhiere e cancellate semplici
  - 89.11.2. Ringhiere e cancellate con ornati
- 89.12. Controsoffitti e soppalchi
  - 89.12.1. Soppalchi
  - 89.12.2. Controsoffitti piani
  - 89.12.3. Lavorazioni particolari sui controsoffitti
- 89.13. Pavimenti e rivestimenti
  - 89.13.1. Pavimenti
  - 89.13.2. Zoccolino battiscopa
  - 89.13.3. Rivestimenti di pareti
  - 89.13.4. Marmi, pietre naturali e artificiali
- 89.14. Intonaci
- 89.15. Coloriture e verniciature
- 89.16. Infissi e vetri
  - 89.16.1. Infissi
  - 89.16.2. Vetri
- 89.17. Tubazioni
  - 89.17.1. Condotte
  - 89.17.2. Tubazione per impianti termici o idro-sanitarii
- 89.18. Pluviali e grondaie
- 89.19. Pozzetti e caditoie prefabbricati
  - 89.19.1. Pozzetti prefabbricati
  - 89.19.2. Caditoie prefabbricate

- 89.20. Impianto termico e di condizionamento dell'aria, antincendio
- 89.21. Impianti elettrici
- 89.22. Impianti d'ascensore
- Art. 90. Lavori in economia non previsti in contratto
  - 90.1. Lavori eventuali non previsti. Concordamento nuovi prezzi
  - 90.2. Manodopera
  - 90.3. Noli



testo uniCo edilizia

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.*

norme teCniChe strutturali

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;*

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

**D.M. 14 gennaio 2008** – *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 6 maggio 2008** – *Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – *Istruzioni per l'applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.*

prodotti da Costruzione

Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;

**D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106** – *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;*

**D.M. 11 ottobre 2017** – *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.*

impianti all'interno deGli edifici

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti;*

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*

rifiuti e ambiente

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203** – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;* **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – *Norme in materia ambientale;*

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** – *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.*

aCque

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** – *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.*

beni Culturali e del paesaggio

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** – *Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.*

nuovo Codice della strada

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – *Nuovo codice della strada.*

Contratti pubblici

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** – *Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;*

**D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50** – *Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE*

*sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.*

*siCurezza nei luoghi di lavoro*

**D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81** – *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

#### **Art. 9. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera**

Il direttore dei lavori deve raccogliere in un fascicolo i documenti progettuali esecutivi, la dichiarazione di prestazione e le eventuali schede dei materiali da prodotti da costruzione impiegati, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

L'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

### **1**

#### **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

#### **Art. 10. Accettazione e pagamento di determinati manufatti**

Nell'esecuzione dei lavori per i manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera il prezzo a piè d'opera, è ammesso il loro accreditamento in contabilità prima della messa in opera, in misura non superiore alla metà del prezzo stesso.

All'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

#### **Art. 11. Impiego di materiali riciclati, di terre e di rocce da scavo**

##### **Materiali riciclati**

Si definisce materiale riciclato il materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione.

L'impiego di materiali riciclati deve rispettare le disposizioni dei:

- D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;*
- D.M. 24 dicembre 2015 – *Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza;*
- C.M. 15 luglio 2005 n. 5205 – *Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203.*

##### **Riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo**

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152; al comma 1 di tale art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Le caratteristiche e l'impiego delle rocce da scavo devono essere conformi alle disposizioni del

D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 – *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n.*

*133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.* Il decreto definisce

"terre e rocce da scavo : il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso. Le rocce da scavo per essere qualificate come sottoprodotti e non come rifiuti devono rispettare le condizioni stabilite dall'art. 4, del D.P.R. n. 120/2017. La sussistenza delle condizioni di cui ai commi 2, 3 e 4 del citato art. 4 deve essere attestata tramite la predisposizione e la trasmissione del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'art. 21 dello stesso decreto, nonché della dichiarazione di avvenuto utilizzo in conformità alle previsioni dello stesso decreto.

#### **Art. 12. Dichiarazione di prestazione e simbolo di marcatura CE**

I prodotti da costruzione devono rispettare il Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.

La dichiarazione di prestazione deve descrivere la prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alle caratteristiche essenziali di tali prodotti, conformemente alle pertinenti specifiche tecniche armonizzate.

La dichiarazione di prestazione deve essere redatta in base al modello di cui all'allegato III Regolamento (UE) n. 305/2011.

#### **Simbolo di marcatura CE**

La marcatura CE, come presentata all'allegato II al citato Regolamento, deve essere apposta solo su prodotti per i quali la sua apposizione è prevista dalla specifica normativa comunitaria di armonizzazione e non deve essere apposta su altri prodotti.

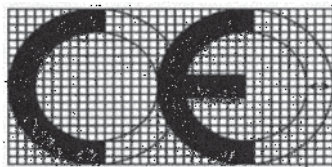


Figura 12.1. Simbolo di marcatura CE, allegato II al Regolamento CE 765/08

#### **Mancanza di norme UNI applicabili o aggiornate**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto.

#### **Art. 13. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi durante l'esecuzione dei lavori.

2

### **MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

#### **Art. 14. Materiali e prodotti per uso strutturale**

##### **Identificazione, certificazione e accettazione**

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare il requisito di base n. 1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'allegato del Regolamento (UE) n. 305/2011, in particolare devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati sotto la responsabilità del fabbricante;
- accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di accompagnamento prevista dalle norme tecniche per le costruzioni, nonché mediante prove di accettazione eseguite da un laboratorio ufficiale o autorizzato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali o autorizzati, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura Ce ai sensi del Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, ovvero la qualificazione secondo le norme tecniche per le costruzioni, la relativa *dichiarazione di prestazione* deve essere consegnata alla direzione dei lavori prima dell'impiego del materiale.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle norme tecniche per le costruzioni.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

### Art. 15. Componenti del calcestruzzo

#### Contenuto minimo di materiale riciclato

I calcestruzzi usati per l'opera devono essere prodotti con un contenuto minimo di materia

riciclata di almeno il 5% in peso. Tale contenuto deve essere inteso come somma delle percentuali di materia riciclata contenuta nei singoli componenti (cemento, aggregati, aggiunte, additivi) e deve essere compatibile con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025**;
- una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Cementi

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di dichiarazione di prestazione (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero ad uno specifico benessere tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14216**, in possesso di una dichiarazione di prestazione rilasciata da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

### Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

### Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

### Metodi di prova ai fine dell'accettazione

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le prove ritenute necessarie:

**UNI EN 197-1** – Cemento. *Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;*

**UNI EN 197-2** – Cemento. *Valutazione della conformità;*

**UNI EN 413-1** – Cemento da muratura. *Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità;*

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. *Metodi di prova;*

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. *Parte 2: Metodi di prova;*

### Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.1, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure delle norme tecniche per le costruzioni.

**Tabella 15.1. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie) = C 8/10	fino al 100%	
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato (frammenti di calcestruzzo = 90%. UNI EN 933-11) = C20/25	fino al 60%	
= C30/37	= 30%	
= C45/55	= 20%	
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
Stessa classe del calcestruzzo di origine		fino al 10%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **UNI 8520-1** e **UNI 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli

aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.1.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

#### Dichiarazione di prestazione

I materiali da costruzione devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione (DoP) in applicazione del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione degli aggregati è indicato nella tabella 15.2 è riferito al Regolamento (UE) n. 305/2011.

La produzione dei prodotti ora deve essere certificata da un organismo notificato con un Sistema 2+: Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione effettuata dal fabbricante, come all'allegato V, punto 1.3, del Regolamento (UE) n. 305/2011.

**Tabella 15.2. Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione degli aggregati**

Specificata tecnica europea armonizzata di riferimento della prestazione	Uso previsto	Sistema di valutazione e verifica della costanza
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

#### Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura Ce sono riportati nella tabella 15.3.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Il simbolo di marcatura CE deve essere conforme ora al Regolamento (UE) n. 305/2011 deve apparire sull'imballaggio o nel caso di consegne sfuse sui documenti commerciali di trasporto, per esempio i DDT.

**Tabella 15.3. Aggregati che devono riportare la marcatura CE**

#### Impiego aggregato Norme di riferimento

Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620

Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree traf- ficate UNI EN 13043

#### Impiego aggregato Norme di riferimento

Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia UNI EN 13055-1

Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1 UNI EN 13383-1

Aggregati per malte UNI EN 13139

Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade UNI EN 13242

Aggregati per massicciate ferroviarie UNI EN 13450

#### Controlli d'accettazione degli aggregati

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, questi devono essere finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.4.

**Tabella 15.4. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche	Metodo
Descrizione petrografica	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck = C50/60 e aggregato pro- veniente da riciclo)	UNI EN 1097-2

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.4, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme per l'esecuzione delle prove che ritiene necessario eseguire:

**UNI EN 13055-1** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

**UNI EN 13055-2** – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in*

*strati legati e non legati;*

**UNI 11013** – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

#### Sabbia e verifiche di qualità

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque

dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

#### 15.4. Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme **UNI EN 206-1** e **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

#### Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450**.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

#### norme di riferimento

**UNI EN 450-1** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specifiche e criteri di conformità;*

**UNI EN 450-2** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;*

**UNI EN 451-1** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*

**UNI EN 451-2** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.*

#### Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub> con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silica fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in



massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

---

norme di riferimento

**UNI 8981-8** – *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;*

**UNI EN 13263-1** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;*

**UNI EN 13263-2** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.*

#### **Additivi**

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di calcestruzzo, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in calcestruzzo, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare calcestruzzo da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti, prodotta dall'appaltatore.

---

norme di riferimento

**UNI EN 480** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;*

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-4** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-5** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-6** *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.*

#### Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

#### Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

#### Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della

resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura

di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

**Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI EN 12350-5**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma **UNI 7122**.

norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7122** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;*

**UNI EN 12350-5** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Prova di spandimento alla tavola a scosse.*

**Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve

essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

norme di riferimento

**UNI 7122** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;*

**UNI 7087** – *Calcestruzzo. Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo;*

**UNI EN 12350-7** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Parte 7: Contenuto d'aria. Metodo per pressione.*

**Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

norme di riferimento

**UNI 8146** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;*

**UNI 8147** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;*

**UNI 8148** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;*

**UNI 8149** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

**Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

**Tabella 15.5. Acqua di impasto**

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
PH	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

norme di riferimento

**UNI EN 1008** – *Acqua d'impasto per il calcestruzzo. Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo.*

**Art. 16. Acciaio per cemento armato**

Ghisa, ferro, acciaio contenuto minimo di materiale riciclato

Per gli usi strutturali, è ammesso l'utilizzo di acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%;
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

Il materiale deve essere prodotto in modo tale da escludere che nelle materie prime siano presenti accumuli di metalli pesanti pericolosi in concentrazione superiore allo 0,025% (fatta eccezione per i componenti di lega).

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- documentazione necessaria a dimostrare l'adozione delle BAT;
- documentazione necessaria a dimostrare l'assenza di accumuli di metalli pesanti superiori allo 0,025%;

- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025**, oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO**

**14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il Servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Documentazione della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o confezione) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.4, norme tecniche per le costruzioni). In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

#### Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove (paragrafo 11.3.1.4, norme tecniche per le costruzioni).

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, all'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### Attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e Dichiarazione di prestazione

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dall'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1 di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito (paragrafo 11.3.1.5, norme tecniche per le costruzioni).

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento (UE) 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché si ribadisce dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

norme di riferimento

**UNI EN 10204** – *Prodotti metallici. Tipi di documenti di controllo.*

Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti dai centri di trasformazione e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un *centro di trasformazione* devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata (paragrafo 11.3.1.7, norme tecniche per le costruzioni):

- a. da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b. dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno relativi a ciascun prodotto fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3 delle norme tecniche per le costruzioni;
- c. da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione è consegnata al direttore dei lavori se richiesta.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

Gli atti di cui sopra devono essere consegnati al collaudatore che, tra l'altro, dovrà riportare

nel certificato di collaudo gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

### 16.3. Tipi d'acciaio per cemento armato

Le norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.1.

**Tabella 16.1. Tipi di acciai per cemento armato previsti dalle norme tecniche per le costruzioni**

**Tipi di acciaio previsti (saldabili e ad aderenza migliorata)**

B450C (6 = Ø = 50 mm) B450A (5 = Ø = 12 mm)

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al calcestruzzo.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura Ce.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

### Accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3, norme tecniche per le costruzioni): **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Il direttore dei lavori deve eseguire gli obbligatori controlli d'accettazione dell'acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso come prescritto dal cap. 11 delle Norme tecniche per le costruzioni.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 15630-1** – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;*

**UNI EN ISO 15630-2** – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.*

#### Reti e tralicci elettrosaldati

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma

**UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

##### 16.3.2.1. Marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

#### Controlli di accettazione in cantiere

##### Generalità

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

##### Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di

trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche per le costruzioni, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere le indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

##### Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi previsti dalle Norme tecniche per le costruzioni. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.



Il direttore dei lavori deve elaborare i valori di resistenza desunti dai certificati di prova ai fini del controllo d'accettazione, la sola produzione del certificato di prova rilasciato dal laboratorio ufficiale o autorizzato non costituisce controllo d'accettazione della partita d'acciaio fornita e posta in opera.

### **Art. 17. Acciaio per cemento armato precompresso**

#### **Generalità**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

#### **Forme di fornitura degli acciai e tolleranze di ossidazione ammesse**

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:

- a) filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli. I fili possono essere tondi o di altre forme, e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese. Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature;
- b) barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti, e vengono individuate mediante il diametro nominale;
- c) treccia: due o tre fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- d) trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature.

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe. È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

#### **Caratteristiche dei saggi destinati ai controlli**

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

#### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere devono essere eseguiti ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive.

Tutte le forniture in cantiere provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista dalle norme tecniche per le costruzioni.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal direttore dei lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove, di compilazione dei certificati, di accettazione delle forniture e per le procedure derivanti da risultati non conformi, valgono le medesime disposizioni per i centri

di trasformazione.

#### 17.4.1. Omissione dei controlli in cantiere

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea

documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

### Art. 18. Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

#### Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura Ce, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura Ce, prevista ora dalla Regolamento (UE) n. 305/2011.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI EN ISO 6892** e **UNI EN ISO 148-1**.

#### Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

- a) prodotti lunghi
  - laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
  - travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
  - laminati ad U;
  - palancole.
- b) prodotti piani
  - lamiere e piatti;
  - nastri;
  - nastri zincati di spessore = 4 mm.
- c) profilati cavi
  - tubi prodotti a caldo.
- d) prodotti derivati
  - travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
  - profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
  - tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
  - lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

#### Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma **UNI EN 10293**.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

#### Acciaio per strutture saldate

##### Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale da consegnare preventivamente al direttore dei lavori che dovrà accettarla.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011-1** e **UNI EN 1011-2**

per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011-3** per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

#### Qualificazione dei saldatori

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 9606-1** da parte di un ente terzo. I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 14732**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

#### Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature dovranno essere sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità progettuali sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817** per strutture non soggette a fatica e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore statico e dal direttore dei lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (per esempio liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN ISO 17635**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 9712** almeno di secondo livello.

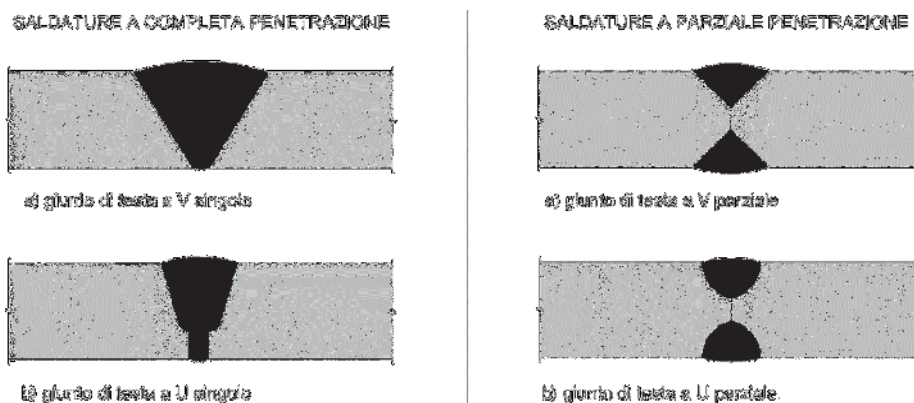


Figura 18.1. Esempi di giunti di testa con saldature a completa e/o parziale penetrazione

#### Bulloni e i chiodi

##### Bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;

- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdati.

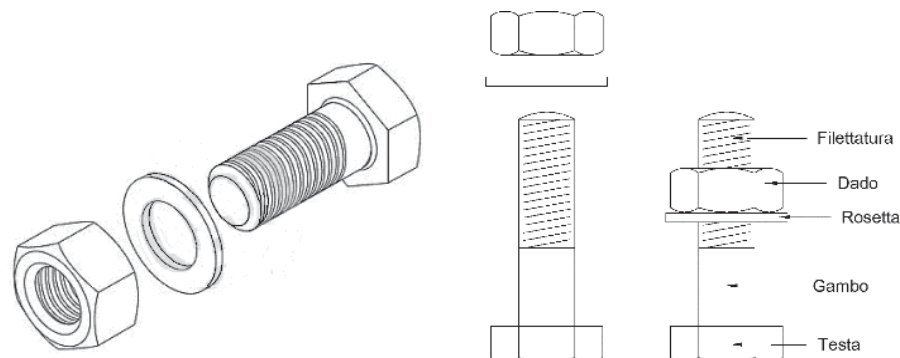


Figura 18.2. Parti componenti il bullone

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** – devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella 18.1. Classi di appartenenza di viti e dadi**

	Normali	Ad alta resistenza			
<b>Vite</b>	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
<b>Dado</b>	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.1 sono riportate nella tabella 18.2.

**Tabella 18.2. Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti**

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9				
$z f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )			240	300	480	649	800	900	1000
$z f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )			400	500	600	800	1000		

#### Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.3 (viti e dadi), e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella 18.3. Bulloni per giunzioni ad attrito**

#### Elemento Materiale Riferimento

Viti	8.8-10.9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1**, e recare la relativa marcatura  $C_e$ , con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura  $C_e$ , prevista ora al Regolamento (UE) n. 305/2011.

#### Marcatura CE per la bulloneria non adatta a precarico

La norma **UNI EN 15048-1** stabilisce che per la bulloneria non adatta a precarico la marcatura CE (riferita all'assieme vite, dado rondelle) sulle etichette deve essere accompagnata da diverse informazioni, in particolare:

- numero d'identificazione dell'organismo certificatore per il marchio CE;
- nome o marchio del produttore dell'assieme;
- numero del certificato di conformità CE;
- riferimento alla norma **UNI EN 15048**;

- designazione del prodotto secondo le diverse parti della **UNI EN 15048**;
- dichiarazione delle eventuali sostanze pericolose. La norma **UNI EN 15048-1** definisce:
  - la marcatura speciale SB su viti e dadi (*Structural Bolting*);
  - le caratteristiche essenziali degli assiemi non adatti al precarico;
  - le modalità di applicazione del marchio CE a tali assiemi.

#### Marcatura CE per la bulloneria adatta a precarico

La norma **UNI EN 14399-1** stabilisce che per la bulloneria (assieme vite, dado e rondelle) adatta a precarico la marcatura CE sulle etichette deve essere accompagnata da diverse informazioni, in particolare:

- numero d'identificazione dell'organismo certificatore per il marchio CE;
- nome o marchio del produttore dell'assieme;
- numero della dichiarazione di prestazioni (DoP);
- riferimento alla norma **UNI EN 14399**;
- designazione del prodotto secondo le diverse parti della **UNI EN 14399**;
- classe K di fornitura, con le seguenti informazioni:
  - $K_0$ : NPD (*no performance determined*);
  - $K_1$ : intervallo dei valori individuali di prova  $k_i$  (per esempio: classe k:  $K_1 0,10 = k = 0,16$ );
  - $K_2$ : il valore medio del fattore  $k$  ( $k_m$ ) e il coefficiente di variazione del fattore  $k$  ( $V_k$ ) (per esempio: classe k:  $K_2 k_m = 0,13$ ;  $V_k = 0,06$ ).

$K$  è il fattore di trasmissione di coppia determinato dalla rilevazione del grafico carico assiale/coppia, tale parametro deve essere indicato dal progettista.

#### Normativa sugli assiemi di bulloneria strutturale

Le norme UNI EN di riferimento per la bulloneria impiegata nelle costruzioni metalliche (assiemi vite + dado + rondella) sono:

##### 1) collegamenti precaricati

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali.*

##### 2) collegamenti non precaricati

**UNI EN 15048-1** – *Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali.*

*Gli assiemi di bulloneria strutturale conformi alla UNI EN 14399-1 sono idonei anche ad essere utilizzati per soddisfare i requisiti della bulloneria strutturale per giunzioni non precaricate di cui alla UNI EN 15048-1.*

Un'ulteriore classificazione è la seguente:

##### 1) bulloni a serraggio controllato

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali.*

##### 2) bulloni non a serraggio controllato

**UNI EN 15048-1** – *Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali.*

Si ritiene utile riportare l'elenco delle norme UNI EN riguardanti la bulloneria strutturale:

##### a) bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 14399-2** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 2: Idoneità al precarico;*

**UNI EN 14399-3** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 3: Sistema HR – Assieme vite e dado esagonali;*

**UNI EN 14399-4** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 4: Sistema HV – Assieme vite e dado esagonali;*

**UNI EN 14399-5** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 5: Rondelle piane;*

**UNI EN 14399-6** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 6: Rondelle piane bisellate.*

##### b) bulloneria strutturale a serraggio controllato

**UNI EN 14399-7** – *Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 7: Sistema HR – Assieme vite con testa svasata piana e dado;*

**UNI EN 14399-8** – *Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 8: Sistema HV – Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado;*

**UNI EN 14399-9** – Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 9: Sistema HR o HV – Rondelle con indicazione di carico per assiami vite e dado;

**UNI EN 14399-10** – Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 10: Sistema HRC – Assiami vite e dado con serraggio calibrato;

c) bulloneria strutturale non a serraggio controllato

**UNI EN 15048-1** – Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali;

**UNI EN 15048-2** – Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 2: Prova di idoneità all'impiego.

### Chiodi

Il chiodo è un elemento di collegamento delle strutture in acciaio composto da un corpo cilindrico e da una testa, i tipi più impiegati sono:

- a testa tonda stretta (o semisferica) stretta;
- a testa svasata piana (o tronco-conica);
- a testa svasata con calotta (o colma);
- a testa troncoconica.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla pertinente norma

**UNI EN 10263.**

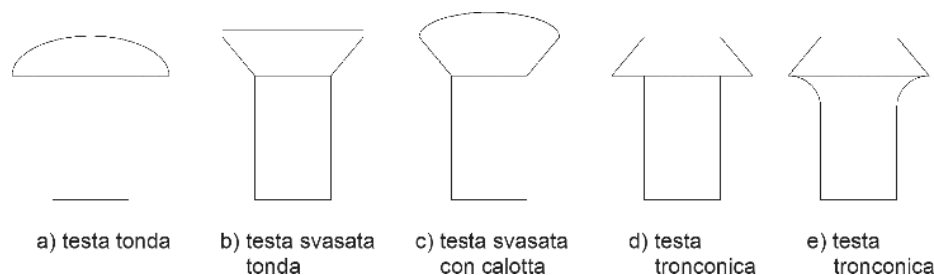


Figura 18.3. Tipi di chiodi per strutture metalliche

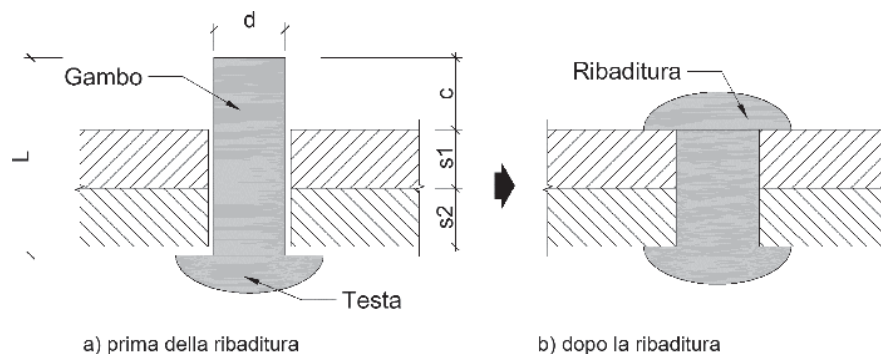


Figura 18.4. Chiodo prima e dopo la ribaditura

### norme di riferimento

**UNI EN 10263-1** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura generali;

**UNI EN 10263-2** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai non destinati al trattamento termico dopo lavorazione a freddo;

**UNI EN 10263-3** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da cementazione;

**UNI EN 10263-4** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo –

*Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da bonifica;*

**UNI EN 10263-5** – *Vergella, barre e filo di acciaio per riscalatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai inossidabili.*

### Connettori a piolo

Le strutture miste in acciaio-calcestruzzo sono realizzate con l'unione di una trave in acciaio e da una soletta in calcestruzzo armato, resi solidali con appositi dispositivi di collegamento; in sintesi si ha:

- la trave in acciaio;
- il dispositivo di connessione fissato o saldato alla trave;
- la soletta in calcestruzzo armato, normale o alleggerita, che può essere gettata anche su lamiera grecata o in lastre.

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5.65$  l'area della sezione trasversale del saggio) = 12;
- rapporto  $f_t/f_y = 1,2$ .

, formula 1,1 dove  $A_0$  è

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti: C = 0,18%, Mn = 0,9%, S = 0,04%, P = 0,05%.

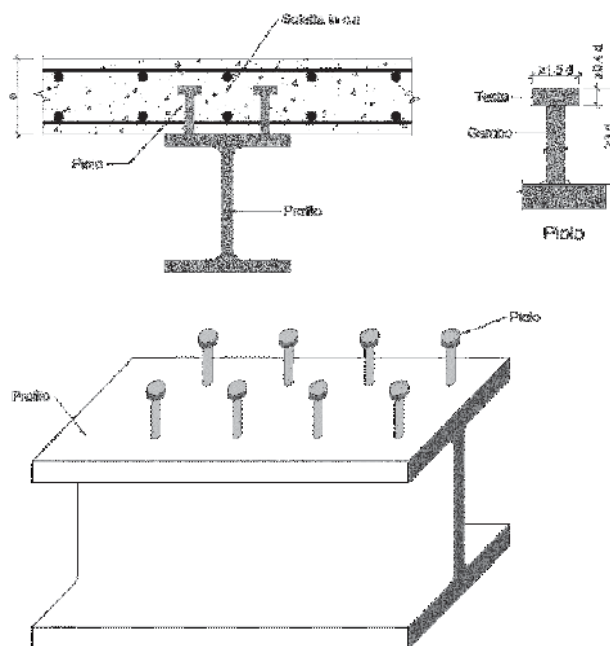


Figura 18.5. Connettori a piolo

### Impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$

riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua,



permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

#### Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni, deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme tecniche per le costruzioni.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'al- lungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} = 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

#### Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere provenienti da centri di produzione

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiera in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiera grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti da officine per la produzione di carpenterie metalliche

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichia- razione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal diret- tore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà

seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 delle Norme tecniche per le costruzioni, ove applicabili.

#### Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001**, e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia

della certificazione del sistema di gestione della qualità. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### 18.8.3. Controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del

D.P.R. n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio

incaricato deve essere sempre firmata dal direttore dei lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, il direttore dei lavori può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del direttore dei lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento e, in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere effettuato dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

I controlli di accettazione devono essere eseguiti prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal direttore dei lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle norme tecniche per le costruzioni o dalla documentazione di progetto per la specifica opera.

I controlli d'accettazione dovranno essere eseguiti dal direttore dei lavori secondo la tipologia dei materiali pervenute in cantiere come prescritto dal paragrafo 11.3.4.11.3 delle Norme tecniche per le costruzioni.

#### Norme di riferimento

##### Esecuzione

**UNI 552** – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni; **UNI 3158** – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;

**UNI EN 1090-1** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici; **UNI EN 1090-2** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;

**UNI EN 1090-3** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;

**UNI EN ISO 377** – Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;

**UNI EN 10002-1** – *Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);*

**UNI EN 10045-1** – *Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.*

#### Elementi di collegamento

**UNI EN ISO 898-1** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;*

**UNI EN 20898-2** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;*

**UNI EN 20898-7** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;*

**UNI 5592** – *Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;*

**UNI EN ISO 4016** – *Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.*

#### Profilati cavi

**UNI EN 10210-1** – *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10210-2** – *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;*

**UNI EN 10219-1** – *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10219-2** – *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.*

#### Prodotti laminati a caldo

**UNI EN 10025-1** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;*

**UNI EN 10025-2** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;*

**UNI EN 10025-3** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;*

**UNI EN 10025-4** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;*

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*

**UNI EN 10025-6** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

### Art. 19. Muratura portante

#### Elementi per muratura

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771** e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, recare la marcatura Ce.

#### Dichiarazione di prestazione

I materiali da costruzione devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione (DoP) in applicazione del Regolamento (UE) n. 305/2011.

**Tabella 19.1. Sistema di valutazione e di verifica della costanza della prestazione**

Specifica tecnica europea di riferimento	Categoria	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione
Specifica per elementi per muratura: elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), in calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale	UNI EN 771-1, UNI EN 771-2, UNI EN 771-3, UNI EN 771-4, UNI EN 771-5, UNI EN 771-6	Categoria I 2+
	Categoria II	4

**19.1.1.1.1. Prove di accettazione**

Oltre a quanto previsto al punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, il direttore dei lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie, e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

**19.1.2. Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali**

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare se gli elementi resistenti artificiali o naturali da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore. Il controllo d'accettazione dovrà essere conforme al punto 11.10.1.1.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, eseguito elaborando i dati dei certificati di prova dei campioni.

Al direttore dei lavori spetta l'obbligo di provare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere, con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

Le modalità di prova sono riportate nella norma **UNI EN 772-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 772-1** – *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione.*

**Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato****Malte a prestazione garantita**

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e deve essere conforme alla norma armonizzata **UNI EN 998-2** e, per i materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue, recare la marcatura Ce, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.2.

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche, grasse, terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle norme vigenti.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la tabella 19.3. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m < 2,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma **UNI EN 1015-11**.

**Tabella 19.2. Sistema di valutazione e di verifica della costanza della prestazione**

Specifiche tecniche europee di riferimento	Uso previsto	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

**Tabella 19.3. Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d			
Resistenza a compressione [N/mm <sup>2</sup> ]				2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal produttore.									

norme di riferimento

**UNI EN 998-2** – *Specifiche per malte per opere murarie. Parte 2: Malte da murature;*

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

**Malte a composizione prescritta**

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume, secondo la tabella 19.4.

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma **UNI EN 1015-11**, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 19.4.

**Tabella 19.4. Classi di malte a composizione prescritta**

Classe	Tipo di malta	Composizione				Sabbia	Pozzolana
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica			
M 2,5	Idraulica	-	1	3	-		
M 2,5	Pozzolana	-	1	-	-	3	
M 2,5	Bastarda	1	2	9	-		
M 5	Bastarda	1	1	5	-		
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-	
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-	

norme di riferimento

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

#### Malte premiscelate

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

#### Malte speciali a base cementizia

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in calcestruzzo armato, impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla direzione dei lavori.

norme di riferimento

**UNI EN 12190** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

#### Prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale

Le prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale mirano a verificare che la resistenza della malta rispetti i valori di progetto assunti e specificati dal progettista.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove deve provvedere all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee e prevede il campionamento di almeno 3 provini prismatici 40 × 40 × 160 mm ogni 350 m<sup>3</sup> di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a composizione prescritta o prodotte in cantiere, oppure ogni 700 m<sup>3</sup> di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a prestazione garantita, da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo quanto indicato

nella norma **UNI EN 1015-11**. Il valore medio delle resistenze a compressione misurate deve risultare maggiore o uguale del valore di progetto.

norme di riferimento

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

## Art. 20. Materiali e prodotti a base di legno

### Generalità

I materiali e prodotti a base di legno per usi strutturali devono essere qualificati secondo le procedure di cui al § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. Per l'applicazione del caso

C) del punto 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni si fa riferimento alle *Linee Guida per l'impiego di prodotti, materiali e manufatti innovativi in legno per uso strutturale* approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le strutture portanti possono essere realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo) o con prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione apposita a carattere particolare.

La produzione, la fornitura e l'utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

### Requisiti ambientali e certificazioni di accompagnamento

I materiali e i prodotti a base di legno devono rispondere ai seguenti requisiti:

- provenire da fonti legali secondo quanto previsto dal Regolamento EUTR (n. 995/2010);
- devono provenire da boschi gestiti in maniera responsabile e/o sostenibile e/o essere co-stituiti da legno riciclato.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la prevista documentazione stabilita dalle norme tecniche per le costruzioni, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori. Per quanto riguarda la provenienza ed il rispetto del Regolamento EUTR la verifica può essere fatta presentando la seguente documentazione:

- a) nome commerciale e nome scientifico delle specie utilizzate e loro origine;
- b) certificazione del prodotto e del fornitore finale rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantiscano la “catena di custodia”, in relazione alla provenienza della materia prima legnosa da foreste gestite in maniera sostenibile o controllata, quali quella del Forest Stewardship Council® (ESC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes™ (PEFC™), o altro equivalente.

Il legno o i prodotti da esso derivati con licenza FLEGT o CITES valida sono considerati conformi al presente criterio e quindi di per sé di provenienza legale.

Per quanto riguarda il contenuto di materiale riciclato la verifica può essere fatta presentando alternativamente una delle seguenti certificazioni:

- certificazione di prodotto FSC® Riciclato (oppure FSC® Recycled), FSC® misto (oppure FSC® mixed) o Riciclato PEFC (oppure PEFC Recyclec™);
- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

In caso di prodotti non in possesso di alcuno dei requisiti sopra elencati, dovrà essere fornita una dichiarazione firmata dal legale rappresentante della ditta produttrice che attesti la conformità al criterio e che includa l'impegno ad accettare un'ispezione da parte di un organismo di valutazione della conformità volta a verificare la veridicità delle informazioni rese.

### Legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** e recare la marcatura Ce.

Qualora non sia applicabile la marcatura Ce, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, si assegna uno specifico profilo resistente, armonizzato con le classi di resistenza proposte dalla **UNI EN 338**, utilizzando metodi di classificazione previsti nelle normative applicabili. Può farsi utile riferimento ai profili resistenti indicati nelle norme **UNI 11035** parti 1, 2 e 3, per quanto applicabili.

In generale è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella **UNI EN 384**.

norme di riferimento

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 338** – *Legno strutturale. Classi di resistenza;*

**UNI EN 384** – *Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica;*

**UNI 11035-1** – *Legno strutturale. Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche;*

**UNI 11035-2** – *Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani;*

**UNI 11035-3** – *Legno strutturale. Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 3: Travi Uso Fiume e Uso Trieste.*

**Legno strutturale con giunti a dita**

I singoli elementi utilizzati per la composizione del legno strutturale con giunti a dita dovranno soddisfare i requisiti minimi della norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza.

Inoltre il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

norme di riferimento

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 387** – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

**Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato**

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato e legno massiccio incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14080** e recare la marcatura Ce ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma **UNI EN 386**.

I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma **UNI EN 387**, e non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, qualora la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

Le singole tavole, per la composizione di legno lamellare, dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza. Per classi di resistenza delle singole tavole superiori a C30 si farà riferimento esclusivo ai metodi di classificazione a macchina.

norme di riferimento

**UNI EN 14080** – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;*

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 386** – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 387** – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

#### Pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue devono essere conformi alla norma **UNI EN 13986**.

Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidità da utilizzare nella progettazione di strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme **UNI EN 12369-1** e **UNI EN 12369-2**. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di dichiarazione di prestazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13986** – *Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura;*

**UNI EN 12369-1** – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra;*

**UNI EN 12369-2** – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. Parte 2: Pannelli di legno compensato.*

#### Pannelli a base di fibra di legno

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezze e larghezze:  $\pm 3$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo .....
- massa volumica:
- per tipo tenero minore di 350 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo duro oltre 800 kg/m<sup>3</sup>.

La superficie dei pannelli a base di fibra di legno potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante ..... (placcatura, carte impregnate, smalti, altro).

I pannelli a base di fibra di legno dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assorbimento di acqua di massimo ..... (misurato secondo .....);
- resistenza minima a trazione ..... (misurata secondo .....);
- resistenza minima a compressione ..... (misurata secondo .....);
- resistenza minima a flessione ..... (misurata secondo .....).
- .....

#### norme di riferimento

**UNI EN 316** – *Pannelli di fibra di legno. Definizione, classificazione e simboli;*

**UNI EN 318** – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa;*

**UNI EN 320** – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti;*

**UNI EN 321** – *Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido.*

#### Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento

I pannelli a base di particelle di legno legate con resina o legate con cemento, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- a) pannelli di particelle legate con resina:
  - classe tecnica ..... (P2, P3, P4, P5, P6, P7);
  - tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;



- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica ..... kg/ m<sup>3</sup>;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con .....
- resistenza al distacco degli strati esterni ..... N/ mm<sup>2</sup> minimo.

I pannelli a base di particelle di legno legate dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo .....
- assorbimento massimo d'acqua ..... %, misurato secondo .....
- resistenza minima a flessione di ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....

b) pannelli di particelle legate con cemento:

- classe tecnica ..... (1, 2);
- tolleranze sulla lunghezza e sulla larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica ..... kg/ m<sup>3</sup>;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con .....

I pannelli di particelle legate con cemento dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo .....
- assorbimento massimo d'acqua ..... %, misurato secondo .....
- resistenza minima a flessione di ..... N/ mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....

La valutazione di conformità deve essere eseguita con riferimento alla norma **UNI EN 13986**.

---

norme di riferimento

**UNI EN 309** – Pannelli di particelle di legno. Definizione e classificazione;

**UNI EN 311** – Pannelli di particelle di legno. Resistenza al distacco degli strati esterni dei pannelli di particelle. Metodo di prova;

**UNI EN 312-1** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli;

**UNI EN 312-2** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli per uso generale in ambiente secco;

**UNI EN 312-3** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli. Requisiti dei pannelli per allestimenti interni (inclusi i mobili) per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-4** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-5** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente umido;

**UNI EN 312-6** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-7** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente umido;

**UNI EN 317** – Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua;

**UNI EN 319** – Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello;

**UNI EN 13986** – Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.

#### Pannelli di legno compensato e paniforti

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezze e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo .....

- grado di incollaggio ..... (da 1 a 10), misurato secondo la norma **UNI EN 314-1 e 2**. I pannelli di legno compensato e paniforti dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- resistenza minima a trazione ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- resistenza minima a flessione statica ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- .....

norme di riferimento

**UNI EN 313-1** – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione*; **UNI EN 313-2** – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Terminologia*; **UNI EN 314-1** – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova*; **UNI EN 314-2** – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti*;

**UNI EN 315** – *Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali*.

**Prodotti derivati dal legno per uso strutturale**

I prodotti derivati dal legno per uso strutturale devono essere qualificati nei casi in cui:

- a) non sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue;
- b) non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza), e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche;
- c) non siano ricadenti in una delle tipologie a) o b). In tali casi il produttore potrà pervenire alla marcatura Ce in conformità al benessere tecnico europeo (eta), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio tecnico centrale sulla base di linee guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

**Adesivi per usi strutturali**

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

**Adesivi per elementi incollati in stabilimento**

Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della **UNI EN 301**. Gli adesivi poliuretanici e isocianati devono soddisfare i requisiti della **UNI EN 15425**.

Gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella **UNI EN 301**, tramite idonee prove comparative.

norme di riferimento

**UNI EN 301** – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali*;

**UNI EN 15425** – *Adesivi. Poliuretani monocomponenti per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

**Adesivi per giunti realizzati in cantiere**

Gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma **UNI EN 301**) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

norme di riferimento

**UNI EN 301** – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

**Elementi di collegamento**

Le capacità portanti e le deformabilità dei mezzi di unione utilizzati nei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove meccaniche, per il cui svolgimento può farsi utile riferimento alle norme **UNI EN 1075**, **UNI EN 1380**, **UNI EN 1381**, **UNI EN 26891**, **UNI EN ISO 8970** e alle altre pertinenti norme europee.

### Elementi meccanici di collegamento

Per tutti gli elementi meccanici che fanno parte di particolari di collegamento metallici e non metallici – quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc. – le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

I dispositivi di collegamento impiegati debbono essere accompagnati da idonei certificati rilasciati dal fabbricante.

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.

---

#### norme di riferimento

**UNI ISO 2081** – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.*

### Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno

Il legno ed i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti ad un trattamento preservante in accordo alla **UNI EN 15228**. Inoltre, quale utile riferimento ai fini della valutazione della durabilità dei materiali a base di legno, si precisa quanto segue:

- la norma **UNI EN 350-1** fornisce indicazioni sui metodi per la determinazione della durabilità naturale e i principi di classificazione delle specie legnose basati sui risultati di prova;
- la norma **UNI EN 350-2** fornisce una classificazione della durabilità del legno massiccio nei confronti di funghi, coleotteri, termiti e organismi marini;
- la norma **UNI EN 460** fornisce una guida alla scelta delle specie legnose in base alla loro durabilità naturale nelle classi di rischio così come definite dalla **UNI EN 335**;
- la norma **UNI EN 335** fornisce una guida per l'applicazione del sistema delle classi di rischio secondo le definizioni fornite nella norma stessa.

Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno ed alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle norme **UNI EN 599-1** e **UNI EN 599-2**.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 15228** – *Legno strutturale. Legno strutturale trattato con preservanti contro l'attacco biologico;*

**UNI EN 335-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 1: Generalità;*

**UNI EN 335-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 2: Applicazione al legno massiccio;*

**UNI EN 335-3** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di rischio di attacco biologico. Applicazione ai pannelli a base di legno;*

**UNI EN 599-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Specifiche secondo le classi di rischio;*

**UNI EN 599-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Classificazione ed etichettatura;*

**UNI EN 350-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno;* **UNI EN 350-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa;*

**UNI EN 460** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio.*

### Segati di legno

I segati di legno debbono essere forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021-2**;

- difetti visibili ammessi ....., valutati, in funzione della qualità, secondo le seguenti norme:
  - a) conifere:
    - ISO 1029** – *Segati di conifere. Difetti. Classificazione;*
    - ISO 1030** – *Segati di conifere. Difetti. Misurazione;*
    - ISO 1031** – *Segati di conifere. Difetti. Termini e definizioni.*
  - b) latifoglie:
    - ISO 2299** – *Segati di latifoglie. Difetti. Classificazione;*
    - ISO 2300** – *Segati di latifoglie. Difetti. Termini e definizioni;*
    - ISO 2301** – *Segati di latifoglie. Difetti. Misurazione;*
    - UNI 8947** – *Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.*
  - c) trattamenti preservanti con metodo ..... e comunque resistenti ai ....., valutati secondo le seguenti norme:
    - UNI 8662-1** – *Trattamenti del legno. Termini generali;*
    - UNI 8662-2** – *Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione;*
    - UNI 8662-3** – *Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione;*
    - UNI 8859** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);*
    - UNI 8976** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto;*
    - UNI 8940** – *Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto;*
    - UNI 9090** – *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico;*
    - UNI 9092-2** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante;*
    - UNI 9030** – *Segati di legno. Qualità di essiccazione.*

#### Documentazione d'accompagnamento per le forniture

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da:

- una copia della documentazione di marcatura CE, secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione applicabile al prodotto, oppure copia dell'attestato di qualificazione o del certificato di valutazione tecnica rilasciato dal Servizio tecnico centrale;
- dichiarazione di prestazione di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011 oppure dichiarazione resa dal legale rappresentante dello stabilimento in cui vengono riportate le informazioni riguardanti le caratteristiche essenziali del prodotto ed in particolare:
  - la classe di resistenza del materiale, l'euroclasse di reazione al fuoco e il codice identificativo dell'anno di produzione; sulla stessa dichiarazione deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Nel caso di prodotti provenienti da un centro di lavorazione, oltre alla suddetta documentazione, le forniture devono accompagnare da:

- una copia dell'attestato di denuncia dell'attività del centro di lavorazione;
- la dichiarazione del direttore tecnico della produzione inerente la descrizione delle lavorazioni eseguite.

#### Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori per tutte le tipologie di materiali e prodotti a base di legno e sono demandati al direttore dei lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare quanto in precedenza indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove deve provvedere all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

Qualora i risultati dei controlli di accettazione non risultassero soddisfacenti, il direttore dei lavori deve rifiutare la fornitura. Il direttore dei lavori potrà far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti.

#### Specifiche per ogni tipologia

Per gli **elementi di legno massiccio**, su ogni lotto di fornitura, dovrà essere eseguita obbligatoriamente una nuova classificazione visuale in cantiere su almeno il 5% degli elementi costituenti il lotto di fornitura, da confrontare

con la classificazione effettuata nello stabilimento.

Per gli **elementi di legno lamellare** dovrà essere acquisita la documentazione relativa alla classificazione delle tavole e alle prove meccaniche distruttive svolte obbligatoriamente nello stabilimento di produzione relativamente allo specifico lotto della fornitura in cantiere (prove a rottura sul giunto a pettine e prove di taglio e/o delaminazione sui piani di incollaggio). Inoltre, su almeno il 5% del materiale pervenuto in cantiere deve essere eseguito il controllo della disposizione delle lamelle nella sezione trasversale e la verifica della distanza minima tra giunto e nodo, secondo le disposizioni della **UNI EN 14080**.

Per gli **altri elementi giuntati**, dovrà essere acquisita la documentazione relativa alla classificazione del materiale base e alle prove meccaniche previste nella documentazione relativa al controllo di produzione in fabbrica, svolte obbligatoriamente in stabilimento relativamente allo specifico lotto della fornitura in cantiere. Inoltre, su almeno il 5% del materiale pervenuto in cantiere deve essere eseguito il controllo della disposizione delle lamelle nella sezione trasversale e la verifica della distanza minima tra giunto e nodo, secondo le disposizioni delle specifiche tecniche applicabili.

Infine, su almeno il 5% degli **elementi di legno lamellare e degli elementi giuntati forniti in cantiere** deve essere eseguito il controllo dello scostamento dalla configurazione geometrica teorica secondo le tolleranze di progetto previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per gli **elementi meccanici di collegamento**, in fase di accettazione in cantiere, il direttore dei lavori verifica la prevista documentazione di qualificazione, la corrispondenza dimensionale, geometrica e prestazionale a quanto previsto in progetto, ed acquisisce i risultati delle prove meccaniche previste nelle procedure di controllo di produzione in fabbrica. Il direttore dei lavori effettua, altresì, prove meccaniche di accettazione in ragione della criticità, della differenziazione e numerosità degli elementi di collegamento.

#### Ulteriori prove distruttive e non distruttive

Nei casi in cui non siano soddisfatti i controlli di accettazione, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza dei materiali o dei prodotti a quanto dichiarato, oppure qualora si tratti di elementi lavorati in situ, oppure non si abbiano a disposizione le prove condotte in stabilimento relative al singolo lotto di produzione, si deve procedere ad una valutazione delle caratteristiche prestazionali degli elementi attraverso una serie di prove distruttive e non distruttive con le modalità specificate di seguito:

- a) per quanto riguarda il legno massiccio potrà farsi utile riferimento ai criteri di accettazione riportati nella norma **UNI EN 384**;
- b) per il legno lamellare e gli altri elementi giuntati, in considerazione dell'importanza dell'opera, potranno essere effettuate, da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prove di carico in campo elastico anche per la determinazione del modulo elastico parallelo alla fibratura secondo le modalità riportate nella **UNI EN 408** o nella **UNI EN 380**, ciascuna in quanto pertinente.

### **Art. 21. Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.**

#### Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati in c.a. e c.a.p. devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del calcestruzzo, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

#### Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti. Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del calcestruzzo secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

### **Marcatura**

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

### **Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori**

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione deve comprendere:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001;

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

### **Responsabilità del progettista e del direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, del progettista dell'opera e del direttore dei lavori**

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

#### Tolleranze di produzione e montaggio dei componenti

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

### **Art. 22. Elementi per solai misti in calcestruzzo armato e laterizio**

#### Generalità

Si definiscono solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

#### Solai *misti* di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati in laterizio

Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

Per i solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si possono distinguere le seguenti categorie di blocchi:

- blocchi non collaboranti aventi prevalente funzione di alleggerimento. In unione con il calcestruzzo di completamento le pareti laterali dei blocchi e la parete orizzontale superiore possono, se è garantita una perfetta aderenza con il calcestruzzo, partecipare rispettivamente alla resistenza alle forze di taglio e all'aumento della rigidità flessionale;
- blocchi collaboranti aventi funzione statica in collaborazione con il calcestruzzo. Essi partecipano alla definizione della sezione resistente ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi, nonché alla definizione delle deformazioni.

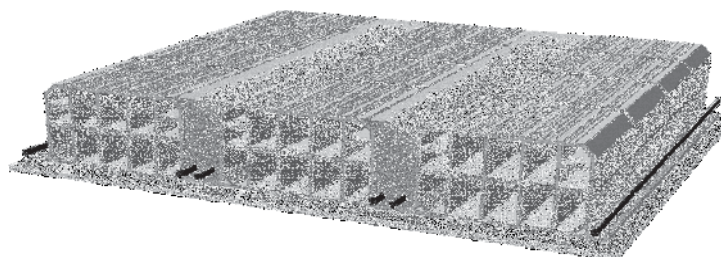
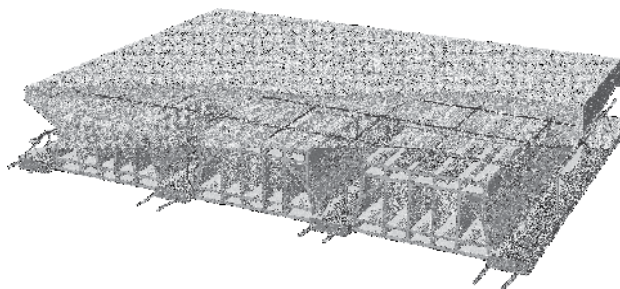
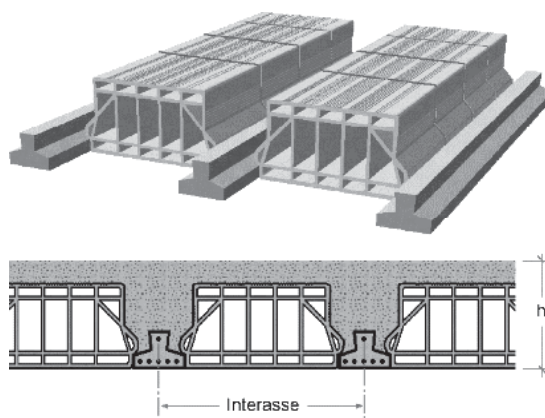


Figura 22.1. Esempio di solaio in calcestruzzo armato e blocchi di laterizio con travetti gettati in opera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

Figura 22.2. Esempio di solaio in calcestruzzo o armato a travetti tralicciati e blocchi di laterizio interposti<sup>2</sup>Figura 22.3. Esempio di solaio a travetti prefabbricati in calcestruzzo armato e blocchi di laterizio interposti<sup>3</sup>

#### Caratteristiche minime dei blocchi forati di laterizio

I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti che non collaboranti, devono possedere determinate caratteristiche minime.

Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di calcestruzzo da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di calcestruzzo, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

<sup>2</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

<sup>3</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

Le pareti esterne, sia orizzontali che verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le pareti interne sia orizzontali che verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 \cdot h$  (dove  $h$  è l'altezza del blocco in cm,  $h = 32$  cm).



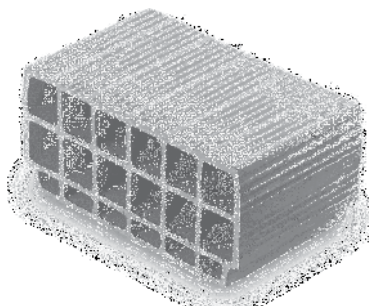


Figura 22.4. Esempio di blocco di laterizio per solaio a travetti<sup>4</sup>

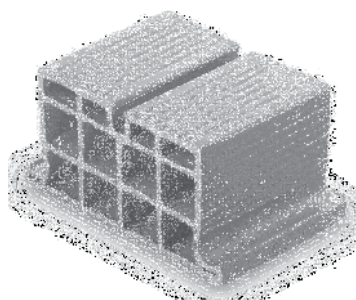


Figura 22.5. Esempio di blocco di laterizio per solaio gettato in opera<sup>5</sup>

#### Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio

Ogni fornitura di elementi in laterizio per solai deve essere accompagnata da una dichiarazione di prestazione attestante la rispondenza della fornitura ai limiti d'accettazione (fessure, scagliature, incisioni, ecc.) stabiliti dalla tabella A della norma **UNI 9730-2**.

I difetti visibili come le protuberanze, le scagliature, le incisioni o le sbavature sono ammessi dalla norma **UNI 9730-2**, a condizione che non influiscano sulle caratteristiche meccaniche. In caso contrario deve essere eseguita la prova a punzonamento o di resistenza a compressione nella direzione dei fori.

<sup>4</sup> <http://www.wienerberger.it>.

<sup>5</sup> <http://www.wienerberger.it>.

---

#### norme di riferimento

**UNI 9730-2** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

**UNI 9730-3** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

#### Caratteristiche fisico-meccaniche

I blocchi di entrambe le categorie (collaboranti e non collaboranti) devono garantire una resistenza a punzonamento o punzonamento-flessione (nel caso in cui siano del tipo interposto) per carico concentrato non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato nel punto della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco.

Per i blocchi collaboranti (categoria B), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 10 N/mm<sup>2</sup>.

Per i blocchi non collaboranti (categoria A), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 7 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm ·

spessore, deve essere non minore di  $7 \text{ N/mm}^2$ .

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a  $25 \text{ kN/mm}^2$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere  $\alpha_t = 6 - 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle norme tecniche per le costruzioni, deve essere minore di  $4 - 10^{-4}$ .

#### Solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

Per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso possono impiegarsi anche blocchi diversi dal laterizio, con la sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc. devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

#### Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle norme tecniche per le costruzioni.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una ridistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata, e bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13224** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai;*

**UNI EN 13747** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;*

**UNI EN 15037-1** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.*

#### Stoccaggio dei travetti

Il sollevamento dei travetti deve avvenire con cavi di acciaio o dispositivi a bilancia, provvisti di ganci di sicurezza, in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti (figura 22.6).

Lo stoccaggio dei travetti deve essere eseguito disponendoli in cataste costituite da strati successivi poggianti su listelli di legno collocati sulla stessa verticale e in corrispondenza del vertice delle staffe del traliccio. Il piano di posa delle cataste deve essere ben livellato e compattato.

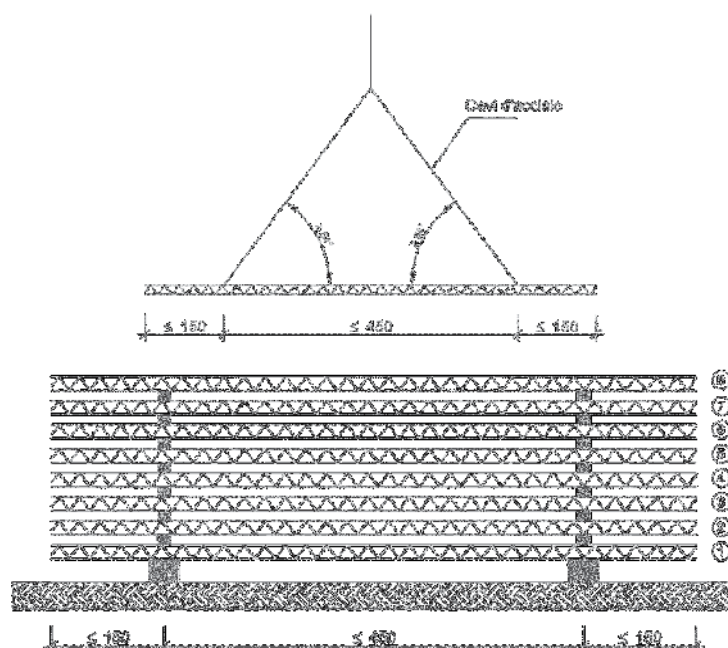


Figura 22.6. Esempio di stoccaggio di travetti tralicciati

### Art. 23. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo

#### Generalità

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

#### Acciaio

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **UNI EN 10025-5**). Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle norme tecniche per le costruzioni.

#### norme di riferimento

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.*

#### Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m<sup>3</sup>, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC 40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.

Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

### Travi con soletta collaborante

Alcune tipologie di sezione composte per travi in acciaio con soletta collaborante sono riportate in figura 23.1.

Qualora la trave di acciaio sia rivestita dal calcestruzzo, le anime possono essere trattate come vincolate trasversalmente ai fini della classificazione della sezione purché il calcestruzzo sia armato, collegato meccanicamente alla sezione di acciaio e in grado di prevenire l'instabilità dell'anima e di ogni parte della piattabanda compressa nella direzione dell'anima.



Figura 23.1. Tipologie di sezione composte per travi in acciaio con soletta collaborante

### Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm. L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno 3 volte il diametro del gambo del piolo,  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere  $1,5$  volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a  $2,5$  volte lo spessore dell'ala.

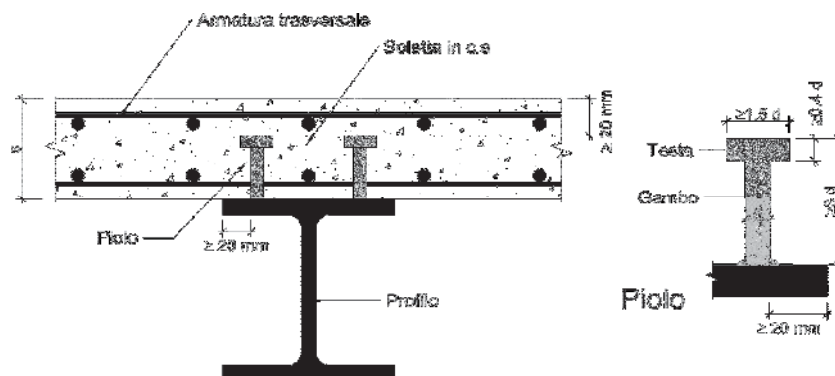


Figura 23.2. Spessore minimo del copriferro sopra il piolo e dimensioni minime del piolo

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di 2 volte il diametro

del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm (figura 23.3).

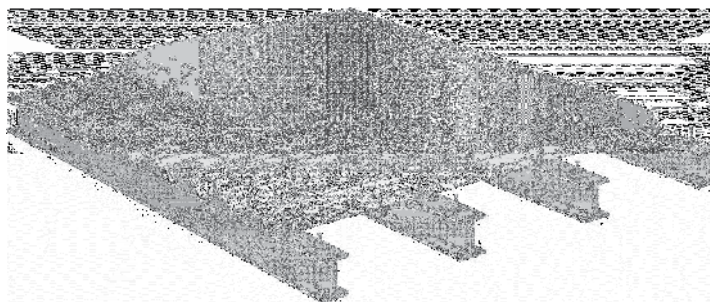


Figura 23.3. Connettori fissati a freddo tramite chiodi in acciaio ad altissima resistenza utilizzati con lamiera grecata (fonte: www.tecnaria.com)

### 23.5. Colonne composte

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:

- sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.

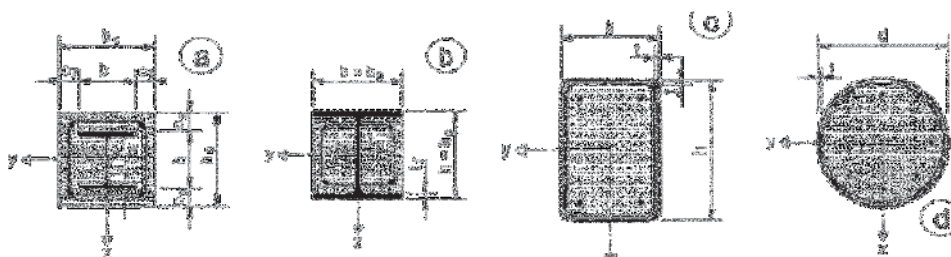


Figura 23.4. Tipi di sezioni per colonne composte

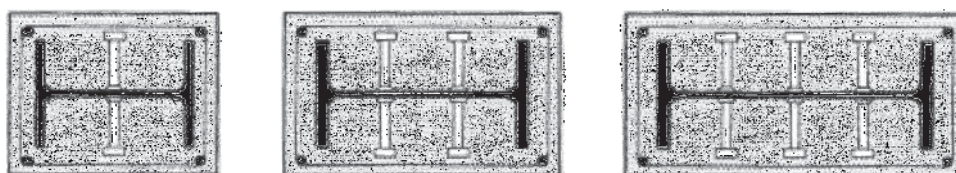


Figura 23.5. Disposizione dei pioli per la connessione meccanica acciaio-calcestruzzo

#### 23.5.1. Copriferro

Il copriferro deve rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di  $1/6$  della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

### 23.6. Solette composte con lamiera grecata

Si definisce come composta una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

## Art. 24. Appoggi strutturali

### Generalità

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di

trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.

Gli appoggi strutturali, per i quali si applica quanto specificato al punto A del paragrafo

11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 1337** e recare la marcatura Ce. Si applica il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione, previsto nelle pertinenti specifiche tecniche armonizzate per le applicazioni critiche. In aggiunta a quanto previsto al citato punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

---

norme di riferimento

**UNI EN 1337-1** – *Appoggi strutturali. Regole generali di progetto;*

**UNI EN 1337-2** – *Appoggi strutturali. Parte 2: Elementi di scorrimento;* **UNI EN 1337-3** – *Appoggi strutturali. Parte 3: Appoggi elastomerici;* **UNI EN 1337-4** – *Appoggi strutturali. Parte 4: Appoggi a rullo;*

**UNI EN 1337-5** – *Appoggi strutturali. Parte 5: Appoggi a disco elastomerico;*

**UNI EN 1337-6** – *Appoggi strutturali. Parte 6: Appoggi a contatto lineare;*

**UNI EN 1337-7** – *Appoggi strutturali. Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE;*

**UNI EN 1337-8** – *Appoggi strutturali. Parte 8: Guide e ritegni;*

**UNI EN 1337-9** – *Appoggi strutturali. Protezione;*

**UNI EN 1337-10** – *Appoggi strutturali. Parte 10: Ispezione e manutenzione;*

**UNI EN 1337-11** – *Appoggi strutturali. Trasporto, immagazzinamento e installazione.*

#### Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione

Ogni fornitura deve essere accompagnata dalla documentazione di marcatura CE ovvero da copia del certificato di valutazione tecnica, nonché dal manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera e la manutenzione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture prive della documentazione di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del fabbricante del sistema stesso; dovrà inoltre effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti e/o delle principali prestazioni degli appoggi, al fine di verificare la conformità degli appoggi stessi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

### **Art. 25. Dispositivi antisismici e controllo delle vibrazioni**

#### Generalità

Per dispositivi antisismici e di controllo delle vibrazioni si intendono gli elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica di una struttura, per esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la forma dei modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasmessa alla struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica o dinamica. Tutti i dispositivi devono avere una vita di servizio maggiore di 10 anni nel campo di temperatura di riferimento indicato nelle specifiche tecniche applicabili a ciascun dispositivo. In assenza di indicazioni riportate nelle suddette specifiche tecniche il campo di temperatura di riferimento deve essere almeno compreso fra  $-15^{\circ}\text{C}$  e  $+45^{\circ}\text{C}$ . Per opere particolari, per le quali le temperature prevedibili non rientrano nel suddetto intervallo, potrà farsi riferimento a campi di temperatura diversi da quello sopra citato; per dispositivi operanti in luoghi protetti, si può assumere un campo di temperatura ridotto in relazione ai valori estremi di temperatura ambientale. Devono essere previsti piani di manutenzione e di sostituzione allo scadere della vita di servizio, senza significativi effetti sull'uso delle strutture in cui sono installati.

---

norme di riferimento

**UNI EN 15129** – *Dispositivi antisismici.*

#### Tipologie di dispositivi

In generale, le norme tecniche, individuano le seguenti tipologie di dispositivi:

- a) dispositivi di vincolo temporaneo**, utilizzati per obbligare i movimenti in uno o più direzioni secondo modalità differenziate a seconda del tipo e dell'entità dell'azione. Si distinguono in:



- dispositivi di vincolo del tipo cosiddetto *a fusibile*, che impediscono i movimenti relativi fra le parti collegate sino al raggiungimento di una soglia di forza oltre la quale, al superamento della stessa, consentono tutti i movimenti. Abitualmente sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle condizioni di servizio, consentendone il libero funzionamento durante il terremoto di progetto, senza modificarne il comportamento;
- dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio, caratterizzati dalla capacità di solidarizzare gli elementi che collegano, in presenza di movimenti relativi rapidi quali quelli sismici,

e di lasciarli liberi, o quasi, in presenza di movimenti relativi lenti imposti o dovuti ad effetti termici.

**b) dispositivi dipendenti dallo spostamento**, a loro volta suddivisi in:

- dispositivi a comportamento lineare o *lineari*, caratterizzati da un legame forza- spostamento sostanzialmente lineare, fino ad un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità. Nella fase di scarico non devono mostrare spostamenti residui significativi;
- dispositivi a comportamento non lineare o *non lineari*, caratterizzati da un legame forza- spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità.

**c) dispositivi dipendenti dalla velocità**, detti anche *dispositivi a comportamento viscoso* o *viscosi*, caratterizzati dalla dipendenza della forza soltanto dalla velocità o da velocità e spostamento contemporaneamente. Il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di un fluido viscoso attraverso orifici o sistemi di valvole;

**d) dispositivi di isolamento o isolatori**, che svolgono fundamentalmente la funzione di sostegno dei carichi verticali, con elevata rigidezza in direzione verticale e bassa rigidezza o resistenza in direzione orizzontale, permettendo notevoli spostamenti orizzontali. A tale funzione possono essere o meno associate quelle di dissipazione di energia, di ricentraggio del sistema, di vincolo laterale sotto carichi orizzontali di servizio (non sismici). Essendo fundamentalmente degli apparecchi di appoggio, essi devono rispettare le relative norme per garantire la loro piena funzionalità rispetto alle azioni di servizio;

**e) dispositivi costituiti da una combinazione delle precedenti categorie**. In generale, sono individuate le seguenti tipologie di isolatori:

- isolatori elastomerici, costituiti da strati alternati di materiale elastomerico (gomma naturale o materiali artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero, risultano fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali);
- isolatori a scorrimento, costituiti da appoggi a scorrimento caratterizzati da bassi valori delle resistenze per attrito.

#### Procedure di qualificazione

I dispositivi antisismici, per i quali si applica quanto specificato al punto A) del § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 15129** e recare la Marcatura CE. Si applica il sistema di Attestazione della Conformità o di valutazione e verifica della costanza della prestazione previsto nella suddetta norma europea armonizzata per le applicazioni critiche.

Nel caso di dispositivi antisismici non ricadenti, o non completamente ricadenti, nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129**, si applica il caso C) del § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. In aggiunta a quanto previsto ai punti A) o C) del §

11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera e la manutenzione.

Le procedure di qualificazione hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo è in grado di mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto.

#### Documenti di accompagnamento delle forniture

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi dell'attestato di conformità o dell'attestato di qualificazione, della certificazione del processo di produzione, dei rapporti di prova e le caratteristiche dichiarate dal produttore.

#### Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori per tutte le tipologie di dispositivi e sono demandati al direttore dei lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare la prescritta

documentazione di qualificazione, e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Il direttore dei lavori dovrà inoltre effettuare la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché le prove di accettazione di seguito specificate.

Le prove di accettazione devono essere eseguite e certificate da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, dotato di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione.

Per i dispositivi rientranti nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129**, le metodologie per le prove di accettazione ed i relativi criteri di valutazione, ove non diversamente specificato nel seguito, sono quelli indicati, per ciascun tipo di dispositivo, nella suddetta norma europea armonizzata con riferimento alle prove di Controllo di Produzione in Fabbrica (*Factory Production Control tests*). Il numero dei dispositivi da sottoporre a prove di accettazione è di seguito specificato per ciascun tipo di dispositivo.

È possibile impiegare, ai fini delle prove di accettazione, le prove di Controllo di Produzione in Fabbrica effettuate nell'ambito del mantenimento della qualificazione dei dispositivi stessi ai sensi della norma europea sopra detta, nel numero che la stessa norma prevede, a condizione che:

- il campionamento dei dispositivi sia stato effettuato, sui lotti destinati allo specifico cantiere, dal direttore dei lavori del cantiere stesso;
- le prove siano eseguite e certificate da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, dotato di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione.

I suddetti certificati riportino esplicitamente l'indicazione del o dei cantieri ove viene utilizzata la fornitura.

Per dispositivi non ricadenti nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129** le prove di accettazione, che rimangono obbligatorie, saranno eseguite secondo le modalità e con i criteri di valutazione riportate nelle specifiche tecniche europee, oppure nella Certificazione di valutazione tecnica, di riferimento.

Qualora i risultati dei controlli di accettazione non risultassero soddisfacenti, il direttore dei lavori rifiuta la fornitura.

I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione o di accettazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è almeno di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove, e comunque previo accertamento della loro perfetta integrità e piena funzionalità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione ed il controllo dei relativi parametri di verifica.

#### Dispositivi a comportamento lineare

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico, e la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo, e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna e all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova devono essere stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova “quasi statica”, imponendo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d_2$ .

Qualora il dispositivo abbia caratteristiche costruttive analoghe a quelle di un isolatore elastomerico ne sia geometricamente simile e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante dei carichi verticali, le prove di accettazione dovranno essere condotte secondo le modalità e numerosità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con la seguente variante:

- caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce, superiori ed inferiori del dispositivo in opera.

#### 25.7. Dispositivi a comportamento non lineare

I dispositivi a comportamento non lineare possono realizzare comportamenti meccanici diversi, ad elevata o bassa



dissipazione di energia, con riduzione o incremento della rigidità al crescere dello spostamento, con o senza spostamenti residui all'azzeramento della forza.

**Prove di accettazione sui materiali**

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

**25.8. Dispositivi a comportamento viscoso**

I dispositivi a comportamento viscoso trasmettono, in generale, soltanto azioni orizzontali, e hanno rigidità trascurabile rispetto alle azioni verticali.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità, onde evitare effetti di trafilamento e deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In ogni caso la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi sessagesimali.

I dispositivi devono evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso.

La costruzione del dispositivo deve consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

**Prove di accettazione sui materiali**

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

**Isolatori elastomerici**

Gli isolatori devono avere pianta con due assi di simmetria ortogonali, così da presentare un comportamento il più possibile indipendente dalla direzione dell'azione orizzontale agente. Ai fini della determinazione degli effetti di azioni perpendicolari agli strati, le loro dimensioni utili devono essere riferite alle dimensioni delle piastre in acciaio, depurate di eventuali fori, mentre per gli effetti delle azioni parallele alla giacitura degli strati si considererà la sezione intera dello strato di gomma.

Le piastre di acciaio devono essere conformi a quanto previsto nelle norme per gli apparecchi di appoggio, con un allungamento minimo a rottura del 18% e spessore minimo pari a 2 mm per le piastre interne e a 20 mm per le piastre esterne.

**Prove di accettazione sui materiali**

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni e aggiunte:

- le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C;
- la variazione del modulo  $G$  deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale;
- il modulo  $G$  deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a  $\pm 100\%$ .

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

#### Isolatori a scorrimento

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sulle superfici di scorrimento sono quelle previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le prestazioni sismiche, su almeno un dispositivo completo di tali parti supplementari verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d_2$ . Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### 25.11. Dispositivi a vincolo rigido del tipo a fusibile

I dispositivi a fusibile sono classificabili in due categorie:

- di tipo meccanico, quando lo svincolo è determinato dal rilascio di fermi sacrificali;
- di tipo idraulico, quando lo svincolo è governato dall'apertura di una valvola di sovrappressione.

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme per la determinazione della tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo, e le caratteristiche di viscosità del fluido, se presente. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e ad accertare la costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi saranno effettuate con le modalità di seguito indicate, e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ :

- misura della geometria esterna, con tolleranza di  $\pm 10\%$  sugli spessori e  $\pm 5\%$  sulle lunghezze, per i componenti determinanti ai fini del comportamento;
- valutazione della capacità di sostenere almeno 3 cicli monotonicamente con carico massimo impresso pari al valore di progetto di servizio, con una tolleranza del  $+10\%$ , in assenza di snervamenti o rotture;
- valutazione della forza di rilascio, sottoponendo il campione ad un carico monotonicamente sino al raggiungimento della rottura del fusibile (forza di rilascio). La tolleranza, rispetto al valore di progetto, deve essere pari a  $\pm 15\%$ .

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### 25.12. Dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio

La corsa disponibile deve essere funzione dello spostamento di progetto non sismico, derivante da azioni lente – quali effetti termici, ritiro, viscosità – e da qualsiasi altro spostamento relativo che può interessare le parti che il dispositivo connette, incluso lo spostamento dovuto alla comprimibilità del fluido in presenza di azione sismica. In ogni caso, la corsa non deve essere minore di  $\pm 50$  mm per i ponti e di  $\pm 25$  mm per gli edifici.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità onde evitare effetti di trafilamento e

deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In ogni caso, la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi.

I dispositivi devono essere progettati in modo da evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di sopportare le accelerazioni laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali allo SLC e, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza minima pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

Il fattore di sicurezza nei confronti delle sovrappressioni, rispetto alle condizioni di progetto sismico allo SLC deve essere pari ad 1,5, salvo che per i dispositivi dotati di sistema di protezione dal sovraccarico incorporato, per i quali il sistema deve attivarsi per una forza minore del 110% della forza di progetto, e il fattore di sicurezza deve essere assunto almeno pari ad 1.1.

La velocità di attivazione dei dispositivi, tipicamente, deve essere compresa tra 0,5 mm/s e 5 mm/s, ovvero per valori decisamente maggiori di 0,01 mm/s.

#### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

#### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo potrà essere utilizzato nella costruzione, salvo verifica della sua perfetta integrità al termine delle prove.

Per le prove di accettazione per le quali non ci si avvalga delle prove di controllo di produzione in fabbrica, la prova di "sovrappressione" è effettuata secondo la valutazione del comportamento rispetto ad un sovraccarico, accertando che il dispositivo attivi il meccanismo di protezione dalle sovrappressioni per una forza minore ad 1,5 volte quella di progetto, se dotato di meccanismo di protezione interno, o che non subisca né perdite di fluido né alcun danno al sistema, se ne è sprovvisto, sotto l'applicazione della storia di carico seguente:

- a) raggiungimento del carico di progetto in meno di 0,5 secondi e mantenimento costante dello stesso per almeno 5 secondi;
- b) inversione del carico in meno di 1 secondo e mantenimento costante dello stesso per un tempo stabilito per almeno 5 secondi.

### 3

## MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

### Art. 26. Gesso ed elementi in gesso

#### Generalità

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Deve presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

norma di riferimento

**UNI 5371** – *Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.*

#### Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi

Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità

del gesso contenuto.

La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

#### Requisiti ambientali

I prodotti in gesso, denominati lastre di cartongesso, destinati alla posa in opera di sistemi a secco tipo: tamponature, tramezzature e controsoffitti, devono:

- essere accompagnati dalle informazioni sul loro profilo ambientale secondo il modello delle dichiarazioni di prodotto di Tipo III;
- avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla **norma ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio. Tale documentazione dovrà essere fornita al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Lastre di gesso rivestito

Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabili per la costruzione di pareti, contropareti e soffitti, e in generale, per le finiture d'interni. Le lastre rivestite sono costituite da un nucleo di gesso ottenuto dalle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entrambi i lati con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle superfici può variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere additivi per conferire ulteriori proprietà aggiuntive.

Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici con viti autofilettanti, o alle strutture di legno con chiodi, oppure incollate al sottofondo con collanti a base di gesso o altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.

#### norme di riferimento

---

**UNI 10718** – *Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;*

**UNI EN 520** – *Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;*

**UNI 9154-1** – *Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;*

**UNI EN 14195** – *Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Pannelli per controsoffitti

La controsoffittatura interna preferibilmente ispezionabile, deve essere realizzata con pannelli in gesso alleggerito in classe 0 di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista/seminascosta atta a garantire una resistenza al fuoco REI ..... (per esempio 120).

I pannelli devono avere colore bianco naturale, delle dimensioni di ..... mm (per esempio 600 mm · 600 mm) e spessore ..... mm, con resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%.

I pannelli devono garantire un coefficiente di fonoassorbimento = .....

L'orditura metallica sarà realizzata con profili perimetrali a L e profili portanti a T in lamiera d'acciaio zincata e preverniciata, fissata al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili.

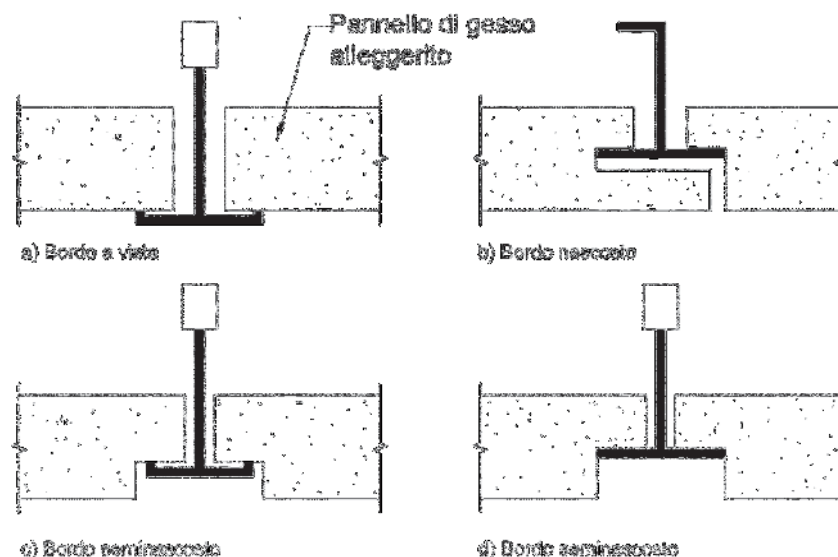


Figura 26.1. Struttura portante per pannello di gesso alleggerito per controsoffitto (fonte: www.pentasrl.net)

#### Blocchi di gesso per tramezzi

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.

I blocchi di gesso in conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato.

Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (**UNI EN 12859**):

- spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza:  $\pm 5$  mm;
- altezza:  $\pm 2$  mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.

I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:

- riferimento alla norma **UNI EN 12859**;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma **UNI EN 12859**.

#### norma di riferimento

**UNI EN 12859** – Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

#### Leganti e intonaci a base di gesso

Le caratteristiche e la prestazione dei prodotti in polvere a base di gesso per impieghi in edilizia devono essere conformi alle norme **UNI EN 13279-1** e **UNI EN 13279-2**.

Gli intonaci base gesso sono realizzati rispettando i requisiti previsti dalla norma armonizzata di prodotto **UNI EN 13279-1**.

I prodotti devono essere accompagnati dalla prevista di dichiarazione di prestazione da consegnare alla direzione dei lavori.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13279-1** – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;

**UNI EN 13279-2** – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.

### **Art. 27. Calci idrauliche da costruzioni**

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calci idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calci idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calci idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in Mpa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma **UNI EN 459-2**.

Le categorie di calci idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato hanno costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione da consegnare alla direzione dei lavori.

#### norme di riferimento

**UNI EN 459-1** – Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;

**UNI EN 459-2** – Calci da costruzione. Metodi di prova;

**UNI EN 459-3** – Calci da costruzione. Valutazione della conformità.

### **Art. 28. Laterizi**

#### **Generalità**

Si definiscono *laterizi* quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla – contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio – purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta cottura in apposite fornaci, e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e alle norme unificate.

#### norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.** Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.

#### **Requisiti**

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### **Contenuto minimo di materiale riciclato**

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato di almeno il 10% in peso.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato di almeno il 5% in peso.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- dichiarazione ambientale di Tipo 111, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di

valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini.

In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

---

#### norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.** *Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.*

#### Elementi in laterizio per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme, **UNI 9730-1**, **UNI 9730-2** e **UNI 9730-3**,

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni del punto 4.1.9 delle norme tecniche per le costruzioni.

---

#### norme di riferimento

**UNI 9730-1** – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;*

**UNI 9730-2** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

**UNI 9730-3** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

#### Tavelle e tavelloni

La norma **UNI 11128** distingue tre prodotti: tavelloni, tavelle e tavelline. Tali prodotti sono elementi forati in laterizio, piano e di forma parallelepipedica, costituiti da pareti (le superfici esterne) e setti sottili (le superfici interne delimitanti i fori), ottenuto per estrusione, essiccazione e cottura di materiale argilloso con o senza l'aggiunta di additivi (sabbia, ossido di ferro, sostanze porizzanti naturali ecc.). I punti nei quali, in una qualsiasi sezione ortogonale alla foratura, si uniscono due setti o un setto ed una parete vengono definiti nodi.

I prodotti sono caratterizzati dalla prevalenza di una dimensione, quella parallela ai fori (lunghezza, 'L'), rispetto alle altre (larghezza, 'b' e spessore 'h'), rispetto alle dimensioni di lunghezza e di spessore si distinguono:

- tavelloni, quando  $h = 5,0$  cm e  $L = 50$  cm
- tavelle, quando  $3,5$  cm  $< h < 5,0$  cm e  $L = 35$  cm
- tavelline, quando  $h = 3,5$  cm e  $L = 25$  cm.

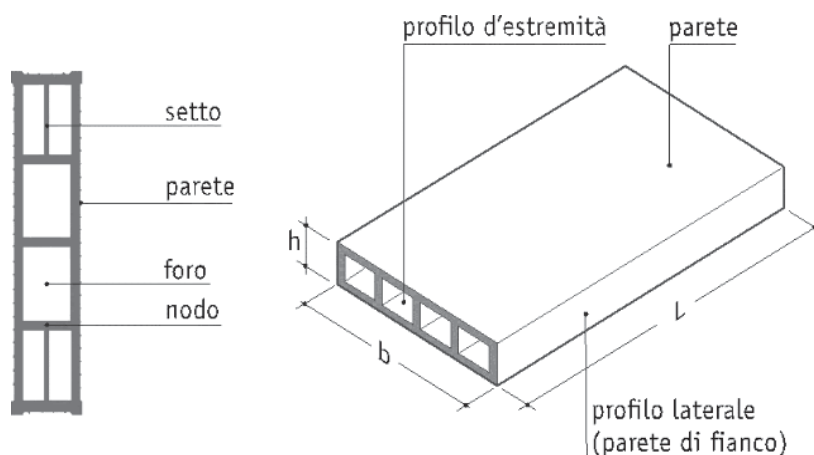


Figura 28.1. Nomenclatura di parti di travelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Travelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

Si possono così distinguere elementi a taglio retto, a taglio obliquo o a taglio a gradino, senza alcuna particolare prescrizione per angolazioni e dimensioni dei profili; per i profili laterali si

potrà distinguere tra profili a fianchi retti, divisibili, a fianchi sagomati maschio-femmina e a fianchi sagomati femmina-femmina.

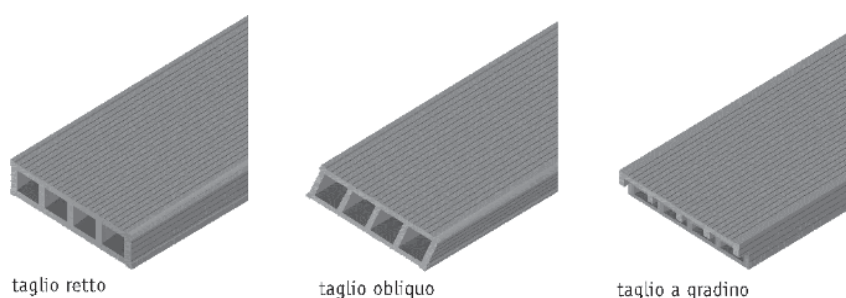


Figura 28.2. Principali profili di estremità di travelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Travelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)



Figura 28.3. Principali profili laterali di travelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Travelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

Per l'accettazione dimensionale dei travelloni, delle tavelle e delle tavelline si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128**.

In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

norme di riferimento

**UNI 11128** – *Prodotti da costruzione di laterizio. Travelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.*

## Art. 29. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

Generalità



La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire, presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, e delle norme unificabili.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nel contratto, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Tabella 29.1. Valori indicativi di tenacità**

**Roccia Tenacità**

Calcare Gneiss Granito Arenaria calcarea Basalto Arenaria silicea	1 1,20 1,50 1,50 2,30 2,60
---	----------------------------

**Tabella 29.2. Valori indicativi di resistenza a taglio**

**Roccia Carico di rottura [Mpa]**

Arenarie Calcare Marmi Granito Porfido Serpentin Gneiss	3-9 5-11 12 15 16 18-34 22-31
---	-------------------------------

norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.** *Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione;*

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.** *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*

**UNI EN 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

### Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

### Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspari, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da quarzo, felspari sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispondenti rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

### Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

### Pietra

Si definisce pietra una roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile; a questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale

(quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

---

norma di riferimento

**UNI EN 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

**Requisiti d'accettazione**

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti, ulteriori caratteristiche, il fabbricante dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI EN 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **UNI EN 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **UNI EN 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **UNI EN 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale

per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.

---

norme di riferimento

**UNI EN 13161** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

**UNI EN 13755** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

**UNI EN 1926** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

**UNI EN 1936** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

**Manufatti da lastre**

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

**Manufatti in spessore**

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

**Manufatti a spacco e sfaldo**

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- cubetti di porfido;
- smoller;
- lastre di ardesia;

- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

### Art. 30. Prodotti per pavimentazioni

#### Generalità

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

#### Requisiti ecologici e prestazionali per pavimenti e rivestimenti interni ed esterni

I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2010/18/CE, 2009/607/CE e 2009/967/CE relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Kcolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- un'asserzione ambientale del produttore, conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere consegnata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Requisiti di accettazione dei materiali per pavimentazione

La pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico-fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti di seguito indicati:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

### Pavimentazioni interne

#### Tipologie

Le pavimentazioni per interni possono essere dei seguenti tipi:

- pavimentazioni tradizionali;
- pavimentazioni resilienti;
- pavimentazioni a struttura discontinua;
- pavimentazioni speciali.

### Prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione, quali tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc., si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica. I prodotti di cui sopra devono: essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo.

Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

a) qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso), purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi.

b) qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- piccole fenditure;
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

c) qualità III:

- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%. Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:

- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.

La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche, saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e dall'umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma **UNI ISO 3810**.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 3810** – *Piastrelle di sughero agglomerato per rivestimenti di pavimenti. Metodi di prova;*

**UNI EN 13756** – *Pavimentazioni di legno. Terminologia.*

### Piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica possono essere smaltate o non smaltate. Le piastrelle smaltate (GL) hanno la superficie ricoperta da uno strato di vetro colorato, che impartisce ad essa importanti caratteristiche estetiche (di colore, lucentezza, decorazione, sfumature, ecc.) e tecniche (di durezza, impermeabilità, ecc.). Nelle piastrelle smaltate si riconosce dunque una discontinuità di composizione e caratteristiche nello spessore, e si distingue lo strato superficiale, dello spessore che va da pochi decimi di millimetro a 1-2 mm nel caso di prodotti particolari, dal supporto sottostante. Le piastrelle non smaltate (UGL) sono invece uniformi in tutto lo spessore, senza nessuna differenza e discontinuità fra superficie e corpo.

La norma **UNI EN 1441** classifica le piastrelle di ceramica in 9 gruppi, in funzione di due parametri: il metodo di formatura (A – Estrusione; B – Pressatura) e l'assorbimento d'acqua. L'assorbimento d'acqua è una misura della quantità di acqua che, in particolari condizioni sperimentali di imbibizione, la piastrella può assorbire.

L'assorbimento d'acqua costituisce una misura della quantità di tali pori, cioè di quella che si definisce come “porosità aperta” (la “porosità chiusa”, al contrario, è formata dai pori non intercomunicanti, e, quindi, non accessibili dalla superficie esterna). L'assorbimento d'acqua fornisce un'indicazione immediata della struttura del materiale: un elevato assorbimento d'acqua corrisponde ad una struttura porosa, mentre un basso assorbimento d'acqua ad una struttura compatta (greificata).

Il metodo di misura dell'assorbimento d'acqua è descritto nella norma **UNI EN ISO 10545-3** che prevede di esprimere la porosità in termini di percentuale di acqua assorbita dalla piastrella in condizioni prefissate.

La resistenza all'impatto viene determinata, secondo la norma **EN ISO 10545-5**, attraverso la misura del coefficiente di restituzione (*e*).

La resistenza al gelo è misurata con il metodo riportato dalla norma **UNI EN ISO 10545-12** applicabile a tutte le piastrelle di ceramica che devono essere utilizzate in condizioni di gelo in presenza d'acqua.

Le piastrelle devono essere prive di difetti di aspetto quali: fratture, difetti sotto smalto, cavilli, difetti di decorazione, ritiri di smalto, scagliature, disuniformità, rigonfiamenti, crateri, irregolarità sui bordi, devetrificazione dello smalto, accumuli di smalto sui bordi, punti e macchie.

Le caratteristiche delle piastrelle saranno scelte in base all'entità del traffico perdonale:

- traffico leggero: camere da letto e sale da bagno delle abitazioni private;
- traffico medio leggero: ambienti protetti da agenti a brasivi e graffianti;
- traffico medio: ambienti protetti da agenti abrasivi e graffianti. come tutti i vani delle abitazioni private non direttamente collegati con l'esterno;
- traffico medio pesante: ambienti con accesso diretto dall'esterno, purché protetti da agenti abrasivi e graffianti, in generale in tutti i vani delle abitazioni private e dei locali commerciali leggeri;
- forti sollecitazioni: alberghi, negozi, uffici e scuole.

Il pavimento sarà realizzato con piastrelle di prima scelta nelle disponibilità di formato

..... cm, di spessore mm ..... (mm ..... secondo formato). Il tipo

prescelto, denominato ....., appartiene alla linea ....., è di colore ..... Tale materiale è fabbricato con un impasto atomizzato di: quarzi, feldspati, argille e caolini, pressato (600 kg/cm<sup>2</sup>), sinterizzato con 1300°C e omogeneo in tutto lo spessore.

---

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura;*

**UNI 11493** – *Piastrellature ceramiche a pavimento e a parete. Istruzioni per la progettazione, l'installazione e la manutenzione.*

#### Imballaggi e indicazioni

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **UNI EN 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **UNI EN 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL). In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:
  - i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
  - la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

---

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.*

#### Designazione

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **UNI EN 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **UNI EN 14411** che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;

- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.*

#### 30.4.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione si farà riferimento alla norma **UNI 8272-2**.

Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**;
- il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
- i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

**UNI 8272-1** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto;*

**UNI 8272-2** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;*

**UNI 8272-6** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;*

**UNI EN 12199** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*

**UNI EN 14521** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;* **UNI EN 1816** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;*

**UNI EN 1817** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*

**UNI EN 1903** – *Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.*

#### Pavimentazioni a base di policloruro di vinile

I prodotti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

---

**UNI EN 649** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 650** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 651** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

**UNI EN 652** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;

**UNI EN 653** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

**UNI EN 654** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 655** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 718** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni; **UNI EN 13413** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;

**UNI EN 13553** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali. Specifiche;

**UNI EN 13845** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

#### Rivestimenti resinosi per pavimentazioni

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche significative devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le prove accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fabbricante, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

#### norme di riferimento

**UNI 8298-1** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;

**UNI 8298-2** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 2: Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;

**UNI 8298-3** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 3: Determinazione della resistenza al punzonamento statico;

**UNI 8298-4** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 4: Determinazione della resistenza agli agenti chimici;

**UNI 8298-5** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 5: Determinazione del comportamento all'acqua;

**UNI 8298-6** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 6: Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;

**UNI 8298-8** – Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;

**UNI 8298-9** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 9: Determinazione della resistenza all'abrasione;

**UNI 8298-10** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 10: Determinazione della resistenza elettrica;

**UNI 8298-12** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 12: Determinazione dello spessore;*

**UNI 8298-14** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 14: Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;*

**UNI 8298-15** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 15: Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;*

**UNI 8298-16** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 16: Determinazione del coefficiente di attrito.*

#### **Mattonelle di conglomerato cementizio**

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo di 0,2 cm).

La superficie delle mattonelle di conglomerato cementizio deve essere piana, compatta e da colore uniforme.

---

#### norme di riferimento

**UNI 2623** – *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;* **UNI 2624** – *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;* **UNI 2625** – *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;* **UNI 2626** – *Marmette quadrate di conglomerato cementizio;* **UNI 2627** – *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;* **UNI 2628** – *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio.*

#### **Prodotti tessili per pavimenti (moquettes)**

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto uni- livellato, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, dovrà fornire indicazioni circa:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

Le modalità di prova da seguire sono quelle indicate dalla norma **UNI 8014** (varie parti).

I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici e altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

---

#### norme di riferimento

**UNI 8013-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

**UNI 8014-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e*



*dimensioni delle provette;*

**UNI 8014-2** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;

**UNI 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione;

**UNI 8014-4** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione;

**UNI 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio; **UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporramento;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).

#### Pavimentazioni esterne

##### Tipologie

Le pavimentazioni per interni possono essere dei seguenti tipi:

- pavimentazioni discontinue
- pavimentazioni continue;
- pavimentazioni per copertura e terrazzi.

#### Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto, inoltre devono rispettare anche le seguenti prescrizioni:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;

la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche e le istruzioni per la

movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

norme di riferimento

**UNI EN 1338** – *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova.*

**Prodotti in pietre naturali**

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alle norme **UNI EN 1341**, **UNI EN 1342**, **UNI EN 1343**, **UNI EN 12057**, **UNI EN 12058**, **UNI EN 1469**.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

norme di riferimento

**UNI EN 1341** – *Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1342** – *Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1343** – *Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 12057** – *Prodotti di pietra naturale. Marmette modulari. Requisiti;*

**UNI EN 12058** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per pavimentazioni e per scale. Requisiti;*

**UNI EN 1469** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per rivestimenti. Requisiti.*

**Materiali di porfido**

Tutti i materiali porfirici devono essere conformi alle norme **UNI EN 1341**, **UNI EN 1342**, **UNI EN 1343**, **UNI EN 12057**, **UNI EN 12058**, **UNI EN 1469**. Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere: grigio, grigio-rosso, grigio-viola, rossastro, violetto.

norme di riferimento

**UNI EN 1341** – *Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1342** – *Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1343** – *Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 12057** – *Prodotti di pietra naturale. Marmette modulari. Requisiti;*

**UNI EN 12058** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per pavimentazioni e per scale. Requisiti;*

**UNI EN 1469** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per rivestimenti. Requisiti.*

**Cubetti di porfido**

I cubetti di porfido sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è

variabile a seconda del tipo classificato. Essi vengono distinti, a seconda della

lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6, 6/8, 8/10, 10/12, 12/14 e 14/18. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità. Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e non segate e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra (massimo cm 1 1/2).

La tolleranza permessa è di n. 7 elementi su 100 – scelti alla rinfusa sul deposito – ed essa riguarda differenze di misura in difetto o in eccesso (lati e altezza), difetti di lavorazione, eccessiva sottosquadra, lati segati, lassi orizzontali o mali verticali.

- a) il tipo 4/6 dovrà avere un'altezza da 4 a 6 cm, la testa variante da 4 a 7 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 90 e i 100 kg;
- b) il tipo 6/8 dovrà avere un'altezza da 5 1/2 a 8 cm, la testa variante da 6 a 9 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 130 e i 140 kg;
- c) il tipo 8/10 dovrà avere un'altezza da 7 1/2 a 11 cm, la testa variante da 8 a 12 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 180 e i 190 kg;
- d) il tipo 10/12 dovrà avere un'altezza da 10 a 13 cm, la testa variante da 10 a 14 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 220 e i 250 kg;
- e) il tipo 12/14 dovrà avere un'altezza da 12 a 15 cm, la testa variante da 12 a 16 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 280 e i 300 kg;
- f) il tipo 14/18 dovrà avere un'altezza da 14 a 20 cm, la testa variante da 14 a 20 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 330 e i 350 kg.

Per posa in opera di cubetti “a filari” si impiegano cubetti con testa quadrata, nelle dimensioni da cm 8x8 – 9x9 – 10x10 e di spessore a convenirsi, ma direttamente proporzionale al traffico che solleciterà il pavimento e in ogni caso non inferiore a 4 cm nell'altezza e con tolleranza in più o meno di 5 mm nei lati.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso. In esso sono consentiti – solo per posa ad arco o ventaglio – cubetti in forma trapezoidale od oblungi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono essere posati a ventaglio o ad arco, ciò deve essere dichiarato al momento dell'ordine.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

#### Tozzetti

Per pavimentazioni esclusivamente pedonali e con posa in opera su letto di sabbia e cemento o in malta, si possono impiegare elementi porfirici denominati “tozzetti” che hanno dimensioni di testa da 6 a 9 cm e di spessore da 4 a 6 cm.

#### Piastrelle

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non

dovrà contenere parti alterate. Le piastrelle saranno fornite su palette secondomil triplo previsto in progetto, di seguito si riportano le tipologie più impiegate:

- a) piastrelle a spaCCo reGolari

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Maggiori o minori spessori (1-3 o 5-8) potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. È consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di 5 mm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra. Le larghezze di normale lavorazione sono: cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

- b) piastrelle fresate

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

c) piastrelle semilucidate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere semilucidata (al 60/70% piano lucido, al 40/30% piano cava). Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

d) piastrelle lucidate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva lucidatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” o in misura fissa.

e) piastrelle fiammate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” o in misura fissa.

### Lastre irregolari (Opus incertum)

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari.

Le lastre di porfido vengono distinte in:

- a) tipo normale: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm;
- b) tipo sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore potrà variare da 1 a 3 cm;
- c) tipo gigante: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi. La diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm;
- d) tipo gigante sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 2 a 4 cm.

### Binderi

Per il contenimento e la delimitazione delle pavimentazioni o delle aiuole o delle aree verdi. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni indicative sono:

- a) larghezza cm 10 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 5/8;
- b) larghezza cm 10 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 8/11;
- c) larghezza cm 12 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 10/15.

Binderi giganti (o binderoni): per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni indicative sono:

- a) larghezza cm 12 – lunghezza cm 20/40 – spessore cm 15/20;
- b) larghezza cm 14 – lunghezza cm 20/40 – spessore cm 15/20.

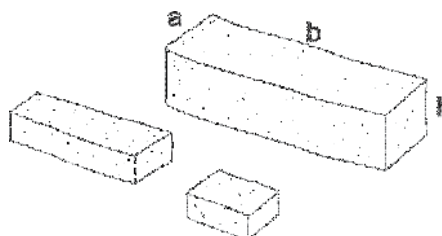


Figura 30.1. Binderi

### Cordoni

Per la formazione di marciapiedi, bordi aiuole o delimitazioni in generale si possono impegnare:

- a) cordoni a spacco: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato: cm 5 x 20/25, cm 6 x 20/25, cm 7 x 20/25, cm 8 x 20/25, cm 10 x 20/25, cm 12 x 20/25, cm 15 x 20/25;
- b) cordoni segati e lavorati: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le teste, ortogonali al piano o a sottosquadra, potranno essere a spacco o segate. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato: cm 5 x 20/25, cm 6 x 20/25, cm 7 x 20/25, cm 8 x 20/25, cm 10 x 20/25, cm 12 x 20/25, cm 15 x 20/25;
- c) cordoni a piano di cava: dovranno avere il piano superiore naturale di cava, la faccia esterna in vista segata per almeno 15 cm di altezza; la faccia interna segata o spaccata per almeno 5/6 cm. Dimensioni come i cordoni già descritti o le misure previste in progetto.

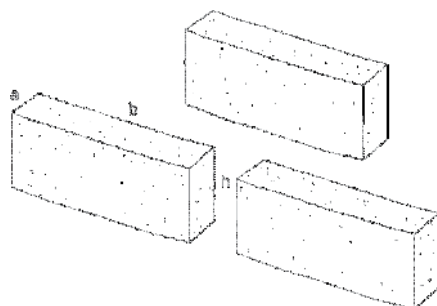


Figura 30.2. Cordoni

#### Cordonetti per aiuole

I cordonetti in porfido per aiuole dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava.

#### Soglie carraie – plinti – bocche di lupo

Le soglie carraie in porfido dovranno essere a piano naturale di cava in larghezza da cm 42 o 52, lunghezze “a correre”; lo spessore potrà essere da 6 a 10 cm, la costa a spacco o fresata.

I plinti saranno quadrati, in cm 40 x 40 oppure 50 x 50 cm, lavorati esclusivamente a bocciarda o a fiamma.

Le bocche di lupo saranno ricavate dai cordoni, con lavorazioni alla punta o alla bocciarda e secondo le misure previste in progetto.

#### Smoller

Gli smoller di porfido sono impiegati come rivestimento verticale di muri o come pavimentazioni di strade in forte pendenza, rampe di garage.

Gli smoller di porfido dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco (grezzo). Le testate saranno sempre in sottosquadra. Lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm, la profondità da 8 a 13 cm, la lunghezza sarà “a correre”.

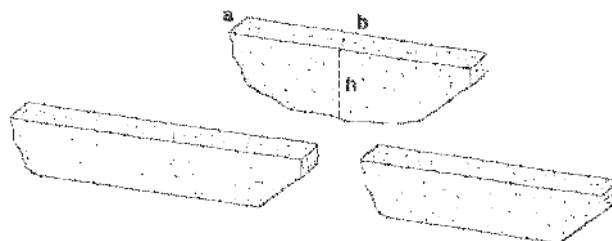


Figura 30.3. Smolleri

#### Gradini

Le lastre di porfido per gradini dovranno essere a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco. La superficie (il piano superiore in vista) potrà essere segata e fiammata, le coste segate e lavorate (scalpellate o fiammate). Lo spessore potrà variare da 3-4-5 cm o più, lunghezze e larghezze a secondo le misure previste in progetto.

#### Alzate – battiscopa – zoccolino

Le alzate, i battiscopa in porfido dovranno essere costituite da elementi a piano naturale di cava, privi di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco. Spessore cm 1 1/2-3, lunghezze il doppio almeno dell'altezza e altezze a richiesta. Le coste potranno essere segate e anche lavorate (fiammate o lucidate) in spessori da cm 1 1/2 o 2. Lunghezze fisse o a correre il doppio almeno dell'altezza e altezze secondo le misure previste in progetto.

#### Mattonelle di asfalto pressato

Le mattonelle di asfalto pressato dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di:

- resistenza all'urto: 4 N/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup>;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso. Dovranno, inoltre, rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:
- .....
- .....

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici e altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione, in genere prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

#### Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sintetiche sportive potranno essere costituite da:

- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e control- lata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato; per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;
- pavimentazione in resina poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla classe 1. Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce e aree ricreative.

#### norme di riferimento

**UNI EN 14877** – *Superfici sintetiche per aree sportive all'aperto. Specifiche;*

**UNI EN 1177** – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e*

*metodi di prova.*

rivestimenti resinosi

**UNI 8636** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche;*

**UNI 8297** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia;*

**UNI 8298-1** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;*

**UNI 8298-2** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;*

**UNI 8298-3** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;*

**UNI 8298-4** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;*

**UNI 8298-5** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua;*

**UNI 8298-6** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;*

**UNI 8298-7** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta;*

**UNI 8298-8** – *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;*

**UNI 8298-9** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**UNI 8298-10** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*

**UNI 8298-12** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;*

**UNI 8298-14** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;*

**UNI 8298-15** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;*

**UNI 8298-16** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento;*

**UNI EN 1177** – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova;*

**UNI EN 1269** – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;*

**UNI EN 1307** – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.*

**Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole**

Per pavimentazione antisdrucchiolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli ed essere piani, con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm. I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

**Pavimenti sopraelevati**

**Generalità**

Il sistema di pavimenti sopraelevati è composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;

- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

#### Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, ecc.

Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consigliate per sopraelevazioni comprese tra i ..... e i ..... mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;
- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i ..... e i ..... mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.

La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e di dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

#### Pannelli di supporto

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

norme di riferimento

**UNI EN 12825** – *Pavimenti sopraelevati*;

**UNI EN 1366-6** – *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.*

### Art. 31. Controsoffitti

#### Generalità

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o ad esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera, dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma **UNI EN 13964**.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome. Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.



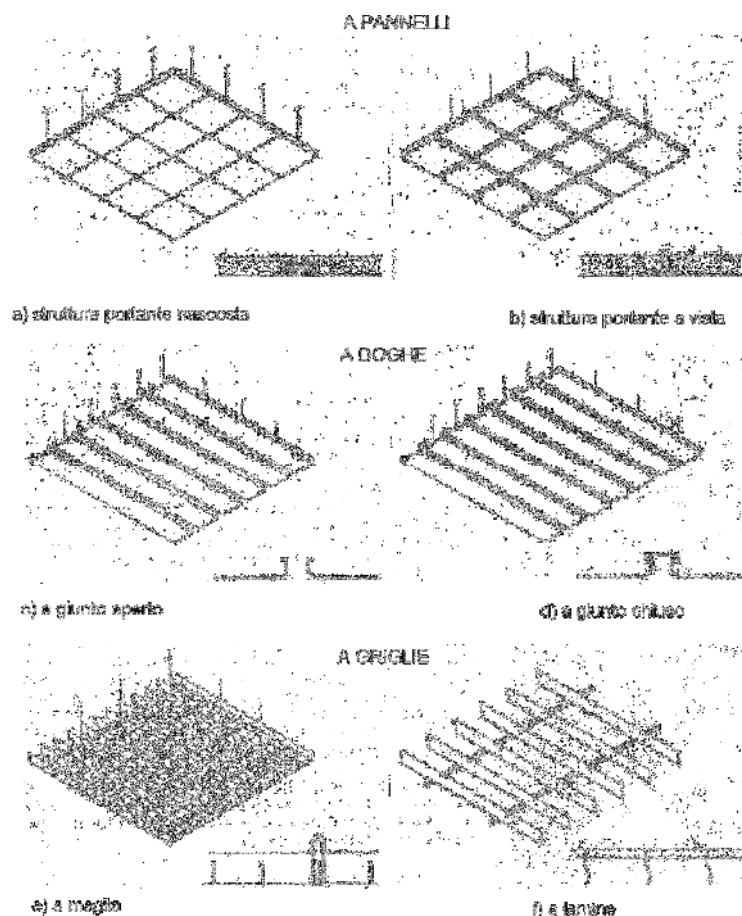


Figura 31.1. Tipologie di controsoffitti (fonte: De Capua A. – Ciulla V., Materiali per l'architettura B (6CFU). 13 Partizioni interne: verticali e orizzontali, <http://www.unirc.it>, rielaborazione)

norme di riferimento

**UNI EN 13964** – *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova.*

#### Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in calcestruzzo armato e laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

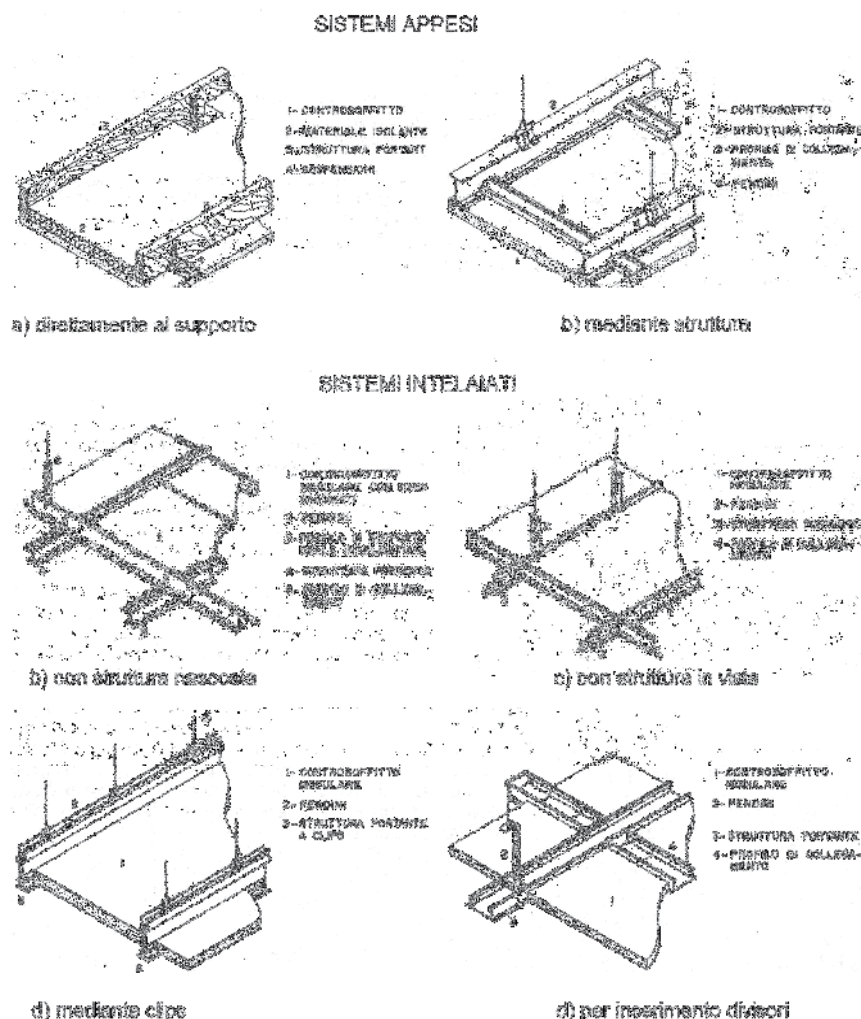


Figura 31.2. Sistemi costruttivi di controsoffitti (fonte: De Capua A. – Ciulla V., Materiali per l'architettura B (6CFU). 13 Partizioni interne: verticali e orizzontali, <http://www.unirc.it>, rielaborazione)

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in calcestruzzo armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

#### Controsoffitti in pannelli di gesso

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti

legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe. Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

norme di riferimento

**UNI EN 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Controsoffitti in lastre di cartongesso

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono fissati, mediante viti auto perforanti, ad una struttura costituita

da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

norme di riferimento

**UNI EN 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Controsoffitti in perline di legno

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.

Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

#### Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

### **Art. 32. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

#### Caratteristiche

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.). In riferimento alla

loro collocazione, si distinguono:

- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

In riferimento alla collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento si distinguono:

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli su campioni della fornitura, i prodotti devono essere accompagnati dalla prescritta dichiarazione di prestazione.

#### Prodotti rigidi per rivestimenti murali

##### Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e tradizionale e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

##### Lastre di pietra naturale

Le lastre in pietra naturale devono avere larghezza minima di ..... cm e massima di ..... cm e spessore non inferiore a 3 cm, le pietre dovranno essere tagliate per formare bordi o contro le liste perimetrali e per assecondare il disegno di progetto; la direzione dei lavori potrà chiedere particolari lavorazioni, il taglio secondo il disegno o i necessari raccordi da formare e la esecuzione di cordelline sottosquadro e di finiture a bocciarda, spazzolatura, lucidatura, la soluzione di alcuni aspetti di dettaglio tramite la riprofilatura e posa di elementi a cui assegnare dimensioni anche diverse da quelle fissate.

Devono essere, comunque, da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc., per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici, in caso collocazione all'esterno.

##### Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo. Le prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/ esterno) nel quale saranno collocati, e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori. Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc., saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

##### Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco, e anche REI 60'/ 90'/ 120'di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e idonei tasselli, e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

##### Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela composta da cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche:

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbimento;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

#### Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calcestruzzo, integrate dalle caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e dagli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m di dimensione massima, si devono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio al supporto. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato.

#### Pannelli di sughero

I pannelli di sughero biondo sono idonei per tutti gli interventi di isolamento termico e acustico in esterno ed in interno: rivestimenti termici a cappotto, isolamento delle intercapedini, dei sottofondi, dei solai e dei sottotetti. I pannelli in sughero devono essere conformi alla norma **UNI EN 12781**. I pannelli devono avere le seguenti caratteristiche:

- dimensioni: cm ..... x .....
- spessore: 10-20-30-40-50-60-80-100 mm
- densità nominale spessori da 20 – 100 mm: kg/mc .....  $\pm 5\%$
- densità nominale spessore: kg/mc .....  $\pm 5\%$
- conducibilità termica: ..... W/m K
- resistenza termica: ..... mq K/W
- resistenza a compressione: ..... kPa
- traspirabilità – resistenza diffusione del vapore d'acqua: .....
- assorbimento acustico:  $\alpha$  .....
- potere fonoisolante parete: ..... dB
- classe di reazione al fuoco: classe 2 (autoestinguente).

Il pannello di sughero può essere fissato alla parete perimetrale o divisoria con adesivo di calce idraulica naturale, con tasselli in polipropilene con corpo in acciaio il cui gambo avrà una lunghezza tale da penetrare nel supporto per almeno 30 mm, gli spigoli devono essere protetti da idonei paraspigoli con rete preincollata.

I pannelli di sughero devono essere trattati con idoneo rasante in calce idraulica naturale e rete in fibra di vetro alcali-resistente, rifinita con intonachino di calce e tinteggiata con pittura murale di calce e resine vegetali con terre colorate naturali.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

#### Prodotti flessibili. Rivestimenti murali

##### Carte da parati

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:

- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali ad umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando, richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, inversione dei singoli teli, ecc.

#### Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

#### Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno, inoltre, possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.

I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

#### Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 233** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica;*

**UNI EN 234** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

**UNI EN 235** – *Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli;*

**UNI EN 259** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso;*

**UNI EN 266** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili;*

**UNI EN 12149** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

#### Prodotti fluidi o in pasta

##### Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti proprietà:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### norme di riferimento

**UNI 9727** – *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;*

**UNI 9728** – *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.*

#### Armatura degli intonaci interni

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

#### Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

### **Art. 33. Vernici, smalti, pitture, ecc.**

#### Generalità

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### Requisiti ecologici e prestazionali

I prodotti vernicianti, devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/312/ UE relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. In fase di approvvisionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Vernici protettive antiruggine

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

#### Smalti

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

#### Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

#### Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice, e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

#### Idropitture lavabili

Le idropitture lavabili devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

#### Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata.

Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

#### Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

#### Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

#### Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati, ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

#### Norme di riferimento

a) Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione

**UNI 10997** – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione.

b) Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale

**UNI 8681** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;



**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

**UNI 8757** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica.

c) Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti

**UNI 8758** – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica.

d) Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni

**UNI EN 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

**UNI EN 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

**UNI EN 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura; **UNI EN 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove.

e) Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni

**UNI EN 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione.

f) Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni

**UNI EN 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;

**UNI EN 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;

**UNI EN 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;

**UNI EN 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua.

g) Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante vernici

**UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

**UNI 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro.

h) Pitture murali in emulsione per interno

**UNI 10560** – Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola.

i) Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata

**UNI 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti.

l) Esame preliminare, comparazioni del colore e del tono

**UNI 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;

**UNI 8405** – *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;*

**UNI 8406** – *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;*

**UNI 8901** – *Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.*

### **Art. 34. Sigillanti e adesivi**

#### **Sigillanti**

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 11600** – *Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.*

##### **a) piastrelle**

**UNI EN 13888** – *Sigillanti per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;*

**UNI EN 12808-1** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 1: Determinazione della resistenza chimica di malte a base di resine reattive;*

**UNI EN 12808-2** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 2: Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**UNI EN 12808-3** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 3: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione*

**UNI EN 12808-4** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 4: Determinazione del ritiro;*

**UNI EN 12808-5** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 5: Determinazione dell'assorbimento d'acqua.*

##### **b) giunti**

**UNI EN 15651-1** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 1: Sigillanti per elementi di facciate;*

**UNI EN 15651-2** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 2: Sigillanti per vetrate;*

**UNI EN 15651-3** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 3: Sigillanti per giunti per impieghi sanitari;*

**UNI EN 15651-4** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 4: Sigillanti per camminamenti pedonali;*

**UNI EN 15651-5** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 5: Valutazione di conformità e marcatura.*

#### **Adesivi**

Si definiscono *adesivi* i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Gli adesivi oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle

caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà possedere almeno i seguenti parametri meccanici:

- resistenza a compressione (N/mm<sup>2</sup>): 7,5;
- resistenza a flessione (N/mm<sup>2</sup>): 2;
- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm<sup>2</sup>): 0,8.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12002** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;

**UNI EN 12003** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;

**UNI EN 12004** – Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;

**UNI EN 1323** – Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;

**UNI EN 1324** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;

**UNI EN 1308** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento; **UNI EN 1346** –

Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto; **UNI EN 1347** – Adesivi per piastrelle.

Determinazione del potere bagnante;

**UNI EN 1348** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

#### Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto per rivestimenti ceramici dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto. Il prodotto per rivestimenti ceramici deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali secondo le indicazioni del fabbricante.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

#### norme di riferimento

**UNI 10110** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;

**UNI 10111** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;

**UNI EN 1245** – Adesivi – Determinazione del pH. Metodo di prova;

**UNI 10113** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

#### Metodi di prova

I metodi di prova disposti dal direttore dei lavori sui requisiti degli adesivi dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

**UNI EN 828** – Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;

**UNI EN ISO 15605** – Adesivi. Campionamento;

**UNI EN 924** – Adesivi. Adesivi cone senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;

**UNI EN 1067** – Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove;

**UNI EN 1465** – Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;

**UNI EN 1841** – Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;

**UNI EN 12092** – Adesivi. Determinazione della viscosità;

**UNI 9059** – Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;

**UNI EN 1238** – Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;

**UNI EN 1721** – Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;

**UNI 9591** – Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;

**UNI 9594** – Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9595** – Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9752** – Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto;

**UNI EN 26922** – Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa; **UNI EN 28510-1** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

**UNI EN 28510-2** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

**UNI EN ISO 9142** – Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

**UNI EN ISO 9653** – Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi.

### **Art. 35. Prodotti e materiali per partizioni interne**

#### **Definizioni**

La partizione interna è un'unità tecnologica con lo scopo di definire spazi interni compresi tra le partizioni orizzontali per consentire l'espletamento delle attività a cui è destinato l'ambiente. La partizione deve servire anche a separare due o più ambienti interni dal punto di vista fisico, visivo, acustico, termico e psicologico.

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- 1) partizioni interne verticali:
  - pareti interne verticali;
  - infissi interni verticali;
  - elementi di protezione.
- 2) partizioni interne orizzontali:
  - solai;
  - soppalchi;
  - infissi interni orizzontali.
- 3) partizioni interne inclinate:
  - scale interne;
  - rampe interne.

norme di riferimento

**UNI 8290-1** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;*

**UNI 7960** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia.*

**Tipologie funzionali**

Con riferimento alla norma **UNI 7960** le pareti interne si possono classificare in:

- a) parete interna semplice, quando la partizione delimita gli spazi interni e ne consente la comunicazione;
- b) parete interna attrezzata, quando oltre a delimitare gli spazi interni comprende anche l'installazione di attrezzature impiantistiche;
- c) parete interna contenitore, quando oltre a delimitare gli spazi interni comprende anche spazi per il contenimento di oggetti;
- d) parete interna mobile, quando oltre ad assolvere la funzione di parete semplice, attraverso spostamenti e nuove aggregazioni consente di variare l'organizzazione dello spazio interno.

norme di riferimento

**UNI 7960** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia.*

**Elementi componenti le pareti interne verticali**

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

**Requisiti**

Le pareti interne devono possedere i seguenti requisiti:

- spessore totale compreso rifiniture: ..... cm;
- isolamento termico: ..... k;
- isolamento acustico: ..... dB;
- resistenza al fuoco: ..... REI: .....;
- reazione al fuoco: ..... classe: .....

norme di riferimento

**a) Prove**

**UNI 8087** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;*

**UNI 9269** – *Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti;*

**UNI 8290-2** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;*

**UNI 8290-3** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;*

**UNI 8326** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;*

**UNI 8327** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;*

**UNI 8201** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;*

**UNI 8326** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi; UNI 8327* – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento.*

**b) Laminati decorativi**

**UNI EN 438-7** – *Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoindurenti*

(generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti; c) Strutture di legno.

**UNI EN 594** – Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;

**UNI EN 596** – Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.

d) Materie plastiche cellulari rigide

**UNI 10386** – Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

e) Camini strutturalmente indipendenti

**UNI EN 13084-6** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;

**UNI EN 13084-7** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio.

f) Pareti interne mobili

**UNI 10700** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione;

**UNI 10815** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;

**UNI 10816** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;

**UNI 10817** – Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;

**UNI 10820** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;

**UNI 10879** – Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali;

**UNI 10880** – Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;

**UNI 11004** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante.

Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma

unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **UNI EN 771-1**;
- gli elementi di calcestruzzo alleggerito,  $1200 \text{ kg/m}^3 = \gamma = 1400 \text{ kg/m}^3$ , devono rispondere alla norma **UNI EN 771-3**;
- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **UNI EN 771-2**;
- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **UNI EN 771-6**;
- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **UNI EN 771-5**.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI EN 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

**UNI EN 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

**UNI EN 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

**UNI EN 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

Blocchi di laterizi forati per tramezzi

Il tramezzo in laterizi forati deve essere realizzato con i blocchi delle dimensioni di 12x25x30 cm marcati CE in

categoria II, sistema 4 secondo **UNI EN 771-1**, disposti a fori orizzontali, i giunti verticali ed orizzontali (interrotti centralmente per 2 cm) dello spessore di 8 mm devono essere realizzati con malta cementizia di classe uguale o superiore a M2,5.

I laterizi devono essere bagnati prima della posa e la messa in opera deve essere fatta prevedendo un opportuno sfalsamento dei giunti verticali.

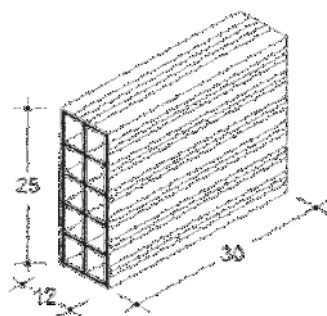


Figura 35.1. Laterizio forato per tramezzo

#### Blocchi di calcestruzzo alleggerito

I tramezzi devono essere realizzati blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa in basso spessore (8-10-12 cm) e con un sistema di collegamento ad incastri su tutti e quattro i lati. La parete in blocchi di calcestruzzo alleggerito può essere realizzata posando i blocchi:

- in modo tradizionale con malta fluida a base di cemento (boiacca con rapporto di cemento di 0.8-1) o altri tipi di leganti (per esempio gesso);
- a secco con schiuma poliuretanica specifica per murature.

La posa in opera dei blocchi deve rispettare le indicazioni del produttore, con particolare attenzione per il primo corso, il cui allettamento deve avvenire con malta tradizionale per la messa a livello della parete.

L'ancoraggio ad una parete esistente deve essere effettuato utilizzando l'elemento metallico a "U" fissato tramite tasselli. La fessura tra il blocco e l'elemento metallico deve essere riempita con la stessa schiuma poliuretanica utilizzata per la posa.

Per il completamento della parete contro il soffitto e contro le pareti laterali (spessori di circa 2-3 cm) è possibile utilizzare la stessa schiuma poliuretanica utilizzata per la posa a secco.

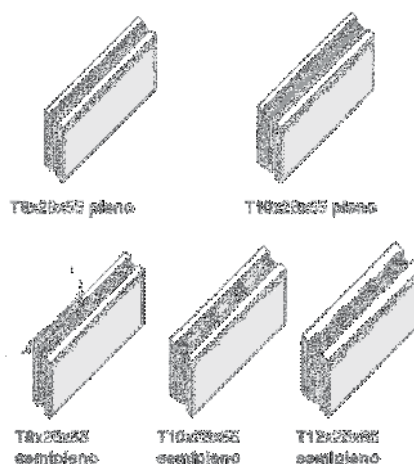


Figura 35.2. Blocchi in laterizio alleggerito per tramezzi (fonte: <http://lecablocco.it>)

#### Pannelli per isolamento acustico dei divisori in laterizio

L'isolamento acustico dei divisori in laterizio può essere assicurato mediante:

- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore non inferiore a ....., nel rispetto del D.P.C.M.

5 dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in ragione di almeno quattro tasselli per metro quadrato;

- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

#### Blocchi di gesso

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.

I blocchi di gesso in conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato. Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (**UNI EN 12859**):

- spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza:  $\pm 5$  mm;
- altezza:  $\pm 2$  mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.

I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:

- riferimento alla norma **UNI EN 12859**;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma **UNI EN 12859**.

---

#### norma di riferimento

**UNI EN 13279-1** – *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;*

**UNI EN 13279-2** – *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova;*

**UNI EN 12859** – *Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Lastre in cartongesso

I prodotti a base lastre di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di  $\pm 2$  mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

I giunti delle lastre in cartongesso devono essere stuccate con prodotto idoneo anche in presen-

za di bande di rinforzo. Lo stucco deve essere anche utilizzato per la rasatura completa di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate.

### Art. 36. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

#### Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture discontinue quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

---

#### norme di riferimento

**UNI 8089** – *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale;*

**UNI 8090** – *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*

**UNI 8091** – *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica;*



**UNI 8178** – Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;

**UNI 8626** – Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;

**UNI 8627** – Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche;

**UNI 9308-1** – Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta; **UNI 10372** – Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre.

Prove di prodotti per coperture discontinue

**UNI 8635-1** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione;

**UNI 8635-2** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza;

**UNI 8635-3** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza;

**UNI 8635-4** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore;

**UNI 8635-5** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità;

**UNI 8635-6** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi;

**UNI 8635-7** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo; **UNI 8635-8** –

Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale;

**UNI 8635-9** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua;

**UNI 8635-10** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;

**UNI 8635-11** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni;

**UNI 8635-12** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro;

**UNI 8635-13** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione;

**UNI 8635-14** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio;

**UNI 8635-15** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica;

**UNI 8635-16** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

#### Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e i coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza. È ammessa una protuberanza di diametro medio compreso tra 7 mm e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate, purché permettano un corretto assemblaggio.

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti:

- lunghezza  $\pm 3\%$ ;
- larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi.

c) sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso;

e) resistenza a flessione: forza  $F$  singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura: valore singolo della forza  $F$  maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N.

Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.

In caso di contestazione, si farà riferimento alle norme **UNI 8626** e alla serie **UNI 8635**, in particolare alla norma

**UNI EN 1304.**

I prodotti devono essere forniti su apposite pallets, legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo con il nome del fabbricante, le indicazioni riportate nei punti compresi tra a) e f) ed eventuali istruzioni complementari.

**Tabella 36.1. Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura****Materiale Pendenza [%]**

Coppi Tegole plane marsigliesi Tegole marsigliesi Lamiera ondulata 35% 35% 30% 20÷25 %

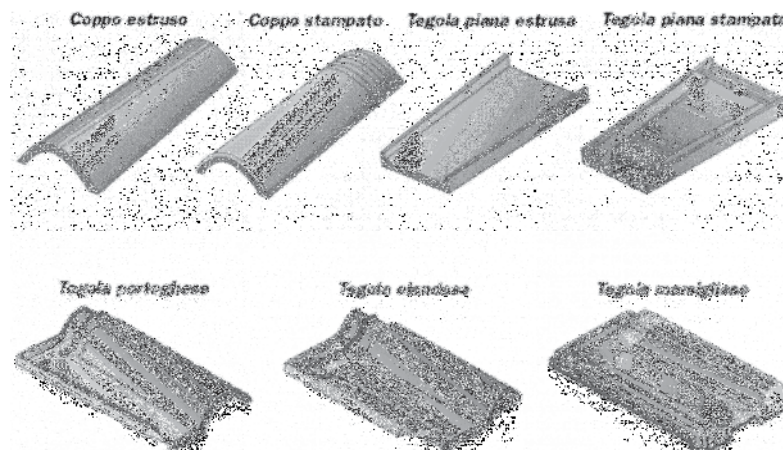


Figura 36.1. Tipologie di tegole in laterizio (fonte: Andil, La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio)

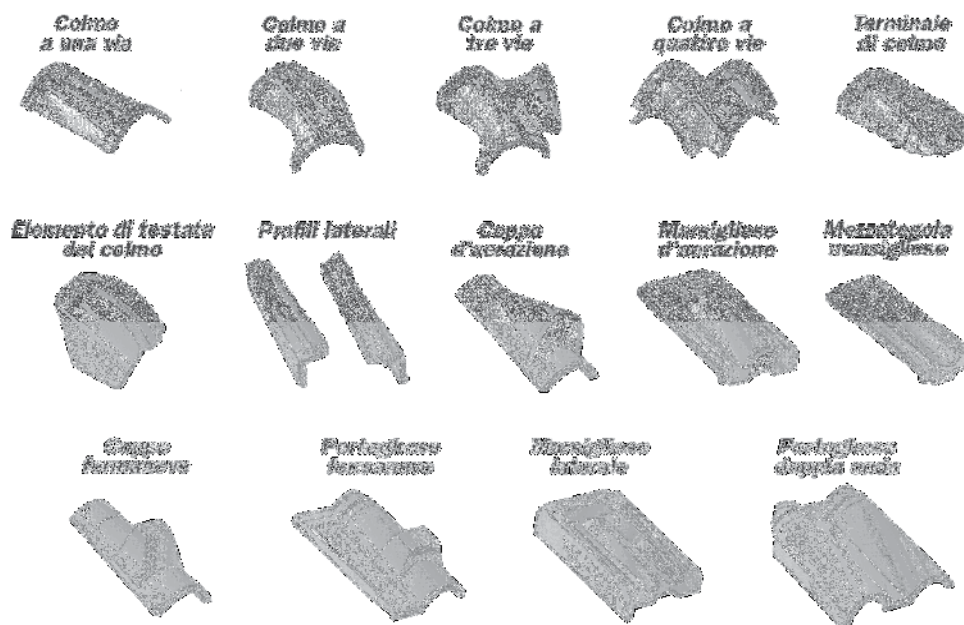


Figura 36.2. Pezzi speciali per tegole in laterizio per risolvere punti critici del manto di copertura (fonte: Andil, La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio)

**Elementi speciali**

L'appaltatore deve impiegare appositi elementi speciali per risolvere specifici problemi in corrispondenza di punti

critici del manto di copertura:

- a) gli elementi di colmo garantiscono la continuità di tenuta all'acqua del manto lungo le linee di dislivello. In funzione del numero delle falde congiunte, possono essere a due, tre e quattro vie.
- b) gli elementi di testata sono impiegati per rifinire le linee di colmo in corrispondenza dei bordi di falda. I profili laterali quando necessario sono adottati per rivestire i bordi laterali della falda.
- c) gli elementi di aerazione vengono impiegati per migliorare la circolazione d'aria all'intradosso del manto. Non devono essere mai usati quali sfianti di bagni o di caldaie, poiché non progettati per quest'uso.
- d) gli elementi fermaneve ostacolano lo scivolamento verso il basso dei cumuli di neve ghiacciata accumulati sul tetto.
- e) gli elementi laterali di bordo consentono la chiusura e la protezione della congiungente laterale tra piano di falda e chiusura verticale evitando il ricorso a elementi di tenuta e protezione integrativi (per esempio, scossaline metalliche).
- f) la tegola a doppia onda consente la messa in opera della tegola laterale di bordo garantendo un corretto raccordo con la tegola standard.
- g) la mezzategola marsigliese viene utilizzata in corrispondenza delle linee di bordo per la posa del manto a giunti sfalsati.

#### Norme e criteri d'accettazione

Sono considerati difetti la presenza di fessure, le protuberanze, le scagliature e le sbavature quando impediscono il corretto montaggio del prodotto.

#### norme di riferimento

**UNI EN 1024** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche;

**UNI EN 14437** – Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture – Metodo di prova per il sistema tetto;

**UNI CEN/TS 15087** – Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici;

**UNI EN 538** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione; **UNI EN 539-1** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 1: Prova di impermeabilità;

**UNI EN 539-2** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 2: Prova di resistenza al gelo;

**UNI EN 1304** – Tegole di laterizio e relativi accessori. Definizioni e specifiche di prodotto; **UNI 8635-16** – Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio

**UNI 9460** – Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento;

**UNI 8626** – Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;

**UNI 8627** – Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.

#### Tegole in cemento

Le tegole in cemento per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni.

La pendenza della falda può arrivare ad un minimo del 29 | 30 % adottando le necessarie sovrapposizioni. In caso di pendenze inferiori al 17 | 18%, sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiori al 45%, le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.

I prodotti di cui sopra devono rispondere oltre alle prescrizioni del progetto esecutivo anche alle seguenti:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
  - le fessure non sono ammesse;
  - le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
  - le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
  - le scagliature sono ammesse in forma leggera;

- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - lunghezza:  $\pm 1,5\%$ ;
  - larghezza:  $\pm 1\%$ ;
  - altre dimensioni dichiarate:  $\pm 1,6\%$ ;
  - ortometria/scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore.
- c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso dopo 24 ore;
- e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione  $F$  deve essere maggiore o uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;
- f) la resistenza a rottura  $F$  del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1000 N, e la media deve essere maggiore o uguale a 1500 N. Dovrà essere rilevato il carico di rottura del dispositivo di ancoraggio e il relativo coefficiente di sicurezza rispetto alle azioni generate dal vento. Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.

In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme **UNI 8626** e **UNI 8627**.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

**UNI EN 14437** – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture. Metodo di prova per il sistema tetto;*

**UNI CEN/TS 15087** – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici;*

**UNI EN 491** – *Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari. Metodi di prova;*

**UNI 8626** – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;*

**UNI 8627** – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

**Lastre di fibrocemento ecologico**

Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane a base di fibrocemento e silico calcare, fibrocemento, cellulosa, fibrocemento e silico calcare rinforzati;
- lastre ondulate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali. Possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e, in mancanza o integrazione, alle seguenti:

- larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con una tolleranza di  $\pm 0,4\%$  e massimo di 5 mm;
- spessore: ..... mm (scelto tra le sezioni normate) con una tolleranza di  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;
- rettilineità dei bordi: scostamento massimo di 2 mm per metro e ortogonalità di 3 mm per metro;
- caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
  - tipo 1: 13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
  - tipo 2: 20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- massa volumica apparente:
  - tipo 1: 1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;
  - tipo 2: 1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo.
- tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 ore sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

- resistenza alle temperature di 120 °C per due ore con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto, e in mancanza o ad integrazione, alle seguenti:

- le facce destinate all'esposizione alle intemperie devono essere lisce, con bordi diritti e taglio netto, ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- le caratteristiche dimensionali e le tolleranze di forma devono essere conformi a quanto dichiarato dal fabbricante e accettato dalla direzione dei lavori;
- devono avere tenuta all'acqua;
- devono essere resistenti a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori;
- devono essere resistenti al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguiti da permanenza in frigo a – 20 °C;
- non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene all'aspetto, alle caratteristiche dimensionali e di forma, alla tenuta all'acqua e alla resistenza al gelo.

norme di riferimento

**UNI EN 492** – *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;*

**UNI EN 494** – *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;*

**UNI 10636** – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione.*

**Tegole in fibrocemento**

Le tegole in fibrocemento devono essere conformi alla norma **UNI EN 492** che specifica i requisiti tecnici e stabilisce i metodi di controllo e le prove nonché le condizioni di accettazione applicabili alle tegole piane di fibrocemento e ai relativi accessori per uno o più dei seguenti utilizzi:

- coperture;
- rivestimenti muri interni;
- rivestimenti muri esterni e di soffitti.

norme di riferimento

**UNI EN 492** – *Tegole piane di fibrocemento e relativi accessori – Specifica di prodotto e metodi di prova.*

**Lastre di materia plastica rinforzata**

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI.

- a) lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro;
- b) lastre di polistirene.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 14631** – *Lastre estruse di polistirene modificato resistente all'urto (PS-I). Requisiti e metodi di prova;*

- c) lastre di polimetilmetacrilato

norme di riferimento

**UNI EN ISO 7823-1** – *Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate;*

**UNI EN ISO 7823-2** – *Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate;*

**UNI EN ISO 7823-3** – *Materie plastiche. Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Parte 3: Lastre colate continue;*

- d) lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice

norme di riferimento

**UNI EN 1013-1** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova;*

**UNI EN 1013-2** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice; Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (PRVF);*

**UNI EN 1013-3** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).*

e) lastre ondulate e alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre

norme di riferimento

**UNI 10452** – *Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre e apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Lastre di metallo

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti caratteristiche: tolleranze dimensioni e di spessore .....; resistenza al punzo- namento ....., resistenza al piegamento a 360° .....; resistenza alla corrosione

.....; resistenza a trazione .....

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e i difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio.

I prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.), oltre a rispondere alle prescrizioni predette, dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma **UNI 10372**.

Le lamiere saranno, inoltre, esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.)

e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fabbricante e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

#### Lastre in pietra naturale

Le lastre in pietra naturale (per esempio ardesie, quarziti, ecc.) per manti di copertura dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. Le lastre in pietra possono essere:

- lavorate sulle tre facce a vista, di forma regolare e provviste di foro per l'ancoraggio (a chiodo o a gancio) al supporto;
- grezze di forma irregolare con spessore maggiore di quelle lavorate, tali lastre per essere posate necessitano di apposita lavorazione ai bordi.

La disposizione delle lastre di ardesia per copertura secondo la pendenza può essere:

- a) tripla genovese;
- b) tripla a ganci;
- c) doppia a ganci;
- d) doppia a ganci con lastre scantonate sui due angoli bassi;
- e) a squame;
- f) semplice alla francese;
- g) alla francese a ganci.

I limiti di impiego sono quelli progettuali e/o quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fabbricante e la corrispondenza alle caratteristiche contrattuali richieste.

#### Strato di isolamento della copertura

L'isolamento della copertura, potrà essere eseguito con:

- pannello di sughero naturale compresso;
- pannello multistrato;
- pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso;

- pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso.

#### Pannello di sughero naturale compresso

Lo strato di isolamento dovrà essere costituito da pannelli di sughero naturale compresso in alta frequenza, senza collanti, con i bordi smussati a tronco di piramide di colore biondo e del peso di ..... kg/m<sup>2</sup> circa e dello spessore di ..... cm. I pannelli dovranno essere posati con i giunti smussati ben accostati tra loro (sfalsati e ribaltati) e fissati con punti di colla, chiodi o altro.

È consigliabile avere sempre e comunque un bordo di contenimento perimetrale sulla linea di gronda.

Sulla superficie dei pannelli verranno appoggiate lastre ondulate impermeabili (bituminose o in fibrocemento), di copertura, e fissate con viti ad espansione alla struttura.

Su dette lastre ondulate verrà alloggiato il relativo manto di copertura in coppi.

Le dimensioni dei pannelli o dei rotoli sono quelli indicati in progetto; lo spessore minimo deve essere di 3 cm. La collocazione deve rispettare le indicazioni del produttore.

#### Pannello multistrato

Pannello con particolare ondulazione, atto a offrire al coppo tre punti di appoggio impedendone lo scivolamento. La composizione in speciale multistrato impregnato sottovuoto garantisce perfetta impermeabilità e forte resistenza agli sbalzi di temperatura e al gelo.

#### Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso

La lastra per l'isolamento delle coperture sottotegole deve essere costituita da polistirene estruso monostrato di colore indaco, con resistenza alla compressione di ..... kPa, con pelle di estrusione, battentata sui quattro lati, con dimensioni pari a:

– spessore: da ..... a ..... mm;

– dimensioni: ..... × ..... mm;

– passo dei coppi: ..... mm.

L'interasse fra le scanalature di ..... e ..... mm deve permettere l'impiego del tipo di coppi più diffuso sul mercato.

La posa in opera avviene posizionando la larghezza della lastra polistirene estruso parallela o ortogonale alla linea di gronda. Le lastre sono dotate di scanalature per la ventilazione e di scanalature per l'aggancio della tegola.

La lunghezza della lastra è variabile in funzione del passo della tegola.

#### Pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso

Il pannello in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS .....), deve essere autoestinguente in Euroclasse E secondo la norma **UNI EN 13163**, impermeabilizzato all'estradosso con membrana ardesiata e con listelli in legno annegati, predisposti per il fissaggio della listellatura orizzontale a passo tegola. I pannelli devono essere dotati di battenti laterali e sovrapposti nel senso della pendenza di falda in modo da eliminare ponti termici, sigillature e guarnizioni.

Il pannello sottotegola può essere sagomato in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) a marchio IIP-UNI autoestinguente in Euroclasse E secondo norma **UNI EN 13163**, impermeabilizzato all'estradosso con una membrana bituminosa in poliestere. I pannelli devono essere dotati di battenti laterali e vengono sovrapposti nel senso della pendenza della falda in modo da eliminare i ponti termici, sigillature e giunzioni. La formazione di scanalature orizzontali a passo tegola permette l'alloggiamento delle tegole direttamente sopra il pannello.

### Art. 37. Impermeabilizzazioni

#### Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane flessibili in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalla prescritta dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

Le modalità di applicazione del prodotto devono essere quelle indicate dal produttore e le ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori.

norma di riferimento

**UNI 8178** – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;*

**UNI EN 1504-1** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 1: Definizioni;*

**UNI EN 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**UNI EN 1504-3** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale.*

**Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata**

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle seguenti casistiche: abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali per esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera: l'elenco dei componenti in materie plastiche costituiti, anche parzialmente, da materie riciclate o recuperate, ed il peso del contenuto di materia riciclata o recuperata rispetto al peso totale dei componenti in materie plastiche utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

**Membrane flessibili per impermeabilizzazioni**

Le membrane per impermeabilizzazioni si classificano in base:

- a) al materiale componente, per esempio:
  - bitume ossidato fillerizzato;
  - bitume polimero elastomero;
  - bitume polimero plastomero;
  - etilene propilene diene;
  - etilene vinil acetato, ecc.
- b) al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:
  - armatura vetro velo;
  - armatura poliammide tessuto;
  - armatura polipropilene film;
  - armatura alluminio foglio sottile, ecc.
- c) al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:
  - poliestere film da non asportare;
  - polietilene film da non asportare;
  - graniglie, ecc.
- d) al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:
  - poliestere non tessuto;
  - sughero;
  - alluminio foglio sottile, ecc.

**Membrane flessibili bituminose**

Il direttore dei lavori per le membrane flessibili bituminose per impermeabilizzazione deve controllare e verificare almeno le seguenti caratteristiche tecniche: carico di rottura (**UNI EN 12311-1**), allungamento a rottura (**UNI EN 12311-1**), punzonamento statico (**UNI EN 12730**) e dinamico (**UNI EN 12691**).

La membrana dovrà essere realizzata da “impresa di posa specializzata” accreditata presso l'azienda produttrice e



preferibilmente in possesso di certificazione di idoneità alla posa secondo norma **UNI 11333-1** e norma **UNI 11333-2**.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

Le fasi di applicazione sono le seguenti, fermo restando le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori:

supporto di base

Il supporto, se considerato tetto piano (fino a 5° di inclinazione), dovrà avere requisito di pendenza minima per il deflusso delle acque meteoriche (1,5%). Se la copertura non possiede tale requisito di inclinazione, la pendenza potrà essere incrementata attraverso strati funzionali pendenzati aggiuntivi che garantiranno il corretto smaltimento dell'acqua.

preparazione del piano di posa

L'estradosso della copertura dovrà essere pulito superficialmente, eliminando residui e corpi estranei, rendendolo atto all'accoglimento della stratigrafia impermeabile. Gli eventuali corrugamenti e tensionamenti dovranno essere tagliati, asportando le parti eccedenti e ripristinando la precisa zona con fasce o pezze di membrana.

posa a secco

Il prodotto impermeabile verrà posato a secco sopra lo stato di fatto esistente, previa eventuale adeguata preparazione se necessaria. Sia i lati longitudinali che quelli di testa verranno accostati ai lati dei teli adiacenti.

posa in totale aderenza Coadiuvata da fissaGGio meCCaniCo

La membrana verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano al prodotto forato, creando una aderenza controllata rispetto allo strato sottostante. Inoltre, verrà vincolata al supporto di base (o all'ultimo strato funzionale utile) attraverso sistema di fissaggio meccanico in corrispondenza dei sormonti, in misura adeguata, in relazione all'estrazione del vento che agisce sulla copertura specifica.

Il fissaggio meccanico verrà intensificato lungo tutti i perimetri, lucernai, camini ed aperture presenti in copertura.

La membrana dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali. I teli dovranno essere sfalsati in senso longitudinale.

Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

L'avanzamento dei lavori prevedrà una sigillatura a tenuta idraulica, raccordando la nuova opera con l'impermeabilizzazione eventualmente esistente, onde evitare infiltrazioni all'interno dell'edificio.

Nella saldatura delle sormonte di continuità si dovrà operare in modo tale da creare la fuoriuscita uniforme di un cordolino di miscela fusa, indice di sigillatura e corretta saldatura nei punti di sovrapposizione delle membrane.

posa in totale aderenza

La membrana flessibile verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano al primo strato impermeabile, con sfalsamento longitudinale dei teli. Inoltre, dovrà essere sfalsata sia longitudinalmente che trasversalmente rispetto al primo strato a tenuta.

La membrana flessibile dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali

Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

La saldatura del sormonte di testa delle membrane flessibili con protezione minerale dovrà avvenire previo riscaldamento del lembo ardesiato sottostante per incorporare i granuli minerali nello spessore della massa impermeabilizzante.

risvolti verticali

Successivamente alla posa della membrana flessibile, lo strato costituente il primo elemento di tenuta dovrà essere risvoltato per una altezza minima di 5 cm, garantendo così un "fuori acqua" temporaneo. Contestualmente, una fascia di membrana flessibile posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano dovrà sigillare l'angolo, aderendo sul primo elemento di tenuta proveniente dal piano orizzontale ed innalzandosi per una altezza minima di almeno 15 cm, assicurando sempre la tenuta idraulica.

Utilizzando il medesimo criterio si procederà con la posa del secondo elemento di tenuta, questa volta fino a ridosso del muro, senza effettuare alcun risvolto.

Una successiva fascia andrà a ricoprire l'elevazione verticale per una altezza minima tale da superare di almeno 10 cm l'altezza della prima fascia, aderendo sul muro (o sulla fascia di membrana esistente) e risvoltando per almeno 15/20 cm sulle teste e sui lati longitudinali dell'elemento di tenuta posto sul piano orizzontale di copertura.

norma di riferimento

**UNI EN 12730** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza al carico statico;

**UNI EN 12311-1** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione;

**UNI EN 12691** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza all'urto;

**UNI 11564** – Coperture discontinue – Teli impermeabilizzanti sottotegola bituminosi – Definizione, campo di applicazione e posa in opera;

**UNI EN 13707** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 1109** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della flessibilità a freddo;

**UNI EN 13583** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza alla grandine;

**UNI EN 1110** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione dello scorrimento a caldo;

**UNI 11333-2** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose; **UNI 11333-1** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 1: Processo e responsabilità;

**UNI 11333-2** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose; **UNI 11333-3** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 3: Prova di abilitazione alla posa di membrane sintetiche di PVC o TPO.

#### Membrane flessibili per impermeabilizzazione di superfici di calcestruzzo

Le caratteristiche e le prestazioni di membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico dove il sistema di impermeabilizzazione è legato all'impalcato di calcestruzzo e ricoperto da asfalto devono essere conformi alla norma **UNI EN 14695**.

Il piano di posa dovrà essere sufficientemente stagionato e pulito da olii, grassi e polvere, se necessario si dovrà usare un getto d'acqua in pressione. La superficie del calcestruzzo dovrà apparire consistente ed eventuali residui di boiaccia poco aderenti dovranno essere asportati con una bocciardatura, così come le asperità troppo accentuate.

Gli avvallamenti troppo profondi devono essere riempiti con malta epossidica e nel caso che il manto venga applicato direttamente su travi prefabbricate, i dislivelli fra le travi verranno raccordati sempre con malta epossidica.

Il prodotto può essere inoltre posato completamente con fiamma leggera di gas propano mediante riscaldamento della faccia inferiore.

Dovranno essere previste delle sormonte laterali di almeno 10 cm e di testa di almeno 15 cm, sempre saldate a fiamma per la realizzazione della continuità impermeabile del telo bituminoso. In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI EN 14695** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 14224** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione della capacità di resistenza alla fessurazione;

**UNI EN 14692** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili dai veicoli – Determinazione della resistenza alla compattazione di uno strato di asfalto;

**UNI EN 14693** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili dai veicoli – Determinazione del comportamento delle lastre bituminose durante l'applicazione di mastici d'asfalto;

**UNI EN 13375** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo transitabili dai veicoli – Preparazione dei provini;

**UNI EN 14223** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di ponti di

*calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione dell'assorbimento d'acqua;*

*di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione dell'assorbimento d'acqua.*

#### **Membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture**

Le membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture elemento di tenuta devono essere conformi alla **UNI 9307-1**. La membrana deve essere del tipo autoprotetto con granuli, scaglie minerali o simili.

Il numero di fissaggi meccanici e il relativo schema di posa devono essere determinati in fase di progetto in funzione del carico di vento, dei pesi permanenti e variabili, delle caratteristiche tecniche dei fissaggi del supporto e dell'elemento di tenuta.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI 9307-1** – *Coperture continue. Istruzione per la progettazione. Elemento di tenuta;*

**UNI EN 1108** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della stabilità di forma in condizioni di variazioni cicliche di temperatura;*

**UNI EN 12691** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza all'urto;*

**UNI EN 12317-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla trazione delle giunzioni;*

**UNI EN 13948** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici;*

**UNI EN 1548** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Metodo per esposizione al bitume;* **UNI EN 13416** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Regole per il campionamento;*

**UNI EN 1107-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della stabilità dimensionale;*

**UNI EN 1848-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della lunghezza, della larghezza e della rettilineità– Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 1849-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dello spessore e della massa areica – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 1931** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione di coperture – Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore d'acqua;*

**UNI EN 1296** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine ad elevate temperature;*

**UNI EN 12311-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione;*

**UNI EN 1928** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della tenuta all'acqua;*

**UNI EN 1850-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 12310-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla lacerazione (metodo del chiodo);*

**UNI EN 12316-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni;*

**UNI EN 12317-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per*

*l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla trazione delle giunzioni;*

**UNI EN 13897** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di plastica e di gomma per l'impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della tenuta all'acqua dopo allungamento per*

*trazione a bassa temperatura.*

Membrane flessibili per impermeabilizzazione destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo  
Le caratteristiche di membrane flessibili bituminose il cui utilizzo previsto è quello di impedire la risalita di umidità dal suolo devono essere conformi alla norma **UNI EN 13969**.

Le caratteristiche di membrane flessibili bituminose per muratura il cui utilizzo previsto è quello di impedire la risalita di umidità devono essere conformi alla norma **UNI EN 14967**.

L'armatura della membrana deve essere costituita da tessuto non tessuto di poliestere rinforzato e stabilizzato.

I prodotti per l'impermeabilizzazione delle strutture a contatto con il terreno devono possedere caratteristiche di:

- elevata resistenza meccanica;
- resistenza agli agenti chimici;
- resistenza ai microrganismi;
- resistenza alle radici;
- stabilità termica e flessibilità a basse temperature.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 13969** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 14967** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità – Definizioni e caratteristiche.

Membrane flessibili per impermeabilizzazione per il controllo del vapore d'acqua

Le caratteristiche delle membrane flessibili bituminose armate per il controllo del vapore d'acqua sono quelle stabilite dalla norma **UNI EN 13970**.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 13970** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua – Definizioni e caratteristiche.

#### 37.4. Prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori

I prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori possono essere costituiti da:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura allo stato fuso per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) sono costituiti da bitume distillato, selezionato per l'uso industriale, additivato con un alto tenore di polimeri elastomerici e plastomerici tali da ottenere una lega ad "inversione di fase" la cui fase continua è formata da polimero nel quale è disperso il bitume, dove le caratteristiche sono determinate dalla matrice polimerica e non dal bitume anche se questo ne costituisce l'ingrediente maggioritario.

La spalmatura nel caso di solette in calcestruzzo armato con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate richiede una temperatura diurna dell'aria minore di 10°C. La superficie di applicazione deve essere preparata secondo le indicazioni del produttore del bitume.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

Malte asfaltiche

La malta asfaltica da rocce asfaltiche per l'impermeabilizzazione è il prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo,

fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice di rocce asfaltiche, o di polvere asfaltica, con bitume sia naturale sia di petrolio, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in solfuro di carbonio compreso tra il 18 ed il 25%.

La malta asfaltica da mastice di asfalto sintetico per impermeabilizzazione è il prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice sintetico, di inerte di natura calcarea di granulometria determinata con bitume sia naturale sia di petrolio, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in Cs<sub>2</sub> tra il 18 ed il 25%. In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Asfalti colati

L'asfalto colato per l'impermeabilizzazione delle coperture è costituito da miscele di mastice di roccia asfaltica o di mastice di asfalto sintetico o di polvere di roccia asfaltica o anche semplicemente di polvere di rocce calcaree, da bitume sia naturale sia di petrolio e da aggregati litici generalmente calcarei di appropriata granulometria.

Le miscele di asfalto colato devono presentare a caldo una plasticità tale da poter essere stese o colate in manti a mezzo di spatole azionate a mano (o eventualmente con mezzi meccanici), senza necessità di costipazione. Con il solo raffreddamento devono raggiungere l'addensamento e la consistenza necessaria per rispondere alla loro specifica funzione di manti impermeabilizzanti.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per impermeabilizzazioni è un prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di polveri asfaltiche, con una aggiunta di bitume, sia naturale sia di petrolio, tale da ottenere un contenuto totale solubile in solfuro di carbonio compreso fra il 12% ed il 16% in peso. Per polvere asfaltica s'intende il prodotto ottenuto mediante macinazione di rocce asfaltiche, ossia di rocce naturalmente impregnate di bitume estraibile con solventi organici.

Le polveri possono essere ottenute utilizzando rocce di diversa provenienza con differenti contenuti di bitume, purché il contenuto di ciascuna non sia in ogni caso minore del 6% in peso, né maggiore del 20% in peso. I mastici di rocce asfaltiche si distinguono in tre tipi in base alla percentuale di contenuto solubile in solfuro di carbonio

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per impermeabilizzazioni è il prodotto ottenuto dall'intima miscelazione a caldo di una polvere minerale costituita da almeno il 98% di un additivo minerale, proveniente da rocce compatte di natura calcarea, e da bitume naturale o di petrolio o da miscele dei due. Per additivo minerale si intende la polvere passante attraverso lo staccio 0,0075 UNI 2332, ottenuta dalla macinazione di rocce.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Guaina liquida elastica fibrorinforzata

La guaina liquida fibrata è un prodotto elastomero a medio spessore per la protezione e impermeabilizzazione di superfici esterne, costituita da elastomeri sintetici in dispersione, pigmenti, cariche micronizzate, macrofibre sintetiche e additivi specifici.

I supporti devono essere privi di parti incoerenti, oli, grassi, polveri, disarmanti, vernici. I supporti che presentano irregolarità o superfici troppo grezze, dovranno prima essere rasati e riparati. Eventuali rinforzi in punti particolarmente sollecitati meccanicamente potranno essere eseguiti con annegamento di rete in fibra di vetro.

Il prodotto deve essere mescolato manualmente e non deve essere diluito perché pronto all'uso. Il prodotto deve essere applicato in 2 mani, il primo strato mediante spatola liscia, in modo uniforme, ad essiccazione effettuata (almeno 10/12 ore, a seconda della temperatura ambientale), il secondo strato applicandolo incrociando la passata rispetto al senso della prima. Il prodotto non deve essere applicato su supporti umidi o in presenza di controspinta di acqua; in caso di pioggia la superficie trattata deve essere protetta per almeno le prime 6 ore. Il prodotto non deve essere applicato sulle superfici che possono essere soggette rischio di gelate notturne e in pieno sole. I contenitori prima dell'impiego non devono essere lasciati esposti al sole.

Le temperature di applicazione e del supporto deve essere quelle indicate dal produttore, comprese tra +5° C – +35°.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 1504-9** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.*

#### 37.5. Malta bicomponente elastica a base cementizia

Le malte bicomponenti sono a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa. L'impasto è applicabile anche in verticale fino a 2 mm di spessore in una sola mano.

Sul primo strato di bicomponente deve essere stesa una rete costituita da fibre di vetro trattate con uno speciale appretto che conferisce resistenza agli alcali ed inoltre promuove l'adesione con tutti i prodotti utilizzati per l'impermeabilizzazione e la rasatura; ad indurimento avvenuto della rasatura o dello strato impermeabilizzante la rete di vetro costituisce un'armatura che evita la formazione di fessurazioni dovute a movimenti del supporto o della superficie piastrellata. Inoltre, serve a facilitare anche l'applicazione di uno spessore uniforme di circa 2 mm della rasatura e migliorare le resistenze agli sbalzi termici e all'abrasione del sistema. La rete di vetro deve essere completamente annegata nello spessore dello strato impermeabilizzante o delle rasature. I teli adiacenti di rete in fibra di vetro dovranno essere sovrapposti lungo i bordi per uno spessore di almeno 5-10 cm.

Il prodotto impermeabilizzante può essere impiegato per:

- impermeabilizzazione di vasche in calcestruzzo per il contenimento delle acque;
- impermeabilizzazione di bagni, docce, balconi, terrazze, piscine, ecc. prima della posa di rivestimenti ceramici;
- impermeabilizzazione di superfici in cartongesso, intonaci o cementizi, blocchi di cemento alleggerito, multistrato marino;
- rasatura elastica di strutture in calcestruzzo con sezioni sottili anche soggette a piccole deformazioni sotto carico (per esempio pannelli prefabbricati);
- protezione di intonaci o calcestruzzi che presentano delle fessurazioni causate da fenomeni di ritiro, contro la penetrazione dell'acqua e degli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
- protezione, dalla penetrazione dell'anidride carbonica, di pile ed impalcati in calcestruzzo, e di strutture che presentano uno spessore di copriferro inadeguato;
- protezione di superfici in calcestruzzo che possono venire a contatto con l'acqua di mare, i sali disgelanti come il cloruro di sodio e di calcio ed i sali solfatici.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norme di riferimento

**UNI EN 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**UNI EN 1504-9** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.*

### Art. 38. Vetri

#### Generalità

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

#### Campioni che dovrà fornire l'appaltatore

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno

essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

#### Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre, sono indicate sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

---

#### norme di riferimento

**UNI 6534** – *Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

#### Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico

##### Vetri grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, cosiddetti *bianchi*, eventualmente armati.

##### Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie.

##### Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

#### Norme di riferimento

**UNI EN 572-1** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;*

**UNI EN 572-5** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;*

**UNI EN 572-4** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;*

**UNI EN 572-7** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;*

**UNI EN 12150-1** – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione;*

**UNI EN 12150-2** – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

#### Vetri di sicurezza

##### Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma **UNI EN 12150-1**. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (**UNI EN 572-1**). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

---

#### norma di riferimento

**UNI EN 12150-1** – *Vetro per edilizia – Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente – Definizione e descrizione;*

**UNI EN 572-1** – *Vetro per edilizia – Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico – Parte 1: Definizioni e*

*proprietà generali fisiche e meccaniche.*

### 38.6. Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico.

Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto.

Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**;
- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alla norma **UNI EN ISO 12543-2**, **UNI EN 356** e **UNI EN 1063**;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 12543-1** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*

**UNI EN ISO 12543-2** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*

**UNI EN ISO 12543-3** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*

**UNI EN ISO 12543-4** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*

**UNI EN ISO 12543-5** – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*

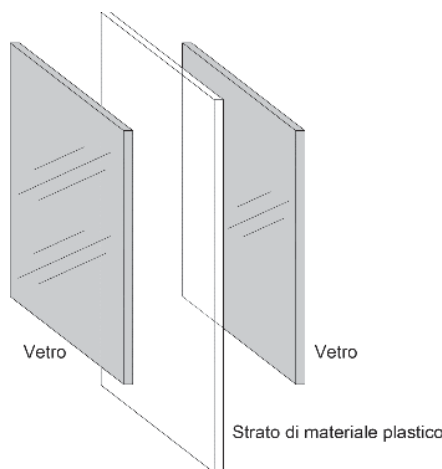


Figura 38.1. Vetro stratificato piano



**UNI EN ISO 12543-6** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;*

**UNI EN 356** – *Vetro per edilizia – Vetro di sicurezza – Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale;*

**UNI EN 1063** – *Vetrare di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili;*

**UNI EN 12600** – *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano;*

**UNI EN 13541** – *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.*

#### Vetro antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;
- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio di classe REI ..... può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti

della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce ad ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio di caratteristiche .....

La classe REI ..... del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

#### norme di riferimento

**UNI EN 357** – *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco;*

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.*

#### Vetro retinato (o armato)

Il vetro retinato (o armato) si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso allo stato pastoso nel quale è immersa una rete di acciaio elettrosaldata a maglie quadrate. Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza, e viene utilizzato generalmente per opere edili nelle quali non necessita la trasparenza assoluta vista la presenza della rete metallica.

Il vetro retinato è un vetro sodico calcico trasparente dalle caratteristiche superfici levigate, piane e parallele, che offre importanti caratteristiche di resistenza antincendio.

#### Vetri sicurezza per impianti di ascensore

##### Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato. Il vetro in un impianto di ascensore (o montacarichi) può essere applicato come:

- rivestimento del vano corsa;
- parete della cabina;
- porta di piano.

#### Porte di piano e pareti di cabina

Le porte di piano e le pareti di cabina vetrate, come le pareti del vano corsa, devono possedere la medesima resistenza meccanica delle pareti del vano corsa. Ovvero devono essere in grado di sopportare, senza rottura e senza produrre una freccia superiore ai 15 mm, un carico di 300 N concentrato su una superficie di 5 cm<sup>2</sup> (rotonda o quadrata).

Le porte di piano e le pareti di cabina vetrate, come le pareti del vano corsa, devono possedere la medesima resistenza meccanica delle pareti del vano corsa. Ovvero devono essere in grado di sopportare, senza rottura e senza produrre una freccia superiore ai 15 mm, un carico di 300 N concentrato su una superficie di 5 cm<sup>2</sup> (rotonda o quadrata). Come previsto dalla **UNI 7697**,

questi vetri non rientrano nella direttiva CPD, ma in quella ascensori, e come tale devono essere conformi a quanto previsto dalle **UNI EN 81**.

Gli unici due modi per dimostrare la conformità di un vetro alle norme **UNI EN 81** sono:

- a) superamento delle prove di urto col pendolo (Appendice J, della norma **UNI EN 81**), oppure
- b) dimensioni e forma della lastra di vetro conformi alla tabella J.1 della norma **UNI EN 81**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 81-1** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 1: Ascensori elettrici;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

#### Specchi in cabina

Lo specchio in cabina deve avere le stesse caratteristiche dei vetri usati per le pareti della cabina stessa, deve essere intelaiato su tutti i lati e deve essere marcato con il nome del fabbricante, il tipo e lo spessore. Lo specchio deve essere di vetro stratificato, in conformità dell'Appendice J della norma **UNI EN 81-1**, o delle dimensioni e forma della lastra di vetro conformi alla tabella

J.1 della norma **UNI EN 81**.

Lo specchio quindi avrà uno spessore minimo di 10,76 mm, o più sottile ma solo se lo stesso risulti idoneo sulla base di prova del pendolo secondo l'allegato J.

#### norme di riferimento

**UNI EN 81-1** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 1: Ascensori elettrici;*

**UNI EN 81-2** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 2: Ascensori idraulici;*

**UNI EN 81-80** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori*

*-Ascensori esistenti – Regole per il miglioramento della sicurezza degli ascensori per passeggeri e degli ascensori per merci esistenti;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie;*

**UNI EN 12600** – *Vetro per edilizia – Prova del pendolo – Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano.*

#### Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere

applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri

dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

### Vetrocamera

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera o doppio vetro) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore in alluminio di spessore variabile da 6 a 22 mm, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Il vetro utilizzato può essere di varie tipologie, monolitico o stratificato di sicurezza, trasparente o coprente, riflettente o bassoemissivo, ecc.

Un vetrocamera si identifica comunemente indicando la sommatoria degli spessori dei suoi componenti, cioè vetro + camera + vetro..., per esempio un vetrocamera 4-12-4 è composto da 2 vetri da 4 mm e una camera da 12 mm, per uno spessore totale di circa 20 mm.

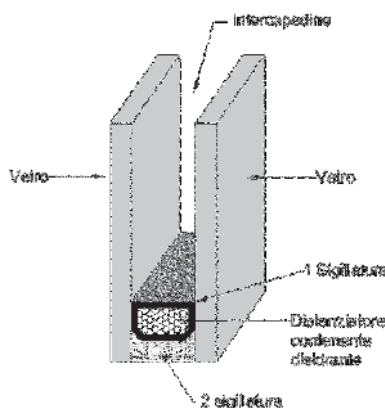


Figura 38.2. Esempio di vetrocamera

Per assicurare la perfetta aderenza delle lastre, esse vengono giuntate tramite un telaio con un'apposita colla, per poi farle aderire con una speciale pressa in grado di creare una camera d'aria stagna tra i due vetri; per sigillarlo definitivamente, intorno al vetro viene infine applicata una sostanza bi-componente che consente di aumentare l'isolamento termico e acustico dei serramenti.

L'incremento dei valori di isolamento termico del vetrocamera, è conseguito sostituendo l'aria presente tra i due vetri con gas nobili come argon o kripton che, rispetto all'aria, sono caratterizzati da un minore coefficiente di scambio termico; se l'aria interna è sostituita con gas argon, deve essere indicata anche la percentuale di riempimento (che non deve essere inferiore all'85%). L'isolamento termico può essere incrementato utilizzando distanziatori in acciaio inox ricoperto da pellicola plastica (Warm edge o canalina a bordo caldo) al posto dell'alluminio.

Il vetrocamera deve essere accompagnato da dichiarazione di prestazione. Il direttore dei lavori deve verificare la presenza sul vetro del marchio indelebile di qualità UNI-Climalit, CE e UNI.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12758** – Vetro per edilizia. Vetrature e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità; **UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

### Vetri piani profilati ad U

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione, impiegati principalmente su vetrature esterne, rivestimenti di grandi facciate.

I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma **UNI EN 572-7**, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro.

Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma **UNI EN 572-7** deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale  $B$  in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta  $d$  in millimetri;
- lunghezza nominale  $H$  in millimetri;
- riferimento alla norma **UNI EN 572-7**.

Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, di onde, di graffi o di inclusioni.

#### norma di riferimento

**UNI EN 572-7** – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.*

### Vetri pressati per vetrocemento armato

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. La forma può essere quadrata, rettangolare, curva, smussata o angolare; le lastre di vetrocemento possono essere ondulate, trasparenti o satinata a seconda dell'effetto di luminosità. La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni, destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla **UNI EN 1051-1**.

La posa in opera deve essere effettuata con malta specifica ad elevata resistenza e a ritiro controllato e con appositi distanziatori a L e a T che servono per incastrare i mattoni e della malta fatta con cemento. Le fughe devono rispettare le indicazioni del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI EN 1051-1** – *Vetro per edilizia – Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni – Parte 1: Definizioni e descrizione.*

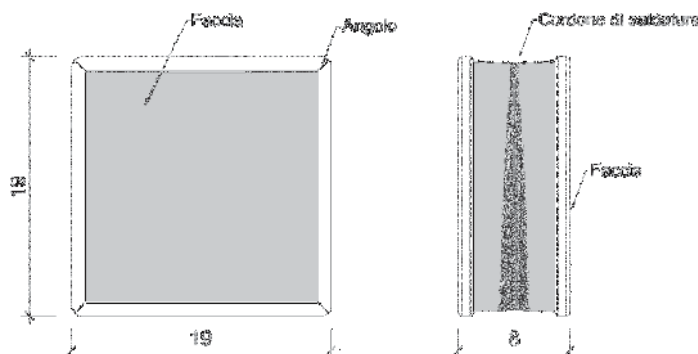


Figura 38.3. Dimensioni tipiche di un vetro mattone

## Art. 39. Infissi esterni ed interni

### Definizioni

Con riferimento alla norma **UNI 8369-1** si definiscono:

- infissi esterni verticali* gli elementi tecnici aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno;
- serramenti esterni*, parti apribili, gli elementi tecnici con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, energia, aria, ecc.;
- schermo*, l'elemento tecnico avente la funzione di controllare l'energia radiante, l'illuminazione o il flusso termico e la visibilità tra gli ambienti o spazi interni e gli spazi esterni.

Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi. I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali si rinvia alla norma **UNI 8369** (varie parti).

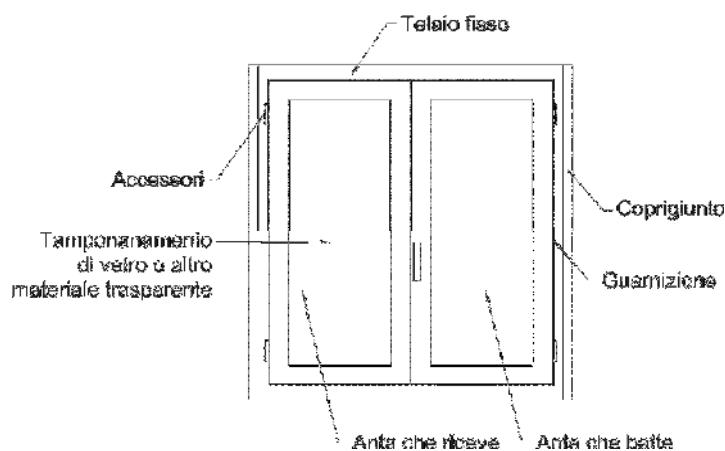
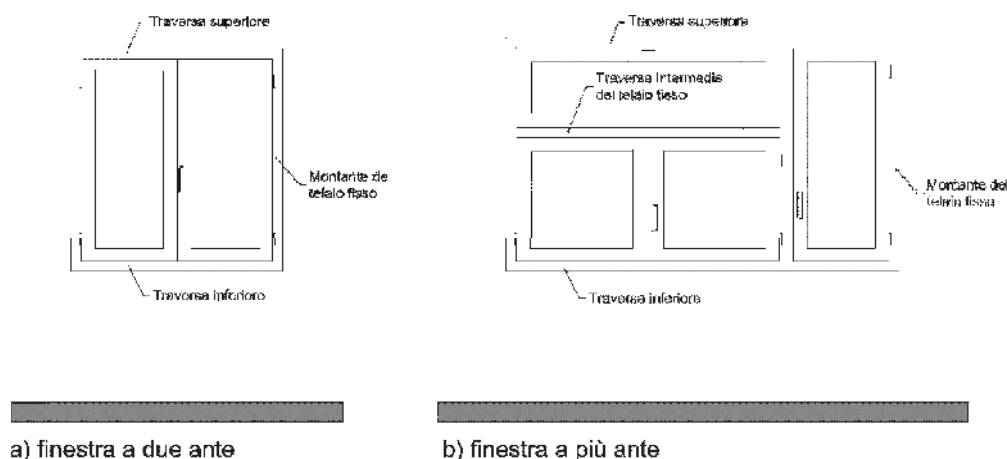


Figura 39.1. Parti componenti il serramento esterno



a) finestra a due ante

b) finestra a più ante

Figura 39.2. Subcomponenti del telaio fisso

norme di riferimento

**UNI 7895** – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

**UNI 8369-1** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-2** – Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-3** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;

**UNI 8369-4** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;

**UNI 8369-5** – Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;

**UNI 8370** – Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.

#### Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e simili) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni esecutivi. Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per aderenza – colle, adesivi, ecc. – e, comunque, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

a) finestre:

- isolamento acustico: .....
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo la **UNI EN 1027**): classi ..... e .....
- resistenza meccanica (misurata secondo le **UNI 9158** e **UNI EN 107**): .....
- .....

b) porte interne:

- tolleranze dimensionali: .....
- spessore: ..... (misurato secondo la **UNI EN 951**);
- planarità: ..... (misurata secondo la **UNI EN 952**);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la **UNI 8200**): .....
- corpo d'urto: ..... kg;
- altezza di caduta: ..... cm;
- resistenza al fuoco e controllo della dispersione del fumo (misurati secondo la **UNI EN 1634-1**): classe .....
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la **UNI 8328**): classe .....
- .....

c) porte esterne:

- tolleranze dimensionali: .....
- spessore: ..... (misurato secondo la **UNI EN 951**);
- planarità: ..... (misurata secondo la **UNI EN 952**);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo la **UNI EN 1027**): .....
- resistenza all'antintrusione (misurata secondo la **UNI 9569**): classe .....
- .....

#### Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono – nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) – resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

#### Campioni di ogni tipo infisso da esibire da parte dell'appaltatore

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato ad un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare la prevista dichiarazione di prestazione della fornitura secondo le normative vigenti.

#### Tipologie dei serramenti di progetto

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nella tabella 39.1.

**Tabella 39.1. Tipologie dei serramenti di progetto**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Dimensioni [mm]	Sistema di apertura
Meccanismo di apertura	Elaborato grafico di riferimento	

#### Marcatura CE

I serramenti devono riportare la marcatura CE in base al Regolamento prodotti da costruzione (UE) 305/2011. I certificati di prova non sostituiscono la marcatura CE.

L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (**UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (**UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (**UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **UNI EN ISO 10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (**UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (**UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

#### norma di riferimento

**UNI EN 1026** – Porte e finestre – Permeabilità all'aria – Metodo di prova; **UNI EN 12207** – Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione; **UNI EN 1027** – Porte e finestre – Tenuta all'acqua – Metodo di prova; **UNI EN 12208** – Finestre e porte – Tenuta all'acqua – Classificazione;

**UNI EN 12211** – Porte e finestre – Resistenza al carico di vento – Metodo di prova.

**UNI EN 12210** – Finestre e porte – Resistenza al carico del vento – Classificazione.

**UNI EN 14351-1** – Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.

#### Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di prestazione dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

#### Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

##### Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm). Devono, inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli

eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

#### Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm;

consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

#### Serramenti metallici

##### Componenti dei serramenti

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

#### Materiali e norme di riferimento

##### alluminio

###### a) Telai

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 12020-1** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;

**UNI EN 12020-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 14024** – Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.

###### b) Laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 485-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;

**UNI EN 754-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.

###### c) Getti in alluminio

**UNI EN 1706** – Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

##### profili in aCCiaio

###### a) Telai

**UNI EN 10079** – Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.

###### b) Laminati a caldo

**UNI 10163-1** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;

**UNI 10163-2** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;

**UNI EN 10163-3** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;

**UNI EN 10143** – Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 10025-1** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

**UNI EN 10025-2** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

**UNI EN 10025-3** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;



**UNI EN 10025-4** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;*

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*

**UNI EN 10025-6** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

c) Lamiere a freddo

**UNI 7958** – *Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;*

**UNI EN 10327** – *Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.*

d) Lamiere zincate

**UNI EN 10143** – *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.*

---

aCCiaio inossidabile

a) Telai

**UNI EN 10088-1** – *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;*

**UNI EN 10088-2** – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.*

---

leGa di rame

a) Telai

**UNI EN 13605** – *Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.*

b) Lamiere in rame

**UNI EN 13599** – *Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.*

#### Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti, realizzata mediante ....., spessore pari a ..... colore ....., dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto, e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) Alluminio

**UNI EN 12206-1** – *Pitture e vernici – Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche – Parte 1: Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.*

b) Acciaio

**UNI EN ISO 12944-1** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

**UNI EN ISO 12944-2** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 12944-3** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;*

**UNI EN ISO 12944-4** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;*

**UNI EN ISO 12944-5** – *Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.*

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

– zincatura elettrolitica

**UNI ISO 2081** – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio;*

– zincatura a spruzzo:

**UNI EN 22063** – *Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe.*

- cadmiatura

**UNI 4720** – *Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.*

- cromatura

**UNI EN 12540** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.*

- c) acciaio inossidabile:

**UNI EN 10088-2** – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.*

#### Telai e controtelai

I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in ....., lega .....,

..... (con o senza taglio termico), con sistema di tenuta ..... (a giunto aperto, a battuta semplice o doppia).

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche, evitando riflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.

Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e interno.

I controtelai dovranno essere realizzati in ..... (*tipo di metallo*), lega .....

#### Accessori

Gli accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica e devono avere caratteristiche tali da conferire al serramento la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni di uso e sollecitazione a cui è destinato. I materiali costituenti gli accessori devono essere compatibili con quelli delle superfici con cui vengono posti a contatto. La finitura degli accessori sarà coordinata a quella dei telai secondo campionatura approvata dal direttore dei lavori. Saranno preferiti prodotti con finiture superficiali a marchio di qualità.

#### Vetrazioni

I serramenti devono essere dotati di vetrazioni di tipo ..... (piano, curvo, float, stratificato, armato, temprato) rispondente alla norma ....., di spessore ..... (nel caso di impiego di vetrocamera oltre allo spessore delle singole lastre costituenti deve essere indicato anche lo spessore dell'intercapedine e l'eventuale riempimento), con un valore di trasmittanza termica pari a ..... W/m<sup>2</sup>K, con un valore di fattore solare pari a ....., con un valore di trasmissione luminosa pari a ..... certificato in laboratorio. I valori di trasmissione luminosa e di fattore solare saranno definiti in accordo con la norma **UNI EN 410**.

Nel caso di impiego di serramenti resistenti all'effrazione le vetrazioni previste dovranno essere di classe ..... certificata in laboratorio secondo la **UNI EN 1627**.

Nel caso di impiego di serramenti resistenti al proiettile le vetrazioni previste dovranno resistere ai proiettili di tipo ..... e testate secondo la norma **UNI EN 1063**.

**Tabella 39.2. Tipologie dei vetri dei serramenti**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Tipologia del vetro	Caratteristiche	Spessore

Colore      Norme di riferimento

norma di riferimento

**UNI EN 410** – *Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;*

**UNI EN 1627** – *Porte pedonali, finestre, facciate continue, inferriate e chiusure oscillanti – Resistenza all'effrazione – Requisiti e classificazione;*

**UNI EN 1063** – *Vetro per edilizia – Vetrate di sicurezza – Classificazione e prove di resistenza ai proiettili.*

- a) Trasmittanza termica

**UNI EN ISO 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

**UNI EN ISO 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

b) Vetri isolanti

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità; **UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

c) Vetro di silicato sodio-calcico

**UNI EN 572-1** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;

**UNI EN 572-2** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 2: Vetro float;

**UNI EN 572-5** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro stampato;

**UNI EN 572-4** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro tirato.

d) Vetro profilato armato e non armato

**UNI EN 572-3** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodio-calcico. Parte 3: Vetro lustrato armato;

**UNI EN 572-6** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato;

**UNI EN 572-7** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro profilato armato e non armato.

e) Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza

**UNI EN ISO 12543-1** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;

**UNI EN ISO 12543-2** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;

**UNI EN ISO 12543-3** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;

**UNI EN ISO 12543-4** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;

**UNI EN ISO 12543-5** – Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;

**UNI EN ISO 12543-6** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;

**UNI EN 1063** – Vetro per edilizia – Vetrature di sicurezza – Classificazione e prove di resistenza ai proiettili.

f) Vetro rivestito

**UNI EN 1096-1** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;

**UNI EN 1096-2** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;

**UNI EN 1096-3** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;

**UNI EN 1096-4** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità. Norma di prodotto.

#### Guarnizioni

Le guarnizioni inserite nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico, e, inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 12365-1** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate

*continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;*

**UNI EN 12365-3** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico; **UNI EN 12365-4** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

#### norme di riferimento

**UNI 9610** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

**UNI 9611** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

**UNI EN 26927** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

**UNI EN 27390** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

**UNI EN 28339** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

**UNI EN 28340** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

**UNI EN 28394** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

**UNI EN 29048** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

#### 39.11. Pannelli

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali, e devono essere realizzati in ....., con finitura superficiale interna ..... ed esterna .....

colore ....., strato isolante in ....., di densità ..... kg/m<sup>3</sup>, di resistenza termica ..... m<sup>2</sup>K/W, spessore ..... mm.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12086** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo;

**UNI EN 12087** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione;

**UNI EN 12088** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.

#### Dispositivi di ventilazione

Nel caso di impiego di dispositivi di ventilazione essi devono essere inseriti nei serramenti (nel telaio o nella vetratura) come da disegni allegati ed assicurare una portata d'aria al metro lineare di ..... alla pressione di ..... Pa.

I sistemi di ventilazione manuali da inserire saranno costituiti da un profilo in alluminio esterno parapioggia e un profilo interno in alluminio fermavetro con lamelle movimentabili manualmente munito di zanzariera in acciaio inox antistatica. I due profili devono essere uniti da materiale isolante che assicuri il taglio termico. La manovra delle lamelle deve essere assicurata da un dispositivo di manovra e regolazione in appoggio o a filo (è richiedibile la possibilità di manovra con cordicella o asta). Al fine di consentire agevoli interventi di manutenzione il profilo interno deve poter essere facilmente smontabile; ad aeratore chiuso devono essere garantite l'ermeticità all'aria e l'assenza di sibili.

I sistemi di ventilazione autoregolabili da inserire nel telaio o nella vetratura dovranno essere costituiti da due profili uniti da materiale isolante che assicuri il taglio termico e da un profilo di autoregolazione fissato internamente. Al fine di consentire agevoli interventi di manutenzione il profilo interno deve poter essere facilmente smontabile; ad aeratore chiuso devono essere garantite l'ermeticità all'aria e l'assenza di sibili.

#### Sistemi di protezione dall'irraggiamento solare

I serramenti dovranno essere dotati di ..... (avvolgibile, persiane, scuri, tende, frangisole, ecc.) in .....

(alluminio, pvc, legno, acciaio, tessuto, ecc.), di colore .....

Gli schermi dovranno essere dimensionati in modo da resistere al carico di vento di progetto di ..... e, se applicati a serramenti orizzontali, anche al carico di neve di progetto di .....

#### Serramenti in PVC

##### Materiali

##### Profili in PVC

Per la realizzazione dei serramenti si richiede l'impiego di profili in pvc rigido antiurtizzato, stabilizzato, autoestinguente, con un'alta resistenza agli agenti atmosferici. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei profili costituenti i serramenti devono essere conformi alle indicazioni delle normative riportate nella tabella 39.3. Le tolleranze dimensionali e gli spessori dei profili devono essere conformi alla norma **UNI EN 12608**.

**Tabella 39.3. Requisiti tecnici serramenti in PVC**

Requisiti tecnici	Normativa	Valore nominale
Massa volumica	UNI EN ISO 7092	1.46 g/cm <sup>3</sup>
Modulo elastico a flessione	UNI EN ISO 178	> 2.200 N/mm <sup>2</sup>
Snervamento a trazione	UNI EN ISO 527	> 38 N/mm <sup>2</sup>
Allungamento a trazione	UNI EN ISO 527	> 150 %
Resistenza all'urto per massa cadente (Ball drop)	UNI EN 477	0 % rottura
Resistenza all'urto a trazione	UNI EN ISO 8256	> 600 kJ/m <sup>2</sup>
Resistenza all'urto con mono-intaglio Charpy	UNI EN ISO 179-2	> 10 kJ/m <sup>2</sup>
Tenuta della saldatura d'angolo	UNI EN 514	> 25N/mm <sup>2</sup> (trazione)
Ritiri dimensionali	UNI EN 479	< 2,0 % > 35N/mm <sup>2</sup> (compressione)
Sfaldamento a 150 °C	UNI EN 478	Nessun difetto
Temperatura di rammollimento (VICAT)	UNI EN ISO 306	> 75°C
Resistenza all'invecchiamento	UNI EN ISO 4892	> 3 grado scala dei grigi
Coefficiente di espansione termica lineare (tra -30°C e + 50°C)	Dilatometro	7 x 10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>
Conducibilità termica Sensore termico	0,16 W/mK	
Reazione al fuoco	D.M. 26.6.84 UNI 8457 UNI 9174	Classe 1

norme di riferimento

**UNI EN 12608** – *Profili di polivinilcloruro non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di porte e finestre – Classificazione, requisiti e metodi di prova.*

#### Finitura superficiali dei profili in PVC

La finitura dei profili deve possedere caratteristiche visive superficiali (uniformità d'aspetto, tonalità della colorazione, ecc.) approvate dalla direzione dei lavori. I manufatti dovranno essere esenti da difetti visibili (graffi, rigonfiamenti, ondulazioni ed altre imperfezioni, ecc.).

**Colore bianco o sabbia o a scelta della direzione dei lavori:** la superficie del profilo deve essere liscia, con colorazione stabilizzata agli agenti atmosferici. Il controllo della resistenza alle intemperie deve essere effettuato conformemente alla normativa **UNI EN ISO 4892**, con la massima variazione del colore ammessa dopo l'esposizione corrispondente al livello 3 della scala dei grigi.

**Verniciatura:** le superfici esterne visibili dei profili possono essere verniciate mediante vernici nelle tonalità RAL prescelte. Il controllo della resistenza alle intemperie viene effettuato conformemente alla normativa **UNI EN ISO 4892**, con la massima variazione del colore ammessa dopo l'esposizione corrispondente al livello 3 della scala dei grigi.

**Rivestimento con pellicola:** i profili possono essere rivestiti con pellicola decorativa costituita da una base in PVC ed una protezione esterna di PMMA (polimetacrilato di metile) trasparente. La pellicola viene applicata a caldo sulla superficie in vista del profilo in PVC tramite colla poliuretanica.

**Rivestimento con cartelle sagomate in alluminio:** sulla superficie esterna dei profili in PVC vengono applicate delle cartelline in alluminio, le quali sono ancorate al profilo tramite un sistema di aggancio a scatto che non limita i movimenti determinati dall'espansione differenziata dei due materiali accoppiati. La superficie delle coperture di alluminio può essere verniciata o anodizzata.

#### Rinforzi metallici

I profili metallici di rinforzo per i serramenti in PVC devono essere realizzati in acciaio FEP02+Z con trattamento di zincatura superficiale continuo ed uniforme (da Z200 a Z275). La loro forma deve adattarsi al profilo di PVC e

dopo il fissaggio su quest'ultimo tramite le viti deve formare un'unione solida con esso.

Montanti, telai e traverse dei serramenti devono essere rinforzati per rispondere alle sollecitazioni agenti sul serramento durante l'uso.

#### Guarnizioni di tenuta

Le guarnizioni devono garantire al serramento le prestazioni richieste di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico; devono essere compatibili con i materiali con cui vengono a contatto e deve essere verificata la conformità alle normative di riferimento per lo specifico materiale costituente.

Possono essere realizzate con materiale termoplastico saldabile o materiale elastomerico (EPDM) ed in tutti i casi devono garantire la continuità sul contorno dell'infisso tramite la saldatura a caldo o l'incollaggio con il collante idoneo.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12365-1** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

**UNI EN 12365-3** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure

oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico; **UNI EN 12365-4** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### Vetri

Nei vetri isolanti lo spessore minimo deve essere almeno di 4 mm.

Nel campo visivo del vetro e ai lati dello stesso, non si devono notare macchie grosse. Non sono da considerarsi difetti eventuali filamenti di lunghezza massima 2 mm e puntini di diametro massimo 0,6 mm. Tali difetti devono però riscontrarsi raramente e in punti non troppo ravvicinati. La verifica dei difetti visibili ad occhio nudo deve essere effettuata con la lastra di vetro posizionata verticalmente ad una distanza di circa 100 cm e contro luce. Macchie irregolari causate dalla rifrazione dei raggi solari sul vetro isolante, sostituito con almeno una lastra di sicurezza su una delle parti, non sono da considerare come difetto.

Il sigillante non deve penetrare oltre 2 mm nell'interspazio tra la lastra e il profilo distanziatore all'interno del vetrocamera. Lo spessore della sigillatura del nodo non deve superare i 15 mm in vetri di superficie fino a 6 m<sup>2</sup>, e i 18 mm in vetri con superficie oltre i 6 m<sup>2</sup> ad esclusione di costruzioni particolari. I profili distanziatori devono essere posizionati parallelamente agli angoli del vetro. Eventuali scostamenti rispetto agli angoli del vetro non devono essere superiori a 2,5 mm.

#### Accessori e ferramenta

Gli accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica ed all'usura e devono avere caratteristiche tali da conferire al serramento la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni di uso e sollecitazione a cui è destinato. I materiali costituenti gli accessori devono essere compatibili con quelli delle superfici con cui vengono posti a contatto. La finitura degli accessori sarà coordinata a quella dei profili secondo campionatura approvata dal direttore dei lavori.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti devono essere fissati sui rinforzi in acciaio oppure su almeno due pareti del profilo in PVC. La distanza minima tra i vari punti di chiusura non deve superare i 700 mm.

Gli accessori applicati sulle porte antipanico e di emergenza devono essere marcati CE e devono rispondere ai requisiti delle seguenti norme:

**UNI EN 1125** – Accessori per serramenti – dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale – requisiti e metodi di prova;

**UNI EN 179** – Accessori per serramenti – dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta – requisiti e metodi di prova.

#### Requisiti costruttivi

##### Costruzione di telai e battenti

I profili in PVC che costituiscono la struttura del telaio e del battente devono essere uniti negli angoli mediante termo-fusione e saldatura e devono garantire i carichi di rottura minimi fissati dalla norma **UNI EN 514**.

Sui traversi inferiori dei telai e dei battenti dovranno essere presenti le fessure di drenaggio, in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'evacuazione dell'acqua e della condensa. Le fessure di ventilazione nelle traverse superiori dei serramenti facilitano il deflusso e l'eliminazione dell'acqua dalla camera di vetraggio e dall'interno dei profili.

I collegamenti meccanici delle traverse sui telai e sui battenti devono essere realizzati con dispositivi di giunzione, la cui idoneità sia stata comprovata da istituti accreditati con il rilascio dell'attestato di certificazione. La giunzione della traversa deve essere accuratamente sigillata, al fine di evitare danni dovuti alla corrosione o in generale all'infiltrazione di acqua all'interno dei profili giuntati.

norme di riferimento

**UNI EN 514** – *Profilati di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di finestre e porte – Determinazione della resistenza di angoli saldati e giunti a T.*

#### **Serramento a giunto aperto**

La conformazione del sistema di profili “a giunto aperto” permette di applicare 3 guarnizioni di tenuta, con la guarnizione centrale posizionata sul telaio. Il profilo da telaio presenta nella sua conformazione un dentino rialzato in PVC come sede della guarnizione centrale, affinché l'acqua di drenaggio possa essere facilmente raccolta ed immediatamente eliminata verso l'esterno del serramento attraverso i fori di scarico.

La conformazione del telaio e del battente è tale da permettere la raccolta dell'eventuale acqua di infiltrazione in un ampio volume e di facilitarne l'evacuazione attraverso le asole di scarico praticate nella camera esterna dei profili.

Sia i profili da telaio che da battente devono essere conformati con la struttura a 3 o più camere interne.

Sui profili da telaio e da battente devono essere previste le scanalature per l'inserimento delle guarnizioni sostituibili in caso di danneggiamento.

Devono essere disponibili diverse varianti geometriche per il profilo da telaio, in maniera da facilitarne l'applicazione sulla muratura. Deve inoltre essere possibile applicare a scatto sul telaio profili di allargamento, coprifili e profili di accoppiamento per il completamento estetico e funzionale della posa del serramento nel vano murario.

Devono essere disponibili diverse varianti del profilo da battente, sia dal punto di vista estetico che dimensionale e funzionale, per realizzare porte finestre, porte, ed ante con l'apertura verso l'esterno.

Il listello fermavetro per il mantenimento della vetrata deve essere applicato tramite un sistema di aggancio a piedino singolo o a doppio piedino che permette l'incastro nell'anta per tutta la lunghezza dello stesso.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti, protetti superficialmente con trattamento anticorrosivo, devono essere fissati sui rinforzi in acciaio, oppure su almeno due pareti del profilo in PVC.

#### **Serramento a due guarnizioni di battuta**

La conformazione del telaio e del battente del sistema “a due guarnizioni di tenuta” è tale da

permettere la raccolta dell'eventuale acqua di infiltrazione in un ampio volume e di facilitarne l'evacuazione attraverso le asole di scarico praticate nella camera esterna dei profili.

I profili da telaio devono essere conformati con la struttura a 4 o più camere interne, mentre i profili anta devono avere 3 o più camere interne.

Sui profili da telaio e da battente devono essere previste le scanalature per l'inserimento delle guarnizioni sostituibili in caso di danneggiamento.

Devono essere disponibili diverse varianti geometriche per il profilo da telaio in maniera da facilitarne l'applicazione sulla muratura. Deve inoltre essere possibile applicare a scatto sul telaio profili di allargamento, coprifili e profili di accoppiamento per il completamento estetico e funzionale della posa del serramento nel vano murario.

Devono essere disponibili diverse varianti del profilo da battente, sia dal punto di vista estetico che dimensionale e funzionale, per realizzare porte finestre, porte, ed ante con l'apertura verso l'esterno.

Il listello fermavetro per il mantenimento della vetrata deve essere applicato tramite un sistema di aggancio a piedino singolo o a doppio piedino, che permette l'incastro nell'anta per tutta la lunghezza dello stesso.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti, protetti superficialmente con trattamento anticorrosivo, devono essere fissati sui rinforzi in acciaio, oppure su almeno due pareti del profilo in PVC.

#### Schermo oscurante esterno: la persiana

I profili in pvc impiegati per la realizzazione della persiana devono essere realizzati in modo tale da contenere tutti gli accessori necessari a compensare la mancanza del vetro e a conferire la massima stabilità al manufatto. Deve esistere la possibilità di applicare al telaio, qualora richiesto, profili di allargamento e coprifili.

#### Costruzione dei telai e dei battenti

I telai ed i battenti devono essere saldati agli angoli mediante il processo di termofusione del materiale; i carichi di rottura angolari devono garantire prestazioni analoghe ai sistemi per finestre. Le traverse devono essere collegate ai battenti tramite giunzione meccanica realizzata con cavallotti metallici.

#### Rinforzi

I profilati di pvc devono essere abbinati a rinforzi in acciaio protetti con trattamento superficiale anticorrosivo di zincatura da Z 200 a Z 275 e fissati tramite viti di fissaggio.

Il profilo dell'anta della persiana deve essere abbinato ad un profilo metallico tubolare, collegato negli angoli tramite l'applicazione di sistemi di rinforzo quali:

- squadrette in alluminio inserite all'interno della tubolarità dei rinforzi, giuntate meccanicamente e fissate con viti alla struttura;
- squadrette in acciaio inox opportunamente sagomate, inserite all'interno dell'angolo dell'anta e fissate con viti ai rinforzi del profilo;
- blocchi stampati in PVC, che vengono vincolati all'interno della tubolarità dei rinforzi ed aumentano la superficie di saldatura sull'angolo.

#### Ferramenta

La ferramenta applicata alla persiana (bandelle a squadra o piane, cardini, cerniere, spagnolette, ecc.) deve essere idonea alla tipologia dell'elemento realizzato, sia per dimensioni che per funzionalità.

La bandella applicata in prossimità dell'angolo deve avere una conformazione a squadra a 90° per aumentare la stabilità del battente. I sistemi movimentazione e chiusura dell'anta utilizzati (soprattutto in corrispondenza degli snodi) devono essere realizzati o trattati con materiali resistenti alla corrosione e all'usura.

Le cerniere ed i cardini devono prevedere punti di fissaggio diretti sul rinforzo metallico dell'anta e del telaio.

#### Sistemi oscuranti

I sistemi di oscuramento devono essere applicati all'anta della persiana tramite listelli fermapannello, inseriti nell'apposita scanalatura su tutta la lunghezza del battente.

Il sistema oscurante per le persiane può essere diverso a seconda dell'esigenza di schermatura richiesta:

- con pannellatura cieca completamente oscurante;
- con lamelle fisse inclinate semi-oscuranti rinforzate dall'apposito profilo tubolare in alluminio;
- con lamelle orientabili dotate di guarnizione coestrusa e rinforzate dall'apposito profilo tubolare in alluminio.

#### Posa del serramento nel vano murario

Il fissaggio del serramento sull'opera muraria deve evitare danni legati a deformazioni, dilatazioni, infiltrazioni o cedimenti. La posizione del serramento deve essere stabilita sulla base della struttura del vano murario, con l'obiettivo di minimizzare le dispersioni, scongiurare la formazione di condensa e massimizzare l'isolamento acustico della realizzazione.

norme di riferimento

**UNI 10818** – *Finestre, porte e schermi, Linee guida generali per la posa in opera.*

#### Fissaggio

L'ancoraggio del telaio mediante viti, tasselli o zanche su muro, su falso telaio o su vecchio infisso, deve trasmettere alla costruzione tutti i carichi dovuti al peso proprio della parte apribile, alle dilatazioni, alla spinta del vento ed alle azioni di manovra.

L'interasse e la posizione dei punti di fissaggio devono rispondere alle indicazioni della norma RAL.

#### Sigillatura

I sigillanti devono essere compatibili con i materiali con cui vengono a contatto, devono garantire al giunto di connessione tra il telaio e la muratura le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e devono



assicurare continuità elastica durevole tra i due supporti.

L'operazione di sigillatura deve essere realizzata con l'obiettivo di assorbire tutti i movimenti strutturali del giunto tra il telaio e la muratura e deve essere effettuata sulla base delle caratteristiche fisiche del sigillante. Per i nastri di tenuta pre-compressi deve essere individuato il grado di compressione idoneo, questi prodotti non garantiscono l'ermeticità al vapore acqueo.

#### Isolamento

Per l'isolazione del giunto tra la muratura ed il telaio della finestra possono essere usati materiali isolanti come schiume specifiche o lana minerale.

Nel caso di utilizzo di sigillante in forma di schiuma, il materiale non deve causare reazioni che possano deformare i profili in pvc del telaio dopo l'applicazione.

#### Coprifilatura

Per completare la posa dal punto di vista estetico e funzionale, i serramenti dovranno essere rifiniti con l'applicazione di coprifili (interni ed esterni) e di eventuali raccordi al davanzale.

#### Prestazioni dei serramenti

##### Classi di tenuta

I serramenti devono essere a marchio di qualità IIP-UNI e presentare le seguenti classi di tenuta:

- permeabilità all'aria ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12207**);
- tenuta all'acqua ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12208**);
- resistenza al carico del vento ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12210**).

##### norme di riferimento

**UNI EN 1026** – Porte e finestre – Permeabilità all'aria – Metodo di prova; **UNI EN 12207** – Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione; **UNI EN 1027** – Porte e finestre – Tenuta all'acqua – Metodo di prova; **UNI EN 12208** – Finestre e porte – Tenuta all'acqua – Classificazione;

**UNI EN 12211** – Porte e finestre – Resistenza al carico di vento – Metodo di prova;

**UNI EN 12210** – Finestre e porte – Resistenza al carico del vento – Classificazione.

#### Isolamento termico del serramento

I serramenti devono presentare un valore di trasmittanza termica complessiva pari ad  $U = \dots\dots W/m^2K$  (specificare il valore), calcolata secondo il procedimento indicato dalla **UNI EN ISO 10077-1**.

##### norme di riferimento

**UNI 10349** – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

**UNI/TS 11300-1** – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

**UNI EN ISO 13790** – Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;

**UNI EN ISO 6946** – Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo;

**UNI EN ISO 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità;

**UNI EN ISO 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 2: Metodo numerico per i telai.

#### Isolamento acustico del serramento

I serramenti devono presentare un valore del potere fonoisolante **di  $R_w = \dots\dots dB$**  (specificare il valore).

##### norme di riferimento

**UNI EN 12758** – Vetro per edilizia – Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea – Descrizioni del prodotto e

*determinazione delle proprietà;*

**UNI EN 12354-3** – *Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea; UNI EN ISO 10140-1* – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Regole di applicazione per prodotti particolari;*

**UNI EN ISO 10140-3** – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Part 3: Misurazione dell'isolamento del rumore da calpestio; UNI EN ISO 10140-5* – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 5: Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova; UNI EN ISO 717 – 1* – *Misurazione dell'isolamento acustico in edifici ed elemento di edificio*

*– isolamento acustico per via aerea;*

**UNI EN ISO 717-2** – *Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore da calpestio .*

#### Sicurezza

##### Sicurezza nell'uso

I serramenti non devono causare danni fisici o lesioni agli utenti; non devono presentare parti taglienti e superfici abrasive che possano ferire gli utenti nelle normali condizioni di utilizzo. Devono essere evitate fuoriuscite di materiali dalla propria sede e devono essere evitate rotture degli organi di manovra e di bloccaggio o altri danneggiamenti che possano compromettere le prestazioni iniziali.

norme di riferimento

**UNI EN 107** – *Metodi di prova delle finestre – Prove meccaniche.*

##### Sicurezza delle parti vetrate

La tipologia di vetratura di sicurezza da utilizzare in funzione dei potenziali rischi all'utenza per le attività previste deve corrispondere alle indicazioni della norma **UNI 7697**.

norme di riferimento

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

##### Classe di reazione al fuoco

I profili in PVC costituenti i serramenti devono essere classificati in **classe 1** per quanto riguarda la “reazione al fuoco”. Tale caratteristica deve essere certificata in laboratorio, secondo la metodologia di prova di riferimento.

norme di riferimento

**UNI 8457** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia – Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 9174** – *Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di un fiamma d'innescio in presenza di calore radiante.*

##### Accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza e marcatura CE

Gli accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza devono essere marcati CE e devono rispondere ai requisiti delle seguenti norme:

- **UNI EN 1125** – *Accessori per serramenti – dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale – requisiti e metodi di prova;*
- **UNI EN 179** – *Accessori per serramenti – dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta – requisiti e metodi di prova.*

#### 39.12.6. Istruzioni di manutenzione

Nelle istruzioni di manutenzione del serramento devono essere definiti quali sono i principali componenti soggetti ad usura durante l'uso, la tipologia degli interventi di pulizia, la manutenzione necessaria e la loro frequenza. Componenti come le guarnizioni, i sigillanti, i vetrocamera, che possono essere danneggiati dall'uso o dall'invecchiamento, dovranno essere concepiti in modo tale da essere agevolmente sostituiti o riparati.

**Porte e chiusure resistenti al fuoco****Generalità**

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

**Valutazione delle caratteristiche**

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **UNI EN 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **UNI EN 1363-1** e **UNI EN 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **UNI EN 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a) della norma **UNI EN 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e REI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e REI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal

**D.M. 20 aprile 2001.**

**Classificazione delle porte resistenti al fuoco**

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>1</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>2</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **UNI EN 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **UNI EN 1363-1**) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

isolamento I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il

telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

#### isolamento i2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento  $W$  è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti. Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento  $W$  per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta  $E$  significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento  $W$ .

#### Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati. Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei

paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

#### Documentazione tecnica che l'appaltatore deve consegnare per ogni fornitura

L'appaltatore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve consegnare al direttore dei lavori la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di prestazione della porta omologata;
- libretto di installazione, di uso e di manutenzione.

La dichiarazione di prestazione della porta resistente al fuoco deve riportare, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;

- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Per marchio di conformità si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione. Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

Per libretto di installazione, uso e manutenzione si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

#### Norme di riferimento

norme teCniChe

**D.M. 14 dicembre 1993** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**D.M. 27 gennaio 1999** – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione;*

**D.M. 20 aprile 2001** – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni;*

**D.M. 21 giugno 2004** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**D.M. 3 agosto 2015** – *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.*

prove di resistenza al fuoco

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro accessori costruttivi – Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**UNI EN 1634-2** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte, sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi – Parte 2: Prove di resistenza per componenti costruttivi;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

**UNI EN 1363-1** – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

**UNI EN 1363-2** – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

**UNI ENV 1363-3** – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

elementi verniciati

**UNI 8456** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 8457** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 9174** – *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante;*

**UNI EN ISO 1182** – *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.*

#### Art. 40. Prodotti per isolamento termico

##### Generalità

I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

##### Requisiti ambientali

Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:

- non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni

- previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
- non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
- non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- il prodotto finito deve contenere le seguenti quantità minime di materiale riciclato (calcolato come somma di pre e post-consumo), misurato sul peso del prodotto finito.

**Tabella 40.1. Caratteristiche dei prodotti per isolamento termico**

	Isolante in forma di pannello	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa	80%		
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%
Fibre in poliestere	60-80%	60-80%	
Polistirene espanso dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione. dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.			
Polistirene estruso dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione. 1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione			
Poliuretano espanso 1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione			
Isolante riflettente in alluminio		15%	

L'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto dei criteri e che dovrà essere presentata al direttore dei lavori stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Polistirene espanso (PSE)

Il polistirene espanso è un isolante termico che presenta specifiche proprietà di isolamento acustico da impatto. Per le sue caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità, è particolarmente adatto alla protezione dai rumori d'urto e da calpestio. Il prodotto è consigliato per applicazioni di isolante posto in intercapedine o all'interno.

Il prodotto si può presentare sotto forma di:

- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/B);
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/S);
- lastre di polistirene per mezzo di procedimento continuo di estrusione (EPS/E).

La norma **UNI EN 13163** prevede:

- marcatura CE (sistema di attestazione della conformità: 3);
- prove iniziali di tipo (ITT);
- controllo di produzione in fabbrica (FPC), tra cui controllo della rigidità dinamica  $s'$  (metodo di prova: **EN 29052-1**; frequenza minima di prova: una ogni settimana) e della comprimibilità  $c$  (metodo di prova: **EN 12431**; frequenza minima di prova: una ogni settimana).

Il polistirolo espanso elasticizzato non necessita di marcatura CE. Il prodotto è utilizzabile per pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto e intercapedine.

#### norme di riferimento

**UNI 7819** – *Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI EN 13163** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 13164** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### Poliuretani e poliisocianurati espansi

Il poliuretano è un polimero che si ottiene da una reazione esotermica tra un isocianato (MDI,

difenilmetildiisocianato o TDI, toluendiisocianato) e un poliolo (polietere o poliestere). Il prodotto può essere applicato per colata, spruzzo, spalmatura, iniezione, estrusione, laminazione, poltrusione e roto-moulding.

norme di riferimento

**UNI 8751** – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani e poliisocianurati espansi in lastre da blocco. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9051** – *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli di poliuretano espanso rigido con paramenti flessibili prodotti in continuo. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9564** – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani espansi rigidi applicati a spruzzo. Tipi, requisiti e prove.*

#### Argilla espansa

I requisiti per i prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati *in situ* e utilizzati per l'isolamento di tetti, solai di copertura e pavimenti, sono previsti dalla norma **UNI EN 14063-**

**1.** La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e include le procedure per effettuare le prove, la marcatura e l'etichettatura.

L'argilla espansa si presenta in granuli tondeggianti di colore rosso-bruno, caratterizzati da:

- una dura scorza esterna molto resistente alla compressione e al fuoco, che conferisce anche l'inattaccabilità da parte di agenti chimici e atmosferici;
- una struttura interna, costituita da piccole celle chiuse e vetrificate che determinano la leggerezza e l'isolamento termo-acustico.

norma di riferimento

**UNI EN 14063-1** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ. Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera.*

#### Lana minerale

La norma **UNI EN 13162** specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. Il materiale isolante ha una consistenza simile alla lana, in quanto è fabbricato con rocce fuse, scorie oppure vetro.

I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli, di feltri o di pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13162**.

norma di riferimento

**UNI EN 13162** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### Vetro cellulare

I requisiti per i prodotti di vetro cellulare (detto anche *vetro schiuma* o *vetro cellulare espanso*) ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13167**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13167**.

norma di riferimento

**UNI EN 13167** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### Perlite espansa

I requisiti per i prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13169**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13169**.

norme di riferimento

**UNI EN 13169** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 14316-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14316-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Vermiculite espansa**

La vermiculite è una roccia di origine vulcanica costituita da silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e sottoposto ad elevate temperature (100°C) che provocano l'evaporazione dell'acqua e l'espansione del granulo, ottenendo, così, una struttura cellulare costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, che ne determina l'impermeabilità all'acqua e un potere isolante. La vermiculite si presenta sotto forma di granuli irregolari.

La norma **UNI EN 14317-1** specifica i requisiti relativi ai quattro tipi di prodotto di vermiculite espansa:

- aggregato di vermiculite (EVA);
- vermiculite rivestita (EVC);
- vermiculite idrofuga (EVH);
- vermiculite premiscelata (EVM).

Tali prodotti contengono meno dell'1% di materiale organico come definito nell'appendice D della stessa norma UNI, e sono utilizzati per l'isolamento in situ di tetti, solai di copertura, muri e pavimenti. La norma fornisce le specifiche per i prodotti prima dell'installazione, descrive le caratteristiche del prodotto e contempla le procedure per le prove, la valutazione di conformità, la marcatura e l'etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14317-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 14317-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14317-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Fibre di legno**

I requisiti per i prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica con o senza rivestimenti rigidi o flessibili o vernici, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13171**. I prodotti sono fabbricati in forma di rotoli, materassini, feltri, lastre o pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14371**.

norma di riferimento

**UNI EN 13171** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 14317-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14317-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Sughero espanso**

I requisiti per i prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13170**. I prodotti sono fabbricati con sughero granulato, agglomerato senza aggiunta di leganti e forniti sotto forma di pannelli senza rivestimenti.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14370**.



norma di riferimento

**UNI EN 13170** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

**Art. 41. Prodotti per isolamento e assorbimento acustico**

**Prodotti per assorbimento acustico**

Si definiscono *materiali assorbenti acustici* (o *materiali fonoassorbenti*) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha_w$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha_w = W_a / W_i$$

dove

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_a$  = energia sonora assorbita.

**Classificazione dei materiali**

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano come segue:

- materiali fibrosi:
  - minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);
  - vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- materiali cellulari minerali:
  - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
  - laterizi alveolari;
  - prodotti a base di tufo.
- materiali cellulari sintetici:
  - poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
  - polipropilene a celle aperte.

**Caratteristiche costruttive**

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte nella norma **UNI EN ISO 354**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto esecutivo.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

I prodotti devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 354** – *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante.*

**Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera, devono essere dichiarate le stesse

caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, comprese tra quelle elencate nella tabella 41.1, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

Se i valori non vengono prescritti, valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

**Tabella 41.1. Caratteristiche di idoneità all'impiego dei materiali fonoassorbenti in relazione alla loro destinazione d'uso**

Caratteristica	Unità di misura	Destinazione d'uso A B C D	valori richiesti
Comportamento all'acqua: –	assorbimento d'acqua per capillarità; –	assorbimento d'acqua per immersione %; –	resistenza a
gelo e a disgelo cicli; –	permeabilità vapor d'acqua. % % cicli m	(.....) (.....) (.....) (.....)	
Caratteristiche meccaniche: –	resistenza a compressione e a carichi di lunga durata; –	resistenza a taglio parallelo alle facce; –	
	resistenza a flessione; –	resistenza a punzonamento; –	resistenza a costipamento. N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> %
(.....) (.....) (.....) (.....) (.....)			
Caratteristiche di stabilità: –	stabilità dimensionale; –	coefficiente di dilatazione lineare; –	temperatura limite di esercizio: A
=.... B =.... C =.... D =....	% mm/m °C	(.....) (.....) (.....)	

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 354** – *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante*; **UNI EN ISO 11654** – *Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico*;

**UNI ISO 13472-1** – *Acustica. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali. Metodo della superficie estesa*;

**UNI EN 12354-6** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

#### Prodotti per isolamento acustico

##### Definizioni

Si definiscono *materiali isolanti acustici* (o *materiali fonoisolanti*) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante ( $R$ ) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i / W_t$$

dove:

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_t$  = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dalla eventuale presenza di intercapedini d'aria.

##### Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma

**UNI EN ISO 140-3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto.

Saranno, inoltre, da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;

- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

I prodotti devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 140-1** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;*

**UNI EN ISO 140-3** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;*

**UNI EN ISO 140-4** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;*

**UNI EN ISO 140-5** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;*

**UNI EN ISO 140-6** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;*

**UNI EN ISO 140-7** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;*

**UNI EN ISO 140-8** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato;*

**UNI EN ISO 140-11** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato;*

**UNI EN ISO 140-12** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato;*

**UNI EN ISO 140-14** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera;*

**UNI EN ISO 140-16** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale;*

**UNI EN ISO 140-18** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione;*

**UNI EN 12354-1** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;*

**UNI EN 12354-2** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;*

**UNI EN 12354-3** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;*

**UNI EN 12354-4** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno;*

**UNI EN 12354-6** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc., significativi dello strato realizzato.

#### **Art. 42. Apparecchi sanitari**

Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o gres porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma **UNI 4542**.

---

norme di riferimento

**UNI 4542** – *Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;*

**UNI 4543-1** – *Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;*

**UNI 4543-2** – *Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.*

**Requisiti**

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

**Norme di riferimento**

Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina, devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 14688** – *Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI EN 13310** – *Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI EN 695** – *Lavelli da cucina. Quote di raccordo;* **UNI EN 14296** – *Apparecchi sanitari. Lavabi a canale;* **UNI EN 31** – *Lavabi. Quote di raccordo;*

**UNI EN 32** – *Lavabi sospesi. Quote di raccordo.*

**Vasi**

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 33** – *Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 34** – *Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 37** – *Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 38** – *Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI 8196** – *Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;* **UNI EN 997** – *Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.*

**Orinatoi**

Gli orinatoi devono avere caratteristiche tali da consentire l'evacuazione anche di materiale solido di piccole dimensioni (mozziconi di sigarette, caramelle, ecc.), senza provocare l'ostruzione del raccordo di scarico.

---

norme di riferimento

**UNI EN 80** – *Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo;*

**UNI EN 12541** – *Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;*

**UNI EN 13407** – *Orinatoi a parete. Requisiti funzionali e metodi di prova.*

**Bidè**

Le caratteristiche dei bidè devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 35** – *Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;*

**UNI EN 36** – *Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;*

**UNI EN 14528** – *Bidè. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI 8195** – *Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.*

#### Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 232** – *Vasche da bagno. Quote di raccordo;*

**UNI EN 198** – *Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici: UNI EN 263* – *Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.*

#### Piatti doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 251** – *Piatti doccia. Quote di raccordo;*

**UNI EN 263** – *Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;*

**UNI EN 14527** – *Piatti doccia per impieghi domestici.*

#### Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari

##### Spazi minimi e misure di sicurezza

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi di rispetto previsti

dall'appendice O della norma **UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.* In particolare:

- lo spazio antistante l'apparecchio sanitario deve essere profondo almeno 55 cm;
- la tazza WC e il bidè devono essere distanti almeno 20 cm;
- la tazza WC, il bidè e il lavandino devono essere distanziati almeno 10 cm;
- il WC deve distare dalla parete laterale almeno 15 cm;
- il bidè deve distare dalla parete laterale almeno 20 cm.

I supporti di fissaggio, a pavimento o a parete, devono garantire la stabilità dell'apparecchio durante il suo uso, soprattutto se di tipo sospeso.

Gli apparecchi metallici devono essere collegati al conduttore di protezione, a sua volta collegato a rete di messa a terra.

Le prese di corrente in prossimità degli apparecchi sanitari devono avere requisiti tali da impedire la folgorazione elettrica.

Gli apparecchi sanitari devono essere idoneamente desolidarizzati in conformità all'appendice P della norma **UNI 9182**.

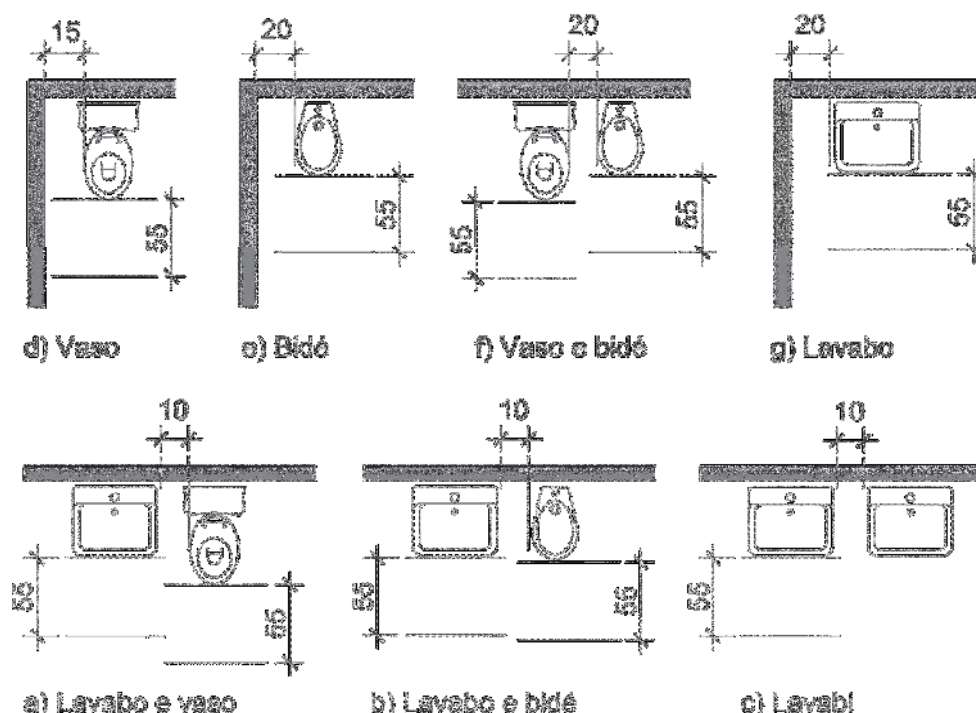


Figura 42.1. Spazi minimi per gli apparecchi sanitari (norma UNI 9182)

**Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote**

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza WC, bidé, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza WC e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

**Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari**

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari, inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone, preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i WC e i bidé preferibilmente sono di tipo sospeso. In particolare, l'asse della tazza WC o del bidé deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza WC o del bidé sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento. La doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

**Impugnature di sicurezza**

Nei locali igienici deve, inoltre, essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi. Il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio, e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza WC, posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro 3-4 cm. Se fissato a parete, deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

### Art. 43. Rubinetteria sanitaria

#### Categorie

La rubinetteria sanitaria è quella appartenente alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua.

#### norme di riferimento

**UNI EN 246** – Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto; **UNI EN 248** – Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr; **UNI 11148** – Rubinetteria sanitaria. Doccette per rubinetteria da lavello;

**UNI 10856** – Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici; **UNI EN 15091** – Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;

**UNI EN 816** – Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica (PN 10);

**UNI EN 13828** – Valvole per edifici. Rubinetti a sfera di leghe di rame e di acciaio inossidabile, a comando manuale, per l'approvvigionamento di acqua potabile negli edifici. Prove e requisiti; **UNI 9182** – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

#### Requisiti ecologici

I prodotti “rubinetteria per sanitari” e “apparecchi sanitari” devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2013/250/UE e 2013/641/UE. In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il marchio Ecolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere fornita al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Gruppi miscelatori

I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:

- comandi distanziati o gemellati;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale.
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore, mescolando prima i due flussi e regolando, poi, la portata della bocca di erogazione. Le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta.

I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:

- monocomando o bicomando;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore termostatico, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

#### norme di riferimento

**UNI EN 817** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1286** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1287** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1111** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;

**UNI 9182** – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

#### Caratteristiche prestazionali

La rubinetteria sanitaria, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e, comunque, senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra la posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e i gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la norma **UNI EN 200** (per quanto possibile) o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

#### norme di riferimento

**UNI EN 200** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2. Specifiche tecniche generali;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

#### Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

#### norme di riferimento

**UNI EN 997** – *Apparecchi sanitari – Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.*

#### Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio, sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione.

Le cassette di scarico devono essere conformi alla norma **UNI EN 14055**. La norma specifica la progettazione, i requisiti di prestazione e i metodi di prova delle cassette di scarico con i meccanismi di evacuazione, le valvole di alimentazione dell'acqua e il troppopieno per vasi ed orinatoi e si applica alle cassette di scarico progettate per essere collegate alla rete idrica potabile e installate all'interno degli edifici. La norma **UNI EN 14055** non si applica alle cassette di scarico sifoniche senza valvole automatiche per sistemi di scarico per orinatoi.



norme di riferimento

**UNI EN 14055** – *Cassette di scarico per vasi e orinatoi;*

**UNI EN 12541** – *Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

I tubi metallici flessibili devono essere conformi alla norma **UNI 9028**.

norme di riferimento

**UNI 11208** – *Flessibili estraibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);* **UNI EN 1112** – *Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);* **UNI EN 1113** – *Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

**UNI EN 13618** – *Tubazioni flessibili per impianti di acqua potabile – Requisiti funzionali e metodi di prova.*

Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap, devono essere installati preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, così come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

I rubinetti devono essere facilmente azionabili dai soggetti portatori di handicap, specialmente se su sedia a ruote o deambulanti.

norme di riferimento

**UNI EN 1286** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 1287** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 15091** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

**UNI EN 1111** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 816** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti in imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarando le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per il montaggio, la manutenzione, ecc.

#### **Art. 44. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari**

Generalità

L'impianto di scarico interno per lo smaltimento delle acque reflue domestiche provenienti dagli apparecchi sanitari e degli elettrodomestici è composto da:

- collettori orizzontali di raccordo tra gli apparecchi utilizzatori e le colonne di scarico, meglio noti come diramazioni di scarico;
- colonne verticali di scarico;
- collettori orizzontali di scarico installati in vista all'interno di un edificio o interrati ai quali sono raccordati

le colonne di scarico o gli apparecchi sanitari del piano terra.

I sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici devono essere conformi alla norma **UNI EN 12056** varie parti. Le connessioni di scarico e i collettori di fognatura all'esterno degli edifici devono essere conformi alla **UNI EN 752**.

norme di riferimento

**UNI EN 752** – *Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici L; UNI EN 12056-1* – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni;*

**UNI EN 12056-2** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-4** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-5** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso;*

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Requisiti;*

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Metodi di prova;*

**UNI EN 274-3** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Controllo qualità.*

**Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari**

I requisiti relativi alle dimensioni, alle prestazioni, ai materiali e alla marcatura per dispositivi di scarico, sifoni e troppopieno per lavelli, piatti doccia, lavabi, bidè e vasche da bagno raccordati a sistemi di drenaggio a gravità, per qualsiasi destinazione d'uso dell'edificio devono essere conformi alla norma **UNI EN 274-1**.

La rispondenza deve comprovata anche da un'attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.

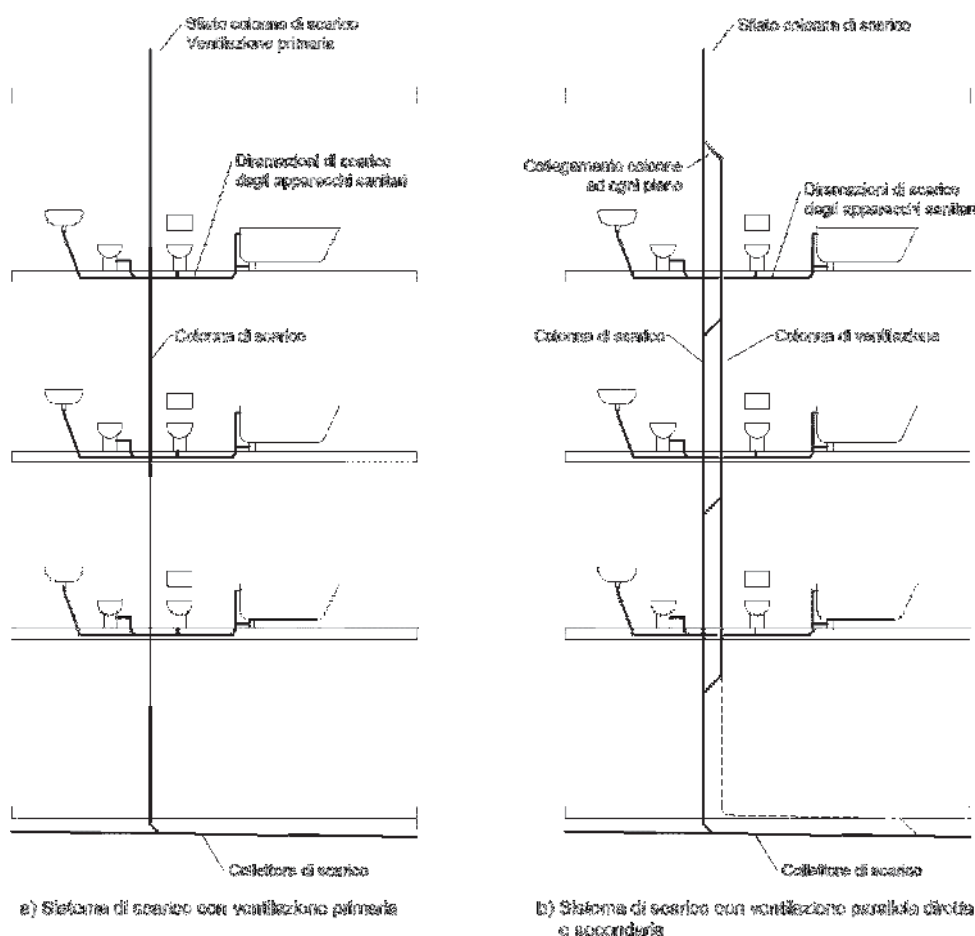


Figura 44.1. Componenti della rete di scarico di un impianto idrico interno

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 15334** – *Apparecchi sanitari. Dispersioni metacriliche ad alto contenuto di cariche.*

**Aspetto delle superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico**

Le superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico, ad esame visivo senza ingrandimento, devono essere lisce, prive di rientranze, rigonfiamenti o qualsiasi altro difetto di superficie che potrebbe comprometterne il funzionamento (**UNI EN 274-1**).

L'aspetto visivo dei rivestimenti elettrolitici NiCr deve essere conforme alla norma **UNI EN 248**.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 248** – *Rubinetteria sanitaria – Specifiche generali per rivestimenti elettrolitici Ni-Cr.*

**Sifoni**

Il sifone è un dispositivo che fornisce una tenuta idraulica tra l'uscita di scarico e il tubo di scarico, al fine di evitare l'entrata di aria maleodorante dal tubo di scarico nell'edificio, senza ostruire lo scarico dell'acqua reflua.

I sifoni possono essere del tipo cosiddetto a tubo o a bottiglia, e quest'ultimo deve presentare una suddivisione o un sifone rovesciato. Tutti i sifoni devono essere facilmente pulibili.

Le caratteristiche del sifone devono essere tali da non ridurre la profondità della tenuta dell'acqua al di sotto del

minimo necessario.

Gli ingressi al sifone devono essere tali da poter essere raccordati alle uscite di scarico di dimensioni appropriate, qualora il sifone sia fornito come elemento separato.

Ulteriori ingressi e troppopieno devono essere raccordati in modo tale da garantire la profondità della tenuta dell'acqua, in conformità al prospetto 2 della norma **UNI EN 274-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

#### **Pilette di scarico**

Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanitario, che può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una griglia fissa o rimovibile.

Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari pezzi uniti tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno. Esse possono includere un sifone.

Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni indicate nel prospetto 1 della norma **UNI EN 274-1**.

Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti.*

#### **Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta**

Le pilette di scarico e i sifoni devono essere sottoposti al passaggio di acqua calda e fredda per cinque cicli, come di seguito indicato:

- X l/s di acqua a una temperatura di °C per 15 min con una portata costante;
- X l/s di acqua a una temperatura di  $(20 \pm 5)$  °C per 10 minuti con una portata costante.

Il valore di X è la portata minima indicata nel prospetto 3 della norma **UNI EN 274-1**, ma con un massimo di 0,5 l/s. L'acqua deve entrare nella piletta di scarico alla temperatura richiesta.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti.*

#### **Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola**

La tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, deve essere verificata:

- installando la piletta di scarico sul fondo del serbatoio di prova con il tappo in posizione o la valvola chiusa;
- riempiendo il serbatoio di prova con acqua a un'altezza di 120 mm e raccogliendo l'eventuale acqua che passa attraverso la valvola o il tappo della piletta di scarico durante un periodo di un'ora;
- misurando la quantità di acqua raccolta.

norme di riferimento

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova.*

#### **Tenuta dei sifoni**

Tutti i componenti e i raccordi del sifone, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, devono essere sottoposti a una pressione d'acqua di 0,01 MPa (0,1 bar) per un periodo di cinque minuti. Per i sifoni sottoposti a una prova di sbalzo termico, la tenuta deve essere verificata immediatamente dopo la prova.

norme di riferimento

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova.*

### Marchatura

Tutti i dispositivi di scarico, posti in opera, devono essere marcati indelebilmente almeno con:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- il riferimento alla norma **UNI EN 274**.

Se la marchatura del prodotto non è praticabile, tale informazione deve essere riportata sull'imballaggio del prodotto.

#### norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova;*

**UNI EN 274-3** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Controllo qualità.*

### Tubazioni degli impianti di scarico

Le tubazioni degli impianti di scarico devono essere quelle previste in progetto, in generale possono essere impiegate le tubazioni dei seguenti materiali previa autorizzazione del direttore dei lavori:

- materiale plastico: polietilene(PE), polivinilcloruro (PVC), polipropilene (PP);
- gres ceramico;
- fibrocemento;
- ghisa;
- acciaio;
- rame;
- calcestruzzo.

Le colonne di scarico devono avere il diametro minimo DN 100, mentre il diametro minimo delle colonne di ventilazione deve essere di DN 60 per la colonna primaria DN 100 mm e di DN 7 per le colonne primarie DN 125.

### **Art. 45. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.**

Ai fini dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, ha facoltà di eseguire dei controlli in cantiere o presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito per accertarne la rispondenza contrattuale, nello specifico:

- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo che sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, ad ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti esterni (spessori e integrità);
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa.

I prodotti devono essere accompagnati da dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### 45.1. Tubi in acciaio

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI EN 10025**, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

norme di riferimento

**UNI EN 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10346** – *Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo – Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10025** – *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;*

**C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** – *Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione di acquedotti.*

**Tolleranze**

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- a) spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
  - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
  - in più: limitate dalle tolleranze sul peso.
- b) diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm;
- c) diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
  - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
  - 2,5 mm; – 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.
- d) sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;
- e) sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm<sup>3</sup> sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - sul singolo tubo: + 10%; – 8%;
  - per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

**Tipologie tubi**

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

**Tubi senza saldatura**

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma **UNI EN 10224**.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

norme di riferimento

**UNI EN 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10216-1** – *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;*

**UNI EN 10255** – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10208-1** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

**UNI EN 10208-2** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

#### Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

**UNI EN 10217-1** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;*

**UNI EN 10217-2** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**UNI EN 10217-3** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;*

**UNI EN 10217-4** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**UNI EN 10217-5** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**UNI EN 10217-6** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di*

*fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**UNI EN 10217-7** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.*

#### Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:

- la denominazione “tubo”;
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

#### Rivestimento interno

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti interni più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno, deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo in acciaio dovrà agire praticamente come armatura.

Il rivestimento interno deve essere idoneo al trasporto di acqua potabile; non deve alterarne le caratteristiche di potabilità.

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 6600** – *Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione.*

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno deve essere di polietilene applicato per estrusione, con classe di spessore rinforzata (R) a triplo strato (R3) come prescritto dalla norma **UNI 9099**.

Lo spessore del rivestimento deve essere almeno:

- mm 1,8 fino a DN 100;
- mm 2,0 per DN 125 fino a DN 250;
- mm 2,2 per DN 300 fino a DN 500;
- mm 2,5 per DN 600.

La prestazione di isolamento elettrico del rivestimento deve garantire assenza di scariche elettriche durante l'uso di un rivelatore ad alta tensione regolato a 20 kV.

Il rivestimento esterno deve essere di colore nero o, nel caso di rivestimento interno in malta cementizia, azzurro

La conformità del rivestimento deve essere attestata da parte del rivestitore

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento.

In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

#### norme di riferimento

**UNI 9099** – *Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione.*

#### 45.2. Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma **UNI EN 295** definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

#### Dimensioni

I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto I della norma **UNI EN 295-1**, che vanno da 100 mm a 1200 mm. La norma ammette anche diametri maggiori a certe condizioni. Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto II della citata norma **UNI EN 295-1**. La tolleranza ammessa per i tubi e per gli elementi complementari deve essere contenuta entro  $-1\%$  e  $+4\%$ , con un minimo di  $\pm 10$  mm.

#### Sistemi di giunzione

Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni, sono indicati dalla norma **UNI EN 295** (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretanica liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dal punto 15 della norma **UNI EN 295-3**, devono rispettare le limitazioni del prospetto VII della norma **UNI EN 295-1**. In particolare, le guarnizioni devono avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione:  $= 2 \text{ N/mm}^2$ ;
- allungamento a rottura:  $= 90\%$ ;
- durezza:  $67 \pm 5$  shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità di cui al punto 14 della norma **UNI EN 295-3**.

I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma **UNI EN 295**, devono essere sottoposti alle prove di cui alla norma **UNI EN 295-3** (punto 16), e soddisfare le prescrizioni (indice di rammollimento, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura elevata) del prospetto VIII della norma **UNI EN 295-1**. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova di cui al punto 17 della norma **UNI EN 295-3**, resistendo ad una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il quale si dispone la punta del pezzo successivo.

Per le giunzioni, la norma **UNI EN 295** prevede i seguenti materiali:

- guarnizioni ad anello di gomma;
- elementi di tenuta di poliuretano;
- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di  $50 \text{ kN/m}^2$  (0,5 bar) con deviazione angolare rispettivamente di



80 mm/m per DN 100-200, di 30 mm/m per DN 225/500, di 20 mm/m per DN 600-800 e di 10 mm/m per DN > 800.

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal produttore, come indicato al punto 3.1.5 della norma **UNI EN 295-1**.

Per la tenuta all'acqua dei sistemi di giunzione si eseguirà la prova secondo il punto 9 della norma **UNI EN 295-3**.

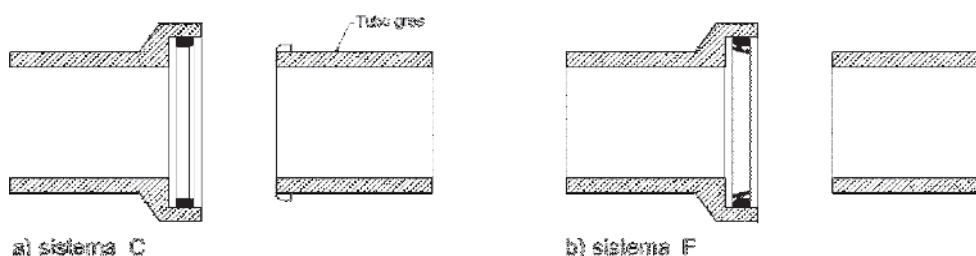


Figura 45.1. Sistemi di giunzioni tubi in gres con giunto a bicchiere e guarnizione elastica (norma UNI EN 295)

#### Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

##### a) tubi

**UNI EN 295-1** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni*; **UNI EN 295-2** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento*;

**UNI EN 295-3** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova*; **UNI EN 295-4** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili*;

**UNI EN 295-5** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres*;

**UNI EN 295-6** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres*;

**UNI EN 295-7** – *Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta*.

##### b) mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi

**UNI 9459** – *Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove*.

#### Tubazioni in PVC

Le principali norme di riferimento per le condotte in pvc pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **UNI EN 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **UNI EN 1329** e **UNI 1543** (pvc strutturato);
- per le fognature: **UNI EN 1401**;
- per gli scarichi industriali: **UNI EN ISO 15493**.

**Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata**

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:

- abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali per esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione);
- sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase

di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera: l'elenco dei componenti in materie plastiche costituiti, anche parzialmente, da materie riciclate o recuperate, ed il peso del contenuto di materia riciclata o recuperata rispetto al peso totale dei componenti in materie plastiche utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

**Tubazioni per adduzione d'acqua**

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20 °C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45 °C compresi.

Le caratteristiche della polvere di pvc devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 45.1.

**Tabella 45.1. Caratteristiche della resina (polvere) di PVC**

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	Peso specifico apparente
Granulometria $v_{cm}$	residuo (vinil cloruro monomero)
Sostanze volatili	65÷70 0,5÷0,6 > 250 mm 5% max
< 63 mm 5% max < 1 ppm (1mg/kg max) = 0,3%	

**Composizione di PVC-U**

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole, deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **UNI EN 1452**. Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organolettico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **UNI EN 1452**. Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- pvc proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto, cioè, dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN1452-1** e soddisfare la tabella 45.2.

**Tabella 45.2. Caratteristiche della miscela**

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	= 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm³
Carico unitario a snervamento	= 48 MPa

Allungamento a snervamento &lt; 10%

Modulo di elasticità &gt; 3000 MPa

Coefficiente di dilatazione termica lineare  $0,06 \pm 0,08$  mm/m°C

Conducibilità termica 0,13 kcal/mh°C

**Aspetto e colore dei tubi**

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore grigio, blu o crema. Il colore dei tubi deve essere uniforme per tutto il loro spessore. Per le applicazioni sopra terra non devono essere impiegati tubi di colore crema. In considerazione dell'eventuale esposizione ai raggi solari, un pur minimo abbassamento della tonalità del colore su di una parte del tubo non deve compromettere l'idoneità del tubo all'impiego e costituire un conseguente motivo di rifiuto della fornitura.

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

**Caratteristiche meccaniche**

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN1452-2** e soddisfare la tabella 45.3.

**Tabella 45.3. Caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi****Caratteristiche      Requisiti      Metodi di prova**Resistenza all'urto  $T = 0^\circ\text{C-TIR} < 10\%$  conformi al prospetto 6 della norma **UNI EN 1452-2**      **UNI EN 744**Resistenza alla pressione intera      Nessun cedimento durante la prova  $20^\circ\text{C}/1\text{h}/\sigma = 42$  MPa  $20^\circ\text{C}/100\text{h}/\sigma = 35$  MPa  $60^\circ\text{C}/1000\text{h}/\sigma = 12,5$  MPa      **UNI EN 921****Caratteristiche      Requisiti      Metodi di prova**Temperatura di rammollimento Vicat ( $V_{st}$ )  $> 80^\circ\text{C}$       Conformi alla norma **UNI EN 727**      **UNI EN 727**Ritiro longitudinale = 5% Il tubo non deve presentare delaminazione, bolle o rotture      temperatura di prova:  $150^\circ\text{C}$  tempo di immersione: –  $e = 8$  mm: 15 min; –  $e > 8$  mm: 30 min. oppure: temperatura di prova:  $150^\circ\text{C}$  tempo di immersione: –  $e = 8$  mm: 30 min; –  $e > 8$  mm: 60 min,      **UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido**   **UNI EN 743. Metodo B: in aria**Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata      Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta      temperatura di prova:  $15^\circ\text{C}$  tempo di immersione: 30 min      **UNI EN 580****Caratteristiche geometriche**

I tubi devono essere dei formati (SDR) previsti dalla premessa nazionale alla norma **UNI EN 1452** e avere dimensioni conformi ai valori riportati nei prospetti 1, 2 e 3 del capitolo 6 della norma **UNI EN 1452-2** – *Caratteristiche geometriche*.

Il diametro esterno nominale  $d_n$  di un tubo deve essere conforme al prospetto 1 della norma

**UNI EN 1452-2**.

Il diametro esterno medio  $d_{em}$  di un tubo deve essere conforme al relativo diametro esterno nominale  $d_n$  entro le tolleranze date nel prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

Le tolleranze per lo scostamento della circolarità devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 1452-2**.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

**Tabella 45.4. Spessori minimi di parete dei tubi**

Diametro esterno nominale $d_n$ [mm]	Spessore di parete nominale (minimo) [mm]			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
20	-	-	1.5	1.9
25			1.9	2.3
32		1.6	2.4	2.9
40	1.5	1.9	3.0	3.7
50	1.6	2.4	3.7	4.6
63	2.0	3.0	4.7	5.8
75	2.3	3.6	5.6	6.8
90	2.8	4.3	6.7	8.2
110	2.7	4.2	6.6	8.1

125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3

	Diametro esterno nominale $d_n$ [mm]			Spessore di parete nominale (minimo) [mm]
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
200	4.9	7.7	11.9	14.7
225	5.5	8.6	13.4	16.6
250	6.2	9.6	14.8	18.4
280	6.9	10.7	16.6	20.6
315	7.7	12.1	18.7	23.2
355	8.7	13.6	21.1	26.1
400	9.8	15.3	23.7	29.4
450	11.0	17.2	26.7	33.1
500	12.3	19.1	29.7	36.8
630	15.4	24.1	-	-
710	17.4	27.2		
800	19.6	30.6		
900	22.0	-		
1000	24.5			

#### Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete  $e_n$  sono classificati in base alle serie dei tubi  $S$ .

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **UNI EN 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio  $e_m$  deve essere conforme al prospetto 3 della norma **UNI EN 1452-2**.

#### Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **UNI EN 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

#### Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-5**, ed essere testato secondo le norme:

- **UNI EN ISO 13844** – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;*
- **UNI EN ISO 13845** – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.*

#### Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**UNI EN 1452**);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale  $d_n$ ;
- spessore di parete  $e_n$ ;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;

- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono, inoltre, riportare una marcatura con la parola *acqua*.

#### Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

##### Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il pvc nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il pvc nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina pvc nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di pvc = 80% in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.
- raccordi: contenuto di PVC = 85% in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

**Tabella 45.5. Caratteristiche della materia prima in forma di tubo**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	UNI	EN
Contenuto di PVC 1905	= 80% in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale		UNI	EN
Massa volumica	< 1,53 gr/cm <sup>3</sup>	Prova: metodo per immersione	ISO 1183		
Resistenza alla pressione interna		Nessun cedimento durante il periodo di prova			Chiusure di estremità tipo A o tipo B
UNI EN 921					
	Temperatura di prova	60 °C			
	Orientamento	libero			
	Numero di provette	3			
	Tensione circonferenziale	10 MPa			
	Tempo di condizionamento	1 h			
	Tipo di prova	acqua in acqua			
	Periodo di prova	1000 h			

#### Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN ..... (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR ....., conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o uD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione u (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o uD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401** capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 45.6, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 45.7 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 45.8.

**Tabella 45.6. Dimensione dei tubi**

Dimensione nominale [DN/OD]				Diametro esterno nominale $d_e$ SN2 SDR 51				SN4 SDR 41	SN 8 SDR 34
		e min	e max	e min	e max	e min	e max		
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8		
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3		
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4		
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7		

Dimensione nominale [DN/OD]				Diametro esterno nominale $d_e$ SN2 SDR 51				SN4 SDR 41	SN 8 SDR 34
		e min	e max	e min	e max	e min	e max		
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3		
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4		
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7		
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1		
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8		
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3		
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5		
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-		
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-		
900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-		
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-		

Tabella 45.7. Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodi di prova		
Resistenza all'urto	TIR = 10%	Temperatura di prova	(0±1) °C	UNI EN 744	
	Mezzo di condizionamento	Acqua o aria			
	Tipo di percussore	d 90			
	Massa del percussore per:				
	$d_{em} = 110$ mm	1 kg			
	$d_{em} = 125$ mm	1,25 kg			
	$d_{em} = 160$ mm	1,6 kg			
	$d_{em} = 200$ mm	2,0 kg			
	$d_{em} = 250$ mm	2,5 kg			
	$d_{em} > 315$ mm	3,2 kg			
	Altezza di caduta del percussore per:				
	$d_{em} < 110$ mm	1600 mm			
	$d_{em} > 110$ mm	2000 mm			

Tabella 45.7. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	
Temperatura di rammollimento Vicat ( $v_{st}$ )	> 79°C	conformi alla norma	UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: –	per $e = 8$ mm: 15 min; – per $e > 8$ mm: 30 min. oppure: UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido	
16 mm: 120 min.	UNI EN 743. Metodo B: in aria	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: – $e = 4$ mm: 30 min; 30 min; – 4 mm < $e = 8$ mm: 60 min; – $e >$		
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580	

Tabella 45.8. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79°C	conformi alla norma	UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 15 min oppure: temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido	
	UNI EN 743. Metodo B: in aria			
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580	

### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1401**;
- codice d'area di applicazione: u e ud;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);

- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

#### Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **UNI EN ISO 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **UNI CEI EN 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **UNI CEI EN 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di prestazione alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC = 80% in massa per i tubi.

#### Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

##### Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D.
- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **UNI EN 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **UNI EN 1401-1**.

#### Utilizzo

La norma **UNI EN 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio;

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

#### Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è  $= 0,024 d_n$ ;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del  $d_n$  e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **UNI EN 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

#### Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

#### Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano;

Le caratteristiche dei raccordi, invece, sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella 45.8.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

#### Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

#### Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 681-1** o alla norma

**UNI EN 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (TPE) devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal

D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **UNI EN ISO 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **UNI EN 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M 22 gennaio 2008, n. 37.

#### Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

#### Marcatura



La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante;

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm. In caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

#### Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua

**UNI EN 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità;

**UNI EN 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi;

**UNI EN 1452-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi;

**UNI EN 1452-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie;

**UNI EN 1452-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI ENV 1452-6** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

**UNI ENV 1452-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione

**UNI EN 1401-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**UNI ENV 1401-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità;

**UNI ENV 1401-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione; **UNI EN 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**UNI EN 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità;

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati  
– parete piena:

**UNI EN 1329-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

**UNI ENV 1329-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

– parete strutturata:

**UNI EN 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema;

**UNI ENV 1453** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

#### Tubazioni di fibrocemento

Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma **UNI EN 197-1**. La legge 27 marzo 1992, n. 257 – Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto – ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce, oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m<sup>2</sup>. In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma **UNI EN 588-1**, valido per diametro nominale fino a 1000. Per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della norma **UNI EN 588-1**.

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma **UNI EN 588-1**.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma **UNI EN 588-1**.

#### Marcatatura e denominazione

La marcatatura sul tubo richiesta dal punto 4.1.1 della norma **UNI EN 588-1** dovrà essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.

In particolare per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla NT.

#### Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna o esterna di  $100 \pm 10$  kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma **UNI EN 681-1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

#### Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della norma **UNI EN 588-1**, devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma **UNI EN 588-1**);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma **UNI EN 588-1**);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma **UNI EN 588-1**).

#### Norme di riferimento

**UNI EN 588-1** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità;*

**UNI EN 588-2** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.*

**UNI EN 681-1** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 1: Gomma vulcanizzata;* **UNI EN 681-2** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 2: Elastomeri termoplastici;* **UNI EN 681-3** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata;*

**UNI EN 681-4** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato.*

#### Tubi in polietilene (PE)

##### Polietilene

La norma **UNI EN 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo sia entro la struttura del fabbricato (marcati BD). La norma **UNI EN 1519-1** è applicabile ai tubi e ai raccordi di PE di seguito indicati:
- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

#### Composizione del PE

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma **UNI EN 1519-1**. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.

I raccordi fabbricati, o le parti di raccordi, fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **UNI EN 1519-1**.

#### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (**UNI EN 1519-1**):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il nero.

#### Spessore di parete

Lo spessore di parete  $e$  deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma **UNI EN 1519-1**, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a  $1,25 e_{min}$ , purché lo spessore di parete medio  $e_m$  sia minore o uguale a quello specificato,  $e_{m,max}$ .

#### Tipi di raccordo

La norma **UNI EN 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

- a) curve:
- senza o con raggio di curvatura;
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
  - a segmenti saldati di testa.

Gli angoli nominali preferenziali  $\alpha$  dovrebbero essere da 15°, 22,5°, 30°, 45°, 67,5°, 80°, oppure compresi tra 87,5° e 90°.

- b) iramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple):
- angolo senza o con raggio di curvatura;
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

L'angolo nominale fissato  $\alpha$  dovrebbe essere da 45°, 67,5°, oppure compreso tra 87,5° a 90°.

- c) riduzioni;
- d) raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
- e) manicotti:
- a doppio bicchiere;
  - collare per riparazioni;
  - bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
  - tappi.

#### Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma **UNI EN 1519-1** deve essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento **UNI EN 1519-1**;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;

- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:

- numero della norma **UNI EN 1519-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

#### Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per scarichi

**UNI EN 1519-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**UNI ENV 1519-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

**UNI EN 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**UNI EN 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3:

*Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;*

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

#### Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

**UNI 9338** – *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;*

**UNI 9349** – *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.*

#### 45.6. Tubi in polipropilene (PP)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100 °C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI EN ISO 15874-2**.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### Aspetto

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

##### Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite, e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0°C.

##### norme di riferimento

a) installazioni di acqua calda e fredda

**UNI EN ISO 15874-1** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1: Generalità;*

**UNI EN ISO 15874-2** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2: Tubi;*

**UNI EN ISO 15874-3** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi;*

**UNI EN ISO 15874-5** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;*

**UNI CEN ISO/TS 15874-7** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.*

b) scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

**UNI EN 1451-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;*

**UNI ENV 1451-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità;*

**UNI EN 13476-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e*

*collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;*

**UNI EN 13476-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;*

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

#### 45.7. Tubi in polietilene (PE)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri materiali, devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (**UNI EN 12201-1**):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma **EN 12201-1**.

#### Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite, ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **UNI EN 12201-2**. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

#### Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate, come, per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

#### Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

**Tabella 45.9. Diametri e spessori dei tubi in PE**

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali																															
	min	max	2,5	4	6	10	16																											
10	12	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	10,0	12,0	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	
75,0	90,0	110,0	125,0	140,0	160,0	180,0	200,0	225,0	250,0	280,0	315,0	355,0	400,0	450,0	500,0																			
40,4	50,5	63,6	75,7	90,9	110,0	126,2	141,3	161,5	181,7	201,8	227,1	252,3	282,6	317,9	358,2	403,6	454,1	504,5														2,0	2,0	2,2
2,7	3,1	3,5	3,9	4,4	4,9	5,6	6,1	6,9	7,7	8,7	9,8	11,0	12,2					2,0	2,0	2,5	2,9	3,5	4,3	4,9	5,4	6,2	7,0	7,7	8,7	9,7	10,8	12,2	13,7	15,4
17,4	19,3			2,0	2,0	2,3	2,0	3,6	4,3	5,1	6,3	7,1	8,0	9,1	10,2	11,4	12,8	14,2	15,9	17,9	20,1	22,7	25,5	28,3			2,0	2,0	2,3	3,0	3,7	3,7	5,8	6,9
8,2	10,0	11,4	12,8	14,6	16,4	18,2	20,5	22,8	25,5	28,7	32,3	36,4	41,0					2,0	2,0	2,3	2,8	3,5	4,5	5,6	5,6	8,7	10,4	12,5	15,2	17,3	19,4			
22,1	24,9	27,6	31,1	34,5																														

#### Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo. La marcatura minima dovrà riportare (**UNI EN 12201-2**):

- numero della norma **UNI EN 12201**;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni ( $d_n \cdot e_n$ );
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

#### Norme di riferimento

**UNI EN 12201-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità;

**UNI EN 12201-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi;

**UNI EN 12201-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

**UNI EN 12201-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

**UNI EN 12201-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI CEN/TS 12201-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

**UNI ISO/TR 7474** – Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;

**UNI EN 12106** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

**UNI EN 12119** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

#### Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

#### Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualmente, alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento.

Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

#### Giunzioni ad incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

#### Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.



In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

#### Tubi in rame

##### Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla norma **UNI EN 1057**, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile ai tubi aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:

- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pavimento, a parete e da soffitto);
- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;
- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati ad essere pre- isolati prima del loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.

Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1264** (varie parti).

Per gli impianti domestici e similari per l'utilizzazione di gas combustibile la tubazione di rame deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma **UNI 7129** (varie parti).

#### Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:

- rivestimento in resina speciale di PVC stabilizzato o PE, secondo l'uso specifico del tubo;
- sezione stellare dell'isolante;
- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;
- elevata resistenza ad agenti chimici esterni;
- temperatura di esercizio – 30°C / 95°C;
- marcatura ad inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;
- colore: ..... (bianca, gialla).

#### Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma

**UNI EN 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete, espresse in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

#### Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive, né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

#### Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera, il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **UNI EN ISO 8493**.

#### Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

#### Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma **UNI EN 1057**;

- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso, oppure di diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

#### Diametri dei tubi

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla norma **UNI EN 1057**.

Il rivestimento in PVC è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di CFC, ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da  $-80^{\circ}\text{C}$  a  $+100^{\circ}\text{C}$ .

**Tabella 45.10. Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)**

**Diametro esterno    Scostamenti limite diametro medio**

6-18 18-28 28-54 54-76,1 76,1-88,9 88,9-108 108-159 159-267  $\pm 0,04 \pm 0,05 \pm 0,06 \pm 0,07 \pm 0,07 \pm 0,07 \pm 0,2 \pm 0,6$

**Tabella 45.11. Tubazioni in rame serie leggera**

**Diametro esterno [mm]    Spessore [mm]    Massa lineica [kg/m]**

6 8 10 12 14 15 16 18 22 28 35 42 54 64 76,1 88,9 108    0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 1 1 1,2 1,2 1,5 2 2 2,5 0,110 0,152  
0,194 0,238 0,278 0,299 0,320 0,362 0,587 0,755 1,134 1,369 2,202 3,467 4,143 4,859 7,374

**Tabella 45.12. Tubazioni in rame serie pesante**

**Diametro esterno [mm]    Spessore [mm]    Massa lineica [kg/m]**

6 8 10 12 14 15 16 18 22 28 35 42 54 76,1 88,9 108    1 1 1 1 1 1 1,5 1,5 1,5 1,5 1,2 2,5 2,5 3 0,140 0,198 0,252 0,308 0,363 0,391  
0,419 0,475 0,859 1,111 1,405 1,699 2,908 5,144 6,039 8,807

**Tabella 45.13. Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame**

**Diametro nominale    Spessore**

0,75		1,0		1,2		1,5		2,0		2,5		3																			
6	8	10	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	-----	-				
																$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	-----	-----	$\pm 0,17$	$\pm 0,17$	-----	-	
																$\pm 0,21$	$\pm 0,21$	$\pm 0,23$	$\pm 0,23$	$\pm 0,25$	-----	-----	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	-	-----	$\pm 0,40$	$\pm 0,40$	
																$\pm 0,40$	-----											$\pm 0,50$			

#### Norme di riferimento

**UNI EN 1057** – Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

**UNI EN ISO 8493** – Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino;

**UNI EN 1254-1** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare;

**UNI EN 1254-2** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione;

**UNI EN 1254-3** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione;

**UNI EN 1254-4** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione;

**UNI EN 1254-5** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare;

**UNI EN 12449** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali;

**UNI EN 12451** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore; **UNI EN 13348** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto;

**UNI EN 12735-1** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni;

**UNI EN 12735-2** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e

*refrigerazione. Tubi per apparecchiature.*

#### Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** presentano i seguenti

diametri nominali (dn): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163** e **UNI 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma

**UNI EN 545** prescrive:

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi dn  $40 \div 200$ ;
- una tolleranza = 1% per tubi aventi dn  $250 \div 600$  e = 2% per tubi aventi dn  $> 600$ .

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **UNI EN 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m =  $\pm 150$  mm;
- altre lunghezze unificate =  $\pm 100$  mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545** (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia:  $\pm 30$  mm;
- raccordi con giunti a bicchiere:  $\pm 20$  mm;
- tubi e raccordi per giunti a flangia:  $\pm 10$  mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (dn). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **UNI EN 545**.

#### Norme di riferimento

**UNI EN 545** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 598** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI 9163** – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;* **UNI 9164** – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;*

**UNI EN 12729** – *Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.*

#### Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **UNI EN 545**, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 14628** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 15189** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 15542** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova*

#### 45.10.3.1. Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**UNI EN 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

#### Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598** e/o **UNI EN 545**. I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria, ad una pressione di 1 bar, oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598**). Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

#### Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere

accettati, previa riparazione e benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

#### Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme

**UNI EN 1074 -1** e **UNI EN 1074-2**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI EN 12729**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 4126-1**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di prestazione, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 1074-1** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;*

**UNI EN 1074-2** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;*

**UNI EN 1074-2** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;*

**UNI EN 1074-3** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;*

**UNI EN 1074-4** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfianti d'aria;*

**UNI EN 1074-5** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;*

**UNI EN 1074-6** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;*

**UNI EN ISO 4126-1** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;*

**UNI EN ISO 4126-2** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;*

**UNI EN ISO 4126-3** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;* **UNI EN ISO 4126-4** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;*

**UNI EN ISO 4126-5** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (CSPRS);*

**UNI EN ISO 4126-6** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;* **UNI EN ISO 4126-7** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.*

#### **Marcatura dei tubi e dei raccordi**

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

- indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:
  - designazione GS;
  - numero di matricola;
  - classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
  - marchio di fabbrica del produttore;
  - anno di fabbricazione;
  - diametro nominale (DN);
- indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
  - norma UNI di riferimento;
  - certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
  - designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

#### **Tubi multistrato**

##### **Generalità**

I tubi multistrato (multilayer pipes) devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene (PE). Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.

La UNI EN ISO 21003 distingue le due tipologie di tubo multistrato:

- multilayer M-pipes: tubazioni costituite da strati stress-designed (progettati per la tenuta della pressione interna) polimerici e metallici (ad es.: PE-Xb/Al/PE-Xb o PE-RT/Al/PE-RT);
- multilayer P-pipes: tubazioni costituite da più strati polimerici stress-designed (ad es.: PVC-C/PE-Xb o PE-Xb/EVOH/PE-Xb).

La UNI EN ISO 21003 definisce anche quattro classi di applicazione (1, 2, 4 e 5) su un periodo di 50 anni di esercizio continuativo. Ogni classe di applicazione deve essere associata a una pressione di progetto  $p_d$  di 4, 6, 8, o 10 bar.

Il tubo multistrato in PEX-b/Al/PEX-b può essere impiegato per:

- distribuzione di acqua calda e fredda per usi sanitari;
- impianti di riscaldamento e raffreddamento a pannelli radianti;
- impianti di riscaldamento tradizionali;
- impianti con corpi scaldanti in ghisa, alluminio o acciaio.

Per il trasporto di acqua potabile deve impiegarsi un tubo multistrato metallico PEX-b/Al/PEX-b con coibentazione termica.

#### **Raccordi e pezzi speciali**

I raccordi e i pezzi speciali multistrato metallo-plastici devono essere tutti di tipo prefabbricato secondo il catalogo del costruttore del tubo e conformi alla **UNI 10954-2**.

I raccordi devono essere conformi al D.M. 6 aprile 2004, n. 174, *Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano*.

Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio; deve essere, quindi, disponibile nei diametri assoluti e relativi l'intera gamma di: gomiti flangiati, gomiti maschio e femmina, raccordi a T uguali e ridotti, giunti di collegamento, riduzioni, raccordi diritti filettati maschio o femmina, raccordi svitabili conici, ecc.

*norme di riferimento*

**UNI 10876** – *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi;*

**UNI 10954-1** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi;*

**UNI 10954-2** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 2: Raccordi.*

#### 4

### MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

#### Art. 46. Demolizioni e dismissioni

##### Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. I materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

##### Verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato. Piano di demolizione e recupero

L'appaltatore dovrà effettuare una verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tali operazioni includono:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

La verifica pre-demolizione deve contenere le informazioni specificate e dichiarare che tali prestazioni e requisiti dei materiali, dei componenti e delle lavorazioni saranno rispettati. Deve inoltre essere allegato il piano di demolizione e recupero della ditta e sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

##### Allontanamento e/o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato

entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

##### Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da non pregiudicare

la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

#### **Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori, e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà, altresì, darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **Proprietà e reimpiego dei materiali da scavi e demolizione**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

### **Art. 47. Scavi e sbancamenti**

#### **Generalità**

Nell'esecuzione degli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

#### **Ricognizione**

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

#### **Smacchiamento dell'area**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità indicata in progetto o preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

#### **Reimpiego dello strato superficiale di terreno naturale asportato**

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

#### **Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti

di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre la necessaria armatura o provvedere al consolidamento del terreno.

#### Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere

riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione secondo le indicazioni del progetto esecutivo.

Eventuali tubazioni esistenti non funzionanti dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi dei lavori in appalto.

#### Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

#### Pompe di aggotamento

Le pompe di aggotamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggotamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in calcestruzzo armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

#### Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con accorgimenti atti ad evitare interrimenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

#### Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.



#### **Impiego di esplosivi**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### **Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### **Manutenzione degli scavi**

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

#### **Art. 48. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### **Art. 49. Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese

di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

#### **Art. 50. Rilevati e rinterri**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per riprese successivamente, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in calcestruzzo armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione del calcestruzzo.

##### **50.1. Riutilizzo del materiale di scavo per il rinterro**

Il riutilizzo del materiale delle terre e delle rocce da scavo per il rinterro deve rispettare le prescrizioni del D.P.R. n. 120/2017.

#### **Art. 51. Paratie e diaframmi**

##### **Generalità**

Le paratie e i diaframmi costituiscono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a par-tire dalla superficie del terreno, con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

– .....;

– .....

Devono essere precisate le modalità di esecuzione, con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

#### Palancole infisse

##### Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali:

- adeguata resistenza agli sforzi di flessione;
- facilità di infissione;
- impermeabilità delle giunzioni;
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto);
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola. A tale scopo, gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali, non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tollerabili a giudizio della direzione dei lavori, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni, si rimanda alle prescrizioni delle norme **UNI EN 10248-1**, **UNI EN 10248-2**, **UNI EN 10249** e **UNI EN 10249-2**.

#### Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il calcestruzzo impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup> e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato, di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

#### Paratie costruite in opera

##### Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

#### Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale, i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità, con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta. Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del calcestruzzo, con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adatteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

#### **Prove e verifiche sul diaframma**

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme tecniche, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

### **Art. 52. Fondazioni dirette**

#### **Scavi di fondazione**

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con calcestruzzo magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori. In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

**Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

#### **Magrone**

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

### **Art. 53. Pali di fondazione<sup>6</sup>**

#### **53.1. Pali trivellati**

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infilazione di un rivestimento metallico provvisorio.

#### Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

#### Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

<sup>6</sup> Riferimenti: RFI: Capitolato costruzioni opere civili – Sez. VII: Pali.

#### Micropali

I micropali vengono classificati in:

- micropali a iniezione multipla selettiva;
- micropali a semplice cementazione.

##### micropali a iniezione multipla selettiva

I micropali a iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

##### micropali a semplice cementazione

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

#### Pali di medio e grande diametro

##### Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

##### Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

##### Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

#### Tolleranze dimensionali

I pali di fondazione dovranno essere realizzati nella posizione e nelle dimensioni di progetto esecutivo; le tolleranze geometriche ammissibili sono quelle stabilite dal punto 7.2 della **UNI EN 1536**, ferme restando le rigorose limitazioni geometriche indicate negli elaborati progettuali esecutivi.

Le eventuali tolleranze diverse da quelle indicate dalla norma **UNI EN 1536** devono essere preventivamente concordate, tramite la redazione di un verbale, con la direzione dei lavori prima dell'esecuzione dei pali.

L'impresa è tenuta ad eseguire, con oneri completamente a suo carico, tutte le opere che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista o il collaudatore statico, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze geometriche ammissibili o preventivamente concordate, compresa l'esecuzione di pali aggiuntivi e di opere di collegamento.

#### Materiali

##### Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchi irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm, e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 m di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta *in situ* senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

##### Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il

trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

#### Fanghi bentonitici

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango = 5%;
- densità = 1,15 t/m<sup>3</sup>.

#### Modalità esecutive

Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

##### Attrezzatura

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

#### Infissione del tubo forma

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo. La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso, la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

#### Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

La vibrazione deve favorire l'assestamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

#### Controlli e documentazione

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti il palo, ovvero:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;
- tempo necessario per l'infissione;
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

#### Pali trivellati con fanghi bentonitici

##### Attrezzatura

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

#### Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

#### Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano- altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e, comunque, non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati, e per conseguire un adeguato immersionamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e, comunque, dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

#### Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di

dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

#### Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 m<sup>3</sup>, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando, altresì, la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura). All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

#### Controlli e documentazione

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

#### Pali trivellati con rivestimento provvisorio

##### Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

---

##### esCavatori

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

---

##### morsa muovi-Colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

---

##### vibromorsa

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

---

##### utensile di sCavo

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

#### Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/ femmina.



L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento. Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

#### Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

#### Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo, altresì, alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

#### Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### Pali trivellati ad elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

#### Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

#### Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitalamento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto

#### Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di calcestruzzo. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

#### Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

#### Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

#### Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati, e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

#### Micropali

##### Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante

appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### **Micropali a iniezioni multiple selettive**

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- iniezione;
- controlli e documentazione.

##### perforazione

La perforazione deve essere eseguita con sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro, si utilizzeranno compressori di adeguata potenza.

Le caratteristiche minime richieste sono:

- portata: = 10 m<sup>3</sup>/min;
- pressione: 8 bar.

##### allestimento del micropalo

Completata la perforazione, si deve provvedere a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Dopo tali operazioni, si deve procedere immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina). La messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezione.

##### iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita, utilizzando una idonea miscela cementizia, in due o più fasi, di seguito descritte e controllando le attrezzature e alcuni parametri:

##### *Formazione della guaina*

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola

più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina, si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

##### *Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati*

Trascorso un periodo di 12-24 ore dalla formazione della guaina, si deve procedere all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione, fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezioni si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione deve essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque

conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12-24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatura.

#### *Caratteristiche degli iniettori*

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione massima di iniezione: ~ 100 bar;
- portata massima: ~ 2 m<sup>3</sup> ora;
- numero massimo pistonate/minuto: ~ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

#### Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume dell'iniezione di guaina;
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti, per ogni valvola e per ogni fase:
  - data;
  - pressioni di apertura;
  - volumi di assorbimento;
  - pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata:
  - composizione;
  - peso specifico;
  - viscosità Marsh;
  - rendimento volumetrico o decantazione;
  - dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

#### **Micropali a semplice cementazione**

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- cementazione;
- controlli e documentazione.

#### perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui all'articolo precedente.

#### allestimento del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui all'articolo precedente), si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

#### Cementazione

##### *Riempimento a gravità*

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori. Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno = 80 mm. Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto

entro i limiti sopracitati. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie, senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

#### *Riempimento a bassa pressione*

Il foro dovrà essere interamente rivestito. La posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento, come descritto al paragrafo precedente. Successivamente, si applicherà al rivestimento un'idonea

testa a tenuta, alla quale si invierà aria in pressione ( $0,5 \div 0,6$  MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà, allora, la sezione superiore del rivestimento, e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive, fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno, potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fatturazione idraulica degli strati superficiali.

#### Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume della miscela o della malta;
- caratteristiche della miscela o della malta.

#### **Tolleranze ammissibili**

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo:  $\pm 2$  cm;
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico:  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm;
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm.

### **Art. 54. Strutture in muratura portante**

#### **Spessore minimo dei muri**

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni non può essere inferiore ai valori riportati nella tabella 54.1.

**Tabella 54.1. Tipo di muratura e relativo spessore minimo**

<b>Tipo di muratura</b>	<b>Spessore minimo [mm]</b>
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	240
Muratura di pietra squadrata	240
Muratura di pietra listata	400
Muratura di pietra non squadrata	500

#### **Cordoli di piano e architravi**

Ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio, e larghezza almeno pari a quella del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a  $8 \text{ cm}^2$ , le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e, comunque, per non meno di 12 cm, e adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, efficacemente ammortato alla muratura.

#### Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

#### Muratura armata

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel calcestruzzo.

#### Barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da acciaio con rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo

11.3 delle norme tecniche delle costruzioni.

È ammesso, per le armature orizzontali, l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impiego di altre armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle pertinenti normative di comprovata validità.

In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosione.

Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano armatura nei letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al controllo della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dello 0,03% dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della resistenza fuori piano).

Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza

nel piano, o quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%, e non potrà avere interasse superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05%, né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 2 cm<sup>2</sup> dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e, comunque, ad interasse non superiore a 4 m.

La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestruzzo di riempimento, deve, in ogni caso, essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfaldamento della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, piegature o forcelle o, in alternativa, mediante opportuni dispositivi meccanici di comprovata efficacia.

La lunghezza di ancoraggio richiesta per barre dritte può essere calcolata in analogia a quanto usualmente fatto per le strutture di calcestruzzo armato.

L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature, con una barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abbia luogo prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla tecnologia usata, la lunghezza di sovrapposizione deve essere di almeno 60 diametri.

La malta o il calcestruzzo di riempimento dei vani o degli alloggi delle armature deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura, e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

#### Architravi, parapetti e elementi collegamento tra pareti

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con alcune eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale. Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 100 cm.

#### Strutture di fondazione

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizzando le sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrispondenza di aperture nelle pareti soprastanti.

Qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato in pareti di calcestruzzo armato, esso può essere considerato quale struttura di fondazione dei sovrastanti piani in muratura portante, nel rispetto dei requisiti di continuità delle fondazioni.

#### Murature e riempimenti in pietrame a secco

##### Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire, così, con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura, si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

#### 54.6. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame, da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Per drenaggi o fognature, si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli.

Negli strati inferiori si dovrà impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando così gli interstizi tra le pietre.

#### Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare, anzitutto, in ciascun ambiente, una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza, e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo, riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto. Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da elementi modulari in materiale plastico, ecc.

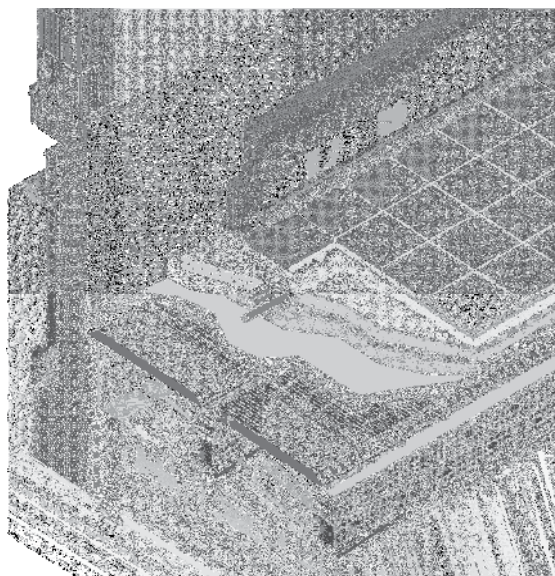


Figura 54.1. Gattaiolato in tavelloni su muricci in laterizio (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### Murature in pietrame e miste proveniente da materiale di recupero

Per le murature per opere di fondazione e opere in elevazione deve impegnarsi, preferibilmente, l'uso di solo materiale di recupero (pietrame e blocchetti).

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio e dovrà fornire una dichiarazione firmata dal legale rappresentante della ditta produttrice che attesti la conformità al criterio e che includa l'impegno ad accettare un'ispezione da parte di un organismo di valutazione della conformità volta a verificare la veridicità delle informazioni rese. Tale documentazione dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori.

#### 54.7. Criteri generali per l'esecuzione

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro. I giunti di malta (quando previsti) devono essere il più possibile regolari e riempiti con cura fino al bordo esterno; i corsi devono essere orizzontali e paralleli e gli spigoli risultare perfettamente verticali.

Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (calcestruzzo armato, profilati di acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.



#### Superficie di contatto tra muratura e telaio in c.a.

La superficie di contatto fra struttura in calcestruzzo armato e tamponamento in laterizio può essere zona di fessurazioni causate dal diverso coefficiente di dilatazione termica fra i due materiali, soprattutto in presenza di parti soleggiate e con tinteggiatura scura.

Gli effetti delle dilatazioni termiche possono essere ridotti operando secondo due principi distinti:

- 1) evidenziando le zone di distacco, facendo cioè in modo che la fessura si verifichi in punti prestabiliti;
- 2) opponendosi alla fessurazione localizzata.

Nel primo caso, sarà necessario delineare la superficie di contatto fra la struttura e la muratura, appoggiando il tamponamento su di un materiale comprimibile e sigillante e interponendo fra pilastri e muratura un materiale deformabile e ugualmente sigillante: gli strati di sigillatura saranno così in grado di accettare le differenti deformazioni termiche dei materiali e, mantenendosi integri, eviteranno la penetrazione di acqua meteorica.

Nel secondo caso, invece, non volendo che si evidenzii la zona di giunzione fra pilastri e tamponamento, si inserirà nell'intonaco una sottile rete metallica, o in fibra di vetro, estesa fino a 20 ÷ 30 cm oltre la zona interessata da possibili lesioni.

#### Muratura di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione. Essi dovranno mettersi in opera, con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure sarà compresa tra 5 e 8 mm. in relazione alla natura delle malte impiegate.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura, dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

#### Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve essere eseguito con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

#### Muratura di laterizi a faccia vista

Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

#### Pareti di una o due teste e in foglio di mattoni pieni o forati

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso

anziché alla parete, e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

#### Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto a cassa vuota deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria o materiale isolante in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm. Nel caso deve essere impiegato materiale isolante, l'intercapedine deve avere uno spessore di 5-6cm,

La doppia parete deve essere dotata di idonei collegamenti trasversali. La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna deve essere eseguita un'arriccatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

L'intercapedine deve essere dotata di aerazione nella parte bassa per lo smaltimento di eventuale umidità dovuta a fenomeni di condensa, o a infiltrazioni meteoriche causate da difetti esecutivi. A tale scopo è sufficiente prevedere, nella parte bassa della muratura, degli sfoghi che possono essere realizzati sia mediante griglie metalliche collocate in sostituzione di un mattone (ogni due metri circa), oppure non stilando con malta alcuni giunti verticali della prima fila di mattoni (almeno uno ogni tre).

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

#### Facce a vista delle murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene

dentro, comprimendola e lisciandola con apposito strumento, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

#### Paramento cosiddetto con pietra rasa e teste scoperte

Nel paramento cosiddetto *con pietra rasa e teste scoperte* (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore, e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25

mm.

#### Paramento definito a mosaico grezzo

Nel paramento definito *a mosaico grezzo*, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

#### Paramento cosiddetto a corsi pressoché regolari

Nel paramento cosiddetto *a corsi pressoché regolari*, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa.

I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

#### Paramento definito a corsi regolari

Nel paramento definito *a corsi regolari*, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm.

La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e, ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

### **Art. 55. Confezionamento, fornitura e posa in opera del calcestruzzo**

Calcestruzzo per strutture semplici e armate

Requisiti della miscela omogenea di calcestruzzo allo stato fresco

Rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento della miscela omogenea di calcestruzzo, non dovrà superare il valore di ....., potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ....., con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione.

La prova deve essere eseguita in cantiere al momento della consegna in conformità alla norma

**UNI 7122** da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

L'acqua impiegata per il confezionamento del calcestruzzo deve essere conforme alla **UNI EN 1008**.

#### Contenuto d'aria inglobata

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel miscela omogenea di calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio della miscela ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere: ..... + .....%. La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **UNI EN 12350-7**.

#### Acqua di bleeding

Il volume di acqua di bleeding, valutato scondo la procedura della norma **UNI 7122**, dovrà risultare inferiore allo 0,1% rispetto al volume di acqua di impasto.

#### Controlli sul calcestruzzo fresco

Il direttore dei lavori dovrà fare effettuare in cantiere al momento della consegna e prima della messa in opera i necessari controlli sulle miscele omogenee di calcestruzzo allo stato fresco, affinché vengano verificate le prescritte caratteristiche progettuali e contrattuali.

Le prove e i controlli dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Caratteristiche delle miscele omogenee calcestruzzo a prestazione garantita

Le miscele omogenee di calcestruzzo a prestazione garantita fornito e posto in opera dall'appaltatore in

riferimento alla norma **UNI EN 206-1** dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

*1) Strutture di fondazione*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....
- e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>
- f) tipo di cemento .....
- g) classe di esposizione ambientale: .....

*2) Strutture in elevazione interne*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....

e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>

f) tipo di cemento .....

g) classe di esposizione ambientale: .....

*3) Strutture in elevazione esterne o perimetrali*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....
- e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>
- f) tipo di cemento .....
- g) classe di esposizione ambientale: .....

**Classe di resistenza minima del calcestruzzo fornito**

Le miscele omogenee di calcestruzzo fornite è poste in opera dall'impresa dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 55.1, rispettivamente verificati su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

**Tabella 55.1. Valori minimi di resistenza meccanica del calcestruzzo**

Stagionatura	A 3 giorni <sup>1</sup>	A 28 giorni
Compressione	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione per flessione	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione indiretta	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione dovrà essere determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta dovrà essere determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

Le prove sulla resistenza meccanica dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

**Tabella 55.2. Impiego delle diverse classi di resistenza del calcestruzzo**

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Trasporto e posa in opera del calcestruzzo

Impianto di confezionamento del calcestruzzo

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

#### Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di prestazione alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza a compressione;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di classe di resistenza ( $N/mm^2$ ), classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento.

norma di riferimento

**UNI EN 206-1** – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

#### Armature

##### Realizzazione delle fabbriche delle armature

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile in conformità alle Norme tecniche per le costruzioni.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro minimo previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni o previsto in progetto.

##### Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione come indicato nei disegni esecutivi.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di

sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;

- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Deve essere accertata la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali disposte dal direttore dei lavori.

Per le barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni delle armature.

#### Getto del calcestruzzo

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione dei componenti.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50÷80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta

cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza devono essere predisposti dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

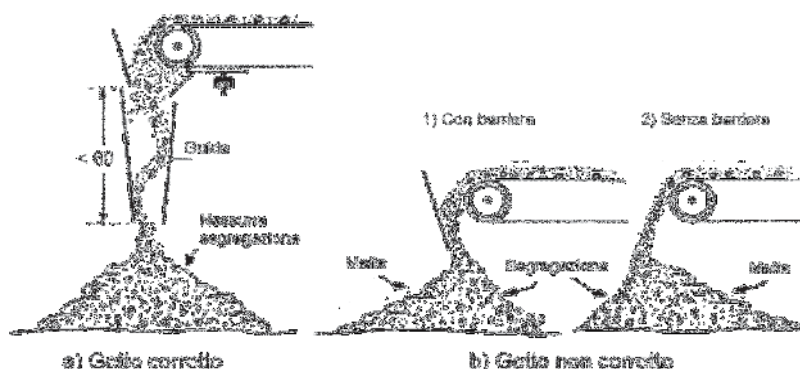


Figura 55.1. Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

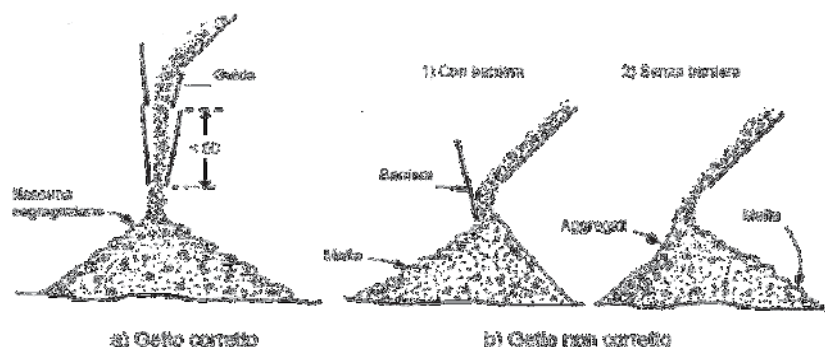


Figura 55.2. Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

#### Verifiche da parte del direttore dei lavori e modalità esecutive del getto

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10÷15 cm.

Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti della miscela omogenea di calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e la rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e la corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

#### Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

#### Getti in climi freddi

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $> + 5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $= 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il calcestruzzo può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume di idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 55.3 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto.

**Tabella 55.3. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

**Dimensione minima della sezione [mm<sup>2</sup>]**

< 300    300 ÷ 900    900 ÷ 1800    > 1800

**Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera**

13 °C    10 °C    7 °C    5 °C

**Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione**

1,15 °C/h    0,90 °C/h    0,70 °C/h    0,45 °C/h



Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella 55.3. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto del calcestruzzo devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria

continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno

ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

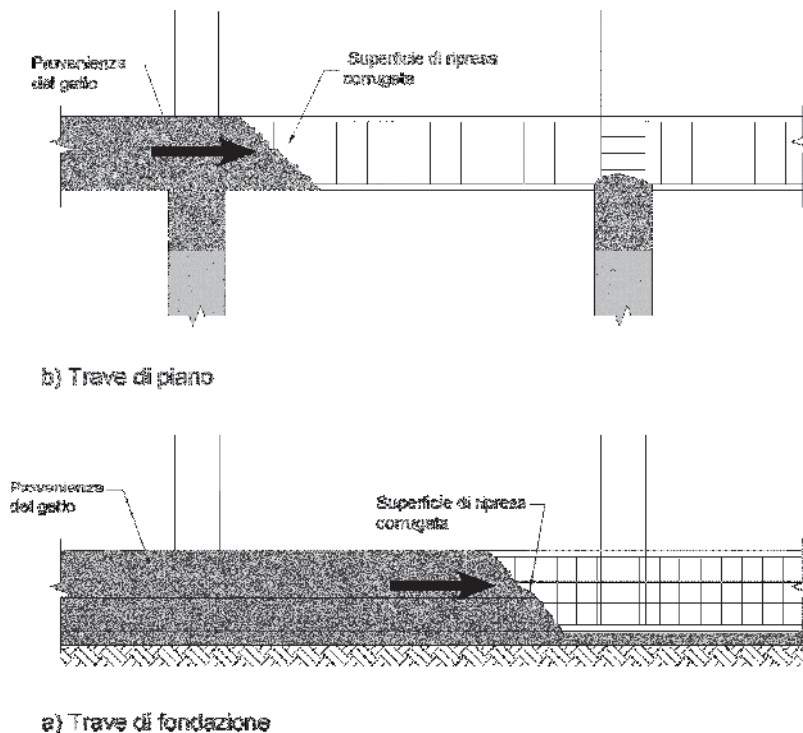


Figura 55.3. Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie. In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Nelle riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

#### Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli

aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### Vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e

0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

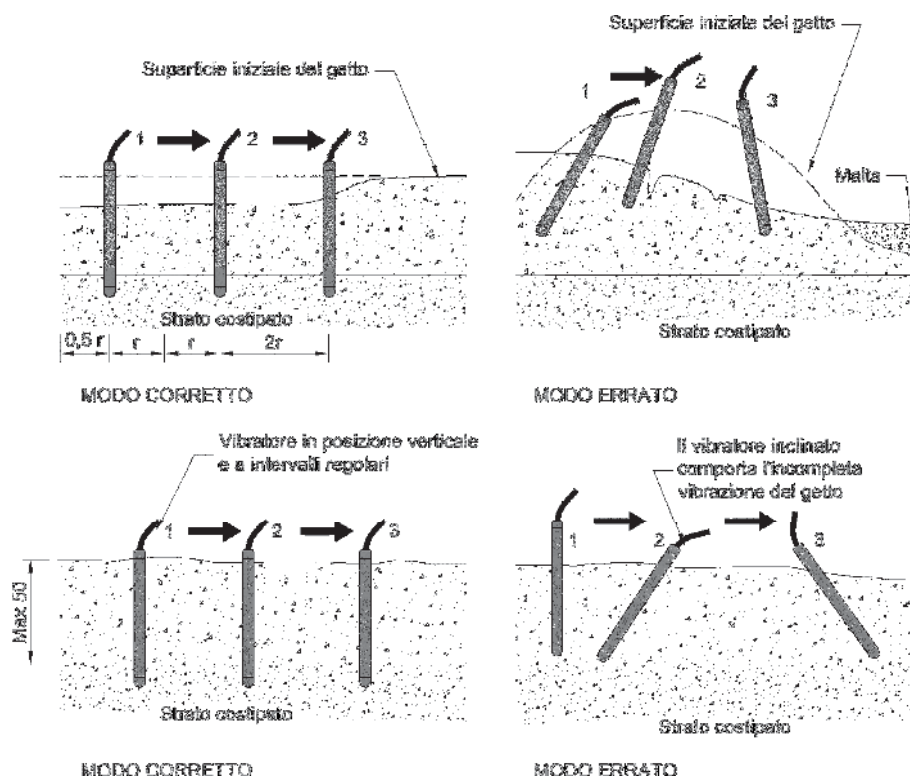


Figura 55.4. Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibrator mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione

degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibrator esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibrator superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

#### Stagionatura

##### Prescrizioni per la corretta stagionatura

Per la corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- a) prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;

- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere = 0°C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.

b) durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

c) dopo la messa in opera:

- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15°C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

### Protezione in generale

La protezione del calcestruzzo consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre, serve a evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in calcestruzzo armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

### Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

#### Cassaforma isolante

Il  $\Delta t = 20^\circ\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore = 2 cm, o se il getto si trova contro terra.

#### sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### immersione in leGGero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo

perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### Coibentazione Con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

#### **Durata della stagionatura**

Con il termine durata di stagionatura si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta.

La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 55.4 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

**Tabella 55.4. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo [°C]					Durata minima della stagionatura (giorni)	
Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_c / f_{cm28})^{1/2}$						
Rapido $r = 0,50$		Medio $0,50 < r = 0,30$			Lento $0,30 < r = 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t = 25$	1,0	1,5	2,0	3		
$25 > t = 15$		1,0	2,0	3,0	5	
$15 > t = 10$		2,0	4,0	7,0	10	
$10 > t = 5$	3,0	6,0	10	15		

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5^\circ\text{C}$  non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello

strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di *curing* serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in calcestruzzo armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R- 80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

#### Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

**UNI EN 206-1** – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;*

**UNI 8656** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;*

**UNI 8657** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;*

**UNI 8658** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

**UNI 8659** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

**UNI 8660** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

#### Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

##### Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 55.5 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

**Tabella 55.5. Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

<b>Difetti</b>	<b>Conseguenze</b>	<b>Precauzioni</b>
<b>Per le casseforme</b>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
<b>Per i prodotti disarmanti</b>		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo	Presenza di bolle d'aria
omogeneo un film sottile di di-	sarmante Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### **Casseforme speciali**

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta. Inoltre, avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida.

Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.



Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

#### Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il calcestruzzo, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare. È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

#### Strutture di supporto

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle

relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto. Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili

fessurazioni, le strutture di supporto devono sopportare l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

#### Strutture di supporto nel caso del calcestruzzo autocompattante

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto.

Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature sulla superficie esterna del calcestruzzo, specie se a facciavista. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici secondo il progetto esecutivo.

#### Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### Prodotti disarmanti per calcestruzzi

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie esterna del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante impiegate non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. Il prodotto deve essere applicato correttamente secondo le indicazioni del produttore.

All'appaltatore è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti come disarmanti per le casseforme (in ferro, alluminio e in materiale plastico, ecc.) per le strutture in calcestruzzo armato.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alle norme **UNI 8866-1** e **UNI 8866-2**, norme ritirate senza sostituzione, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del calcestruzzo indurito, specie se a faccia vista. L'impiego deve rispettare le prescrizioni indicate dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI 8866-1** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;*

**UNI 8866-2** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

#### Disarmo delle strutture in calcestruzzo armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza a compressione sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca sollecitazioni dinamiche, sovraccarichi e deterioramenti superficiali come il danneggiamento del copriferro. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme non prima di ..... giorni dalla data di esecuzione del getto, tenendo conto delle condizioni climatiche che possono rallentare lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo. In

ogni caso, il disarmo delle strutture gettate deve essere sempre autorizzato per iscritto e concordato con la direzione dei lavori.

**Tabella 55.6. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto**

**Struttura Calcestruzzo normale [giorni] Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]**

Sponde dei casseri di travi e pilastri Solette di luce modesta Puntelli e centine di travi, archi e volte Strutture a sbalzo 3 10 24 282 4 12 14

#### Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo armato senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno di 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nella superficie di calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o il trattamento delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in calcestruzzo armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

#### Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

#### Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

---

norme di riferimento

**UNI 8656** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e*

*requisiti;*

**UNI 8657** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d acqua;*

**UNI 8658** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

**UNI 8659** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

**UNI 8660** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

#### **Tolleranze geometriche**

Nell'esecuzione della struttura gettata in opera o prefabbricata, le tolleranze dimensionali per la struttura completa e gli elementi strutturali (fondazioni, travi e solette, pilastri e pareti, sezioni trasversali, aperture, allineamenti, ecc.) rispetto al progetto esecutivo devono essere conformi alla UNI EN 13670, in particolare al paragrafo 10 e all'Appendice G.

L'inizio dei lavori deve essere preceduto dall'installazione di caposaldi di riferimento inamovibili dai quali trasferire assi e quote per il tracciamento e i controlli dimensionali previsti dalla citata norma.

#### **Art. 56. sezucione di strutture in cemento armato precompresso**

##### **Compattazione dei getti**

Il getto di calcestruzzo per strutture precomprese deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago o a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

##### **Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione**

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del calcestruzzo non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

##### **Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione**

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

##### **Posa delle barre dei cavi e loro messa in opera**

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve, altresì, prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro, si devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e

l'allungamento conseguito. I due dati devono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi deve essere accuratamente controllato prima del getto.

##### **Operazioni di tiro**

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle, sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature, per indurre la pre-tensione.

I manometri devono essere tarati con frequenza almeno mensile.

Si deve, inoltre, effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.

All'atto del tiro, devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione, che non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto. In tal caso, si deve ridurre la tensione, per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

#### Protezione dei cavi e iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.

Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in cemento armato precompresso a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni. L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:

- prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
- garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio e il calcestruzzo.

#### Caratteristiche della malta

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro e adeguata resistenza, e non deve contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (per esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.

Gli additivi non devono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e, comunque, non produrre un aumento di ritiro.

Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale, solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale.

La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.

La resistenza a trazione per flessione a sette giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm<sup>2</sup>. Il tempo d'inizio della presa a 30 °C deve essere superiore a tre ore.

Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve essere il minore possibile, compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi, e, inoltre, deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in condizioni di riposo sia inferiore al 2%.

Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

#### Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto, la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi. Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti. L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm). La pompa deve avere un'efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni. Non è ammessa l'iniezione con aria compressa. Quando possibile, l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto. Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore. La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati, si manterrà una pressione di 500 kPa fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno un minuto. La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria. Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

#### Condotti

I punti di fissaggio dei condotti devono essere frequenti, ed evitare un andamento serpeggiante. Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.

I condotti devono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm<sup>2</sup>.

Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

#### Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritardatura, nei quali devono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo, è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali. Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5 °C nelle 48 ore

seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6÷10% di aria occlusa.

Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.

Dopo un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

### **Art. 57. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso**

#### Limiti dimensionali

Le varie parti del solaio devono rispettare i seguenti limiti dimensionali:

- la larghezza delle nervature deve essere non minore di 1/8 del loro interasse, e comunque non inferiore a 80 mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, il limite può scendere a 50 mm;
- l'interasse delle nervature deve essere non maggiore di quindici volte lo spessore della soletta;
- la dimensione massima del blocco di laterizio non deve essere maggiore di 520 mm.

#### Esecuzione

##### Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti di calcestruzzo, i blocchi di laterizi devono essere convenientemente bagnati.

#### Blocchi

I blocchi per solai con rilevanti difetti di costruzione o danneggiati durante la movimentazione per la posa in opera, devono essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

#### Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

#### Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del calcestruzzo in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati nella composizione del calcestruzzo non deve superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto di calcestruzzo deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

#### Puntellamento provvisorio

Ogni campata di solaio deve risultare idoneamente puntellata con un numero di puntelli

rompitratte di numero e sezione adeguata, in funzione del carico da sostenere prima della maturazione del calcestruzzo. Il sistema di sostegno non deve pregiudicare la planarità della superficie di intradosso per effetto della deformazione dovuta ai carichi.

## **Art. 58. Esecuzione di strutture prefabbricate**

### **Programma di montaggio**

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori, e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

### **Identificazione degli elementi**

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

### **Stoccaggio**

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

### **Verifiche preliminari**

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

### **Giunti e unioni**

#### *a) Posa e regolazione*

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi, e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione, per evitare concentrazioni di sforzi.

#### *b) Dispositivi provvisori di vincoli*

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

#### *c) Esecuzione dei giunti e delle unioni*

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo.

I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e, inoltre, devono avere scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

#### *c1) Ggiunti*

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

#### *c2) Unioni*

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo.

Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e la umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua.

Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione.

Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento.

Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.

#### Posa in opera dei pannelli

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli.

Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore

dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

#### Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione, per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti.

I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista.

La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

#### Tolleranze ammesse per le dimensioni degli elementi strutturali

Nell'esecuzione degli elementi strutturali sono ammesse le seguenti tolleranze dimensionali rispetto al progetto esecutivo:

##### A) Pilastri

- altezza tra base pilastro ed estradosso  $\pm 0,5$  cm
- fuori piombo per metro di altezza  $\pm 0,5$  cm

##### B) Travi

- scostamento asse di appoggio –
- direzione longitudinale  $\pm 0,5$  cm
- direzione trasversale  $\pm 0,5$  cm

##### C) Pannelli di tamponamento

- scostamento ammesso dalle linee di verticalità teorica minore di 0,5 cm
- scostamento delle misure di larghezza teoriche compensato campata per campata.

### Art. 59. Esecuzione di strutture in legno

#### Generalità

Si raccomanda che vengano adottati i necessari provvedimenti in fase di stoccaggio, trasporto e costruzione, affinché i componenti e gli elementi strutturali di legno e a base di legno non subiscano variazioni di umidità conseguenti ad esposizioni climatiche più severe di quelle attese per la struttura finita.

Prima di essere utilizzato nella costruzione, si raccomanda che il legno sia essiccato fino al valore di umidità appropriato alle condizioni climatiche di esercizio della struttura finita, limitatamente ai casi previsti al paragrafo 4.4.15 delle norme tecniche per le costruzioni, per i quali siano accettate umidità maggiori durante la messa in opera.



### Collegamenti

Nelle regioni dei collegamenti di carpenteria e di quelli meccanici, dovrà essere limitata la presenza di nodi, cretti, smussi o altri difetti che possano ridurre la capacità portante del collegamento. Se non diversamente previsto, si raccomanda che i chiodi siano infissi ortogonalmente rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste risultino a filo della superficie del legno.

Si raccomanda che il diametro delle preforature non sia maggiore di  $0,8 d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo. Si raccomanda che i fori nel legno per i bulloni abbiano un diametro che non sia più grande di 1 mm rispetto al diametro  $d$  del bullone. Si raccomanda che i fori nelle piastre di acciaio per i bulloni abbiano un diametro non maggiore di max (2 mm;  $0,1 d$ ). Al di sotto della testa del bullone e del dado si raccomanda che siano utilizzate rondelle aventi lunghezza del lato o diametro pari ad almeno  $3 d$  e spessore pari ad almeno  $0 d$ , e che le superfici di contatto tra rondella, legno, dado e testa del bullone siano conformi su tutto il loro contorno. Si raccomanda che bulloni e tirafondi siano serrati in modo tale che gli elementi siano perfettamente accostati. Quando il legno raggiunge l'umidità di equilibrio in fase di costruzione, si deve procedere ad un ulteriore controllo del serraggio, al fine di assicurare il mantenimento della capacità portante e della rigidità della struttura.

Per le unioni con spinotti, si raccomanda che il diametro dello spinotto non sia minore di 6 mm, che le tolleranze sul suo diametro siano entro  $0/+0,1$  mm, che le preforature negli elementi di legno abbiano un diametro non maggiore di quello dello spinotto, e che i fori delle eventuali piastre di acciaio abbiano un diametro non superiore a 1 mm rispetto al diametro dello spinotto.

Per viti infisse in legno di conifera, con diametro del gambo liscio  $d = 6$  mm, non è richiesta la preforatura. Per tutte le viti infisse in legno di latifoglie e per viti in legno di conifere aventi un diametro  $d > 6$  mm, è richiesta la preforatura, rispettando i seguenti requisiti:

- che il foro-guida per il gambo abbia lo stesso diametro del gambo stesso e profondità uguale alla lunghezza del gambo;
- che il foro-guida per la porzione filettata abbia un diametro pari approssimativamente al 70% del diametro del gambo.

Per legno con massa volumica maggiore di  $500 \text{ kg/m}^3$ , si raccomanda che il diametro di preforatura sia determinato tramite prove.

Nei casi in cui la resistenza dell'incollaggio sia un requisito limitativo per la verifica agli stati limite ultimi, si raccomanda che la produzione delle unioni incollate sia sottoposta a controllo di qualità, per assicurare che l'affidabilità e la qualità dell'unione siano conformi alle specifiche tecniche pertinenti.

Si raccomanda che siano seguite le prescrizioni del produttore dell'adesivo, in relazione alla conservazione, miscelazione e applicazione, alle condizioni ambientali necessarie – sia in fase di applicazione sia in fase di indurimento – all'umidità degli elementi e a tutti i fattori pertinenti al corretto utilizzo dell'adesivo. Per gli adesivi per i quali il raggiungimento della piena resistenza richiede un periodo di condizionamento dopo l'indurimento iniziale, si raccomanda che l'applicazione di carichi non avvenga per tutto il tempo necessario.

### Fase di montaggio della struttura

In fase di montaggio della struttura, si raccomanda di evitare sovraccarichi sugli elementi o sulle connessioni, di porre particolare attenzione alla rispondenza degli elementi strutturali alle prescrizioni progettuali, con riferimento alle condizioni di umidità, alla presenza di distorsione, di spaccature, difetti o imprecisioni di lavorazione in corrispondenza dei giunti, prevedendo eventualmente la sostituzione degli elementi difettosi.

### Fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera

Nelle fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera, si raccomanda che il sovraccarico degli elementi sia accuratamente evitato. Se la struttura è caricata o vincolata provvisoriamente durante la costruzione in maniera differente da quella prevista nelle condizioni di esercizio in opera, si raccomanda che la condizione temporanea sia considerata come uno specifico caso di carico, includendo ogni possibile azione dinamica.

Nel caso di strutture a telaio, archi intelaiati e portali intelaiati, si raccomanda di porre particolare cura nell'evitare distorsioni durante il sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

### Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

#### Requisiti per prevenire l'instabilità laterale

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale, e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a  $1/450$  della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad  $1/300$  della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali, non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

#### Incollaggio

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di

qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

#### Unioni con dispositivi meccanici

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi o altri difetti, in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura, e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3d$  e spessore di almeno  $0,3d$ , essendo  $d$  il diametro del bullone. Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie. Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati, e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone o una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno.

L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso, la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

#### Assemblaggio

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa

in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso, per esempio, di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

#### **Art. 60. Esecuzione di strutture in acciaio**

Composizione degli elementi strutturali

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, peraltro, devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite

da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà, inoltre, essere rispettata la norma **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**. Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817**. Per strutture soggette a fatica, invece, si adotterà il livello B della stessa norma. L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa, e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma

**UNI EN 473**, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 60.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella 60.1. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture				Strutture soggette a fatica in modo non significativo		Strutture soggette a fatica in modo significativo	
Riferimento				A	B	C	D
<b>Materiale base: spessore minimo delle membrature</b>				S235 S275 S355 S460, s < 30mm	S235, s = 30mm S275, s = 30mm	S355, s = 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
<b>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834</b>				Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3
<b>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719</b>				Completo	Completo	Di base	Specifico

<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

#### Raccomandazioni e procedure

**UNI EN 288-3** – *Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;*

**UNI EN ISO 4063** – *Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;*

**UNI EN 1011-1** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la*

*saldatura ad arco;*

**UNI EN 1011-2** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici;*

**UNI EN 1011-3** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;*

**UNI EN 1011-4** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;*

**UNI EN 1011-5** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.*

#### Preparazione dei giunti

**UNI EN 29692** – *Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.*

#### Qualificazione dei saldatori

**UNI EN 287-1** – *Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai; UNI EN 1418* – *Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.*

#### Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

#### Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento. Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

#### Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 12329** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;*

**UNI EN 12330** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;*

**UNI EN 12487** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio; UNI EN 12540* – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo; UNI EN 1403* – *Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;*

**UNI EN ISO 12944-1** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

**UNI EN ISO 12944-2** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 12944-3** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;*

**UNI EN ISO 12944-4** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante*

*verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;*

**UNI EN ISO 12944-6** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;*

**UNI EN ISO 12944-7** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.*

#### **Art. 61. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo**

Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm. L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del piolo,  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima

del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala. Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

#### **Spessori minimi**

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

#### **Colonne composte**

##### **Copriferro e miimi di armatura**

Nelle colonne composte si devono rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di  $1/6$  della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:

- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

#### **Solette composte con lamiera grecata**

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 61.2 (a) e (b));
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento (figura 61.2 (c));
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a

ingranamento per attrito (figura 61.2 (d)).

Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.

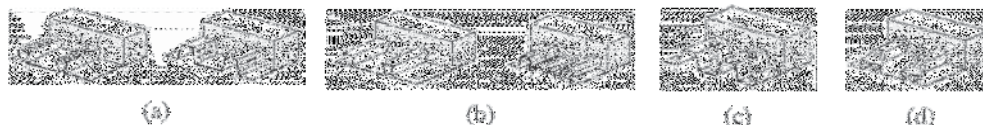


Figura 61.1. Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

#### Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

#### Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva  $h$  del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo  $h_c$  al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e  $h_c$  non deve essere minore di 50 mm.

#### Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

#### Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

### Art. 62. Solai in ferro e tavelloni

#### Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in calcestruzzo armato, con armatura di ripartizione, e riempimento (cretonato) in calcestruzzo alleggerito o altro materiale, in modo da raggiungere l'altezza del profilato metallico.

Le tipologie più comuni di solai sono:

- solaio con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala inferiore;
- solaio con travi a vista con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala superiore;
- solaio con camera d'aria.

La funzione dei laterizi e del calcestruzzo non è di essere collaborante con la sezione resistente del profilato, ma quella di struttura secondaria portata dai profilati.

#### Solai ad orditura semplice

Il solaio ad orditura semplice è composto da travi disposte parallelamente al lato minore del vano, aventi interasse solitamente non superiore a 100 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti. In caso di dimensioni maggiori, è consigliabile armare i tavelloni con barre di piccolo diametro sigillando i fori con malta cementizia.

È buona regola d'arte disporre lungo il muro perimetrale un profilato su cui fare appoggiare i tavelloni. In questo

caso si può impiegare un profilato a C.

#### Solai ad orditura composta

Il solaio ad orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di  $6\div 7$

m. A differenza di quello ad orditura semplice, ha la struttura portante composta da due ordini di travi, ovvero travi principali e travi secondarie.

Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere collegate nei seguenti tre modi:

- poste sopra le principali, e in questo caso si ha un solaio di notevole spessore;
- fissate mediante ferri angolari saldati bullonati alle anime delle travi principali;
- poggiate sulle ali inferiori delle travi principali.

Le travi principali, in presenza di carichi elevati, possono essere costituite anche da due travi accostate.

### Art. 63. Esecuzione delle coperture continue (piane)

#### Definizioni

Si definiscono *coperture continue* quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178** e di seguito descritti.

#### norme di riferimento

---

**UNI 8178** – Edilizia – Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali.

#### Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà come strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua, con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione, con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

#### Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igro-termico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

#### Copertura termoisolata non ventilata

La copertura termoisolata non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;
- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- l'elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;



- lo strato filtrante;
- lo strato di protezione.

#### Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto, con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

#### Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nei disegni di progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito descritte.

Per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio-calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.:

##### *Elemento termoisolante*

Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

##### *Strato di irrigidimento*

Per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.

##### *Strato di ventilazione*

Lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.

##### *Strato di tenuta all'acqua*

Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovranno curare la corretta realizzazione dei giunti, utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni

sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari, quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire un'esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

##### *Strato filtrante*

Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento, con particolare

attenzione rispetto a possibili punti difficili.

#### *Strato di protezione*

Lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni, curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc., tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

#### *Strato di pendenza*

Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto, si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (o i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza, e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno, inoltre, le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

#### *Strato di barriera o schermo al vapore*

Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (si veda l'articolo sui prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), e, inoltre, saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. Per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178**, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste in questo capitolo.

### Lucernari

#### Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura da realizzare con infisso esterno piano o inclinato, per consentire l'illuminazione naturale e/o l'aerazione degli ambienti. Possono essere:

- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:

- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane, ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

#### Lucernari continui

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste.

Proteggono i fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi UV.

I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere:

- meccanismo elettrico;
- manuale;
- a passo d'uomo;
- evacuazione di fumo e calore.

#### Lucernari a piramide

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

#### Lucernari continui a sesto ribassato

I lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

#### Lucernari continui a vela

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

#### Lucernari a cupola

Sono lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, con morfologia a cupola, a base circolare-ampiezza della curva standard, o secondo specifiche richieste.

#### Norme di riferimento

**UNI 9494** – *Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove;*

**UNI 10890** – *Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione;*

**UNI 8090** – *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*

**UNI EN ISO 10077-1** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità.*

### **Art. 64. Esecuzione delle coperture discontinue (a falda)**

#### Generalità

Si definiscono *coperture discontinue (a falda)* quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

#### Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178**:

##### *a) Copertura non termoisolata e non ventilata*

La copertura non termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzione di sopportare i carichi permanenti e i sovraccarichi della copertura;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- l'elemento di supporto, con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- l'elemento di tenuta, con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

La copertura termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore, con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

##### *b) Copertura non termoisolata e ventilata*

La copertura non termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi funzionali:

- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igro- termiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

#### Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati della copertura si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante vale quanto già indicato in questo articolo;
- per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
- per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà, durante l'esecuzione, la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, e l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
- l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.). Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e, comunque, ove è previsto l'uso di pezzi speciali e il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- per lo strato di ventilazione vale quanto già indicato in questo articolo. Inoltre, nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare quanto prescritto in questo articolo;
- per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, e l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (freccie), la resistenza ad azioni localizzate, e quanto altro può essere verificato direttamente *in situ*.

### Art. 65. Impermeabilizzazione di opere interrato

#### Definizioni

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o, comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

#### Impermeabilizzazione di opere interrate

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare

l'azione del materiale di rinterro (che, comunque, dovrà essere ricollocato con le dovute cautele).

Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione:

##### *a) Soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre*

Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

##### *b) Soluzioni che adottano intercapedini di aria*

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

##### *c) Soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta*

Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione, ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione – ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza – saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

#### Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente

con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche

localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

#### **Art. 66. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne**

##### **Definizioni**

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

##### **Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

##### **Pareti a cortina (facciate continue)**

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio, si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio, eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti

secondo il progetto e, comunque, posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti, e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

##### **Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.**

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari, saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci e i rivestimenti in genere, si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione, si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

##### **Tramezzi in blocchi di gesso**

Le pareti divisorie saranno realizzate utilizzando blocchi in gesso basso assorbimento di umidità con spessore mm ..... dimensioni ..... x ..... cm. I blocchi sono dotati di maschiatura su quattro lati.

La prima fila a contatto con il pavimento deve essere realizzata sempre con blocco in gesso idrorepellente. Le prove di idrorepellenza, effettuate su campione possono essere eseguite secondo la norma UNI EN 15283-2. Nel

caso di blocchi non idrorepellenti, sotto la prima fila a contatto con il pavimento dovrà essere collocato uno strato bitumato o uno strato di sughero dello spessore di almeno un cm.

I blocchi dovranno essere assemblati fra di loro utilizzando l'apposito collante a base gesso. La parete finita, realizzata secondo le istruzioni del produttore, dovrà essere rifinita con idoneo rasante come consigliato dallo stesso produttore.

#### **Tramezzi in tavelloni monostrato**

I tramezzi possono essere realizzati con tavelloni monostrato e malta cementizia o tavelloni monostrato in laterizio gessato.

I manufatti in laterogesso devono presentare superfici laterali perfettamente piane e teste sagomate con incastro maschio-femmina per semplificare l'allineamento e gli appiombi.

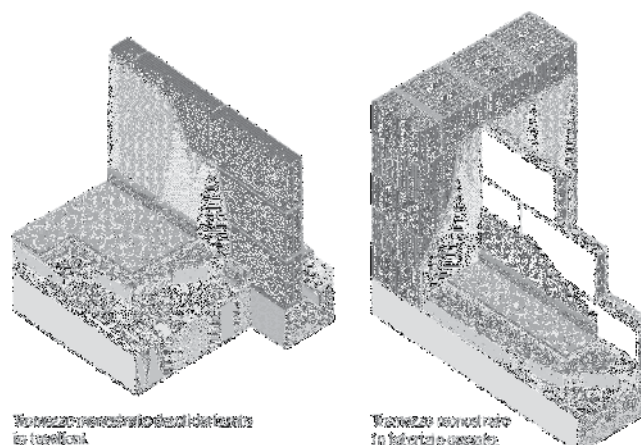


Figura 66.1. Tramezzi monostrato in tavelloni normali e gessati (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### **66.2.4.1. Tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni**

I tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni possono essere adottati per suddividere ambienti interni quando il controllo dei fattori termo-acustici sia preminente: per esempio, quando si debbano separare ambienti con diverse condizioni termiche o acustiche o diverse ambienti interni.

A causa del loro peso, i tramezzi stratificati, in particolare quando agiscono parallelamente all'orditura del solaio, possono determinare, su questo, zone localizzate di maggiore inflessione e azioni di punzonamento; per ovviare a tali sollecitazioni improprie, occorre incrementare la rigidità del solaio, aumentando lo spessore della soletta, e prevedere, al di sotto dei tramezzi, nervature trasversali di ripartizione del carico.

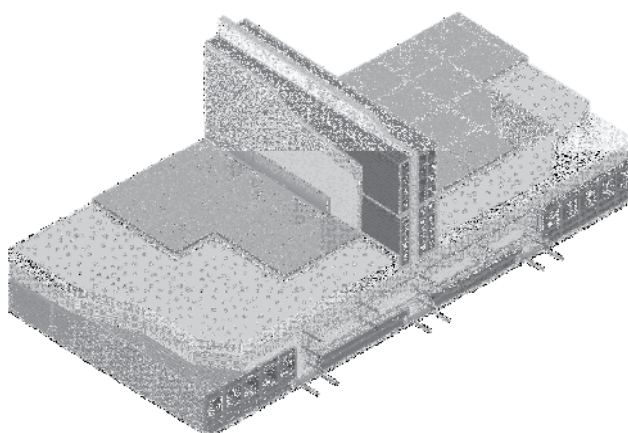


Figura 66.2. Tramezzo stratificato in tavelle e tavelloni (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### **Applicazione dei pannelli di cartongesso**

I pannelli di cartongesso devono essere fissati alle strutture esistenti mediante tasselli con alette laterali antirotazione e collare per evitare tensioni sui materiali e impedire al tassello di penetrare nel foro.

La stuccatura dei giunti deve essere effettuata con prodotto premiscelato composto da gesso, farina di roccia e additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Tale prodotto può essere anche utilizzato per la rasatura completa e per l'incollaggio (ad esempio su calcestruzzo) di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate. La superficie deve essere asciutta, consistente e libera da polvere, sporco, efflorescenze saline, ecc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, ecc. devono essere preventivamente rimosse. Bisogna verificare che le lastre in cartongesso siano fissate adeguatamente al supporto. Le superfici lisce e non assorbenti devono essere preventivamente trattate con specifico prodotto. Il trattamento deve essere effettuato anche per le superfici molto assorbenti.

La lavorazione del prodotto per stuccatura deve essere effettuata con spatola, frattazzo e cazzuola. Non deve essere utilizzato il materiale che sta indurendo né deve essere aggiunta acqua per tentare di ripristinare la lavorabilità perduta. Bisogna stuccare i giunti avendo cura di annegare apposite retine di armatura e applicando successivamente due mani di rasatura a distanza di almeno 5-7 ore l'una dall'altra.

#### Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto), devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) e approvate dalla direzione dei lavori.

Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto, in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze e i giochi previsti o, comunque, necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.

Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc., che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e siano completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti. Analogamente, si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

#### Parete divisoria modulare

##### Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC

di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 dB a frequenze di 500 Hz.

L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, ecc.

Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte e i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.

Un distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.

La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione e in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

##### Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale di ..... cm, può essere composto da due pannelli di spessore ..... mm, in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lavabili, e nelle colorazioni ..... o scelte della direzione dei lavori.

##### Modulo vetrato

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di ..... cm, dovrà essere composto da due lastre di vetro di spessore



non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, bloccate da un doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata .....

#### Modulo porta

Il modulo porta finito, con spessore totale di ..... cm, deve essere composto da un telaio in alluminio verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali di battuta in dutral di colore nero, ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita esternamente in laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche. I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in alluminio verniciato ..... con apertura a 170°.

#### Diffusori e mattoni di vetro

##### Generalità

La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 1051-1**.

È definito *diffusore di vetro* (di forma quadrata, rettangolare o rotonda) per pareti, un elemento cavo di vetro pressofuso ermetico, da utilizzare in pareti o pavimentazioni. Gli elementi per pavimentazioni possono essere solidi o cavi.

I diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni devono essere fabbricati da vetro di silicato sodo-calcico, conforme alla norma **UNI EN 572-1**.

Gli eventuali rivestimenti dei bordi devono essere compatibili e legati ai diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni.

Le tolleranze sulle dimensioni dei diffusori di vetro per pareti/pavimentazioni sono quelle indicate nel prospetto I della norma **UNI EN 572-1**.

Ai fini dell'accettazione i diffusori di vetro devono essere privi di difetti visivi come macchie e inclusioni opache.

##### Diffusori per pavimentazioni

I diffusori di vetro per pavimentazioni devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione, che deve essere eseguita perpendicolarmente alle facce visibili dei diffusori di vetro per pavimentazioni (appendice B, norma **UNI EN 572-1**).

##### Diffusori per pareti

I diffusori di vetro per pareti devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione come descritto dall'appendice B, norma **UNI EN 572-1**.

##### Norme di riferimento

**UNI EN 1051-1** – *Vetro per edilizia. Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 1: Definizioni e descrizione;*

**UNI EN 1051-2** – *Vetro per edilizia. Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

### Art. 67. Esecuzione di intonaci

#### Generalità

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzafo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in calcestruzzo che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce

dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

#### Intonaci per interni

##### Intonaco grezzo o rinzafo

Il rinzafo, preparato con inerti a granulometria più grossa e con elevato dosaggio di leganti, regolarizza il supporto e lo prepara in modo da assicurare una buona aderenza agli strati successivi. Prima di essere usato come supporto degli strati successivi, il rinzafo deve avere il tempo necessario per raggiungere le giuste caratteristiche di resistenza e di maturazione. La parete in laterizio deve essere preventivamente bagnata.

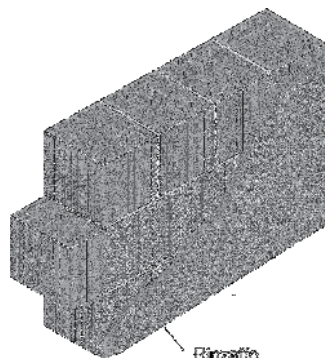


Figura 67.1. Rinzafo

##### Intonaco grezzo fratazzato o traversato

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestì), su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

##### Intonaci a base di gesso per interni

##### Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle in ceramica.

##### Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella

parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la verticalità delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti. Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e dalla rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc., devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### **Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, per applicazione a macchina**

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa ed additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage) l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare, e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### **Intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano**

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, rasato con strato di finitura dello stesso prodotto.

#### **Intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina**

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

#### **Rasatura per interni di tipo monoprodotta per applicazione a mano**

La rasatura per interni di tipo monoprodotta di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1° fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale talocchia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;
- 2° fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente non scenda sotto i +5 °C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità.

Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i +35 °C.

Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifuogo.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincato fissata alla muratura.

#### Paraspigoli in lamiera zincata

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

#### Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura,

sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

**Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo**

L'intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite e leganti inorganici, resine e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a spruzzo direttamente su sottofondi in calcestruzzo, laterizio e laterocemento.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici di calcestruzzo, si dovranno eliminare tutte le eventuali sporgenze di elementi metallici per evitare la fuoriuscita di macchie di ruggine e stendere una mano di imprimitura a base di resina.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici miste di calcestruzzo e laterizio, per rendere uniformi le superfici dovrà essere steso uno strato sottile di intonaco grezzo.

La finitura verrà realizzata come previsto nei disegni di progetto, secondo una delle tipologie sotto indicate:

- lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di vermiculite (spessore 2 mm), colorata in pasta;
- non lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di perlite fine (spessore 1 mm), colorata in pasta;
- non lisciato (naturale).

#### Intonaco per interni per protezione antincendio

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.

Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere, sia sull'eventuale inscatolamento eseguito con l'impiego di una adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

#### Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granule di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sacchi, si deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seguente:

- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm di intonaco avente funzione di aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro settimane dalla posa dell'intonaco.

#### Intonaci per esterni

##### Gli strati componenti l'intonaco esterno

Un buon intonaco specialmente su pareti in laterizio va applicato nel rispetto dei magisteri tradizionali, indipendentemente dalla tipologia usata (preparato in cantiere o premiscelato in stabilimento).

Devono essere stesi due, o meglio tre strati complessivamente (figura 67.2.), di cui il primo con funzione di aggrappaggio (rinzafo), il secondo per realizzare l'opportuno spessore (corpo o arriccio) e il terzo di finitura (stabilitura o finitura):

- 1) il rinzafo, preparato con inerti a granulometria più grossa e con elevato dosaggio di leganti, regolarizza il

supporto e lo prepara in modo da assicurare una buona aderenza agli strati successivi. Prima di essere usato come supporto degli strati successivi, il rinzafo deve avere il tempo necessario per raggiungere le giuste caratteristiche di resistenza e di maturazione. La parete in laterizio deve essere preventivamente bagnata;

2) nel secondo strato, con prevalenti funzioni di tenuta e di impermeabilità, gli inerti sono più fini e il dosaggio di leganti è minore, in modo da limitare il ritiro;

3) il terzo strato, infine, avente una funzione estetica di finitura, si deve impiegare sabbia fine, calce e cemento.

L'esecuzione dell'intonacatura deve essere sospesa in caso che pareti eccessivamente calde, soleggiate o battute dal vento e in condizioni di bassa umidità relativa dell'aria.

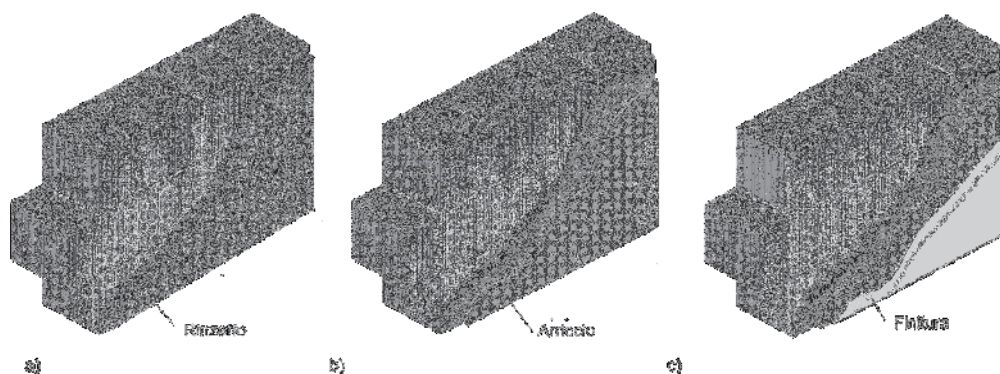


Figura 67.2. Stati componenti l'intonaco su una muratura di compimento in laterizio

#### Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco per esterno di tipo plastico sarà costituito da un rinzafo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino, e su elementi prefabbricati in calcestruzzo.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutto, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

L'intonaco tipo Li Vigni, è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocciopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo, e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro,

assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

#### Intonaco civile per esterni tipo Terranova

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco Terranova, consiste nell'applicazione di una miscela di legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.

La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a base di calce o a base di calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo Terranova, purché stabili e consistenti, con coefficiente di permeabilità al vapore  $\mu < 12$ , e conduttività termica  $\lambda = 0,4 \text{ W/mK}$ .

Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, omogeneo, perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con il tipo di materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente

bagnate a rifiuto. In caso di sottofondi molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera precedente l'applicazione.

Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto deve essere bagnato a rifiuto e l'applicazione deve iniziare quando l'acqua è stata completamente assorbita.

L'impasto deve essere applicato con cazzuola, comprimendo bene la superficie con cazzuola e frattazzo, sino a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a chiodi e successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo spessore a circa  $5 \pm 6 \text{ mm}$ .

L'intonaco non deve essere eseguito sulle pareti in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pioggia deve essere protetta la facciata durante il tempo necessario alla presa del prodotto.

Il prodotto non deve essere assolutamente applicato su supporti gelati, in fase di disgelo o con rischio di gelo nelle 24 ore successive l'applicazione.

L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni ambientali. Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti assorbenti non bagnati.

Nell'applicazione dell'intonaco su superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluviali, oppure bisogna creare opportuni tagli tecnici.

Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

#### Intonaco a base di silicati di potassio

L'intonaco a base di silicati di potassio, traspirante per interni ed esterni, in uno o più strati deve essere steso con spatola in acciaio e lisciata a finire con quella in plastica. Tra una mano e l'altra attendere il tempo minimo indicato dal produttore. Lo spessore minimo degli strati deve essere di almeno ..... mm. La finitura deve essere preceduta dall'applicazione di uno strato di idoneo primer

L'intonaco a base di silicati di potassio eseguito in condizioni atmosferiche non idonee influenza negativamente i tempi di essiccazione compromettendo il raggiungimento ottimale delle caratteristiche estetiche e prestazionali.

L'applicazione del prodotto eseguita con temperature elevate ( $> 30^\circ\text{C}$ ), influenza negativamente il processo di silicatizzazione. La conseguente presenza di silicato attivo, può dare origine, a seguito di dilavamenti da parte dell'acqua piovana, alla formazione di antiestetiche macchie o colature biancastre insolubili di silicato, per la risoluzione delle quali si rende necessario, prima di procedere alla riapplicazione del ciclo, un intervento di neutralizzazione.

L'appaltatore per l'applicazione sulle facciate, su un intero prospetto da spigolo a spigolo deve impiegare materiale appartenente allo stesso lotto di fabbricazione. Nel caso di impiego di prodotti provenienti da diversi lotti di fabbricazione è opportuno mescolare fra loro le varie partite, allo scopo di evitare differenze di tonalità. In caso contrario si potrebbero evidenziare disuniformità cromatiche.

Non deve essere utilizzata per una stessa parete un colore riprodotto con sistemi diversi da quelli indicati dal produttore.

L'appaltatore prima dell'applicazione dovrà fornire al direttore dei lavori le schede tecniche della finitura rilasciate dal produttore per la verifica delle caratteristiche rispetto alle prescrizioni progettuali.

#### Intonaco a base silossanica

La finitura dell'intonaco a base silossanica è costituita da una resina silossanica in dispersione acquosa che garantisce una elevatissima idrorepellenza, mantenendo sempre asciutta la superficie dell'intonaco esterno, e un'ottima traspirabilità.

Prima dell'applicazione bisogna accertarsi che il supporto da trattare sia coerente. I supporti devono trovarsi nelle condizioni idonee a ricevere il ciclo di finitura e dovranno essere stati trattati in modo opportuno (spazzolatura, spolveratura, consolidamento). Gli eventuali intonaci esistenti debolmente sfarinanti dovranno essere trattati con l'apposito prodotto per l'aumento della coesione, il prodotto deve essere compatibile con la finitura a base silossanica. Eventuali fessure o cavità presenti nel supporto devono essere idoneamente trattate con prodotti compatibili con la finitura a base silossanica e previa accettazione del direttore dei lavori. Il fondo delle superfici cementizie prima dell'applicazione della finitura deve essere trattato con specifico primer.

L'applicazione della finitura deve essere eseguita mediante spatola americana in acciaio o con spatola di plastica; in genere prima del completo essiccamento, si frattazza con attrezzo di spugna o spatola di plastica. In particolari condizioni climatiche (presenza di vento, temperature elevate) è più indicata la lavorazione della finitura con spatola di plastica.

Nell'applicazione della finitura è opportuno interrompere la lavorazione in corrispondenza di fasce marcapiano, spigoli, grondaie, per evitare soluzioni di continuità nella ripresa tra campiture diverse.

#### Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali  $\text{CO}_2$ - $\text{SO}_2$ .

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere omogeneo e privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia, e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno

spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

#### Esecuzione dell'intonaco su strutture in calcestruzzo armato

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato (travi, pilastri), si prescrive l'impiego di una rete in fibra di vetro fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillature lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

La rete in fibra di vetro deve essere estesa fino a  $20 \div 30$  cm oltre la zona interessata da possibili lesioni.

La linea di contatto fra le strutture in cemento armato e tamponamento in laterizio può essere zona di fessurazioni causate dal diverso coefficiente di dilatazione termica fra i due materiali, soprattutto in presenza di parti soleggiate e con tinteggiatura scura.

#### Divieti per l'appaltatore

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta.

Alla limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

#### Intonaci e trattamenti su edifici esistenti

##### Intonaci su superfici vecchie

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaci da eseguire su altri esistenti

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà ad una adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e, successivamente, alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaco risanante ad azione deumidificante

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni genere e spessore. L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzafo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;
- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indurimento non deve essere aggiunta acqua per ripristinare la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

#### Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil colorato, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio.

Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

#### Protezione degli intonaci realizzati

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

### **Art. 68. Opere di vetratura e serramentistica**

#### Definizioni

Per *opere di vetratura* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto, e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti. Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo



conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono, inoltre, essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI EN 12758** e **UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termo igrometrici, tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve, comunque, essere conforme a quella richiesta dal progetto, o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

#### Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo, e, quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel

tempo. Se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;

- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o dei carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrosioni, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre. Inoltre, si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno, inoltre, le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### Controlli del direttore di lavori

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure), verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà, quindi, prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

### **Art. 69. Esecuzione delle pavimentazioni**

#### **Definizioni**

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.

#### **Pavimentazione su strato portante**

La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planimetria ed eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

#### **Realizzazione degli strati portanti**

La realizzazione degli strati portanti sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori:

##### *a) Strato portante*

Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

##### *b) Strato di scorrimento*

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione di bordi, risvolti, ecc.

*c) Strato ripartitore*

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico-fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

*d) Strato di collegamento*

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

*e) Strato di rivestimento*

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratteristiche di planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione.

*f) Strato di impermeabilizzazione*

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In generale, lo strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.

*g) Strato di isolamento termico*

Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari espansi, e tra tali elementi devono essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.

*h) Strato di isolamento acustico*

Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazione di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti

ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto *galleggiante* i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. sarà verificato il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

*i) Strato di compensazione*

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

**Pavimentazione su terreno**

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- gli strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

**Realizzazione degli strati di pavimentazioni su terreno**

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali e gli spessori degli strati indicati nel progetto e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori:

*a) Strato costituito dal terreno*

Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, ecc.

*b) Strato impermeabilizzante o drenante*

Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc., alle norme sulle costruzioni stradali. Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

*c) Strato ripartitore dei carichi*

Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme relative costruzioni stradali. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

*d) Strato di compensazione e/o pendenza*

Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore. È ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

*e) Strato di rivestimento*

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione. Durante l'esecuzione si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari.

**Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante**

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi:

- preparazione della superficie di appoggio;
- preparazione del collante;
- stesa del collante e collocazione delle piastrelle;
- stuccatura dei giunti e pulizia.

preparazione della superficie di appoggio

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

preparazione del Collante

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di pisterella da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori. L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione.

Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali, ed in particolare dalla temperatura, conviene, comunque, fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

stesa del Collante e Collocazione delle piastrelle

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo

spessore dello strato legante, e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino ad interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

#### stuccatura dei Giunti e pulizia

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco o prodotto specifico per fughe, deve essere eseguita mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti. Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. In seguito si può procedere a una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

#### **Soglie e davanzali**

Tutti i davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre saranno in marmo (o pietra naturale) tipo

....., colore ....., spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale devono essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite da un unico elemento.

Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia. Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento in alluminio o in PVC rigido.

La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere di almeno 2 cm per quella delle porte interne.

#### **Zoccolino battiscopa**

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) dipendente dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:

- malta cementizia;
- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;
- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:

- altezza ..... cm (8-10 cm per il marmo e 10-15 cm per gli elementi in plastica);
- spessore .....
- finitura superiore .....

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o colla), deve essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco specifico per fughe.

#### **Rivestimento dei gradini**

I gradini e i sottogradini delle scale dovranno essere rivestiti con lastre di marmo ..... colore ....., di spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradini.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Il profilo esterno della pedata deve essere .....

Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di marmo ..... dello spessore di 3 cm.

#### **Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi**

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in marmo (o pietra naturale) tipo ....., colore ....., di spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in opera dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sigillate con specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra di marmo dovrà essere dotata di gocciolatoio.

#### **Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite**

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impiegate per la pavimentazione di:

- marciapiedi, strade, piazze;

- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa del livello di superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.

Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere ad un lavaggio delle stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di fissaggio della piastrella al letto di malta.

Per la posa in opera, si deve procedere come segue:

- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle) (le pendenze da rispettare per lo smaltimento delle acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%);
- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m<sup>3</sup>);
- stesa della malta sul sottofondo;
- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosperso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare

il tutto e, successivamente, riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.

Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiaccia fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma, ovviamente, senza che la boiaccia stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo, e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature dovranno essere immediatamente pulite con stracci, o meglio ancora con spugne inumidite;
- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta. Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette.

Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

### Art. 70. Opere di rifinitura varie

#### Verniciature e tinteggiature

##### Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte. L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

#### Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

#### Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

#### Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

#### Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

#### Esecuzione

##### Tinteggiatura di pareti

La tinteggiatura delle pareti può essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi indicati per ciascun tipo di prodotto dal produttore.

##### Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa.

Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.

Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

##### Tinteggiatura a colla e gesso

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

#### Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

#### Tinteggiatura con idropittura a base di cemento

La tinteggiatura con idropittura a base di cemento deve essere eseguita direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

#### Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche

La tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche deve essere anzitutto applicata,

sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto nelle quantità e modalità consigliate dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

#### Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

#### Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

#### Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli ed difetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere



- omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

#### Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno

L'applicazione di idrorepellente protettivo – ad uno strato dato a pennello – del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente, data su intonaco civile esterno, su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere;
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

#### Verniciatura

##### Generalità

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C, con un massimo di 80% di umidità relativa, in generale devono essere rispettati l'intervallo di tempo indicato dal produttore. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione delle vernici sulle superfici possono essere a pennello e a spruzzo:

- a) l'applicazione a pennello di ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà attendere il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione della mano successiva;
- b) l'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno una mano di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

#### Verniciatura a smalto (tradizionale)

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

#### Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

#### Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 microns);
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due mani di smalto sintetico.

#### Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns.

#### Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretanico

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.

Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash- primer) verniciati con smalto poliuretanico

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:

- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del wash-primer;
- ritocchi a pennello con wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.

Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad air-less di una mano di Wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad air-less di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns.

Applicazione dell'antiruggine

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns.

Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

- preparazione delle superfici con sabbiature SA 2 1/2;
- applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 microns. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5°C e + 40°C;
- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di film secco per le seguenti classi:

- classe REI 30/45: 500 microns;
- classe REI 60: 750 microns;
- classe REI 120: 1000 microns.
- applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 microns, data a pennello, rullo o airless.

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

#### Protezione delle opere verniciate

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

#### Controllo dello spessore degli strati di vernice e metodi di prova

Il direttore dei lavori potrà controllare con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di  $\pm 10\%$ . Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI 8754** – Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;

**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione Nazionale Imprese di Verniciatura, Decorazione e Stuccatura (ANVIDES).

#### 70.1.8. Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore, e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

#### Esecuzione di decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e le modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

#### Rivestimenti per interni ed esterni

##### Sistema di rivestimento

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzione in:

1. rivestimenti per esterno e per interno;
2. rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
3. rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

#### Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili), si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento, si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili, si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralicci o simili.

I sistemi di fissaggio devono, comunque, garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere alle altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

#### Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

#### Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali e artificiali:
  - impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi UV, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- su intonaci esterni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche.
- su intonaci interni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
  - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
  - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
- su prodotti di legno e di acciaio:
  - si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto, e, in loro mancanza (o a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori. Le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condizioni per la successiva operazione;

- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente citate per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### 70.4. Applicazione di tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, ecc.), deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

##### Superfici e supporti

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

##### Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e, soprattutto, di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

##### Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di

fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

##### Tecnica di applicazione

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare, infine, il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

##### Norme di riferimento

**UNI EN 12149** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

**UNI EN 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

**UNI EN 12956** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero;*

**UNI EN 15102** – *Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli;*

**UNI EN 233** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica;*

**UNI EN 234** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

**UNI EN 235** – *Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli;*

**UNI EN 259-1** – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche;* **UNI EN 259-2** – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;*

**UNI EN 266** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.*

#### 70.5. Applicazione di moquette

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

##### Superfici e supporti

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento liscio fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

##### Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

##### Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura ecc.), devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

##### Tecnica di applicazione

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

##### Norme di riferimento

**UNI 7956** – *Prove sui tessili. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti;*

**UNI 8013-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

**UNI 8014-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;*

**UNI 8014-2** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;*

**UNI 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione;

**UNI 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio; **UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI SPERIMENTALE 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale); **UNI 9946:1992** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;

**UNI CEN/TS 14472-1** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;

**UNI CEN/TS 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione – Rivestimenti laminati per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-4** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni;

**UNI EN 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;

**UNI EN 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo; **UNI EN 1318** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi;

**UNI EN 13297** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;

**UNI EN 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;

**UNI EN 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;

**UNI CEN/TS 14159** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;

**UNI EN 14215** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;

**UNI EN 14499** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i reversi dei tappeti;

**UNI EN 1470** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo;

**UNI EN 1471** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;

**UNI EN 14900** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleece backing);

**UNI EN 15114** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo;



**UNI EN 15115** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata;

**UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

**UNI EN 1813** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro;

**UNI EN 1814** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato; **UNI EN 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

**UNI EN 1963** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad;

**UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione; **UNI EN 984** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate;

**UNI EN 985** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle;

**UNI EN 986** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura;

**UNI EN 994** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

**UNI EN 995** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi;

**UNI EN ISO 105-X10** – Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile;

**UNI EN ISO 11378-2** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporatura in laboratorio. Prova del tamburo;

**UNI EN ISO 11857** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione.

#### 70.6. Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori, e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti, e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, accerterà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare, verificherà:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti, e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi, infine, accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

### Art. 71. Giunti di dilatazione

#### 71.1. Giunti di dilatazione per pavimenti

Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o

in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

#### **Pavimenti**

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, klinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

#### **Pavimenti sopraelevati**

Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

#### **Pavimenti finiti**

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da

– 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale.

Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a testa svasata e tasselli ad espansione.

#### **Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti**

##### **Facciate, pareti e soffitti a faccia vista**

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di

montaggio deve essere di ..... mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale.

Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da riempire con idoneo sigillante elastico.

##### **Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco**

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere costituito da profilo

portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da -30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con chiodi d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

#### Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da -30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli ad espansione. La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

#### Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo in duralluminio (UNI 9006-1) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno 70 °C e ai raggi UV. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in acciaio inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata almeno un clip ogni ..... cm, ovvero come previsto dal produttore.

norme di riferimento

**UNI 9006-1** – *Alluminio e leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica. Leghe alluminio- magnesio-silicio. Lega Al Mg 0,5 Si 0,4 Fe 0,2 (6060).*

## 5

### MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

#### Art. 72. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non dovranno fare parte del meccanismo di vincolo.

Gli impianti non dovranno essere collocati alle pareti dell'edificio facendo affidamento sul solo attrito.

I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in caso di terremoto. In particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente ancorati ai sostegni longitudinali o trasversali del controsoffitto e non direttamente ad esso.

Il direttore dei lavori dovrà verificare sia i dispositivi di vincolo che gli elementi strutturali o non strutturali cui gli impianti sono fissati, in modo da assicurare che non si verifichino rotture o distacchi per effetto dell'azione sismica.

#### Art. 73. Impianti idrico-sanitari

##### 73.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre, essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto conferendole un carattere nocivo per la salute e/o modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi a contatto, in maniera tale da rispettare i limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

##### 73.1.1. Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, sono soggetti all'applicazione dello stesso decreto

gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici, a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

**UNI EN 12056-1** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni;*

**UNI EN 12056-2** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-4** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-5** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.*

Per i disegni tecnici, le norme di riferimento sono le seguenti:

**UNI 9511-1** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;* **UNI 9511-2** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;*

**UNI 9511-3** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;*

**UNI 9511-4** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;*

**UNI 9511-5** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.*

#### Contatori per acqua

##### Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35 °C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo o unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e, in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti e prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina; per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: **UNI 1075-1** e **UNI 1075-2**;
- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;
- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 – 1074**, **UNI 2223** e **UNI 2229**.

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua. Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione. I quadranti dovranno essere in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo,

anche se immersi nell'acqua. I rulli, nei contatori a lettura diretta, dovranno essere in materiale rigorosamente inossidabile. I vetri, inoltre, dovranno essere ben trasparenti, senza difetti, e idonei a sopportare un'eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

##### Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma **UNI 8349** – *Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.*

#### Criteri di esecuzione

#### Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni previste dal punto 19 della norma **UNI 9182**. In generale, le tubazioni devono essere collocate in modo tale da consentire la corretta esecuzione anche del rivestimento isolante e le necessari operazioni di manutenzione e di ispezione.

Le tubazioni per l'acqua calda devono essere dotate di idonei compensatori di dilatazione. L'appaltatore non deve collocare le tubazioni per adduzione acqua:

- all'interno delle cabine elettriche;
- sopra quadri e apparecchiature elettriche;
- all'interno di locali per deposito rifiuti;
- all'interno di locali per deposito di prodotti inquinanti.

In particolare, le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60 °C e durezza inferiore a 10°F e non devono essere precedute da serbatoi o da tratti di tubazione in rame.

#### Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti nei modi seguenti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo. Per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali, e mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e, comunque, a distanza tale da evitare avvallamenti.

#### Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dal punto 24 della norma

**UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione e di eventuali materiali estranei;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti e degli apparecchi sanitari;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela di acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno otto ore. Deve essere garantita la presenza di almeno 50 ppm di cloro residuo da verificare mediante prelievamento in diversi punti della distribuzione;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo per un tempo minimo di due ore.

Durante la disinfezione, l'impresa appaltatrice deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelievamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche o di ampliamento dell'impianto di distribuzione, deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e di disinfezione.

#### Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua calda.

#### Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m<sup>3</sup>.

#### Protezione contro la corrosione

##### Generalità

L'espressione *protezione contro la corrosione* indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute – per la maggior parte – ad una azione elettrochimica.

In linea generale, occorrerà evitare che si verifichi una disimetria del sistema metallo- elettrolita, per esempio il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo, di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o nell'interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche, in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

##### Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto, cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

##### Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica, sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

#### Protezione passiva e attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva, adottando uno dei sistemi già illustrati.

#### Rete di ventilazione

##### Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per *ventilazione di un impianto idrosanitario* si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione

sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione, ovvero tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori può essere realizzata nei seguenti modi:

- *ventilazione primaria*: è ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio, per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. È consigliabile installare il tipo girevole, in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento;
- *ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità dei collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti. Nel caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre, dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico;
- *ventilazione unitaria*: è ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone, senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento ai punti 3.3 e 7 della norma **UNI EN 12056-1**. In generale, per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm, e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti e simili.

**Tabella 73.1. Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria**

**Apparecchio sanitario**      **Diametro [mm]**

Bidè Lavabo Vasca da bagno Vaso a cacciata Vaso alla turca Lavello Orinatori sospesi Orinatori a stallo Piatto doccia Fontanella Lavapiedi  
Scatola sifonata      35 35 40 50 50 40 40 50 40 25 40 40

**Tabella 73.2. Diametri della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari**

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1 2 a 8 9 a 18 19 a 36	35 40 50 60	fino a 17 18 a 36 37 a 60	50 60 70

#### Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;
- pvc con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

#### Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante, e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

#### Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

#### Rete di scarico delle acque reflue

### Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di *scarichi* si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane dovranno essere separate fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo

scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;

- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi. Le tubazioni di

scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, costituite dai tronchi di tubazione (tratti orizzontali con leggera pendenza per facilitare il deflusso) che collegano gli apparecchi sanitari dei singoli piani alla colonna di scarico;
- colonne di scarico, costituite da tronchi di tubazione verticale che intercettano gli scarichi delle diramazioni;
- collettori di scarico, costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni con pendenza e diametro adeguati per facilitare il deflusso posti alla base delle colonne di scarico con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di scarico si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

### Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali, e a loro completamento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Vale, inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**.

I tubi utilizzabili di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua, devono rispondere alla norma **UNI EN 10224**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume ecc.) e, comunque, non deve essere danneggiato o staccato (in tal caso, il tubo deve essere eliminato).

I tubi di ghisa devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine. I tubi di grès ceramico devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti) e quelli di fibrocemento devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**.

I tubi di materiale plastico comprendono:

- tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati;
- tubi di pvc per condotte interrato;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato;
- tubi di polipropilene (PP);

Per gli scarichi e i sifoni di apparecchi sanitari si veda l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua.

In generale, i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- impermeabilità all'acqua e ai gas, per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;



- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali.

In generale, i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
- stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

Gli accumuli e i sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.

Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

#### Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto, si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**. Nel suo insieme, l'impianto deve:

- essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia;
- permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti;
- interventi distruttivi di altri elementi della costruzione;
- permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili, o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile, vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali) e sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente, e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a non meno di dieci volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI EN 12056-1**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;

Devono, inoltre, essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni dieci connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili, e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra, oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve trovarsi:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;

- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm, e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentite e gli spazi devono essere accessibili, così da consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm,

bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e, comunque, ogni 40-50 m. I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione. In particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm; ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm; ogni 1 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente, e in quanto a durezza, con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi, quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati, con possibilità di un secondo attacco.

#### Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, PEad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari, senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni di materiali plastici, il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policlorigli di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa e ad alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati B), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati BD), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

**Tabella 73.3. Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza**

Diametro minimo [mm]		Max numero unità di scarico con pendenza									
1%	2%	4%									
35 (senza vasi)	40 (senza vasi)	50 (senza vasi)	60 (senza vasi)	70 (senza vasi)	80 (senza vasi)	80 (max 2 vasi)	100	125	150	1	2
22	14	80	120	250	1	3	5	10	15	28	16
										90	160
										300	1
										4	6
										12	18
										34	20
										100	200
										400	

**Tabella 73.4. Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico**

Apparecchio sanitario	Diametro minimo [mm]		Unità di scarico									
Lavabo	Lavello da cucina	Vaso a cacciata	Vaso ad aspirazione	Vaso alla turca	Vasca da bagno	Doccia	Piletta	Bidet	Orinato	Lavapiedi		
Vuotatoi	35	40	100	80	100	40-50	40-50	40	35	40	40	100
											1-2	3
											2-4	6
											7-8	3-4
											2-3	3
											1-2	2-4
											2	8

#### Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, PEad), acciaio, acciaio smaltato o gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna. Tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna.

Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o in acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Diametro minimo [mm] per ogni piano		Max numero unità di scarico per tutta la colonna		Lunghezza max della colonna [m]
40 (senza vasi)	3	8	14	
50 (senza vasi)	5	18	18	
60 (senza vasi)	8	25	25	
70 (senza vasi)	20	35	30	
80	40	70	50	
100	100	350	80	
125	200	800	100	
150	300	1200	140	

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

Diametro minimo [mm]		Max numero unità di scarico con pendenza																				
2%	3%	4%																				
35 (senza vasi)	80 (senza vasi)	100	125	150	200	250	300	30	80	80	200	500	1500	3000	5000	40	40	100	250	600	2000	4000
6500	60	60	150	350	800	2500	5000	8000														

Diametro colonna		Velocità [m/s]		pendenza [%]		Carico US		Pendenza [%]																							
0,5		1		2		4		1		2		4																			
50	65	80	100	125	150	200	250	300	0,31	0,34	0,38	0,44	0,49	0,54	0,62	0,69	0,75	0,44	0,49	0,54	0,62	0,69	0,76	0,88	0,98	1,07					
0,62									0,68	0,76	0,88	1,08	1,24	1,29	1,39	1,47	0,88	0,98	1,08	1,24	1,39	1,52	1,75	1,96	2,06	-	-	20	180	390	700
1600	29900	4600	21	24	27	216	480	840	1920	3500	5600	26	31	36	250	575	1000	2300	4200	6700											

**Apparecchio idrosanitario    Diametro minimo interno del sifone e dello scarico [mm]**

Lavabo Vaso a sedere normale Vaso a sedere ad aspirazione Vaso alla turca Vasca da bagno Bidè Doccia Lavastoviglie, lavatrice Orinatoio  
sospeso Orinatoio a stallo verticale Orinatoio ad aspirazione Lavello da cucina di appartamento Lavello da cucina di ristorante Lavabo da  
ristorante Lavabo da laboratorio Vuotatoio Lavapiedi Lavatoio Fontanella d'acqua da bere Chiusino a pavimento      32 100 75 100 50 32

50 40 40 50 32 40 75 50 40 100 40 40 32 50

**Dispositivo a chiusura idraulica**

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

**Pozzetti di ispezioni**

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

**Tabella 73.10. Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione**

Profondità [cm]	Dimensioni interne del pozzetto [cm]	Muratura	Chiusino	dimensione esterne [cm]
< 90	90-250	> 250	52 · 52 82 · 82 Ø 90	a una testa a due teste
			cls prefabbricato	64 · 64 84 · 84 84 · 84

**Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali****Generalità**

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PEad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, pvc, polietilene ad alta densità (PEad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

**Materiali e criteri di esecuzione**

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma **UNI EN 124**.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-3**.

I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

### Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per

consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

**Tabella 73.11. Dati dimensionali dei lamierini**

Spessore [mm]	Peso [kg/dm <sup>3</sup> ]	Dimensioni														
		Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]													
4/10 6/10 8/10 10/10 12/10 14/10 16/10 18/10 22 2 ½ 3				3,20	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00	20,00	24,00	1000	1100
1300 1400 1500 1500 1500 1500 1500 1600 1800				2000	3000	3000	3500	4000	4000	4000	4000	5000	6000	10.000		

**Tabella 73.12. Dati dimensionali delle lamiere zincate**

Lastre piane 1 · 2

Spessore [mm]	Peso [kg]														
3/10 4/10 5/10 6/10 8/10 10/10 12/10 15/10 20/10		6,80	8,00	9,50	11,50	14,00	17,00	20,00	25,00	34,00					

**Tabella 73.13. Dati dimensionali dei canali di gronda delle lamiere zincate (peso in kg)**

Spessore [mm]	Per bocca di sviluppo [cm]															
	15 · 25	18 · 30	19 · 33	20 · 25	22 · 40											
4/10 5/10 6/10 8/10 10/10			1,00	1,20	1,40	1,70	2,20	1,20	1,50	1,70	2,00	2,50	1,30	1,60	1,90	2,30
2,00 2,50 3,10		1,60	1,90	2,20	2,70	3,40										

### Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

**Tabella 73.14. Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)**

Spessore [mm]	Per diametro [mm]																
	80	85	90	95	100	110	120										
3,5/10 4/10 5/10 6/10 8/10 10/10				1,00	1,15	1,30	1,65	2,00	2,40	1,10	1,20	1,40	1,75	2,15	2,55	1,15	1,30
1,20 1,35 1,60 2,00 2,45 2,90				1,25	1,40	1,70	2,10	2,50	3,00	1,35	1,50	1,80	2,25	2,60	3,15	1,45	1,60

**Tabella 73.15. Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto**

**Superficie del tetto in proiezione orizzontale [m<sup>2</sup>]    Diametro minimo del canale di gronda' [mm]    Diametro interno minimo del canale del pluviale [mm]**

fino a 8 9 a 25 26 a 75 76 a 170 171 a 335 336 a 500 501 a 1000    80 100 100 (125) 150 200 250    40 50 75 (90) 100 125 150

<sup>1</sup> Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.

**Collettori di scarico**

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 73.16, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a:

- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 1;
- canali pieni a metà altezza.

**Tabella 73.16. Diametro dei collettori di scarico per pluviali**

Diametro minimo del collettore [mm]		Pendenza del collettore	
1%	2%	3%	4%
Superficie della copertura [m <sup>2</sup> ]			
80 100 125 150 200 250 300	50 100 180 300 650 1100 1900	75 135 250 410 900 1650 2700	90 170 310 500 1100 2000 3300
110 190 350 600 1280 2340 3820			

**Pozzetto a chiusura idraulica**

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in calcestruzzo armato e vibrato oppure realizzati in opera.

**Verifiche del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso rac- cordata al tipo di canale di gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera.

In conformità al D.M. n. 37/2008 l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

norme di riferimento

a) Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato

**UNI EN 607** – *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.*

b) Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica

**UNI EN 612** – *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.*

c) Supporti per canali di gronda

**UNI EN 1462** – *Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.*

d) Collaudo

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.*

**Pompe**

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basa- mento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;

- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante inter- posizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

norme di riferimento

**UNI ISO 2548** – *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe C;*

**UNI ISO 3555** – *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.*

**Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda**

**Generalità**

Le prove sull'impianto idrico sanitario, in conformità alla **UNI 9182** e delle norme UNI da essa richiamate, devono essere eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori in corso d'opera e a impianto ultimato, con la redazione del regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore. Le prove devono essere eseguite da un laboratorio prove ufficiale o autorizzato che dovrà rilasciare il certificato che dovrà essere acquistato dal direttore dei lavori e allegato al verbale di prova. Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite in corso d'opera quando le tubazioni sono ancora in vista, e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

L'accettabilità dell'impianto idrico sanitario è subordinata all'esito positivo delle prove e delle verifiche previste da presente capitolato speciale.

**Prova di tenuta idraulica a freddo delle rete di distribuzione**

La prova di tenuta idraulica a freddo dell'impianto interno (**UNI 9182, punto 26.2.1**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito solo con acqua potabile priva di particelle

=150 µm il circuito stesso, si sottoporrà a pressione in conformità alla norma **UNI EN 806-4**

secondo il tipo di materiale della tubazione) acciaio, acciaio inossidabile, rame, plastica). L'apparecchiatura di prova deve possedere le caratteristiche indicate al paragrafo 6.1.1. della norma **UNI EN 806-4**.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova idraulica a caldo**

La prova di tenuta idraulica a caldo dell'impianto interno (**UNI 9182, punto 26.2.2**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito solo con acqua potabile priva di particelle =150 µm il circuito stesso, si sottoporrà a pressione in conformità alla norma **UNI EN 806-4** secondo il tipo di materiale della tubazione) acciaio, acciaio inossidabile, rame, plastica).

L'apparecchiatura di prova deve possedere le caratteristiche indicate al paragrafo 6.1.1. della norma **UNI EN 806-4**.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova di erogazione di acqua fredda**

La prova di erogazione di acqua fredda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.3**. La prova deve verificare se l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste nel calcolo per una durata minima di 30 minuti consecutivi.

La prova di erogazione di acqua fredda si ritiene superata se, per il periodo prefissato, il valore della portata massima di progetto dell'acqua relativo al tratto considerato dell'impianto ha una tolleranza del 10%.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova di erogazione di acqua calda**

La prova di erogazione di acqua calda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.4**. La misura della temperatura deve corrispondere alla temperatura prevista dalla norma **UNI EN 806-2** ammettendo una tolleranza di 1 °C.

La prova di erogazione di acqua calda deve essere eseguita nelle seguenti fasi:

- durata minima 60 minuti;
- apertura delle bocche in successione, una per volta;
- misurazione della temperatura dell'acqua in tutte le bocche dopo i primi tre litri di erogazione;
- verifica della portata, con tutte le bocche aperte, sull'utenza più sfavorita con una tolleranza del 10%.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

#### Verifica della capacità di erogazione di acqua calda

La verifica della capacità di erogazione di acqua calda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.5**. La verifica deve essere eseguita aprendo contemporaneamente tutte le bocche erogatrici di acqua calda previste nel calcolo.

La verifica della capacità di erogazione di acqua calda sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata con continuità per tutto il tempo prestabilito e non minore di 2 ore alle condizioni di portata e di temperatura previste e con la tolleranza ammessa nella prova di erogazione di acqua calda.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

#### Misura del livello del rumore e delle vibrazioni

La misura del livello del rumore e delle vibrazioni (**UNI 9182, punto 22**) deve essere effettuata nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- 35 dB(A)  $L_{Amax}$  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 dB(A)  $L_{Aeq}$  per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Gli eventuali provvedimenti correttivi devono essere conformi alla norma **UNI EN 806-5** e degli interventi di desolidarizzazione riportati nell'appendice O della stessa norma.

### Art. 74. Impianti di adduzione del gas

#### Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

#### Norme di riferimento

Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

**UNI 7128** – Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni;

**UNI 7129-1** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 1: Impianto interno;

**UNI 7129-2** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione;

**UNI 7129-3** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione; **UNI 7129-4** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi;

**UNI 10738** – Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali;

**UNI 10435** – Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione;

**UNI 7140** – Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento; **UNI EN 1775** – Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio minore o



*uguale a 5 bar. Raccomandazioni funzionali;*

**UNI 9165** – *Reti di distribuzione del gas. Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;* **UNI 10642** – *Apparecchi a gas. Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti a combustione.*

Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati

**UNI EN 125** – *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento;*

**UNI EN 257** – *Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas.*

Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas

**D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**UNI 9034** – *Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/ uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione;*

**UNI 9165** – *Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi;*

**UNI EN 969** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova;*

**UNI EN 1057** – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;*

**UNI 9860** – *Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.*

Impianti a gas GPL

**UNI 7131** – *Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.*

Tubazioni

Tubi di acciaio

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma **UNI EN 10255** – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.*

I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

**UNI EN 10208-1** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

**UNI EN 10208-2** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

Tubi di rame

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI EN 1057**.

Nel caso di interrimento lo spessore non può essere minore di 2 mm.

Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas

I tubi in polietilene per le tubazioni interrate per la distribuzione del gas devono avere lo spessore minimo di 3 mm e rispondere alle caratteristiche delle norme:

**UNI EN 1555-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 1: Generalità;*

**UNI EN 1555-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 2: Tubi;*

**UNI EN 1555-3** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene*

(PE). Parte 3: Raccordi;

**UNI EN 1555-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 4: Valvole;

**UNI EN 1555-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI CEN/TS 1555-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

#### Marcatura

I tubi in polietilene per gli impianti a gas devono essere contraddistinti da marcatura comprendente:

- l'indicazione del materiale e della classe;
- l'indicazione del tipo;
- il valore del diametro esterno;
- l'indicazione della serie di spessore;
- il marchio di fabbrica;
- l'iscrizione GAS;
- il codice riguardante il nome commerciale e il produttore.

La marcatura deve essere indelebile e continua, svilupparsi su almeno due generatrici diametralmente opposte del tubo e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve essere di colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo, e non minore di 3,5 mm.

#### Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

##### Tubazioni in acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura, o a mezzo saldatura di testa per fusione.

Per la tenuta delle giunzioni filettate, possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti (**UNI EN 751-1**), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (**UNI EN 751-2**). Possono essere impiegati anche nastri di PTFE non sinterizzato, conformi alla norma **UNI EN 751-3**.

È vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti GPL o miscele di GPL aria.

È vietato l'impiego di biacca, minio o materiali simili.

Tutti i raccordi e i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile. I raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (**UNI EN 10241**) o saldate (**EN 10253-1**). I raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate (**UNI EN 10242**).

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma **UNI EN 331**. Essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rilevabili.

##### Tubazioni in rame

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:

- le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (**UNI EN ISO 4063**), per mezzo di raccordi conformi alla norma **UNI EN 1254-1**, ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla norma **UNI EN 1254-5**. I raccordi e i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo;
- le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, e anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma e altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare, o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato), secondo la norma **UNI EN 1254-4**.

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma **UNI EN 331**.

##### Tubazioni in polietilene

Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:

- i raccordi e i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene, secondo la norma **UNI EN 1555-3**. Le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione, secondo la norma **UNI 10521** o, in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi

riscaldanti, secondo la norma **UNI 10520**;

- le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico;
- le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare, la sezione libera di passaggio non deve essere minore del 75% di quella del tubo.

Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene, il raggio di curvatura non deve essere minore di venti volte il diametro del tubo stesso.

I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma **UNI EN 331**.

#### 74.5. Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile, ed è ammesso:

- all'esterno dei fabbricati:
  - interrato;
  - in vista;
  - in canaletta;
- all'interno dei fabbricati:
  - in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati ad uso civile o ad attività soggette al controllo dei vigili del fuoco;
  - in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista. Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali, si applicano le disposizioni previste dalle seguenti norme:

**D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.*

#### Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

##### Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento

protettivo contro la corrosione (secondo le norme **UNI ISO 5256**, **UNI 9099** e **UNI 10191**) e isolati, mediante giunti isolanti monoblocco (secondo le norme **UNI 10284** e **UNI 10285**), da collocarsi fuori terra, in prossimità della risalita della tubazione.

Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispondente alle prescrizioni della norma **UNI 10823**.

I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.

Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo.

È, inoltre, necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale. Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il colore giallo segnale per almeno 70 mm.

##### Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni e oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e, ove necessario, adeguatamente protette.

Le tubazioni di gas di densità non superiore a 0,8 kg/m<sup>3</sup> devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

##### Posa in opera in canaletta

Le canalette per la posa in opera di tubazioni devono essere:

- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaatura di malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno 100 cm<sup>2</sup> cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a 0,8 kg/m<sup>3</sup>, deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;
- ad esclusivo servizio dell'impianto.

Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:

- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato, e in ogni caso non inferiore a REI 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità. L'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o a una quota inferiore.

Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:

- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile.

Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine.

Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni.

Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso.

Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati, è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto, non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

Particolarità costruttive e divieti

L'appaltatore nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas, deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti;
- è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
- è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
- eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se desti-

nati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Le prese devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;

- è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
- all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione

- del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
- per il collegamento dell'impianto interno finale e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
  - nell'attraversamento di muri, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;
  - è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
  - le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
  - fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm. Nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Qualora nell'incrocio il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma;
  - è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua. In prossimità degli incroci il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile e incombustibile.

Per altri riferimenti, si rimanda alle prescrizioni della norma **UNI 7129** (varie parti).

#### Gruppo di misurazione. Contatore

Il contatore del gas può essere installato:

- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

#### Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta idraulica (**UNI 7129**, varie parti) deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima di mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna, e, quindi, al contatore e agli apparecchi dell'impianto non in vista. La prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima della copertura della tubazione utilizzatori.

La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

In caso di perdite, le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte; successivamente, dovrà essere ripetuta la prova di tenuta idraulica.

All'appaltatore è vietata la riparazione delle parti difettose con mastici o altri accorgimenti.

#### Sistemi di sicurezza

##### Definizioni

In merito ai sistemi di sicurezza si ritengono utili le seguenti definizioni.

rivelatore di Gas (RG) Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, da un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, e da elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il rivelatore di gas può contenere l'alimentatore. Quando il rivelatore di gas non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare, e indicarne tutte le caratteristiche atte ad individuarlo (**UNI CEI 70028**).

apparecchio di utilizzazione a GAS Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.

sistema di rilevamento GAS (SRG) Insieme composto dal rivelatore di gas (RG), dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come, ad

esempio, allarmi ottici o acustici lontani, ed elementi attuatori per elettrovalvole (**UNI CEI 70028**).

orGano di intercettazione

Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di comando emesso dal sistema di rilevamento gas (SRG).

limite inferiore di esplosività (LIE)

Minima

concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria- gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**UNI CEI 70028**).

seGnale di allarme

Segnale ottico, acustico ed elettrico, emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (**UNI CEI 70028**).

seGnale di Guasto

Segnale ottico o acustico atto ad indicare una condizione di difetto o guasto dei rivelatori di gas (RG) (**UNI CEI 70028**).

I rivelatori di gas che possono installarsi sono dei seguenti tipi:

- sensori ad infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi;
- tubi di rilevazione, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas e il contenuto del tubo;
- sensore catalitico, che basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- sensore a semiconduttore, ovvero un semiconduttore sintetizzato, di tipo N, composto per la maggior parte da ossidi, che viene mantenuto ad una temperatura di circa 450 °C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito, si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.

In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rivelatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'appaltatore si unifornerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

Per i criteri di installazione e i requisiti di accettazione si rimanda alle norme **UNI CEI 70028** e al C.M. 8 agosto 1996, n. 162429.

**Criteri tecnici di riferimento per l'installazione**

Per i criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o similare, si fa riferimento alla norma **UNI CEI 70028**.

**Criteri generali**

Qualora installato, il rivelatore di gas (RG) dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile. L'installazione del rivelatore di gas e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno, né il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile. Quando un rivelatore di gas viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato, esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici e acustici in tale locale. Il rivelatore di gas deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore. Il collegamento fra i vari elementi di un sistema di rilevamento gas deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore, e tale da realizzare un sistema conforme alla norma **UNI CEI 70028**. Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più rivelatori di gas collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto. L'organo di intercettazione collegato al sistema di rilevamento gas (SRG) deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della conduttura del gas dell'ambiente controllato, oppure all'esterno, e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

**Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)**

Il rivelatore di gas va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.

Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione,

poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.

Il rivelatore di gas non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas, poiché piccoli rilasci di gas potrebbero venire all'atto dell'accensione, causando falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)

Il rivelatore di gas deve essere montato su una parete liscia ad una altezza sul pavimento di circa 300 mm e ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni, quali, ad esempio, quelle di pulizia.

Il rivelatore di gas non va installato:

- in uno spazio chiuso (ad esempio, in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino ad una porta o una finestra;
- vicino ad un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal produttore;
- dove sporczia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si rimanda alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### 74.9. Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661. Secondo l'art. 6 di tale decreto i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:

- l'esame CE del tipo previsto dall'allegato II, punto 1;
- prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'allegato II, punto 3;
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
  - la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

### Art. 75. Impianti termici

#### Generalità

Gli impianti termici possono essere alimentati a:

- combustibili gassosi (D.M. 12 aprile 1996);
- combustibili liquidi (D.M. 28 aprile 2005).

#### Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi sono impianti di nuova realizzazione, e devono rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996. Il decreto riguarda la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente, tale valore è assunto corrispondente al valore di

30.000 kCal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar:

- climatizzazione di edifici e ambienti;
- produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
- forni da pane e altri laboratori artigianali;
- lavaggio biancheria e sterilizzazione;
- cucine e lavaggio stoviglie.

Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati *apparecchi*, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla

somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW, quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e i lavabiancheria.

#### Termini, definizioni e tolleranze dimensionali

Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali approvati con il D.M. 30 novembre 1983. Inoltre, si definiscono:

- apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato ad un condotto o ad uno speciale dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;
- apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato ad un condotto o ad un dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata direttamente dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;
- apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno di prodotti della combustione;
- condotte aerotermiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli ambienti serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;
- condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi e accessori uniti fra loro per la distribuzione del gas. Le condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una delle seguenti specie definite dai decreti:
  - **D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*
  - **D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.*
- gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15 °C e alla pressione assoluta di 1013 mbar, come definito nella norma **UNI EN 437**;
- generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello scambiatore, senza fluido intermediario, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;
- impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli apparecchi utilizzatori (questi esclusi);
- impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori destinato alla produzione di calore;
- modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da una unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito radiante, dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciatore, dal ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal programmatore e dagli accessori relativi;
- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;
- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;
- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;
- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;
- portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'apparecchio, dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);
- pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale può essere esercito l'impianto interno;
- punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrispondenza:



- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di proprietà dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da serbatoio.
- serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato ad interrompere il flusso dell'aria nelle condotte aerotermiche ed a garantire la compartimentazione antincendio per un tempo prestabilito;
- nastro radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione

di calore per irraggiamento, costituito da una unità termica e da un circuito di condotte radianti per la distribuzione del calore stesso.

L'unità termica è composta da un bruciatore, da un ventilatore-aspiratore, da una camera di combustione, da una camera di ricircolo, dal condotto di espulsione fumi, dai dispositivi di controllo e sicurezza, dal pressostato differenziale ed eventualmente dal termostato di sicurezza positiva a riarmo manuale.

Le condotte radianti, la cui temperatura superficiale massima deve essere minore di 300° C, devono essere realizzate con materiale resistente alle alte temperature e isolate termicamente nella parte superiore e laterale, e devono essere a tenuta ed esercite costantemente in depressione. Tali condotte aerotermiche sono parte integrante dell'apparecchio.

#### I luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi per la climatizzazione possono essere installati:

- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi, in ogni caso, devono essere installati in modo tale da non essere esposti ad urti o manomissioni.

#### Installazione degli apparecchi all'aperto

##### Disposizioni generali

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.

È ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:

- la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30, ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende, a partire dall'apparecchio, per almeno 0,50 m lateralmente e 1 m superiormente (figura 75.1).

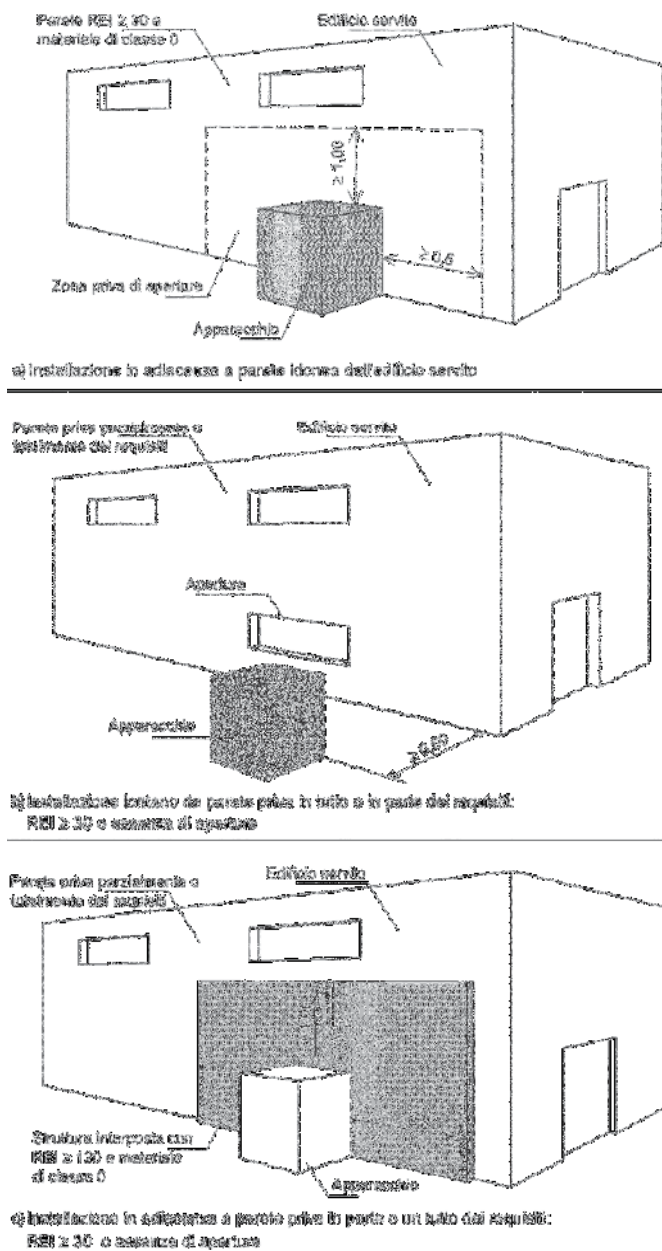
Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti, gli apparecchi devono distare non meno di 0,6 m dalle pareti degli edifici, oppure deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente, e 1 m superiormente.

#### Limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

Gli apparecchi con portata termica superiore a 116 kW devono distare non meno di 5 m da (figura 75.2.):

- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;
- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.



Le distanze sono meglio riassunte qui di seguito:

R = 2,50 m per apparecchi con portata termica  $Q < 116$  kW;

R = 5,00 m per apparecchi con portata termica  $Q > 116$  kW.

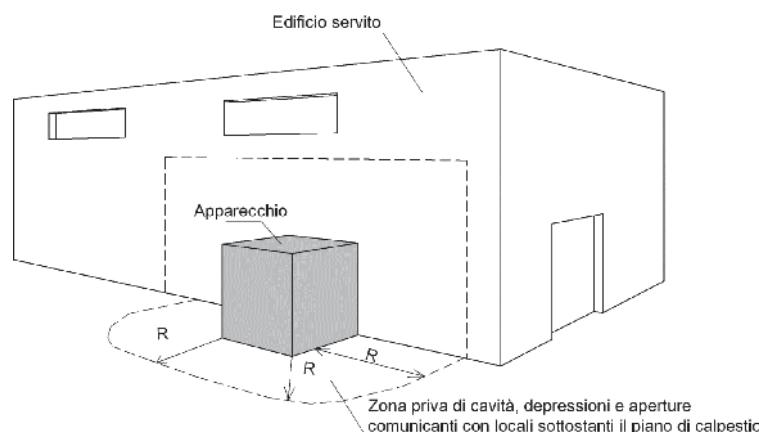


Figura 75.2. Distanze da rispettare per l'installazione all'aperto degli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

### Installazione in locali esterni

#### Generalità

I locali esterni devono essere ad uso esclusivo, realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoco e ubicati in spazio scoperto (figura 75.3), in adiacenza alla parete esterna dell'edificio servito, purché dotata di caratteristiche non inferiori a REI 30 e materiale di classe 0 di reazione al fuoco e assenza di aperture. Quando la parete non soddisfa in tutto o in parte i requisiti richiesti, il locale può essere:

- ubicato lontano dall'edificio servito e a distanza non inferiore a 0,60 m;
- in adiacenza alla parete, previa interposizione di una struttura con le seguenti caratteristiche:
  - non inferiore a REI 120;
  - di dimensioni maggiori di 0,5 m lateralmente e di 1 m superiormente.

#### Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

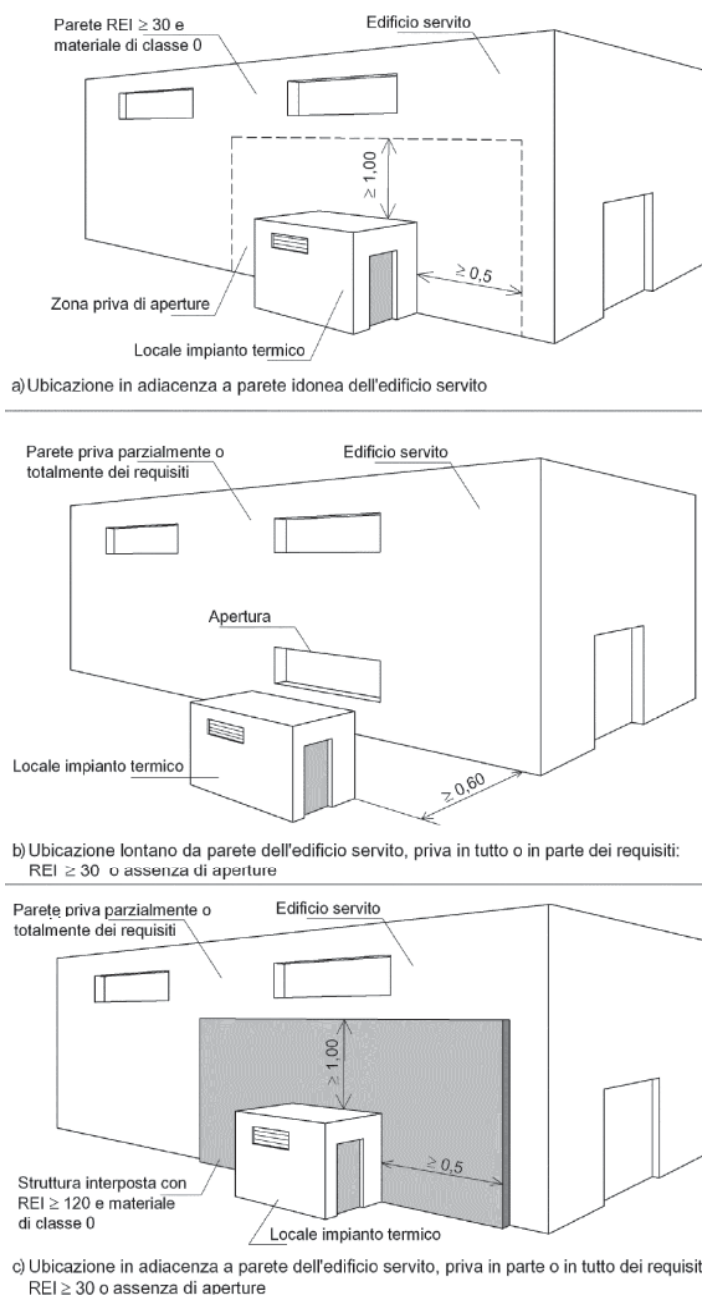


Figura 75.3. Ubicazione dei locali esterni per l'installazione degli impianti

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>:

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 10$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 15$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S = Q \cdot 20$  (con un minimo di 5000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW, ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8  
La norma stabilisce che almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di

calpestio, con un'altezza minima di 20 cm.

Le aperture di aerazione devono rispettare le seguenti distanze  $R$  da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti (figura 75.4):

- $R = 2,00$  m, per portate termiche ( $Q$ ) non superiori a 116 kW;
- $R = 4,50$  m, per portate termiche ( $Q$ ) superiori a 116 kW.

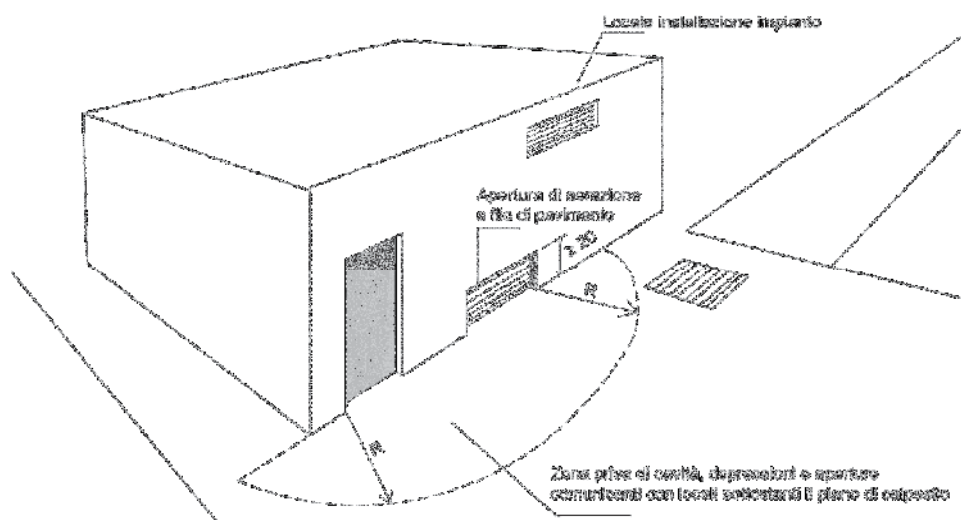


Figura 75.4. Ulteriori prescrizioni per le aperture di aerazione del locale centrale termica fuori terra, alimentato a gas di rete con densità superiore a 0,8, come prescritto dal D.M. 12 aprile 1996

#### Specifiche per le superfici delle aperture di aerazione

La superficie di aerazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 3000 cm<sup>2</sup>, e, nel caso di densità maggiore, di 0,8, inferiore a 5000 cm<sup>2</sup>.

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m<sup>2</sup> o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta, o, nel caso di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati per le aperture di aerazione, e, in ogni caso, deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 50 cm. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento (figura 75.5).

#### Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

##### Regole generali per l'ubicazione

La norma stabilisce in generale che il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota inferiore a 5 m al di sotto del piano di riferimento. In casi particolari può essere ammesso che tale piano sia a quota più bassa e, comunque, non inferiore a - 10 m dal piano di riferimento, ma devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi;
- all'esterno del locale e in prossimità di questo, deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso, asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore;
- la pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

Almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non meno di 60 cm, e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. Per meglio comprendere alcuni aspetti di cui sopra, si

riportano alcune definizioni del  
D.M. 30 novembre 1983.

interCapedine antinCendi (punto 1.8)

Vano di distacco con funzione di aerazione e/o scarico di prodotti della combustione di larghezza trasversale non inferiore a 60 cm, con funzione di passaggio di persone di larghezza trasversale non inferiore a 90 cm (figura 75.6 (a)).

Longitudinalmente è delimitata dai muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti al fabbricato servito e da terrapieno e/o da muri di altro fabbricato, aventi pari resistenza al fuoco.

Ai soli scopi di aerazione e di scarico dei prodotti della combustione, è inferiormente delimitata da un piano ubicato a quota non inferiore ad 1 m dall'intradosso del solaio del locale stesso.

Per la funzione di passaggio di persone, la profondità dell'intercapedine deve essere tale da assicurare il passaggio nei locali serviti attraverso varchi aventi altezza libera di almeno 2 m. Superiormente, è delimitata da spazio scoperto.

spazio sCoperto (punto 1.12)

Spazio a cielo libero o superiormente grigliato, avente, anche se delimitato su tutti i lati, superficie minima ( $S_{min}$ ) in pianta ( $m^2$ ) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza ( $h_{min}$ ) in metri della parete più bassa che lo delimita:

$$S_{min} = h_{min} \cdot 3$$

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,50 m.

Se le pareti delimitanti lo spazio a cielo libero o grigliato hanno strutture che aggettano o rientrano, detto spazio è considerato scoperto se sono rispettate le predette condizioni, e se il rapporto fra la sporgenza o rientranza ( $s$ ) e la relativa altezza di impostazione ( $d$ ) non è superiore ad 1/2 (figura 75.6 (b)).

La superficie minima libera deve risultare al netto delle superfici aggettanti.

La minima distanza di 3,50 m deve essere computata fra le pareti più vicine in caso di rientranze, fra parete e limite esterno della proiezione dell'aggetto in caso di sporgenze, e fra i limiti esterni delle proiezioni di aggetti prospicienti.

Il Ministero dell'Interno, con la lettera circolare 30 novembre 2000, n. P1275/4134, chiarisce che, in via generale, la prescrizione richiedente che almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro del locale caldaia, sia confinante con spazio scoperto, è finalizzata a garantire la collocazione del locale stesso nell'ambito della fascia perimetrale dell'edificio, e ciò allo scopo di conseguire i seguenti obiettivi di sicurezza:

- obbligare a posizione i focolari alla periferia del fabbricato;
- assicurare le necessarie condizioni per la realizzazione delle richieste aperture d'aerazione;
- determinare situazioni di luogo atte a facilitare l'intervento delle squadre di soccorso in caso d'incendio.

La specifica funzione dell'intercapedine è connessa all'aerazione e allo scarico dei fumi, e non già a quella di costituire prolungamento volumetrico a tutta altezza del sovrastante spazio scoperto.

È consigliabile che le aperture di aerazione dei relativi locali siano realizzate nella parte alta della parete esterna, e ciò ai fini di evitare la formazione di sacche di gas. Fatti salvi, pertanto, i casi in cui le aperture d'aerazione devono essere necessariamente realizzate a filo soffitto, si ritiene che, in presenza di travi, la prescrizione normativa sia ugualmente soddisfatta con la collocazione delle aperture di aerazione nell'immediata zona sottotrave e, comunque, mai al di sotto della metà superiore della parete.

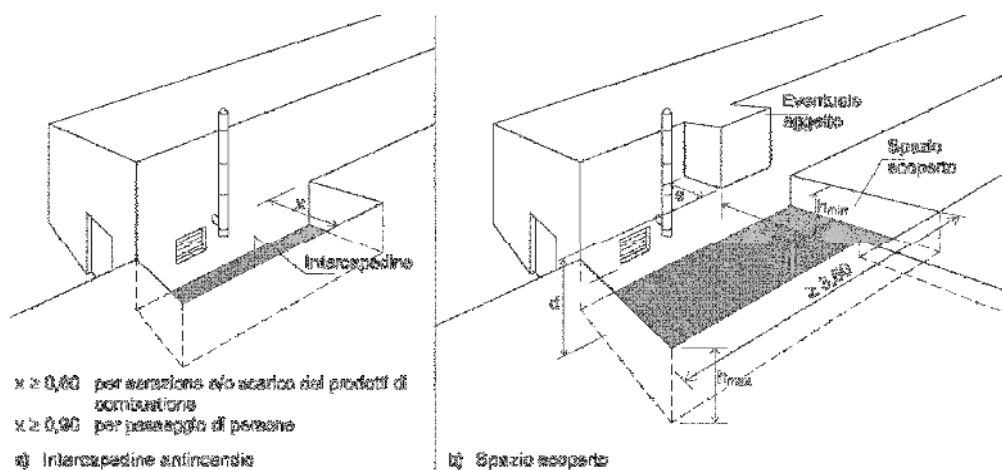


Figura 75.5. Intercapedine antincendio e spazio scoperto secondo il D.M. 30 novembre 1983

#### Limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con locali anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affossamenti tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

#### Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>:

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 10$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 15$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento

(consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S$

$= Q \cdot 20$  (con un minimo di 5000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

#### Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimenti antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 75.1.

Tabella 75.1. Caratteristiche antincendio

**Portata termica complessiva dell'impianto  
ambienti (resistenza al fuoco)**

Non superiore a 116 kW = R 60 = REI 60

Superiore a 116 kW = R 120 = REI 120

**Strutture portanti Portata termica complessiva**

**Strutture di separazione da altri**

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione). Tale decreto si applica ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza in caso d'incendio delle opere in cui sono inseriti. È definito *prodotto da costruzione* qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in elementi costruttivi o opere da costruzione. Le opere da costruzione comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

- prove;
- calcoli;
- confronti con tabelle.

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B del citato decreto.

L'allegato C, invece, descrive le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli.

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle, infine, sono descritte nell'allegato D.

Il D.M. 12 aprile 1996 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 75.2.

**Tabella 75.2. Misure minime dell'altezza del locale di installazione**

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
Non superiore a 116 kW	2,00 m
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30 m
Superiore a 350 kW e sino a 580 kW	2,60 m
Superiore a 580 kW	2,90 m

#### Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo, nonché la manutenzione ordinaria.

Le dimensioni delle caldaie variano in funzione della potenza termica erogata e della casa costruttrice (tabella 75.3).

Gli spazi funzionali minimi sono necessariamente quelli previsti dalla casa costruttrice. Per le caldaie su basamento tra l'apparecchio e le pareti del locale, è consigliabile lasciare uno spazio di almeno 120 cm per potere operare durante gli interventi di manutenzione. L'estrazione laterale del bruciatore può prevedere profondità anche maggiori. Lo spazio frontale, secondo alcuni modelli di caldaie, deve essere di almeno 150 cm. L'uso di sistemi di pulizia mediante apposito kit può richiedere una profondità anche di 300 cm. In caso contrario, la pulizia della caldaia dovrà essere eseguita con apparecchi smontabili o con altri sistemi a umido.

Lo spazio funzionale deve consentire il montaggio dell'apparecchio e la dissipazione acustica mediante l'installazione di particolari basamenti insonorizzati. In quest'ultimo caso deve essere anche considerato che l'altezza d'installazione della caldaia, e di conseguenza la posizione dei collegamenti per le tubazioni, subiranno delle modifiche.

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

**Tabella 75.3. Dimensioni di caldaia a gas in ghisa in funzione della potenza termica**

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete			Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]			Raccomandata [mm]		Minima [mm]	
105	750	400	1500	1000	1125	880	
140	750	400	1500	1000	1285	880	



170	750	400	1500	1000	1445	880
200	750	400	1500	1000	1605	880
230	750	400	1500	1000	1765	880
240	900	600	1700	1000	1580	980
295	900	600	1700	1000	1750	980
350	900	600	1700	1000	1920	980
400	900	600	2200	1000	2090	980
455	900	600	2200	1000	2260	980
510	900	600	2200	1000	2430	980

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete			Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]		Minima [mm]	Raccomandata [mm]			
570	1150	820	2300	1400	1926	1281	
660	1150	820	2300	1400	2096	1281	
740	1150	820	2300	1400	2266	1281	
820	1150	820	2300	1400	2436	1281	
920	1150	820	3000	1500	2606	1281	
1020	1150	820	3000	1500	2776	1281	
1110	1150	820	3000	1500	2946	1281	
1200	1150	820	3000	1500	3116	1281	

### Accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 90 cm.

L'accesso può anche avvenire dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, e avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 30 e con porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
  - superficie netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
  - aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m<sup>2</sup> e realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a 0,1 m<sup>2</sup>.

### Porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,60 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 75.4.

**Tabella 75.4. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta**

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 75.5.

**Tabella 75.5. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco**

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

### Impianti termici alimentati da combustibili liquidi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi, deve

rispettare le prescrizioni del D.M. 28 aprile 2005. Tali norme riguardano gli impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW, alimentati da combustibili liquidi. Le disposizioni si applicano agli impianti di nuova realizzazione.

Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

Regole generali per l'ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m ed attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne attestanti su spazi scoperti o intercapedini ad uso esclusivo. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione degli apparecchi, e al 20% negli altri casi.

Fatto salvo quanto previsto dal D.Lgs. n. 152/2006, le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>.

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 6$  (con un minimo di 2500 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati ed interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 9$  (con un minimo di 2500 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento

(consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S = Q \cdot 12$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW, ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 75.6.

**Tabella 75.6. Caratteristiche antincendio**

Portata termica complessiva dell'impianto ambienti (resistenza al fuoco)	Strutture portanti	Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri
Non superiore a 116 kW	= R 60	= R 60	
Superiore a 116 kW	= R 120	= R 120	

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*).

Il D.M. 28 aprile 2005 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 75.7.

**Tabella 75.7. Misure minime dell'altezza del locale di installazione**

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
Non superiore a 116 kW	2,00 m
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW:	2,30 m
Superiore a 350 kW	2,50 m

Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche,

delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

#### Accesso

L'accesso alla centrale termica può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
  - resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
  - superficie netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
  - aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra indicato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m<sup>2</sup> sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

#### Porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpieghi devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,80 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 75.8.

**Tabella 75.8. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta**

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 75.9.

**Tabella 75.9. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco**

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o

da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale incombustibile.

#### Il deposito di combustibile liquido

##### Ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio nel quale è installato l'impianto termico.

Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino o strada, oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.

Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pavimento, oppure installati a vista, in locali del fabbricato che abbiano almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga

almeno 0,60 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'impianto.

#### Capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m<sup>3</sup>.

In relazione all'ubicazione dei serbatoi, la capacità complessiva del deposito deve osservare i seguenti limiti:

- 100 m<sup>3</sup>, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;
- 50 m<sup>3</sup>, per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
- 25 m<sup>3</sup>, per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

#### Modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei serbatoi, si distinguono le seguenti tipologie di deposito:

- deposito all'esterno con serbatoi interrati;
- deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno;
- deposito all'aperto con serbatoi fuori terra;
- deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio;
- deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio.

##### deposito all'esterno Con serbatoi interrati

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio.

##### deposito Con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno

I serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale

da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non inferiore alla metà della capacità complessiva dei serbatoi.

##### deposito all'aperto Con serbatoi fuori terra

I serbatoi devono essere dotati di una tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile, e di un bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento armato, o altro materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità complessiva dei serbatoi. È vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze.

##### deposito Con serbatoi interrati all'interno di un edificio

Le pareti e i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 90.

##### deposito Con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio

I serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 120, su apposite selle di resistenza al fuoco REI 120, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessiva dei serbatoi.

#### Accesso e le comunicazioni

L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- superficie in pianta netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o intercapedine. Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra specificato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m<sup>2</sup> sfociente al di sopra della copertura dell'edificio.

È consentito di utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto termico e al locale deposito.

I locali all'interno di un edificio adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a mezzo di porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.

Non è consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali destinati ad altro uso.

#### Aperture di aerazione

Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione, realizzate su pareti esterne di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 60 cm e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

La superficie di aerazione non deve essere inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

#### Porte

Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2 m, larghezza minima di 80 cm, essere apribili verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 60.

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine antincendio ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non è richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano in materiale incombustibile.

#### Caratteristiche dei serbatoi

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti e alle disposizioni vigenti in materia.

I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e, comunque, ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e, comunque, non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,50 m dal piano praticabile esterno e a distanza non inferiore a 1,50 m da finestre e porte. L'estremità del tubo deve essere protetta con sistema antifiamma;
- dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
- idonea messa a terra;
- targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
  - il nome e l'indirizzo del costruttore;
  - l'anno di costruzione;
  - la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

#### Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione

segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.

#### Mezzi di estinzione degli incendi

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 21A-113B.

Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW, devono essere protetti da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguente pari ad A-B1.

#### Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti, nonché segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

### Art. 76. Impianti di riscaldamento ad acqua calda

#### Generalità

La norma **UNI EN 12828** specifica i criteri di progettazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua con una temperatura massima di esercizio minore o uguale a 105 °C. Per gli impianti funzionanti ad una temperatura massima di esercizio maggiore di 105 °C possono essere richiesti altri aspetti legati alla sicurezza oltre a quelli descritti nel punto 4.6 della stessa norma.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12828** – Impianti di riscaldamento negli edifici – Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua;  
**UNI EN 12098-1** – Regolazioni per impianti di riscaldamento – Parte 1: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;

**UNI 8061** – Impianti di riscaldamento a fluido diatermico a vaso aperto. Progettazione, costruzione ed esercizio;

**UNI 8065** – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile;

**UNI 8211** – Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici;

**UNI 8364-1** – Impianti di riscaldamento – Parte 1: Esercizio;

**UNI 8364-2** – Impianti di riscaldamento – Parte 2: Conduzione;

**UNI 8364-3** – Impianti di riscaldamento – Parte 3: Controllo e manutenzione;

**UNI EN 12831** – Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto;

**UNI EN ISO 11855-1** – Progettazione dell'ambiente costruito – Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati – Parte 1: Definizioni, simboli e criteri di benessere;

**UNI EN ISO 11855-5** – Progettazione dell'ambiente costruito – Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati – Parte 5: Installazione;

**UNI EN 15502-1** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 1: Requisiti generali e prove; **UNI EN 15502-2 -2** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 2-2: Norma specifica per gli apparecchi di tipo B1;

**UNI EN 15502-2-1** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 2-1: Norma specifica per gli apparecchi di tipo C ed apparecchi di tipo B2, B3 e B5 di portata termica nominale non maggiore di 1 000 kW;

**UNI EN 12309-1** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 1: Termini e definizioni;

**UNI EN 12309-3** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 3: Condizioni di prova;

**UNI EN 12309-4** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 4: Metodi di prova;

**UNI EN 12309-5** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 5: Requisiti;

**UNI EN 16430-1** – Radiatori ventilati, convettori e convettori a pavimento – Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti;

**UNI EN 442-1** – Radiatori e convettori – Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti;

**UNI 10412-1** – Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Requisiti di sicurezza – Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con

generatori di calore elettrici;

**UNI 10412-2** – Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Prescrizioni di sicurezza – Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW.

#### Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla tabella 76.1, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

**Tabella 76.1. Conduttività termica utile dell'isolante e diametro esterno della tubazione**

Conduttività termica utile dell'isolante [W/m °C]	Diametro esterno della tubazione [mm]					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 76.1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato, e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 76.1 vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella 76.1 vanno moltiplicati per 0,3.

Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 76.1, per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

#### norme di riferimento

**UNI 5634** – Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;

**UNI 6665** – Superficie coibentate. Metodi di misurazione;

**UNI EN 14114** – Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali. Calcolo della diffusione del vapore acqueo. Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.

#### Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di

utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a  $\pm 2$  °C.

Il sistema di termoregolazione di cui sopra, può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente, qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari, destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni, è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

#### norme di riferimento

**UNI 7939-1** – *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;*

**UNI 9577** – *Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove;*

**UNI EN 12098-1** – *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.*

#### Camini e canali da fumi

##### Caratteristiche dei camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Ogni impianto termico civile di potenza termica nominale superiore al valore di soglia, deve disporre di uno o più camini tali da assicurare una adeguata dispersione in atmosfera dei prodotti della combustione.

Ogni camino deve avere, al di sotto dell'imbocco del primo canale da fumo, una camera di raccolta di materiali solidi ed eventuali condense, di altezza sufficiente a garantire una completa rimozione dei materiali accumulati e l'ispezione dei canali. Tale camera deve essere dotata di un'apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria realizzato in materiale incombustibile.

I camini devono garantire la tenuta dei prodotti della combustione e devono essere impermeabili e termicamente isolati. I materiali utilizzati per realizzare i camini devono essere adatti a resistere nel tempo alle normali sollecitazioni meccaniche, al calore e all'azione dei prodotti della combustione e delle loro eventuali condense. In particolare tali materiali devono essere resistenti alla corrosione. La sezione interna dei camini deve essere di forma circolare, quadrata o rettangolare, con rapporto tra i lati non superiore a 1,5.

I camini che passano entro locali abitati o sono incorporati nell'involucro edilizio devono essere dimensionati in modo tale da evitare sovrappressioni durante l'esercizio.

L'afflusso di aria nei focolari e l'emissione degli effluenti gassosi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.

Più generatori di calore possono essere collegati allo stesso camino soltanto se fanno parte dello stesso impianto termico. In questo caso, i generatori di calore dovranno immettere in collettori dotati, ove necessario, ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio. Camino e collettore dovranno essere dimensionati secondo la regola dell'arte.

Gli impianti installati o che hanno subito una modifica relativa ai camini successivamente all'entrata in vigore della parte quinta del presente decreto, devono essere dotati di camini realizzati con prodotti su cui sia stata apposta la marcatura CE. In particolare, tali camini devono:

- essere realizzati con materiali incombustibili;
- avere andamento verticale e il più breve e diretto possibile tra l'apparecchio e la quota di sbocco;
- essere privi di qualsiasi strozzatura in tutta la loro lunghezza;
- avere pareti interne lisce per tutta la lunghezza;
- garantire che siano evitati fenomeni di condensa;
- essere adeguatamente distanziati, mediante intercapedine d'aria o isolanti idonei, da materiali combustibili o facilmente infiammabili;



- avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, se di sezione quadrata o rettangolare;
- avere un'altezza correlata alla sezione utile secondo gli appropriati metodi di calcolo riportati dalla normativa tecnica vigente (norme UNI e norme CEN).

Le bocche possono terminare con comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.

Le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire un'adeguata evacuazione e dispersione dei prodotti della combustione e da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio attraverso qualsiasi apertura. A tal fine, le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri.

Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.

La parete interna del camino deve risultare per tutto il suo sviluppo, ad eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccata dalle murature circostanti, e deve essere circondata da una controcanna continua formante intercapedine, per consentire

la normale dilatazione termica. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

norme di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX;

**UNI 10640** – *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica*;

**UNI 10641** – *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica*.

#### 76.5. Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento suborizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h possono avere pendenza non inferiore al 2%.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne, devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere, per tutto il loro sviluppo, un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50 °C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo, nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi tra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad intervalli non superiori a dieci metri, e una ad ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro, qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali, deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

norma di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX.

#### 76.5.1. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

I dispositivi accessori per camini e canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

È vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo ad umido che comporti lo scarico, anche parziale, delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi, purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.

L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dall'osservanza di tutte le prescrizioni contenute nel regolamento di cui al D.Lgs. n. 152/2006.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente rimosso e smaltito secondo la normativa vigente in materia di rifiuti.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

---

##### norme di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX;

**UNI 7550** – *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento*;

**UNI 8065** – *Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile*.

#### Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari. Un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un milione di kcal/h, devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.

Devono essere installati due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica), che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un milione di kcal/h.

Un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H<sub>2</sub>) contenuti nei fumi, deve essere inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio

misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno, può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore dell'opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente

per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h. Essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a due milioni di kcal/h, devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h, anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

---

##### norma di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX.

### Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento. Tale sistema è costituito dal vaso di espansione, che può essere chiuso o aperto.

#### Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo, per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione, però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno, per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica, per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante, per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è

freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione  $n$  deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazioni impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

**Tabella 76.2. Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale**

Lunghezza virtuale [m]	Diametro interno [mm]
50 40-60 60-80 80-100	18 25 32 40

#### Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso, di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria. Esso può essere:

- a membrana, e in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, e in questo caso i volumi d'aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

### 76.8. Tubazioni

Le tubazioni per impianti di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia. I materiali utilizzati per tali tubazioni saranno dei tipi seguenti:

- tubazioni in acciaio nero;
- tubazioni in rame ricotto fornite in rotoli;
- tubazioni in rame crudo fornite in barre;
- tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad P N 16).

La distribuzione del fluido verrà affidata a collettori di opportuno diametro, completi di manometro, termometro e rubinetto di scarico atti a sezionare l'impianto in oggetto in più zone. Dai collettori saranno ripartiti, quindi, più circuiti nei vari diametri occorrenti per i diversi tronchi; tutte le condutture dovranno avere nei percorsi orizzontali, passaggi in traccia o sotto il solaio ove possibile (secondo le indicazioni del progetto dell'impianto di riscaldamento o della direzione dei lavori).

Le condutture si staccheranno dalle colonne montanti verticali e dovranno essere complete di pezzi speciali, giunzioni, derivazioni, materiali di tenuta, staffe e collari di sostegno.

#### Accorgimenti per la posa in opera

Tutte le tubazioni e la posa in opera relativa dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate dal presente capitolato e alle ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori, alle specifiche espressamente richiamate dalle norme unificabili e indicazioni del produttore.

Si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo, il più possibile, il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifonpozzetti, ecc.; sono tassativamente da evitare l'utilizzo di spezzoni e conseguente sovrannumero di giunti.

Nel caso di attraversamento di giunti strutturali saranno predisposti, nei punti appropriati, compensatori di dilatazione preventivamente approvati dalla direzione dei lavori.

#### Tubazioni interrate

Le tubazioni interrate dovranno essere poste ad una profondità tale che lo strato di copertura delle stesse sia di almeno 1 metro.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con particolare riguardo alla natura del terreno, al diametro delle tubazioni ed alla sicurezza durante le operazioni di posa. Il fondo dello scavo sarà sempre piano e, dove necessario, le tubazioni saranno poste in opera su un sottofondo di sabbia di 10 cm. di spessore su tutta la larghezza e lunghezza dello scavo.

Nel caso di prescrizioni specifiche per gli appoggi su letti di calcestruzzo o sostegni isolati, richieste di contropendenze e di qualsiasi altro intervento necessario a migliorare le operazioni di posa in opera, si dovranno eseguire le varie fasi di lavoro, anche di dettaglio, nei modi e tempi richiesti dalla direzione dei lavori.

Dopo le prove di collaudo delle tubazioni saranno effettuati i rinterrati con i materiali provenienti dallo scavo ed usando le accortezze necessarie ad evitare danneggiamenti delle tubazioni stesse e degli eventuali rivestimenti.

#### Tubazioni non interrate

Le tubazioni non interrate dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo da garantire un perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

#### Tubazioni in vista o incassate

Le tubazioni in vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm. (misurati dal filo esterno del tubo o del suo rivestimento) dal muro; le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con materiali idonei.

Le tubazioni metalliche in vista o sottotraccia, comprese quelle non in prossimità di impianti elettrici, dovranno avere un adeguato impianto di messa a terra funzionante su tutta la rete.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta; nel caso di giunzioni miste la direzione dei lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi.

#### Protezioni delle tubazioni

L'appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Nelle interruzioni delle fasi di posa è obbligatorio l'uso di tappi filettati per la protezione delle estremità

#### Disegni particolareggiati forniti dall'appaltatore

L'appaltatore, se necessario, dovrà provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto esecutivo occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'appaltatore dovrà, inoltre, fornire dei grafici finali con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni dell'impianto realizzato.

#### Unità terminali a convenzione naturale

##### Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali, devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione. La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere

realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

norme di riferimento

**UNI 8464** – *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove;*

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità;*

**UNI EN 215-1** – *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.*

#### Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro i quali circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convezione naturale. Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

#### Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

norme di riferimento

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*

#### Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati, all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto, per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

norme di riferimento

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*

#### Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti devono essere collocati:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi, devono essere collocati in posizione orizzontale, per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughe nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni devono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico, per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti, qualora non espressamente indicate nel progetto esecutivo.

#### Verifiche e prove

Il collaudo di un impianto termico con riferimento alla norma Uni 5364 si articola nelle seguenti fasi distinte:

- a) verifiche qualitative e quantitative;
- b) prove preliminari;
- c) collaudo definitivo con verifica del funzionamento dell'impianto e delle parti che lo costituiscono.

#### Le verifiche qualitative e quantitative

Le verifiche quantitative e qualitative devono essere effettuate dal direttore dei lavori e/o dal collaudatore in corso d'opera a impianto ultimato preferibilmente prima del ricoprimento delle tubazioni, in generale prima del completamento delle opere murarie, per potere meglio controllarlo, evitando così rifacimenti per errori esecutivi o contestazioni.

Nello specifico devono essere controllati:

- a) che i materiali impiegati siano conformi alle prescrizioni contrattuali e privi di difetti e posti in opera correttamente;
- b) che i diametri delle tubazioni, le dimensioni e il numero dei corpi scaldanti, ecc. corrispondano quantitativamente al progetto esecutivo.

#### Le prove preliminari

Le prove preliminari come quelle quantitative e qualitative devono essere effettuate dal direttore dei lavori e/o dal collaudatore in corso d'opera a impianti di riscaldamento ultimato preferibilmente prima del ricoprimento delle tubazioni, in generale prima del completamento delle opere murarie, per verificare eventuali perdite, evitando così rifacimenti dopo le opere murarie.

Le prove preliminari possono essere eseguite anche per parti dell'impianto durante l'esecuzione dei lavori, riguardano:

- a) prova di circolazione dell'acqua calda nei vari circuiti;
- b) prova di dilatazione termica del contenuto di acqua dell'impianto;
- c) prova di dilatazione termica dei materiali metallici che compongono l'impianto;
- d) prova di tenuta idraulica.

Le prove di tenuta idraulica, in base al materiale utilizzato per le tubazioni, possono essere eseguite in conformità alle norme Uni 9182 e Uni En 806-4.

L'esecuzione delle prove e verifiche preliminari richiede la redazione di un verbale da parte del collaudatore e/o del direttore dei lavori con tutte le eventuali osservazioni del caso.

#### Il periodo di esecuzione del collaudo definitivo

Il collaudo deve essere eseguito durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

L'impianto termico deve essere messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

#### La misura del rendimento della combustione

La misura del rendimento della combustione deve essere eseguita con riferimento alla norma Uni 10389-1. *Generatori di calore – Analisi dei prodotti della combustione e misurazione in opera del rendimento di combustione – Parte 1: Generatori di calore a combustibile liquido e/o gassoso*. La norma si applica a tutti i generatori di calore alimentati a combustibile liquido e/o gassoso, destinati al riscaldamento degli ambienti e/o alla produzione di acqua calda sanitaria.

### **Art. 77. Impianti di climatizzazione**

#### Requisiti dell'impianto di climatizzazione

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli ambienti specifici:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna, di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata. La climatizzazione può essere:

- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;

- estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente, ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare, si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

#### Sistemi di climatizzazione

##### Classificazione

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

- impianti cosiddetti *a tutt'aria*, in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste;
- impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli. Tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore; se raffreddanti, invece, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorifero entro le batterie in questione;
- impianti cosiddetti *ventilconvettori*, in cui l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore. Nei cosiddetti *induttori* l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie, per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta *primaria*, immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori può avvenire:

- per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
- con l'immissione, mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta primaria trattata centralmente.

Negli impianti con induttori, il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente, che dà luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente, è aria esterna.

Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano, di regola, sul solo calore sensibile.

#### Gestione

L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli impianti e i condizionatori autonomi destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI e UNI loro applicabili.

#### Componenti degli impianti climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali devono avere la prescritta dichiarazione di prestazione.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno, comunque, essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di dichiarazione di prestazione, come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre, i componenti degli impianti in questione:

- devono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o dell'eventuale sostituzione;
- devono essere in grado di non provocare danni alle persone o alle cose, se usati correttamente e assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori né i terzi. Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, devono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento, onde renderne possibile l'eliminazione.

#### Gruppi frigoriferi

I gruppi frigoriferi possono fornire all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria, oppure prevedere l'espansione nelle batterie di raffreddamento del fluido frigorifero (batterie ad espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici), e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, e di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei gruppi frigoriferi veri e propri;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio), nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso, la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.

Salvo il caso di piccole potenze (5 kW), la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.

Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 litri (e pertanto provviste di dichiarazione di prestazione), ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento), e, altresì, di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi ad assorbimento a bromuro di litio, l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

#### Raffreddamento del gruppo frigorifero

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero, è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del condensatore nei gruppi azionati meccanicamente, e del condensatore e dell'assorbitore nei gruppi di assorbimento.

A tale scopo si deve impiegare acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, o da altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette *torri di raffreddamento*.

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente, il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).

Occorre, in ogni caso, assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi e mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti, onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.

È necessario, in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante, deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero.

#### Circolazione dei fluidi

##### Pompe di circolazione

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe. Questo secondo caso vale anche per quanto riguarda condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5 °C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le



pompe di raffreddamento e in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche e accessori delle pompe, si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

#### Ventilatori

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.

La potenza assorbita varia, ovviamente, secondo la portata e la prevalenza necessarie. In impianti a tutt'aria, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

#### Distribuzioni dei fluidi termovettori

##### Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento. Per quanto riguarda la climatizzazione estiva, invece, la rete di tubazioni deve comprendere:

- le tubazioni della centrale frigorifera;
- la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali;
- la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che, a sua volta, comprende:
  - la rete orizzontale principale;
  - le colonne montanti;
  - eventuali reti orizzontali;
  - gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali.
- la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- la rete di sfogo dell'aria.

Di regola, la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla

deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria. In tal caso, vi sono reti separate, a temperatura diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a quattro tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata devono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione. Va, inoltre, applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi e alla coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorifero liquido. Fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, tali tubazioni devono essere a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche, affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

#### Canalizzazioni

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria, le reti di canali devono permettere, negli impianti a tutt'aria, la distribuzione dell'aria trattata e la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.

Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:

- da un unico canale;
- da due canali con terminali per la miscelazione;
- da due canali separati.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa, si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

I canali di distribuzione dell'aria devono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati, per

evitare apporti o dispersioni di calore. I canali che condottano aria fredda devono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore, allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltretutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima, l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13 °C o maggiore di 16 °C rispetto alla temperatura ambiente.

*norma di riferimento*

**UNI EN 12237** – *Ventilazione degli edifici. Reti delle condotte. Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.*

#### Apparecchi per la climatizzazione

##### Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

I gruppi di trattamento dell'aria sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua

refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria, sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella primaria, impiegata negli impianti con apparecchi locali.

Se destinato a servire più zone (gruppo multizone), il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria, e alimentare i vari circuiti di canali, previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.

Se destinato a servire un impianto a doppio canale, la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.

Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto, che può essere assai spinto nei cosiddetti *filtri assoluti*.

I filtri devono poter essere rimossi e applicati con facilità, e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia o sostituzione.

Le batterie devono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di sporco, e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.

Il complesso di umidificazione può essere del tipo cosiddetto *ad ugelli nebulizzatori*, alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa ad hoc (umidificazione adiabatica). In tal caso, deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli e alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.

Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.

In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso e aperto.

A monte e a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione), si devono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

#### Unità terminali a convenzione forzata. Ventilconvettori

Le unità terminali a convenzione forzata possono essere costituite da una batteria unica, alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie, l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.

Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità, così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.

La regolazione può essere del tipo cosiddetto *tutto o niente* (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.

In ogni caso, l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

In caso di uso per raffrescamento, il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30÷40 mm), per lo smaltimento della condensa per gravità.

*norme di riferimento*

**UNI EN 1397** – *Scambiatori di calore. Ventilconvettori ad acqua. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.*

#### Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori, e occorre, pertanto, che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta *aria*), onde evitare una rumorosità eccessiva.

Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata, occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

#### Espansione dell'acqua dell'impianto

Nel caso di acqua refrigerata, deve essere previsto un vaso di espansione per prevenire i danni della, sia pur limitata, dilatazione del contenuto, passando dalla temperatura minima ad una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

#### Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche devono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime previste. Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1 °C, soltanto in più, nel riscaldamento;
- di 2 °C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
- del 20%, in più o in meno, per quanto concerne l'umidità relativa (a meno che non sia stato previsto diversamente nel progetto esecutivo).

Ove occorra, le regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili e agibili.

#### Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali), deve essere prevista una rete di scarico del condensato.

Negli apparecchi locali con aria primaria, la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12 °C), e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso. Tuttavia, la rete di scarico si rende parimenti necessaria, in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

#### Verifiche finali del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, dopo la realizzazione dell'impianto di climatizzazione deve eseguire la verifica finale dell'opera, e farsi rilasciare dall'esecutore la dichiarazione di conformità dell'impianto, come prescritto dal D.M. n. 37/2008.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti di climatizzazione fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

La fase di collaudo o verifica finale con riferimento alla norma **UNI 11169** prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- a) la verifica della documentazione progettuale e contrattuale;
- b) l'acquisizione delle informazioni (per esempio schede tecniche) fornite dall'appaltatore al direttore dei lavori e/o al collaudatore in corso d'opera;
- c) l'esecuzione del controllo di completezza;
- d) l'esecuzione dei controlli funzionali;
- e) l'effettuazione delle misure funzionali e delle eventuali misure speciali;
- g) l'interpretazione delle misure rilevate.

Le condizioni climatiche per l'esecuzione delle prove di collaudo sono indicate dalla norma

#### **UNI 11169.**

Le operazioni suddette devono essere documentate da un verbale visita di redatto dal direttore dei lavori.

#### Le condizioni per l'esecuzione del collaudo

L'esecuzione del collaudo o della verifica finale deve essere conforme alla norma **UNI 11169**, in particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) 15 giorni continuativi di funzionamento dell'impianto di climatizzazione e degli altri servizi dell'edificio prima del collaudo con i cicli di attenuazione o spegnimento previsti dal contratto;
- b) insieme edificio/impianto in condizioni di regime stabilizzato su base giornaliera. Nei primi cinque giorni di accensione dell'impianto aerulico dopo una prolungata disattivazione non devono essere eseguite prove;
- c) per gli edifici di nuova costruzione o edifici esistenti ristrutturati per tenere conto dell'evaporazione dell'umidità di costruzione – si considerano collaudabili nel corso della prima stagione invernale utile gli

- edifici ultimati entro il 31 luglio dello stesso anno;
- d) nel periodo estivo, presenza di condizioni di irraggiamento solare su base giornaliera non inferiore ai valori medi di periodo;
  - e) nel periodo invernale ventosità non superiore ai valori medi di periodo;
  - f) condizioni di affollamento ed altri carichi interni non inferiori a quelle medie.

norme di riferimento

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;*

**UNI 8199** – *Acustica. Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;*

**UNI 8852** – *Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo;*

**UNI 11169** – *Impianti di climatizzazione degli edifici. Impianti aeraulici ai fini di benessere. Procedure per il collaudo;*

**UNI EN 15240** – *Ventilazione degli edifici. Prestazione energetica degli edifici. Linee guida per l'ispezione degli impianti di climatizzazione;*

**UNI EN 15243** – *Ventilazione degli edifici. Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 13791** – *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Criteri generali e procedure di validazione;*

**UNI EN ISO 13792** – *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Metodi semplificati;*

**UNI EN 13779** – *Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.*

### **Art. 78. Impianti elettrici**

#### **Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici**

I materiali elettrici dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia, ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondessero alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente. I materiali forniti e posti in opera devono essere dotati del prescritto marchio CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.



Figura 78.1. Marchio IMQ

norme di riferimento

**CEI 64-7** – *Impianti elettrici di illuminazione pubblica;*

**CEI 64-8** – *Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;*

**CEI 23-17** – *Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;*

**CEI 17-13/1** – *Quadri elettrici;*

**CEI 20-15** – *Cavi isolati con gomma GI con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);*

**CEI 20-19** – Cavi isolati con gomma con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750V, fasc. 662;

**CEI 20-22** – Prova dei cavi non propaganti l'incendio;

**CEI 20-35** – Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;

**CEI 20-37** – Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;

**CEI 20-38** – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV;

**CEI 23-8** – Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori, fasc. 335;

**CEI 23-51** – Quadri di uso domestico e similari;

**CEI 64-9** – Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;

**CEI 34-2** – Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348.

**Legge 1° marzo 1968, n. 186** – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

**Legge 18 ottobre 1977, n. 791** – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

**D.M. 10 aprile 1984** – Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**Legge 17 aprile 1989, n. 150** – Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – Norme per la sicurezza degli impianti;

**D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447** – Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

**D.M. 22 febbraio 1992** – Modello di dichiarazione di conformità;

**D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626** – Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

**D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** – Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

**D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;

**D.M. 10 marzo 2005** – Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;

**D.M. 15 marzo 2005** – Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;

**D.M. 28 aprile 2005** – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. **Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE)** (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.

Oneri specifici per l'appaltatore e campioni da fornire

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei

lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale specializzato alla tipologia degli impianti, e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968. Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare la prevista dichiarazione di conformità dell'impianto come previsto dal **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

#### Caratteristiche tecniche degli impianti

##### Canalizzazioni

##### Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;
- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;
- interrimento.

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

- a) sottotraccia nelle pareti o in murature:
  - PVC flessibile leggero;
  - PVC flessibile pesante.
- b) sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:
  - PVC flessibile pesante;
  - PVC rigido pesante.
- c) tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
  - PVC flessibile pesante;
  - PVC rigido pesante;
  - tubo PVC rigido filettato;
  - guaine guida cavi.
- d) tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
  - PVC rigido pesante;
  - in acciaio;
  - in acciaio zincato;
  - tubo PVC rigido filettato;
  - guaine guida cavi.
- e) tubo da interrare:
  - PVC rigido pesante;
  - PVC flessibile pesante;
  - cavidotti;
  - guaine guida cavi.

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

#### Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di

sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi.
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma **CEI 23-19**, o canali portacavi rispondenti alla norma **CEI 23-32**.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**CEI 64-8**).

Le prese telefoniche devono esserle collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

#### Canalizzazioni interrate

Per le canalizzazioni interrate dovranno essere utilizzati cavidotti a doppio strato destinati appositamente alla protezione di cavi elettrici in Bassa Tensione.

La canalizzazione dovrà essere costituita da due elementi tubolari coestrusi, quello esterno corrugato e quello interno liscio. Dovrà essere di polietilene e dovrà presentare una resistenza allo schiacciamento maggiore di 450 N con una deformazione del diametro interno pari al 5%. Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del fascio dei cavi in esso contenuto, e il raggio di curvatura minimo non dovrà superare di 15 volte il diametro esterno.

Eventuali giunti o raccordi con scatole o altri tubi, dovranno essere eseguiti tramite l'utilizzo di appositi manicotti, raccorderie e guarnizioni tali da garantire il grado di protezione richiesto. La profondità di posa dovrà essere maggiore di 0.5 metri.

Lungo il percorso dei cavidotti si dovranno posare pozzetti carrabili con dimensioni come da schemi planimetrici ad intervalli non superiori di 15 metri e rigorosamente ad ogni variazione di direzione.

#### Canalizzazioni incassate a muro e/o pavimento

Le canalizzazioni incassate dovranno essere realizzate con tubi in pvc flessibile di tipo pesante in conformità alle norme del comitato CEI 23.

Per la separazione dei circuiti di potenza dai circuiti ausiliari e da quelli elettronici (impianto citofonico, telefonico e antintrusione) dovranno essere realizzate tubazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; saranno ammesse cassette di derivazione comuni a più impianti solo se previste di apposite separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Il diametro interno delle tubazioni dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in essi contenuti.

#### Canalizzazioni in tubo a vista in materiale plastico

Dovranno essere utilizzati tubi a vista in pvc con accessori in pvc entrambi di tipo rigido autoestinguente conforme alle norme del Comitato CEI 23.

I tubi dovranno essere fissati a parete o a soffitto con appositi supporti a collare o a scatto ad intervalli tali da non permettere la flessione della tubazione con qualsiasi condizione climatica. Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del fascio dei cavi in esso contenuto.

#### Canalizzazioni in canalina a vista in materiale plastico

Dovranno essere utilizzate canaline in pvc di tipo autoestinguente conforme alle norme del Comitato CEI 23.

Le canaline di distribuzione dovranno essere fissate a parete o a soffitto con tasselli sul fondo ad intervalli e posizioni tali da rendere la canalizzazione ben stabile e gradevole dal punto di vista estetico.

Per le variazioni di direzione o nei raccordi con apparecchiature o cassette di derivazione, dovranno essere adoperati appositi accessori certificati dal costruttore che garantiscano il grado di protezione richiesto in progetto.

Dovranno avere traversine fermacavi a intervalli tali da permettere la facile apertura con attrezzo e la facile chiusura.

Eventuali raccordi canalina-tubo incassato o canalina-tubo a vista dovranno essere realizzati con cassetta di derivazione per canalina; eventuali raccordi canalinaapparecchiature elettriche dovranno essere realizzati con appositi raccordi.

Per la separazione, come indicato nella relazione tecnica, dei circuiti appartenenti a categorie diverse, dovranno essere utilizzate canaline previste di appositi separatori.

La sezione delle canaline dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuta.

#### Canalizzazioni in passerella a filo

Canalizzazioni a passerelle a filo metallico per la creazione di infrastrutture porta cavidotti per la realizzazione di impianti elettrici, rispondente ai più elevati standard di qualità costruttiva nonché alle norme tecniche internazionali e a quanto previsto dalla norma vigente CEI EN 61537.

Costituita da elementi rettilinei elettrozincati galvanicamente a freddo dopo la saldatura. Particolarmente indicata per ambienti interni con bassa aggressività ambientale.

Dovranno essere fissate a parete o a soffitto con appositi sistemi di supporto ad intervalli e posizioni tali da rendere la canalizzazione ben stabile e gradevole dal punto di vista estetico. Per le variazioni di direzione o nei raccordi con apparecchiature o cassette di derivazione, dovranno essere adoperati appositi accessori certificati o dovranno essere eseguite tutte le modalità di corretto montaggio fornite dal costruttore.

La sezione delle passerelle/canali dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuta.

#### Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circo- scritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circo- scritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

#### Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

- a) sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione;
  - elementi di continuità elettrica.
- b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione.
- c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa:
  - canale battiscopa portacavi;
  - canale cornice per stipite;
  - giunzioni piana lineare;
  - deviazione:
  - angolo;
  - terminale.
- d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:
  - condotto;
  - elementi di giunzione;
  - elementi di derivazione;
  - elementi di incrocio;
  - cassette e scatole a più servizi;



- torrette.
- e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione;
  - elementi di continuità elettrica.

#### Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**CEI 64-8**);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

#### Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

**CEI EN 50086-1** – Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;

**CEI EN 50086-2-1** – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori; **CEI EN 50086-2-2** – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori; **CEI EN 50086-2-3** – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori; **CEI EN 50086-2-4** – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;

**CEI EN 60529** – Gradi di protezione degli involucri.

#### Morsetti e connessioni

Le giunzioni dovranno essere realizzate esclusivamente all'interno delle cassette di derivazione e utilizzando morsetti trasparenti del tipo a vite unica conformi alle norme CEI.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti con grado di protezione non inferiore a IP 20.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme EN 50022 e EN 50035. I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

---

#### norme di riferimento

**CEI EN 60947-7-1**;

**CEI EN 60998-1**;

**CEI EN 60998-2-2**;

**CEI EN 60998-2-3**;

**CEI EN 60998-2-4**.

#### Cavi e conduttori

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

I cavi per posa in cavidotti dovranno essere di tipo per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Dovranno rispondere alle normative CEI 20-13/20-22II/20-35 (EN50265)/20-37/20-52, tabelle UNEL 35375 – 35376 – 35377.

Nel caso di posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche, durante l'installazione si deve impedire che il cavo, quando tirato, giri sul proprio asse.

I cavi per posa in canalizzazioni o tubazioni plastiche/metalliche, o direttamente poggiate in controsoffittature, dovranno essere di tipo per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in polivinilcloruro, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, tipo FROR 450/750V.

Dovranno rispondere alle normative CEI 20-13/20-22II/20-35 (EN50265)/20-37/20-52, tabelle UNEL 35375 – 35376 – 35377.

I cavi utilizzati entro tubazioni incassate potranno invece essere di tipo non propagante l'incendio e la fiamma, in conformità alle norme CEI 20-22 e CEI 20-35.

Si potranno utilizzare cavi tipo N07V-K, isolati in PVC, avente conduttore a corda flessibile in rame ricotto.

Non sono ammessi cavi di colore giallo o verde ed in ogni punto dell'impianto dovranno essere riconoscibili i conduttori di neutro e di protezione. Per la distinzione dei cavi dovrà essere prevista la seguente colorazione, in conformità con la norma CEI-UNEL 00722 e CEI 16-4:

- bicolore giallo-verde: conduttore di terra, di protezione e di equipotenzialità;
- color blu chiaro: conduttore di neutro;
- color nero/marrone/grigio: conduttore di fase.

Le sezioni minime dei conduttori, qualunque sia il carico da alimentare, non dovranno mai risultare inferiori a 1,5 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di neutro dovranno avere la stessa sezione dei conduttori di fase.

Tutti i circuiti dovranno essere riconoscibili all'interno della scatole di derivazione e all'interno del quadro generale. A questo scopo dovranno essere utilizzate apposite fascette e cartellini identificativi o numerati con targhette indelebili.

#### Posa in opera delle condutture

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

#### Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)** per la non propagazione dell'incendio, e alle norme **CEI 20-37 (EN**

**50267 e EN 61034)** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;

- cavi LS0H resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **CEI 20-36 (EN 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

#### Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
  - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
  - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.
- conduttori di protezione: devono avere sezioni di: .....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>:

- conduttore di terra:
  - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
  - non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
  - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttori equipotenziali supplementari:
  - fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
  - fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
  - fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

#### Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;

- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**. Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

#### 78.4.4. Quadri elettrici di distribuzione

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc. In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

I quadri elettrici utilizzati dovranno essere di tipo a parete o da incasso costruito in materiale plastico autoestinguente o in materiale metallico, facenti parte della categoria di quelli destinati a impianti civili e similari che rientrano nell'applicazione della Norma CEI 23-51 che semplifica gli adempimenti normativi.

La norma è applicabile in quanto il quadro è destinato a una installazione fissa, la temperatura ambiente in genere non è superiore ai 25° C, non sono presenti correnti nominali in entrata superiori a 125A e la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione non è superiore a 10 KA.

Il grado di protezione non dovrà essere mai inferiore a IPXXB.

#### Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

#### Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e

per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una condotta dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

#### Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto,

centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

#### Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

#### Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

#### Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature

necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

#### Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

#### Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

#### Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3** e **CEI 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto. I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:

- a) quadri di distribuzione di piano:

- larghezza: ..... cm;

- altezza: ..... cm;

- profondità: ..... cm.

b) quadri per ambienti speciali:

- larghezza: ..... cm;

- altezza: ..... cm;

- profondità: ..... cm.

Il portello deve essere del tipo ..... (non trasparente, trasparente) con apertura

..... (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante. Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono

essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhio.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

#### Targhe

Ogni quadro dovrà essere munito di apposita serratura chiusa a chiave e riportare una targa indelebile, che potrà essere posta anche dietro lo sportello, con i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore;
- elemento di identificazione del quadro (tipo, numero o altro mezzo);
- tensione nominale di funzionamento;
- corrente nominale del quadro e frequenza;
- natura e frequenza della corrente;
- grado di protezione (se superiore a IP2XC).

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

#### Identificazioni dei singoli circuiti

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

#### Dimensioni per ampliamenti futuri

I quadri dovranno essere muniti di sportello e avere un numero di moduli tali da permettere un aumento delle apparecchiature pari ad almeno il 30% di quelle previste negli schemi elettrici, mantenendo una sovratemperatura interna del quadro più bassa di almeno il 20% della temperatura massima ammessa.

#### Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto- muratura.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:

– larghezza: ..... cm;

– altezza: ..... cm;

– profondità: ..... cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:

– larghezza: ..... cm;

– altezza: ..... cm;

– profondità: ..... cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

norma di riferimento

**CEI 23-48.**

### Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza viti e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli. I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996 e D.M. n. 236/1989**) e le norme **CEI 23-9** e **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (**CEI EN 60669-2-1**);
- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11, P30 (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati RJ45, TV terrestre e satellitare (**CEI EN 50083-4**), prese telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Gli apparecchi complementari devono presentare le seguenti caratteristiche:

- comando: .....
- prese di corrente: .....
- prese per trasmissione dati: .....
- allarmi: .....
- ricezione: .....
- controllo: .....
- interruttori differenziali: .....

### Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a

valutarne il grado d'efficienza.

**Impianti a tensione nominale = 1000 V corrente alternata**

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario (CEI 64-12)*.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

**Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata**

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

**Elementi dell'impianto di terra 78.4.7.3.1. Dispersore**

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra, ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

**Conduttore di terra**

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 78.1.

**Tabella 78.1. Sezioni minime del conduttore di terra**

**Caratteristiche di posa del conduttore    Sezione minima [mm<sup>2</sup>]**

Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente 16 (rame) 16 (ferro zincato)

Non protetto contro la corrosione 25 (rame) 50 (ferro zincato)

**Collettore (o nodo) principale di terra**

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;



- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

#### Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 78.2, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

**Tabella 78.2. Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)**

**Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio [mm<sup>2</sup>]**      **Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm<sup>2</sup>]**      **Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm<sup>2</sup>]**

Minore o uguale a 16      Uguale a 35      16      16

Maggiore di 35      Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme      Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

#### Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee, ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **CEI 64-8/5**).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione. È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

#### Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

#### Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

#### Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

zona 0 È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

zona 1 È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.

zona 2 È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

zona 3 È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1) – come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso – quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre, l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone, e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

#### Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**. In particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a pa- rete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.

#### Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatola passa-cordone.

#### Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati, sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### Interruttori di comando e protezione, apparecchi di segnalazione e accessori modulari

Tutti gli interruttori di comando e protezione, gli apparecchi di segnalazione e gli accessori da abbinare a tali componenti dovranno essere modulari, adatti per il montaggio su guida DIN 35. Gli interruttori magnetotermici dovranno essere dimensionati sulle indicazioni riportate nella relazione tecnica. Dovranno essere conformi alle normative CEI EN 60898 e CEI 23-3.

Le caratteristiche nominali di ogni interruttore sono riportate negli schemi unifilari.

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia passante  $I_2 \cdot t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Gli interruttori magnetotermici differenziali dovranno essere conformi alle normative CEI EN 61009-1; le caratteristiche nominali di ogni interruttore sono riportate negli schemi unifilari. Gli accessori modulari dovranno essere conformi alle normative vigenti; per i contatti ausiliari o di allarme dovranno essere compatibili e abbinabili con gli interruttori di comando e protezioni.

#### Apparecchiature di comando, prese e componenti terminali d'impianto

Tutti gli interruttori, pulsanti, prese e componenti terminali di impianto facenti parte delle categorie ad uso civile e similare, dovranno essere installati a scatto su telai isolanti fissati a vite su scatole isolanti da incasso o di tipo a vista. In quest'ultimo caso il contenitore da parete dovrà essere munito di calotta stagna per garantire il grado di protezione desiderato.

Interruttori, pulsanti o qualsiasi tipologia di comando funzionale dovranno essere adatte a una tensione nominale pari a 250 V e corrente nominale pari a 16A.

Le prese dovranno essere di tipo con alveoli protetti.

#### Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

##### Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma **CEI 81-1**. Le norme **CEI 81-1** prevedono quattro livelli di protezione.

**Tabella 78.3. Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche**

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

### Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

### Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1**, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

### Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

- LPS esterno;
- LPS interno.

#### LPS esterno

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini. I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

#### LPS interno

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione (normali o naturali);

- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

#### Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per accertare che:

- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **CEI 81-1**.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Secondo l'art. 2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

#### Norme di riferimento

**CEI 81-1** – *Protezione di strutture contro i fulmini;*

**CEI 81-3** – *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;*

**CEI 81-4** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;*

**CEI 81-5** – *Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);*

**CEI 81-6** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione;*

**CEI 81-7** – *Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;*

**CEI 81-8** – *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.*

#### Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**. La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);

- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

#### Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura. Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

#### Impianto citofonico

L'impianto citofonico dovrà essere di tipo 4+n fili e dovrà essere così composto:

a) stazione esterna costituita da:

- una pulsantiera citofonica in acciaio satinato con 10 pulsanti;
- un posto esterno per la comunicazione;
- una serratura elettrica su cancello o portone, azionata da uno o più pulsanti interni;
- scatola da incasso

b) stazioni interne ai singoli appartamenti, costituite ciascuna da:

- un apparecchio citofonico in comunicazione con la coppia esterna.

c) alimentatore audio

L'alimentazione microfonica sarà a 6/12V in corrente continua (SELV) mentre per l'alimentazione sarà prevista una tensione alternata di 12V (SELV).

Il pulsante e la tastiera esterni saranno in materiale non igroscopico, le targhette dovranno essere sostituibili.

L'apparecchiatura installata all'esterno dovrà essere di tipo tale che non sia possibile lo smontaggio di nessuna parte di essa, senza l'ausilio di attrezzi.

Essa dovrà essere protetta da una piastra con fessure che non ostacolino la trasmissione del suono sia per il

microfono sia per il ricevitore.

Microfoni e ricevitore saranno del tipo a chiusura stagna o comunque protetto in modo da impedire che l'infiltrazione di acqua o di umidità danneggi le caratteristiche di trasmissione.

#### **Impianto antieffrazione e antintrusione**

I sistemi proposti dovranno essere, conformi a quanto previsto dalle norme CEI 79-2 per gli impianti di antintrusione.

L'impianto antintrusione dovrà essere previsto solo a protezione degli ingressi a piano terreno. Il sistema dovrà essere composto da una centrale di allarme a ..... zone espandibile, alloggiata in un involucro metallico di opportuna robustezza ed installata nel locale indicato negli schemi planimetrici che dovrà dialogare con gli apparati periferici.

L'impianto anti-intrusione deve essere dotato di:

- alimentazione propria basata su batterie in grado di alimentare l'impianto per un periodo di ..... ore;
- sistema di alimentazione primaria supplementare è in grado di alimentare il sistema di allarme intrusione per ..... ore, senza avere effetti sul periodo di autonomia di alimentazione secondaria.

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla legge 1° marzo 1968 n. 186. Inoltre, devono essere rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984, per quanto applicabili.

#### norme di riferimento

**CEI 79-2** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;*

**CEI 79-3** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antirapina e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;*

**CEI 79-4** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;*

**CEI 79-5** – *Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni di sicurezza (allarmi). Parte 1: Livello di trasporto;*

**CEI 79-6** – *Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni di sicurezza (allarmi). Parte 2: Livello applicativo;*

**CEI 79-11** – *Centralizzazione delle informazioni di sicurezza. Requisiti di sistema;*

**CEI 79-13** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature. Linee guida per l'installazione di sistemi di controllo accessi;*

**CEI 64-8** – *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;*

**CEI 64-9** – *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare;*

**CEI 64-10** – *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento;*

**CEI 64-2** – *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio;* **CEI S/423** – *Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione;* **CEI 103-1** – *Impianti telefonici interni;*

**CEI 64-50:UNI 9620** – *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

**CEI 12-13** – *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza;*

#### **78.9.1. Verifiche**

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- controllo a vista del posizionamento, fissaggio e accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, e verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie, e del dimensionamento degli alimentatori installati;

- controllo operativo delle funzioni concordate, e in particolare:
  - risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
  - risposta dell'impianto ad eventi temporali;
  - risposta dell'impianto ad interventi manuali.

#### 78.10. Verifiche sull'impianto elettrico

Le verifiche dell'impianto elettrico realizzato dall'impresa hanno lo scopo di accertare la rispondenza dell'impianto elettrico alle prescrizioni progettuali riguardo ai componenti e alle eventuali caratteristiche prestazionali richieste. Le verifiche in generale debbono essere condotte secondo le indicazioni della norma CEI 64-8/6, in particolare:

- a) art. 61.2 – esame a vista;
- b) art. 61.3 – prove.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

In linea generale, fermo restando la discrezionalità del collaudatore, le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista;
- 2) rilievi strumentali;
- 3) calcoli di controllo.

#### Esame a vista

L'esame a vista (norma CEI 64-8/6, art. 61.2.) che può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto, sia alla fine dei lavori con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto al progetto, partendo dall'esame della documentazione: schemi a blocchi, elaborati grafici planimetrici, schemi quadri elettrici, manuali d'uso, ecc.

L'esame a vista deve accertare che i componenti elettrici siano (norma CEI 64-14):

- a) conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;
- b) scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni delle norme CEI applicabili, ed eventuali prescrizioni del produttore;
- c) non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza. Gli esami a vista secondo la norma CEI 64-14 possono essere di due tipi:

- 1) ordinario: senza l'uso di utensili o di mezzi di accesso, per individuare difetti dei componenti allo sguardo (mancanza di ancoraggi e dati di targa, involucri rotti, ecc.) e la scelta corretta dei componenti in relazione al luogo d'installazione;
- 2) approfondito: con l'uso di attrezzi che consentono l'apertura di scatole di derivazione, quadri, ecc. (connessioni non effettuate, morsetti lenti, grado di protezione IP corretto, ecc.). L'esame approfondito richiede necessariamente il controllo dei componenti in funzione:
  - dello stato di conservazione dell'impianto;
  - delle condizioni ambientali;
  - della gravosità dell'uso;
  - del livello della documentazione di progetto o esecutiva.

#### Misure e le prove strumentali

La prova strumentale consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. Le prove con riferimento previste al paragrafo 61.3. della norma CEI 64-8/6 sono quelle di seguito riportate da eseguire preferibilmente nell'ordine indicato nella tabella 78.4.

**Tabella 78.4. Misure e prove strumentali**

N.	Tipo di prova o misura	Paragrafo CEI 64-8/6
a)	Continuità dei conduttori di protezione	61.3.2
b)	Resistenza di isolamento dell'impianto elettrico	61.3.3
c)	Protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica	61.3.4
d)	Resistenza dei pavimenti e delle pareti	61.3.5
e)	Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione	61.3.6
f)	Protezione addizionale	61.3.7
g)	Prova di polarità	61.3.8
h)	Verifica della sequenza delle fasi	61.3.9



- i) Prove di funzionamento 61.3.10  
 j) Verifica della caduta di tensione 61.3.11

Gli strumenti di misura e gli apparecchi di controllo devono essere conformi alle norme della serie CEI EN 61557. La norma CEI 64-8/6 stabilisce che nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso,

#### Calcoli di controllo

I calcoli di controllo per la verifica degli impianti elettrici possono riguardare:

- 1) controllo dei coefficienti di stipamento dei tubi;
- 2) controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico;
- 3) controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, poteri d'interruzione degli apparecchi e correnti di picco e di breve durata massime ammissibili;
- 4) controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito;
- 5) calcolo di verifica delle cadute di tensione nelle linee;
- 6) accertamenti dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione;
- 7) controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi d'interruzione del guasto a terra;
- 8) controllo del coordinamento fra impedenza totale dell'anello di guasto e dispositivo d'interruzione del guasto;
- 9) verifica delle sezioni del conduttore di terra e dei conduttori di protezione.

Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere – per tipo e posizione planimetrica e altimetrica – tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (tabella 78.5).

**Tabella 78.5. Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione**

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
Interruttori	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
Campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
Pulsanti bottoniere ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto: 120 cm
Prese luci	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
Citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
Telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

#### Verifiche illuminotecniche

##### Generalità

Le verifiche illuminotecniche devono comprendere:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le norme di riferimento per il progetto dell'impianto di illuminazione sono le norme:

- **UNI 10380. Illuminazione d'interni con luce artificiale;**
- **CEI EN 60598-1 (CEI 34-21). Apparecchi di illuminazione. Parte I: prescrizioni generali e prove.**

##### Esami a vista

L'esame a vista deve essere condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto esecutivo; deve essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, alle prescrizioni progettuali.

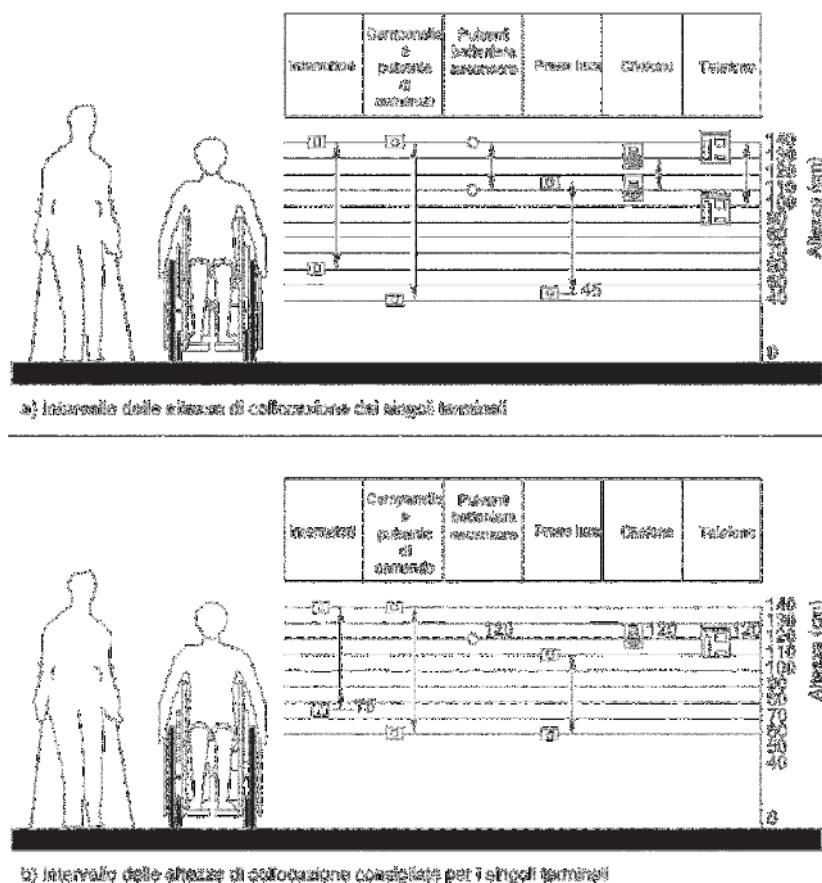


Figura 78.2. Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

#### Rilievi strumentali

I rilievi strumentali dipendono dall'importanza e complessità dell'impianto di illuminazione, in generale è consigliato l'impiego di strumenti di misura non inferiore alla classe B (tabella 78.6).

Gli strumenti di misura devono essere tarati almeno ogni 2 anni.

I rilievi strumentali possibili di un impianto illuminotecnico sono:

- misure di illuminamento;
- misure di luminanza;
- misure di abbagliamento;
- misure di CRF (illuminazione di interni).

Le misurazioni devono essere eseguite alla tensione nominale di esercizio.

**Tabella 78.6. Precisioni richieste agli strumenti di misura in relazione alle classi di impiego**

Classe	Impiego	Limite di incertezza (%) dello strumento	
		Luxmetri	Luminanzometri
A	Misure di precisione	5	7,5
B	Misure su impianti in esercizio	10	10
C	Misure orientative	20	20

#### Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure strumentali finalizzate alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto;
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

### Art. 79. Impianti di ascensori

#### Requisiti

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal **D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** recante il regolamento contenente norme per l'attuazione della **direttiva 95/16/CE** sugli ascensori, e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Tutto l'impianto e la strumentazione annessa deve essere di nuova produzione e corredato dalla documentazione necessaria ad attestarne il rispetto di tutta la normativa vigente, ivi compreso manuali d'uso e manutenzione.

Il sistema di sollevamento deve essere fornito con tutte le predisposizioni necessarie all'allaccio con le utenze richieste per renderlo pienamente funzionale e funzionante, ivi compreso tutto quanto necessario per l'installazione dell'ascensore all'interno del vano corsa e relativo collegamento al locale macchine.

Il sistema richiesto deve essere costituito dalla fornitura e posa in opera di una quantità pari a n.

..... impianti ascensori oledinamici automatici, rispondente alle norme di cui sopra.

Gli impianti di sollevamento devono avere una portata tale da consentire il trasporto di almeno

n. .... persone, realizzando un totale di n. .... fermate tra il piano ..... ed il piano .....

#### Caratteristiche tecniche generali

Portata [kg]	630
Persone trasportabili [q.tà]	8
Velocità [m/s]	0,5/0,10
Fermate [q.tà]	.....
Servizi totali [q.tà]	.....
Forza motrice [V]	380
Luce [V]	220

#### Vano di corsa

Corsa [mm]	4800
Fossa [mm]	1500
Testata [mm]	3600
Larghezza [mm]	1600
Profondità [mm]	1800
Realizzazione in calcestruzzo armato	

#### Caratteristiche della cabina

Larghezza [mm]	1100
Profondità [mm]	1400
Altezza [mm]	2100

#### Porte di cabina

Luce netta [mm]	800
Altezza [mm]	2000

#### Porte di piano

Luce netta [mm]	800
Altezza [mm]	2000

#### Caratteristiche della pulsantiera di cabina

Presenza di pulsanti di piano	
Allarme	
Riapertura porte	
Iscrizioni in rilievo e Braille	
Segnalazione acustica arrivo al piano	
Citofono vivavoce con alimentatore	
Luce di emergenza – Autonomia [h]	= 3
Display su colonnetta in acciaio inox	

#### **Caratteristiche delle pulsantiere di piano**

Presenza di pulsante di chiamata con segnale luminoso di occupato  
Placca segnapiano  
Pulsante luminoso di allarme  
Inscrizioni in rilievo e Braille Piastra in acciaio inox

#### **Opere e forniture a carico del fornitore**

Montaggio di tutte le apparecchiature  
Livellatore di piano  
Guide scorrimento della cabina  
Intelaiatura della cabina  
Collegamento delle parti metalliche dell'impianto alla linea di "terra" realizzata dal Committente  
Interruttore salvamotore  
Batteria di accumulatori per l'alimentazione del segnale di allarme

Verniciatura con una mano di vernice antiossidante di tutte le parti in ferro dell'impianto (tranne parti zincate)  
Olio di primo riempimento  
Imballo dei materiali

#### **Considerazioni generali e osservazioni preliminari**

Applicazione della **direttiva 89/392/CEE**, modificata dalle **direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE**.

Allorquando sussiste un rischio che non è trattato nell'allegato I del **D.P.R. n. 162/1999**, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**.

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto. Devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

#### **Aspetti specifici**

##### **Cabina**

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili, e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

#### **Elementi di sospensione e elementi di sostegno**

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

#### **Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)**

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti, qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

#### Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina. L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

#### Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi. Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

#### Requisiti per prevenire rischi alle persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile. L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema. Tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite, a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

#### Requisiti per prevenire rischi alle persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti (ad eccezione di aperture di ventilazione), e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano. In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina. In questo caso, lo spazio libero deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi. Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero.

Gli ascensori devono essere costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

#### Requisiti tecnici per le cabine

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento. Quando devono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, devono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale

del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta. Inoltre, deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza devono essere costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

#### Targa riportante il carico nominale, numero max di persone e numero di matricola

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile, nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di persone che possono prendervi posto, nonché il numero di matricola. Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

#### Libretto di istruzioni per i componenti di sicurezza

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato **D.P.R. n. 162/1999**, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore, di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.

Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

#### Marcatura CE di conformità

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile, conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. n. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o

sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio, purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE, l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

#### 79.9. Componenti di sicurezza

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R.

n. 162/1999 è il seguente:

- dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- dispositivi paracadute (di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1) che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- ammortizzatori ad accumulazione di energia a caratteristica non lineare o con smorzamento del movimento di ritorno;
- ammortizzatori a dissipazione di energia;
- dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

##### 79.9.1. Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal **D.M. n. 236/1989** per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:

- a) negli edifici di nuova edificazione non residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 m x 1,50 m.
- b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 x 1,50 m.
- c) l'ascensore, in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,40 x 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento, la porta di piano può essere ad anta incernierata, purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno otto secondi, e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a quattro secondi.

L'arresto ai piani deve avvenire con auto livellamento, con tolleranza massima  $\pm 2$  cm. Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m, e una luce d'emergenza con autonomia minima di tre ore. I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in braille (in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri braille).

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile

con ritorno automatico.

#### Impianto elettrico<sup>7</sup>

L'impianto elettrico degli ascensori, oltre alle norme specifiche, deve fare riferimento alle seguenti norme riguardanti:

- il quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore);
- gli impianti elettrici di alimentazione e gli impianti ausiliari per gli ascensori;
- gli ascensori antincendio e di soccorso.

#### quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore)

Il quadro elettrico di sezionamento locale ascensore può essere di competenza:

- dell'installatore elettrico;
- dell'installatore dell'impianto di ascensore.

Il quadro elettrico di sezionamento delle linee di energia e luce, e di protezione delle linee luce, deve avere struttura in materiale isolante o lamiera, posizionato all'interno del locale sala macchina ascensori, immediatamente vicino alla porta d'ingresso.

Per impianti senza locale macchina (Machine Room Less, MRL) le apparecchiature del quadro devono essere posizionate all'interno del pannello di manutenzione posto all'esterno del vano corsa. Il grado di protezione deve essere di almeno IP 30.

Il quadro deve contenere indicativamente un interruttore di sezionamento della linea di energia per ciascun ascensore, con protezione magnetotermica del tipo:

<sup>7</sup> <http://www.capitolatitecnici.it>, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

- con protezione differenziale (di tipo B in presenza di circuiti in corrente continua: IEC 60755);
- con sensibilità massima di 1,0 A e sensibilità minima di 0,3 A per impianti dotati di variatore di frequenza.

Per gli ascensori dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

#### impianti elettrici di alimentazione e impianti ausiliari per Gli ascensori

La linea di alimentazione di un ascensore deve partire dall'interruttore di protezione differenziale posto sul quadro elettrico generale, che può essere posizionato:

- nel locale contatore;
- nel locale portineria o piano.

L'interruttore generale posto sul quadro interruttori del locale del macchinario deve poter togliere tensione all'impianto, salvo che alle linee di illuminazione. In alcuni casi, per impianti senza locale del macchinario, può essere richiesto un sezionatore sottocarico da posizionarsi all'interno del vano corsa all'ultimo piano dell'edificio servito dall'ascensore.

La sensibilità dell'interruttore differenziale del quadro elettrico di distribuzione dell'energia (posto all'inizio della linea di alimentazione) deve essere tale da garantire la protezione dai contatti indiretti e consentire la continuità di servizio dell'impianto.

Se gli ascensori devono essere dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori, non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati in posizione accessibile dall'ingresso:

- una presa protetta;
- un interruttore per l'accensione dell'illuminazione;
- un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore.

Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di



comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

#### asCensori antinCendio e di soCCorso

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati una presa protetta, un interruttore per l'accensione dell'illuminazione e un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore accessibili dall'ingresso.

Il tetto della cabina deve essere dotato di una botola delle dimensioni minime di 0,50 · 0,70 m. Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

La linea di alimentazione deve essere distinta dalle linee di alimentazione di altri ascensori e deve essere suddivisa in:

- alimentazione ordinaria;
- alimentazione secondaria di sicurezza.

I montanti dell'alimentazione elettrica secondaria del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria del macchinario e devono avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano corsa, e comunque non inferiore a REI 60.

In caso di incendio il passaggio dall'alimentazione primaria a quella secondaria di sicurezza deve essere automatico per cui occorre prevedere un dispositivo di tele-commutazione, ubicato:

- all'interno del locale macchina (qualora esistente);
- in armadio posto in corrispondenza nell'ultima fermata in alto in prossimità del pannello di manutenzione (qualora non esista il locale macchina).

Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

I vani degli impianti di sollevamento devono essere conformi al **D.M.15 settembre 2005**.

#### Caratteristiche costruttive del vano corsa e dell'intelaiatura di sostegno della cabina

Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituite da materiale non combustibile.

Le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se poste in alto e se esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.

I setti di separazione tra vano di corsa e locale del macchinario (se esiste) o locale delle pulegge di rinvio (se esiste), devono essere realizzati con materiale non combustibile. I fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.

All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e delle aree di lavoro destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto, come prescritto dalla **direttiva 95/16/CE**.

L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile.

Le pareti, il pavimento e il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento e il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile. Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse.

### Vano di corsa

In relazione alle pareti del vano di corsa, si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:

- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

### Vano aperto

Si considera *vano aperto* un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio. In tal caso, è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, e le eventuali altre porte o portelli di soccorso e ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

### Vano protetto

Si considera *vano protetto* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'im- pianto, che debbono attra-versare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto 85.4.1;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica e avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

### Vano a prova di fumo

Si considera *vano a prova di fumo* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le e porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'im- pianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco;
- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

**Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario**

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e/o degli spazi del macchinario, devono essere fra loro separate e aperte direttamente, o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti, a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.

L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio (se esistono), deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti. Le aperture realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare devono essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili, ecc.). Tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.

La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio. Allo stesso modo, la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario (se esiste), può attraversare il vano di corsa e il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

### Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa per un ascensore antincendio deve possedere almeno le seguenti caratteristiche:

- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario (se esiste), gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e appartenere a

compartimenti differenti;

- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- l'accesso al locale macchinario (se esiste), agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro, deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m<sup>2</sup> aperta, esterna all'edificio, oppure protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime di 0,50 m · 0,70 m, di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le

dimensioni interne della cabina devono essere di almeno 1,10 m · 2,10 m, con accesso sul lato più corto;

- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio, e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria e avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio, il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio (se esistono), e il tetto di cabina, devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensità luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul piano di calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno un'ora e, comunque, non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario (se esiste), e alle aree di sbarco;
- il materiale elettrico all'interno del vano di corsa (nella zona che può essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio) e l'illuminazione del vano, devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio.

#### 79.11.3. Cartello indicatore di divieto di uso in caso d'incendio

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione "Non usare l'ascensore in caso d'incendio". In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.

### Art. 80. Scavi per la posa in opera delle tubazioni

#### 80.1. Posa in opera delle tubazioni interrato

La posa in opera delle tubazioni con riferimento al punto 2.1.2. del D.M. 12 dicembre 1985 deve tenere conto delle interazioni tubazioni-terreno di posa.

La posa in opera di collettori per fognatura interrati in trincee, e delle tubazioni interrate in generale, deve rispettare le prescrizioni della norma **UNI EN 1610** e le ulteriori raccomandazioni del produttore dei tubi. Per le condotte non in trincea si rimanda alla **UNI EN 12889** (Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami). Per la posa in opera delle tubazioni funzionanti a pressione si rimanda alla norma **UNI EN**

#### 805. Altri aspetti sulla condotte in pressione e sul reinterro sono trattate dalla norma **UNI EN 1295-1**.

La larghezza minima della trincea deve rispettare il valore indicato nella tabella 80.1. con riferimento alla norma **UNI EN 1610**, determinate in funzione del diametro esterno  $D_e$  della tubazione; nella tabella 80.1. sono indicate anche le misure minime per trincee supportate e trincee non supportate. In generale deve essere lasciata una larghezza minima  $x/2$  tra la parete della trincea e il tubo o tra il supporto della trincea e il tubo (figura 80.1).

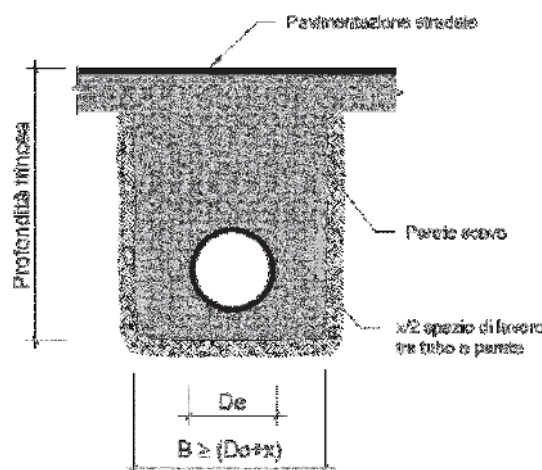


Figura 80.1. Larghezza minima della trincea

La trincea deve avere anche una larghezza minima  $B$  in funzione della profondità; al di sotto di 1 m non è richiesta alcuna larghezza minima per la trincea, per profondità maggiore di 100 cm è richiesta una larghezza minima di 80 cm.

**Tabella 80.1. Larghezza minima della trincea in funzione del diametro esterno della tubazione**

Diametro nominale tubazione (DN) misure in mm	Pareti trincea supportate		Pareti trincea non supportate	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta = 60^\circ$	$\beta > 60^\circ$	$\beta = 60^\circ$
$\leq 225$	$De + 40$	$> (De + 40)$		
$da > 225$ a $= 350$	$De + 50$	$De + 50$	$De + 40$	
$da > 350$ a $= 700$	$De + 70$	$De + 70$	$De + 40$	
$da > 700$ a $= 1200$	$De + 85$	$De + 85$	$De + 40$	
$da > 1200$	$De + 100$	$De + 100$	$De + 40$	

$\beta$  è l'angolo della parete della trincea senza cassatura misurato rispetto all'orizzontale.

L'inclinazione  $\beta$  delle pareti della trincea può influire sull'entità del carico del materiale di riempimento sulla tubazione, tali aspetti sono oggetto di calcoli specifici progettuali previsti dalla norma **UNI EN 1295-1** (figura 80.2).

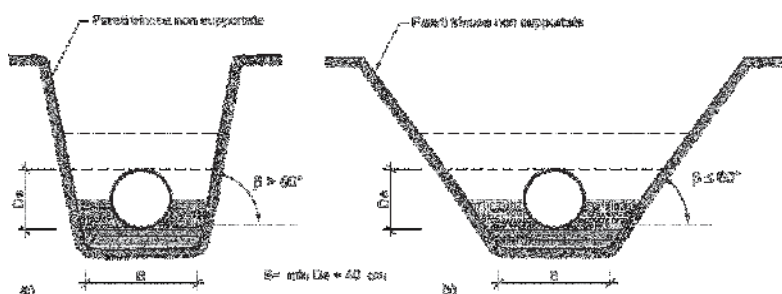


Figura 80.2. Angolo della parete della trincea senza cassatura rispetto all'orizzontale

#### Letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale

Il punto 7.2.1. della norma **UNI EN 1610** per il letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale raccomanda i seguenti spessori minimi (figura 80.3):

- a) letto di posa
  - = 10 cm condizioni di terreno normale
  - = 10 cm terreno duro o roccia
- b) riempimento iniziale
  - = 15 cm sopra il tubo

= 10 cm sopra la giunzione.

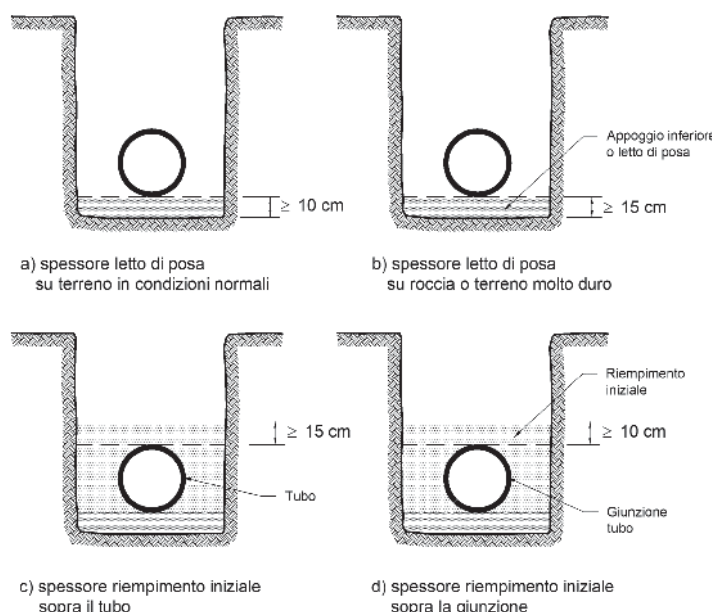


Figura 80.3. Spessori minimi per il letto di posa e il ricoprimento iniziale del tubo

#### Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, rattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

#### Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie, e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

#### Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre. Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

#### Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica e in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

#### Reinterro delle tubazioni

### Reinterro delle condotte in PVC

Il riempimento della trincea e in generale dello scavo per le tubazioni in PVC, quindi tubazioni flessibili, deve essere eseguito nelle ore meno calde della giornata. Si deve procedere sempre a zone e di  $20 \div 30$  m, avanzando in una sola direzione e possibilmente dal basso verso l'alto<sup>8</sup>. In generale può farsi riferimento alle indicazioni della norma **UNI 11149**.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della

<sup>8</sup> Sarplast Iniziative Industriali S.p.A., Manuale tubi in Prfv. Gennaio 2000.

trincee. Il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro  $10 \div 15$  mm oppure di sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere la densità in situ stabilita dal capitolato speciale d'appalto. L'altezza minima del letto di posa solitamente è 10 cm oppure  $D/10$ .

Il materiale di rinfiaccio deve essere costipato a mano evitando che rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiaccio tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto (strato  $L_1$ ) (figura 80.4)

Il secondo strato di rinfiaccio  $L_2$  deve avere spessore fino alla generatrice superiore del tubo.

Il terzo strato  $L_3$  deve avere una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo e mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati  $L_4$  ed  $L_5$ ) deve essere effettuato con col materiale prescritto dal capitolato speciale d'appalto.

Occorre lavorare su tre tratte consecutive e in questo caso devono essere eseguiti contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a  $15 \div 20$  cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla verticale, deve essere lasciato, infine, uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno. Per il materiale di sottofondo e di rinfiaccio è consigliato l'impiego di tessuto geotessile.

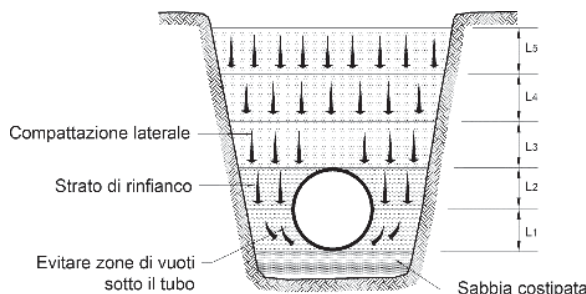


Figura 80.4. Riempimento per strati successivi della trincea per una tubazione in PVC

### Reinterro delle condotte in PE

La posa in opera delle tubazioni in polietilene in pressione si ricorda che deve essere eseguita secondo le indicazioni della norma **UNI 11149** (Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione).

Il produttore dei tubi in PE raccomanda le seguenti prescrizioni per la posa in opera delle condotte in pressione in PE (figura 80.5):

- rinfiaccio effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi;
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi;
- può essere aggiunto uno strato di 15 cm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo;
- il rinfiaccio ed il reinterro fino a 15 cm sopra la generatrice superiore del tubo, possono essere effettuati in un'unica soluzione quando viene usato materiale come sabbia o terra sciolta e vagliata;

- e) il materiale di risulta per il restante reinterro può essere utilizzato compattato in strati di spessore non maggiore di 25 cm, purché non compattati direttamente sopra il tubo fino al raggiungimento di 30 cm di altezza dalla generatrice superiore del tubo;
- f) il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie.

Il punto 11.1. della norma **UNI 11149** raccomanda una profondità minima di interramento di un 100 cm misurata dalla generatrice superiore del tubo. In caso di profondità inferiori è raccomandata la protezione del tubo con guaine tubolari, manufatti in calcestruzzo, ecc.

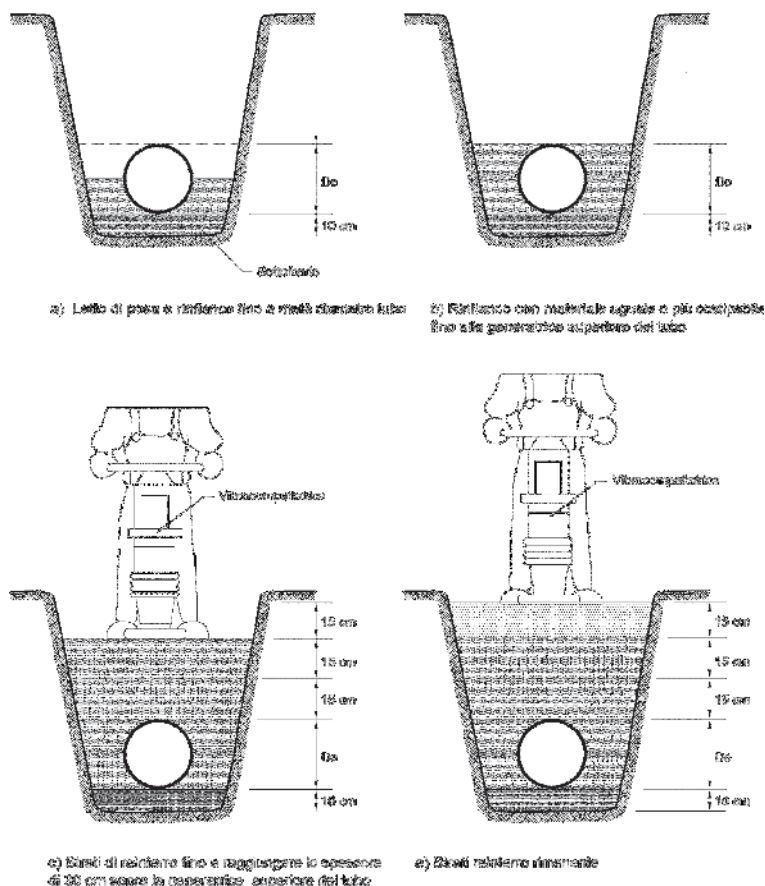


Figura 80.5. Fasi di posa in opera e reinterro di una tubazione in pressione in PE

Il rinterro per i primi 50 cm sopra la generatrice superiore del tubo devono essere eseguiti alle stesse condizioni di temperatura esterna e, preferibilmente, nel periodo meno caldo della giornata. Il riempimento deve essere effettuato avanzando in una sola direzione per tratte di condotta di 20÷30 m.

La compattazione deve essere eseguita generalmente con mezzi meccanici azionati a mano (mazza vibrante, vibratore piatto, rullo vibrante, ecc.). Il grado di compattazione dipende dall'energia meccanica applicata, dal grado di umidità del materiale da compattare, dalla sua natura.

Per prevenire danneggiamenti alla tubazione in caso di successivi lavori di scavo da parte altre imprese è consigliato porre un nastro blu continuo con la dicitura “*Tubazione Acqua*” sulla generatrice superiore della condotta a una distanza da essa di 30 cm, per indicare la presenza della tubazione.

#### Prove di tenuta idraulica

I controlli in opera da parte del direttore dei lavori oltre a verificare la rispondenza contrattuale delle caratteristiche dei materiali impiegati (tubi, giunti, raccordi, apparecchi vari) hanno lo scopo di verificare la perfetta esecuzione delle giunzioni e di riscontrare se i tubi, giunti, raccordi o apparecchi abbiano subito danni durante le operazioni di trasporto e di posa in opera. Le norme di riferimento per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo

delle tubazioni sono:

- D.M. 12 dicembre 1985. *Norme tecniche relative alle tubazioni*;
- C.M. 20 marzo 1986, n. 27291. *D.M. 12 dicembre 1985. Istruzione relative alla normativa per le tubazioni*.

#### Condotte in PEad

Il procedimento della prova di tenuta idraulica di una condotta posata realizzata con tubazioni in polietilene è descritto dal punto 15 della norma:

- **UNI 11149** – *Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi a pressione*.

#### Condotte in PVC per fognature

Il D.M. 12 dicembre 1985 impone, anche per le opere di fognatura, l'esecuzione di collaudi in opera a 0,5 bar per verificare sia la qualità dei materiali che la buona esecuzione dei lavori di posa in opera.

Il decreto indica di eseguire preferibilmente, quando le condizioni di scavo lo consentono, il collaudo idraulico a giunti scoperti in modo che essi possano essere ispezionati visivamente durante il collaudo. Inoltre, esso deve essere condotto su tratti con una pendenza che non ecceda 0,5 metri circa.

La procedura di prova di tenuta idraulica è descritta dalla norma:

- **UNI EN 1610** – *Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura*.

## 6

### ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE

#### Art. 81. Controlli di accettazione del calcestruzzo

##### Resistenza caratteristica

Agli effetti delle Norme tecniche per le costruzioni un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

##### Controlli di qualità del calcestruzzo

Il controllo di qualità consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del calcestruzzo, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto e contrattuali.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

Le prove sul calcestruzzo fornito e messo in opera dall'impresa devono essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, il direttore dei lavori sulla base dei dati forniti dovrà redigere la relazione finale sul controllo di qualità del calcestruzzo.

##### valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il calcestruzzo (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre calcestruzzi conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

##### Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.



#### prove Complementari

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

#### Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di accettazione di cui al punto seguente.

#### Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del calcestruzzo messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee e deve articolarsi, in funzione del quantitativo di calcestruzzo accettato, per l'opera in appalto deve eseguirsi esclusivamente il controllo di tipo B.

#### Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

##### Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito esclusivamente da un laboratorio ufficiale incaricato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 dalla direzione dei lavori, che deve provvedere ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura. Il prelievo deve essere documentato da fotografie.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità della miscela omogenea di calcestruzzo stesso.

#### Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **UNI EN 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo:
  - lato  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .
- provini cilindrici:
  - diametro  $d$  (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
  - altezza pari a due volte il diametro;
  - tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.
- provini prismatici:
  - lato di base  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - lunghezza maggiore o uguale a  $3,5 b$ ;
  - tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm. La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d(b)$ .

#### Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm · 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\varnothing$  16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con rigello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

#### Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **UNI EN 12390-1**.

#### Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove al laboratorio ufficiale incaricato. Il certificato dei risultati della prova a compressione dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

#### Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo

numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);

- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice e dal laboratorio ufficiale incaricato che ha eseguito materialmente il prelievo.

#### Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio ufficiale prova deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

#### Controllo d'accettazione

Sulla base dei certificati di prova a compressione il direttore dei lavori dovrà elaborare le misurazioni e redigere il relativo controllo d'accettazione delle miscele omogenee calcestruzzo fornite e messe in opera dall'appaltatore secondo le prescrizioni contrattuali.

Il solo certificato a compressione di prova non costituisce controllo d'accettazione della miscela omogenea di calcestruzzo.

### **Art. 82. Controlli sul calcestruzzo fresco**

#### Misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

Tali metodi non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato; il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto.

In riferimento alla norma Uni En 206-1 si raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono: = 10 mm e = 210 mm;
- tempo Vebè: = 30 secondi e > 5 secondi;
- indice di compattabilità: = 1,04 e < 1,46;
- spandimento: > 340 mm e = 620 mm.

Le prove per la misura della consistenza deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata con il cono di Abrams.

**Tabella 82.1. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1 da 10 a 40	Umidità	
S2 da 50 a 90	Plastica	
S3 da 100 a 150	Semifluida	
S4 da 160 a 210	Fluida	
S5 > 210	–	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante il metodo Vebé.

**Tabella 82.2. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebé (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Tempo Vebé [s]
V0 $\leq 31$	
V1 da 30 a 21	
V2 da 20 a 11	
V3 da 10 a 6	
V4 da 5 a 3	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante la misura dello spandimento.

**Tabella 82.3. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1 = 340	
FB2 da 350 a 410	
FB3 da 420 a 480	
FB4 da 490 a 550	
FB5 da 560 a 620	
FB6 $\geq 630$	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante l'indice di compattabilità.

**Tabella 82.4. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0 $\leq 1,46$	
C1 da 1,45 a 1,26	
C2 da 1,25 a 1,11	
C3 da 1,10 a 1,04	

### Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1** a cura di un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

La prova per la composizione del calcestruzzo fresco deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come

volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

La prova della quantità d'acqua d'impasto essudata deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### **Art. 83. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera**

#### La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791** fermo restando le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni. Le indagini sulle strutture in opera devono essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 sulla base della pianificazione delle prove in opera stabilite dal direttore dei lavori e dell'eventuale collaudatore statico in corso d'opera.

Le spese per la valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera, sulla base di adeguata motivazione, sono a carico dell'esecutore.

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al paragrafo 10 della norma **UNI EN 13791**.

#### Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

#### Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c = 20 \text{ N/mm}^2$ ), o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione ecc.. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **UNI EN 13791**.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erranei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme uni.

#### Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è ritenuto sia stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla **UNI EN 12504-1**:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontano dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura,

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12504-1** – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

**UNI EN 12390-1** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

**UNI EN 12390-2** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

**UNI EN 12390-3** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;* **UNI EN 13791** – *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

#### verbale di prelevamento dei Campioni di Calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la **UNI EN 12504-1**, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### 83.4. Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Devono essere presi in considerazione i metodi indiretti più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi per esempio: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione e metodi combinati.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della **UNI EN 13791** mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura durante la prova di compressione.

Il direttore dei lavori e/o il collaudatore statico in corso d'opera devono condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità della miscela di calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

##### 83.4.1. Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura durante la prova di compressione. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

#### 83.5. Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

Le indagini dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### **Art. 84. Prove di carico sui pali di fondazione**

#### Prove di verifica in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo- terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del

D.P.R. n. 380/2001.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

#### Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di ~ 50 cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto.

L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.

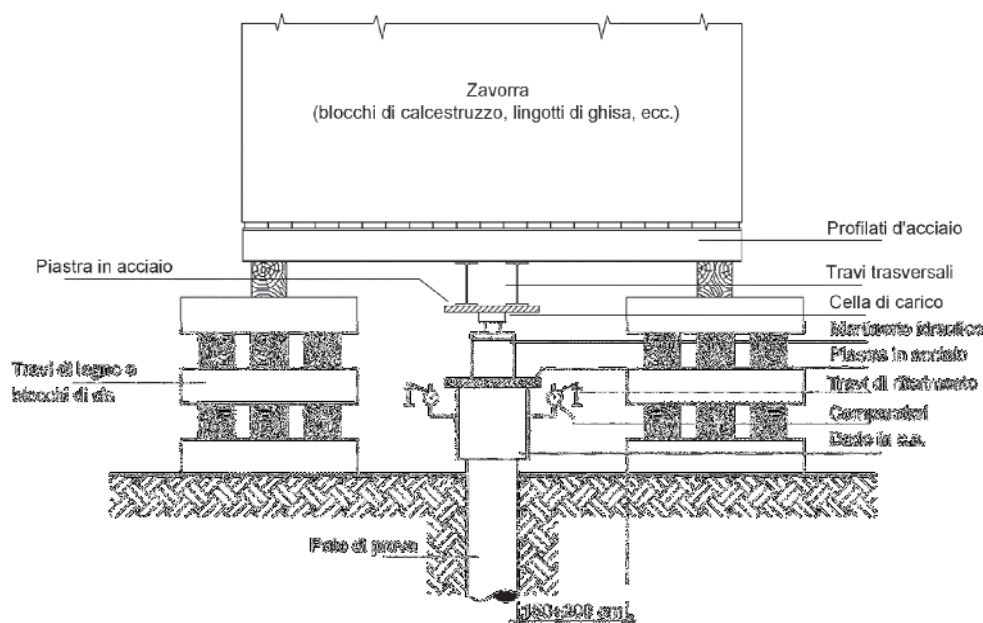


Figura 84.1. Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato

#### Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.



La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle norme tecniche per le costruzioni.

La prova di carico deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

I risultati della prova di carico su palo di fondazione eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si deve aggiungere la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

### **Art. 85. Controlli d'integrità dei pali di fondazione**

#### **Criteri generali**

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali:

- metodo Cross-hole;
- prova di eco sonico;
- prova di ammettenza meccanica verticale.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d = 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dei pali devono essere eseguiti da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi, per esempio carotaggio meccanico) per le successive determinazioni della stazione appaltante in accordo con le disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni riguardo alla non conformità del calcestruzzo in opera rispetto alle prescrizioni contrattuali.

#### **Metodo Cross-hole**

Ai fini dell'esecuzione del controllo Cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35÷42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo non distruttivo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di fare eseguire la prova Cross-hole in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico, al fine di indagare la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde, per ottenere informazioni sulle caratteristiche del getto; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

Il controllo deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### **Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio continuo meccanico del palo deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del calcestruzzo e, se richiesto, del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del calcestruzzo e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio si deve provvedere a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio continuo meccanico del palo deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni del presente capitolato.

#### Scavi attorno al fusto del palo

Gli scavi attorno al fusto del palo potranno essere richiesti all'appaltatore ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua, e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e al suo costipamento, in modo da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### Art. 86. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

#### Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano correttamente serrati;
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

I controlli devono essere eseguiti da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 17635**.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati.

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 17635** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici:*

a) Esame visivo

**UNI EN ISO 17637** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Esame visivo di giunti saldati per fusione;*

**UNI EN ISO 5817** – *Saldatura. Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia). Livelli di qualità delle imperfezioni.*

b) Controllo mediante ultrasuoni

**UNI EN ISO 17640** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Tecniche di controllo, livelli di prova e valutazione;*

**UNI EN ISO 13588** – *Prove non distruttive delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Tecnologia “phased array” automatizzata;*

**UNI EN ISO 11666** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Livelli di accettabilità;*

**UNI EN ISO 23279** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.*

c) Controllo radiografico

**UNI EN ISO 17636-1** – *Prove non distruttive delle saldature – Controllo radiografico. Parte 1: Tecniche a raggi -X e gamma mediante pellicola;*

**UNI EN ISO 17636-2** – *Prove non distruttive delle saldature. Controllo radiografico. Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale;*

**UNI EN ISO 10675-1.** *Controlli non distruttivi delle saldature. Livelli di accettazione per il controllo radiografico. Parte 1: Acciaio, nichel, titanio e loro leghe;*

**UNI EN ISO 10675-2** – *Controlli non distruttivi delle saldature. Livelli di accettazione per il controllo radiografico. Parte 2: Alluminio e sue leghe.*

d) Esame con liquidi penetranti

**UNI EN ISO 3452-1** – *Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Parte 1: Principi generali;*

**UNI EN ISO 3452-2** – *Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Parte 2: Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti;*

**UNI EN ISO 23277** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità.*

**Esecuzione e controllo delle unioni bullonate**

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno.

**Art. 87. Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare**

**Legno strutturale con giunti a dita**

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per:

- le prove effettuate sui giunti a dita, effettuate sottoponendo a prova l'intera sezione giuntata e in conformità alla norma **UNI EN 408**;
- i valori della resistenza a flessione e della resistenza a flessione caratteristica di ogni singolo giunto a dita (norma **UNI EN 385**, punto 7.1.4).

norma di riferimento

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**Legno lamellare incollato**

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per i giunti di testa (norma **UNI EN 386**).

I giunti di testa delle lamelle devono essere sottoposte a prove di flessione di piatto in conformità alla norma **UNI**

## EN 385.

### norme di riferimento

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 386** – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 390** – *Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili;*

**UNI EN 391** – *Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio;* **UNI EN 392** – *Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio;*

**UNI EN 408** – *Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche;*

**UNI EN 1193** – *Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura;*

**UNI EN 1194** – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*

## Art. 88. Prove sugli infissi

### Generalità

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.

Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi esterni:

- permeabilità all'aria (norma **UNI EN 1026**);
- tenuta all'acqua (norma **UNI EN 1027**);
- resistenza al carico del vento (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma **UNI EN 1191**);
- calcolo della trasmittanza termica (norma **UNI EN ISO 10077-1**);
- isolamento termico (norma **UNI EN ISO 12567-1**).

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contraddittorio con l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.

Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove effettuate su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

### Norme di riferimento

#### a) Prove in laboratorio

**UNI EN 1026** – *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova;*

**UNI EN 1027** – *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova;*

**UNI EN 12211** – *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova;*

**UNI EN 1191** – *Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova.*

#### b) Prove di resistenza al fuoco

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttive. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura*

#### c) Trasmittanza termica

**UNI EN ISO 10077-1** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;*

**UNI EN ISO 10077-2** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai;*

**UNI EN ISO 12567-1** – *Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete;*

**UNI EN ISO 12567-2** – *Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti.*

#### d) Resistenza all'effrazione

**UNI ENV 1628** – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico;*

**UNI ENV 1629** – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico;

**UNI ENV 1630** – Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione.

e) Resistenza all'esplosione

**UNI EN 13123-1** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

**UNI EN 13123-2** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Parte 2: Prova all'aperto;

**UNI EN 13124-1** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Tubo da onda d'urto (shock-tube);

**UNI EN 13124-2** – Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Parte 2: Prova all'aperto.

f) Classificazioni in base alle prestazioni

**UNI EN 12207** – Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione;

**UNI EN 12208** – Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione;

**UNI EN 12210** – Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione.

## 9

### NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

#### Art. 89. Criteri di valutazione dei lavori

##### Lavori a corpo

La contabilizzazione del lavoro a corpo è effettuata applicando all'importo netto di contratto le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella 2.2. di cui all'articolo 2, e valutando per ciascuna categoria la percentuale di lavoro eseguito. Secondo tale criterio saranno corrisposti gli oneri di sicurezza.

##### Lavori a misura

I lavori a misura previsti in appalto si intenderanno eseguiti con le modalità, i materiali, i mezzi d'opera e la mano d'opera necessari alla loro completa realizzazione e rispondenza alle prescrizioni progettuali e contrattuali, in particolare del presente capitolato speciale d'appalto, e alle ulteriori indicazioni eventualmente impartite dal direttore dei lavori, senza altri oneri aggiuntivi di qualunque tipo a carico della stazione appaltante.

La misurazione vuoto per pieno si considera al lordo della superficie della parete, pavimento senza alcuna detrazione dei vuoti, solo se questi sono di piccola entità.

##### Regole comuni

Il pagamento dei materiali e delle categorie di lavoro è comprensivo degli oneri indicati nel relativo articolo dell'elenco prezzi, dell'onere per la posa in opera, anche in periodi di tempo diversi, per i materiali forniti dall'appaltatore indipendentemente dall'ordine di arrivo degli stessi in cantiere previa loro accettazione da parte del direttore dei lavori.

L'unità di misura (metro lineare, metro cubo, numero, ecc.) ai fini del pagamento è quella stabilita dall'articolo dell'elenco prezzi allegato al contratto.

##### Scavi e demolizioni

##### Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni ragguagliate, basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.

Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

#### Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

#### Scavi in presenza d'acqua

Si considerano cavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggotamento delle acque di falda col sistema *well-point* sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

#### Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### Demolizioni

Le demolizioni sono computate:

- nel caso di interi edifici conteggiando gli effettivi volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati dal filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, comignoli e simili;
- nel caso di demolizione parziale di singoli elementi strutturali, conteggiando solo gli effettivi volumi da demolire.

#### Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata. Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

#### Rilevati, rinterri e vespai

#### Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

#### Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### Preparazione del piani di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

#### Riempimento con misto granulare. Vespai

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

#### Murature e tramezzi

##### Murature

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente

in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sginci, spigoli e strombature.

##### Tramezzi

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>.

Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sginci, spigoli e strombature.

#### Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc. di qualsiasi oggetto sul paramento murario, deve essere valutata a corpo.

#### Strutture in calcestruzzo armato

##### Miscele omogenee di calcestruzzo

Le miscele omogenee di calcestruzzo per fondazioni e le strutture in elevazione costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Si computa il volume effettivamente realizzato detraendo dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a 0,20 m<sup>2</sup>; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche.

Nei prezzi delle miscele omogenee calcestruzzo sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di calcestruzzo armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibrazione.

L'armatura ad aderenza migliorata per gli elementi strutturali deve essere compensata a parte.

#### Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del calcestruzzo, saranno computate a metro quadrato.

#### **Acciaio per strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di calcestruzzo armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in calcestruzzo armato, saranno valutate secondo il peso effettivo.

Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

L'acciaio ad aderenza migliorata impiegato nelle strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura,

della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

La misurazione del peso dell'acciaio per calcestruzzo armato sarà effettuata senza tener conto degli aumenti di trafila rispetto ai diametri commerciali ed assumendo il peso specifico convenzionale di  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera e ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori in appalto.

#### **Pali di fondazione**

La misurazione della lunghezza palo di fondazione verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra struttura di collegamento.

#### **Solai**

I solai interamente di calcestruzzo armato (senza laterizi) saranno valutati a metro cubo, come ogni altra opera di calcestruzzo armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

#### **Impermeabilizzazioni**

Tutte le impermeabilizzazioni (per esempio malta di asfalto, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc.) eseguite sui vari tipi di superfici, piane o inclinate, saranno valutate sulla base dei metri quadrati effettivamente realizzati senza ulteriori oneri per la sovrapposizione dei teli o per raccordi vari; dal calcolo verranno dedotti i vuoti o le parti non impermeabilizzate superiori ad  $0,50 \text{ m}^2$ .

I risvolti da realizzare per l'impermeabilizzazione del raccordo con le superfici verticali verranno computati a metro quadrato solo quando la loro altezza, rispetto al piano orizzontale di giacitura della guaina, sia superiore a 15 cm.

Il prezzo stabilito comprenderà tutti i lavori di preparazione, i mezzi, i materiali e la mano d'opera richiesti, la sigillatura a caldo delle sovrapposizioni, la creazione di giunti e connessioni e quanto ulteriormente richiesto dal direttore dei lavori.

#### **Isolamento termo-acustico**

**Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.**

Il calcolo delle superfici di materiale isolante verrà effettuato in base all'estensione effettiva dei solai o delle pareti di appoggio di tali materiali e sarà espresso in metri quadrati; nel caso di rivestimenti isolanti di tubazioni, la valutazione sarà in metri lineari. Dal computo delle superfici di materiale isolante installato si dovranno detrarre i vuoti maggiori di  $0,30 \text{ m}^2$ .

I pannelli di materiale isolante vengono computati sviluppando la superficie da cubatura qualunque sia la forma, non si terrà conto delle sovrapposizioni.

#### **Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.



#### Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

Per gli isolanti da applicare su tubazioni la valutazione sarà effettuata nei modi seguenti:

- a) nel caso di isolanti costituiti da guaina flessibile, per metro lineare;
- b) nel caso di isolanti costituiti da lastre, per metro quadro di superficie esterna;
- c) l'isolamento di valvole, curve ed accessori rivestiti con lastra è conteggiato con il doppio della superficie esterna.

#### Coperture a tetto

Le coperture a tetto saranno computate a metro quadrato effettivo escludendo da tale calcolo le aperture o altri elementi di superficie superiore ad 1 m<sup>2</sup>.

Il prezzo stabilito includerà tutti i materiali, mezzi e mano d'opera necessari per la completa esecuzione comprese le tegole, i pezzi speciali e la struttura secondaria.

Sono esclusi dalla valutazione: la struttura primaria (capriate, arcarecci, ecc.), l'isolamento termico, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte.

#### Manto di copertura

Il manto di copertura si deve computare misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaio, lucernari, ed altre parti sporgenti della copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di 1 m<sup>2</sup>, nel qual caso si devono dedurre per intero. Non si deve tenere conto delle sovrapposizioni a ridosso dei giunti.

#### Lavori in metallo

##### Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

##### Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

#### Controsoffitti e soppalchi

##### Soppalchi

I soppalchi devono essere valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

##### Controsoffitti piani

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. Sono compresi e compensati nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, e tutti i magisteri e mezzi d'opera necessari per dare controsoffitti finiti in opera, come prescritto dal presente capitolato speciale d'appalto. È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale collegata alla struttura portante.

##### Lavorazioni particolari sui controsoffitti

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali per esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc., devono essere compensati a corpo.

#### Pavimenti e rivestimenti

##### Pavimenti

La misurazione dei pavimenti, di qualunque genere, deve essere eseguita secondo le superfici in vista e perciò senza tenere conto delle parti comunque incassate o effettivamente sotto intonaco; devono essere detratte le zone non pavimentate, purché di superficie non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> ciascuna.

Nei prezzi al metro quadrato è compresa la stuccatura finale delle fughe

#### **Zoccolino battiscopa**

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, deve essere valutata a metro lineare, compresa la stuccatura delle eventuale fughe.

#### **Rivestimenti di pareti**

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva in vista, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire.

Nei prezzi al metro quadrato sono compresi la fornitura in opera di tutti i pezzi speciali inerenti ai singoli tipi di rivestimento e la stuccatura finale delle fughe.

#### **Marmi, pietre naturali e artificiali**

La valutazione della fornitura e posa in opera di marmi, pietre naturali e artificiali sarà effettuata a volume, a superficie, a metro lineare, secondo i criteri stabiliti o fissati di volta in volta.

Il prezzo comprenderà i tagli, la lavorazione dei raccordi o degli spigoli, gli incassi, i giunti, gli ancoraggi metallici, i sigillanti, gli strati di fissaggio, la preparazione delle superfici.

Dovranno essere incluse nel prezzo tutte le lavorazioni per la movimentazione del materiale in cantiere, il deposito, il trasporto e l'eventuale scalpellamento delle strutture murarie con ripresa e chiusura di tali interventi.

Nel caso di cordolature per marciapiedi o lavori particolari la cui messa in opera comporterà l'uso di massetti o strati di fissaggio con spessore superiore a 4 cm, le quantità di materiale di supporto eccedenti quelle indicate verranno valutate a parte come previsto nel presente capitolato.

#### **Intonaci**

La valutazione degli intonaci verrà fatta in base alla superficie effettivamente eseguita; il prezzo sarà comprensivo di tutte le fasi di preparazione e di applicazione includendo le riprese, la chiusura di tracce, i raccordi, i rinzaffi ed il completo trattamento di tutte le parti indicate:

- l'intonaco civile per interni con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>;
- l'intonaco civile per esterni con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>;
- lo strato di finitura per esterni, su superfici già intonacate, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>.

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

Nel computo delle quantità saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

#### **Coloriture e verniciature**

Fermo restando le dettagliate indicazioni dell'elenco prezzi e le ulteriori prescrizioni esecutive del presente capitolato speciale si riportano le seguenti specifiche.

##### *a) Coloriture per interni*

1) La tinteggiatura per interni su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici con idoneo fondo isolante sarà valutata a metro quadrato.

##### *b) Coloriture per esterni*

2) La tinteggiatura per esterni con pittura idonea (a base di silicati di potassio, acrilsilossanica, farina di quarzo, soluzione di silice e silicati potassio, ecc.) su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o

a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici con idoneo fondo isolante sarà valutata a metro quadrato.

### c) Verniciature

3) La verniciatura di cancellate, ringhiere e simili, con mano di antiruggine e due mani di colore su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura e scartavetratura delle superfici sarà valutata a metro quadrato.

4) Il trattamento anticorrosivo, per interni ed esterni di superfici di acciaio o in ferro non trattate, con base di antiruggine coprente su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici sarà valutata a metro quadrato.

Si applicheranno le seguenti regole:

- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata come indicato al periodo precedente;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura della superficie non in vista.

I coefficienti di computo sono riportati nella tabella 89.1.

**Tabella 89.1. Coefficienti per i vari tipi di manufatti**

N.	Elemento da verniciare	Modalità di computo
1	Finestre e portefinestre	1 volta e mezzo
2	Ante d'oscuro 2 volte	
3	Porte a vetri e cieche 2 volte	
4	Persiane a battente 3 volte	
5	Scatolati 1 volta	
6	Cassonetti per avvolgibili	1 volta
7	Persiane avvolgibili 2 volte e mezza	
8	Cancellate, parapetti ed inferriate: superficie in proiezione verticale (in funzione della complessità dell'opera)	da 1 e mezzo a 4 volte
9	Saracinesche in lamiera ondulata	2 volte e mezza
10	Saracinesche a maglia e cancelletti articolati: superficie del foro	3 volte
11	Radiatori ed elementi scaldanti: superficie radiante	1 volta
12	Tubazioni in genere dei vari diametri a metro lineare	1 volta
13	Canali, pluviali, scossaline ed opere in lamiera: superficie effettiva	1 volta
14	Cassette di scarico, mensole di sostegno, cappe (escluso il tubo), portine e sifoni: a numero	1 volta

### Infissi e vetri

#### Infissi

Tutti gli infissi interni ed esterni, realizzati in legno, alluminio o PVC, saranno valutati sulla

base della superficie misurata sul filo esterno dei telai ed il prezzo includerà tutti i coprifili, le guide, il controtelaio, guarnizioni di tenuta ed i vetri del tipo e dello spessore fissato.

Per i serramenti da valutarsi a superficie questa viene misurata su una sola faccia, in base alle dimensioni esterne del telaio fisso, qualora non sia indicato diversamente; anche per le parti centinate si assumono le superfici effettive geometriche; nelle misurazioni non si considerano invece le sporgenze (zampini e simili) da incassare per il fissaggio dei singoli serramenti.

Gli infissi di superficie inferiore a 2,00 m<sup>2</sup> andranno computati in base alla suddetta superficie considerata minima.

Per gli elementi da valutarsi a sviluppo lineare questi si misurano sul perimetro esterno (linea di massimo sviluppo).

La fornitura e la posa in opera degli infissi dovrà comprendere, nel prezzo indicato in elenco, anche tutta la ferramenta necessaria al fissaggio con gli ancoraggi, le maniglie, le cerniere, i sistemi di chiusura e quant'altro occorrente al completo funzionamento ed alla perfetta tenuta degli infissi stessi.

Le serrande di sicurezza avvolgibili, i cancelletti ad estensione, le porte basculanti verranno valutate a superficie secondo i criteri suddetti.

Il prezzo fissato per ogni tipo di infisso sarà comprensivo di quanto necessario alla completa installazione degli

elementi richiesti per la sua completa funzionalità.

#### **Vetri**

Le misure delle opere in vetro si intendono riferite alle superfici effettive di ciascun elemento all'atto della posa in opera, salvo diversa misurazione contenuta nelle voci di elenco prezzi.

Sagome differenti da quelle quadrate o rettangolari andranno computate considerando il parallelogramma in possono essere iscritte e le dimensioni ottenute dovranno essere incrementate con il seguente fattore percentuale:

+ 20% per sagome trapezie o triangolari;

+ 30% per sagome semicircolari;

+ 50% per sagome circolari.

#### **Tubazioni**

##### **Condotte**

Le tubazioni in generale saranno valutate in metri lineari misurato lungo l'asse della tubazione e in base al diametro esterno con tutti gli oneri (curve, giunzioni, pezzi speciali, staffe di ancoraggio o di sostegno, ecc.) previsti dall'elenco prezzi allegato al contratto. La misurazione sarà effettuata sulla rete effettivamente installata a posa in opera ultimata. Dal prezzo è escluso lo scavo e il rinterro.

Per le tubazioni non previste nella fornitura e posa in opera degli impianti dell'opera da realizzare, queste verranno calcolate, salvo casi particolari, a peso od a metro lineare e saranno costituite dai materiali indicati nelle specifiche relative agli impianti stessi.

Il prezzo per le tubazioni resterà invariato anche nel caso che i vari elementi debbano venire inglobati in getti di calcestruzzo e comprenderà ogni onere relativo al fissaggio provvisorio nelle casseforme.

##### **Tubazione per impianti termici o idro-sanitari**

Le tubazioni in rame con rivestimento in PVC per impianti termici o sanitari, tubazioni multistrato saranno valutate in metri lineari misurati dopo la messa in opera, il prezzo dovrà comprendere anche i pezzi speciali, le giunzioni, i raccordi e le staffe di sostegno.

#### **Pluviali e grondaie**

I tubi pluviali e le grondaie in PVC devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elementi di ancoraggio (in acciaio o in rame).

I tubi di rame o in lamiera zincata necessari per la realizzazione di pluviali o gronde saranno valutati secondo il peso sviluppato dai singoli elementi prima della messa in opera ed il prezzo dovrà comprendere anche le staffe e le cravatte di ancoraggio che saranno dello stesso materiale.

#### **Pozzetti e caditoie prefabbricati**

##### **Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti prefabbricati devono essere pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

##### **Caditoie prefabbricate**

Le caditoie prefabbricate devono essere pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

#### **Impianto termico e di condizionamento dell'aria, antincendio**

La valutazione delle tubazioni utilizzate per la realizzazione e messa in opera degli impianti termici, idrosanitari, gas, antincendio sarà effettuata, salvo altre prescrizioni, separatamente per ciascun elemento dei suddetti impianti secondo i seguenti criteri, fermo restando le specifiche dettagliatamente indicate nell'elenco prezzi allegato al contratto, si riportano alcune specifiche:

##### *1) Tubazioni e canalizzazioni*

La quantificazione delle tubazioni sarà eseguita secondo i criteri già fissati per tali opere e riportati espressamente nell'articolo relativo dell'elenco prezzi.

Il prezzo per le tubazioni resterà invariato anche nel caso che i vari elementi debbano venire inglobati in getti di calcestruzzo e comprenderà ogni onere relativo al fissaggio provvisorio nelle casseforme.

*2) Caldaie e bruciatori*

Le caldaie ed i bruciatori saranno valutati a numero in relazione alle caratteristiche costruttive, alla potenzialità ed alla portata del combustibile.

*3) Radiatori, gli strumenti di misura e controllo*

I radiatori, gli strumenti di misura e controllo, gli accessori e le parti del circuito e terminali saranno valutati a numero e comprenderanno, incluso nel prezzo, la verniciatura antiossidante degli elementi, i pezzi speciali, i giunti, gli ancoraggi e le rubinetterie di controllo.

*4) Ventilconvettori*

I ventilconvettori saranno valutati a numero in funzione delle caratteristiche costruttive e delle portate d'aria.

*5) Scambiatori di calore, elettropompe, vasi d'espansione, riduttori di pressione, filtri e addolcitori*

Tutti gli scambiatori di calore, le elettropompe, vasi d'espansione, riduttori di pressione, filtri e addolcitori saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere i pezzi speciali, i giunti e i raccordi necessari al completo funzionamento.

*6) Serbatoi autoclave*

I serbatoi autoclave o i gruppi completi autoclave saranno valutati a numero ed in relazione alle caratteristiche costruttive, alle portate ed alla prevalenza di esercizio includendo anche i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*7) Griglie di aereazione, anemostati, bocchette, silenziatori*

Le griglie di aereazione, gli anemostati, le bocchette, i silenziatori saranno misurati in metri quadrati effettivamente installati ed il prezzo dovrà includere i pezzi speciali, i giunti, i telai, i raccordi e gli ancoraggi.

*8) Cassette riduttrici della pressione dell'aria, lettoventilatori, valvole, saracinesche e rubinetterie*

Le cassette riduttrici della pressione dell'aria, gli elettroventilatori, le valvole, le saracinesche e le rubinetterie saranno valutate a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*9) Batterie di scambio termico*

Le batterie di scambio termico saranno valutate in base alla misurazione della superficie frontale per il numero dei ranghi.

*10) Apparecchi per impianti di condizionamento dell'aria*

I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori d'aria calda, i gruppi di refrigerazione, le torri di raffreddamento saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*11) Apparecchi per il trattamento dell'acqua, i gruppi antincendio*

Tutti gli apparecchi per il trattamento dell'acqua, i gruppi antincendio UNI 45 e UNI 70, gli attacchi motopompa e gli estintori portatili saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*12) Rivestimenti isolanti per tubazioni*

I rivestimenti isolanti per tubazioni realizzati con schiume poliuretatiche espanse ed installati intorno alla superficie esterna delle tubazioni stesse saranno valutati a metro lineare, gli isolamenti di piastre o superfici piane saranno valutati a metro quadro.

**Impianti elettrici**

I seguenti criteri di valutazione debbono essere applicati agli impianti elettrici, telefonici, citofonici, televisivi, antintrusione, diffusione sonora, rilevamento incendi e trasmissione dati, tutti i componenti devono essere rispondenti alle norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, inoltre devono essere provvisti del marchio di qualità IMQ; si riportano alcune specifiche fermo restando le specifiche caratteristiche dell'elenco prezzi:

- 1) Le derivazioni per punto luce semplice, interrotto o commutato, realizzato con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 2) Il punto di comando per punti luce semplice, interrotto, deviato, a pulsante realizzato con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 3) Il punto di presa di corrente con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 4) Il punto di presa televisiva con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero.
- 5) Tutti i tubi di protezione e le canalette portacavi saranno valutati a metro lineare secondo lo sviluppo

misurato in opera; nel prezzo saranno compresi i raccordi, i morsetti ed il fissaggio delle singole parti.

Le opere murarie, nel caso di impianto sottotraccia, dovranno essere valutate a seconda della natura del tipo di muratura.

- 6) I cavi unipolari o multipolari, i cavi trasmissione dati, i cavetti telefonici ed i cavi schermati per antenne od usi speciali saranno valutati a metro lineare misurato in opera con l'aggiunta di un metro per ogni quadro o centralina presente nell'impianto; tale valutazione comprenderà anche i capicorda, i marca cavi mentre resteranno esclusi i terminali dei cavi di MT che saranno computati a parte. La lunghezza dei cavi unipolari dovrà essere incrementata di 30 cm per ogni scatola o cassetta installata e di 20 cm per ogni scatola da frutto.
- 7) Le scatole, le cassette di derivazione, le scatole a tenuta stagna saranno valutate a numero in base alla dimensione comprendendo nel prezzo anche i raccordi, le eventuali guarnizioni di tenuta e le parti di fissaggio.
- 8) I quadri elettrici da incasso o da parete in materiale isolante conformi alle norme CEI e grado di protezione stabilito contrattualmente, completi di sportelli trasparenti/fumé, guide DIN, pannelli cingheri e firati, copri foro, barra equipotenziale e morsettiera saranno valutati a numero secondo la dimensione data dal numero dei moduli.
- 9) Tutti i terminali dei vari impianti installati quali i citofoni o videocitofoni, le centraline antintrusione, i diffusori sonori, i segnalatori audiovisivi e di controllo saranno valutati a numero e secondo le caratteristiche di realizzazione.
- 10) I corpi illuminanti (per esempio plafoniera compatta stagna, plafoniera prismaticizzata, plafoniera lamellare, plafoniera di emergenza) saranno valutati a numero e in base al tipo di lampada installata (FLC, FL, ecc.) includendo nel prezzo i vari raccordi e accessori.
- 11) I campanelli elettrici per porta d'ingresso completi di suoneria e trasformatore, cassetta di

derivazione ad incasso, pulsante a parete ad incasso di tipo modulare con linea sottotraccia, saranno valutati a numero.

- 12) L'impianto di citofono con apparecchio citofonico da interno cinesole di suoneria e chiamata e pulsante di azionamento serratura elettrica, ecc. sarà valutato per ogni punto di ricezione.

#### Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore devono essere valutati a corpo per ciascun impianto.

### **Art. 90. Lavori in economia non previsti in contratto**

#### Lavori eventuali non previsti. Concordamento nuovi prezzi

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi secondo le prescrizioni dell'art. 106, comma 1, lett. a) del Codice dei contratti, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'appaltatore o da terzi. Gli oneri relativi alle assicurazioni del personale addetto all'utilizzo e/o al trasporto dei mezzi sono a carico dell'appaltatore, il quale si impegna sin d'ora al relativo adempimento.

#### Manodopera

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

#### Noli

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Il prezzo di noleggio comprende gli oneri relativi ai conducenti, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. Sono a carico dell'appaltatore la manutenzione ordinaria e straordinaria degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia devono essere forniti in pieno stato di efficienza.

**RECUPERO DELLE STRUTTURE IN C.A..**

-I prodotti da applicare per il consolidamento delle strutture in c.a. dovranno fare riferimento alla tabella riportata di seguito ed alle normative, ivi indicate.

CATEGORIA	NORMA DI RIFERIMENTO	PRODOTTI	TIPOLOGIA
Protettivi da applicare sulla superficie del calcestruzzo	EN 1504-2	1) IDROREPELLENTI (H)	1) Liquido pronto all'uso (Silossani)
		2) IMPREGNANTI (I)	2) Liquido pronto all'uso (Sificonati, resine acriliche)
		3) RIVESTIMENTI (C)	3) Liquidi pronto all'uso, resine acriliche in emulsione o malte polimero/cemento mono (polvere) o bicomponenti (polvere/liquido)
Prodotti per la ricostruzione e la rasatura di elementi in c.a.	EN 1504-3	4) MALTE PER RASATURA (MR)	4) Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)
		5) MALTE TISSOTROPICHE (MT)	5) Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)
		6) MALTE COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (MC o MSC)	6) Premiscelato in polvere monocomponente
		7) BETONCINI COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (BC o BSC)	7) Premiscelato in polvere monocomponente con aggiunta di aggregato grosso $D_{max}$ 8-12mm
		8) CALCESTRUZZI SUPERFLUIDI O AUTOCOMPATTANTI (CS o SCC)	8) Legante premiscelato in polvere con aggiunta di sabbia e aggregato grosso $D_{max} \geq 16mm$
Adesivi strutturali e primer per riprese di getto	EN 1504-4	9) PASTE O STUCCHI EPOSSIDICI (SE)	9) Sistemi bicomponenti (resina/indurente)
Sistemi per l'iniezione di strutture fessurate	EN 1504-5	3) SISTEMI INIETTANTI A BASSA VISCOSITÀ DI NATURA EPOSSIDICA (SI)	10) Sistemi bicomponenti (resina/indurente)
Prodotti per l'ancoraggio di tondini e tirafondi metallici o in materiale composito	EN 1504-6	3) MALTE COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (MC o MSC/MSC)	11) Premiscelato in polvere monocomponente
Prodotti per la protezione dei ferri di armatura	EN 1504-7	3) MALTE TISSOTROPICHE (Steel Protective Mortar: MSP)	Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)

-Per quanto attiene invece alle operazioni di esecuzione si farà riferimento a quanto di seguito indicato:

**PILASTRI E TRAVI IN CALCESTRUZZO ARMATO**  
*Ripristino localizzato con conservazione della sezione originaria*  
*Spessori di riporto minori di 60-70 mm*

**CICLO DI RIPRISTINO**

1. Asportazione parti incoerenti e delimitazione dell'area di intervento.
2. Martellinatura/bocciardatura.
3. Pulizia (e protezione eventuale) dei ferri d'armatura.
4. Ricostruzione con malta MT.
5. Rasatura con malta MR.
6. Protezione e decorazione con rivestimento acrilico colorato (AE).

**MATERIALI**

- Protettivo MSP (EN1504-7).
- Malte MT-R3 o MT-SB-R4 (EN1504-3, PCC).
- Malte MR-R2 o MT-SB-R4 (EN1504-3, PCC).
- Rivestimento AE (EN 1504-2/C-PI).

**MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Asportare le parti incoerenti del calcestruzzo con strumenti manuali (picozzatura con martellina leggera) e delimitare l'area di intervento eseguendo tagli perpendicolari alla superficie utilizzando un flessibile per una profondità sufficiente (almeno di 10 mm) a rimuovere, successivamente, il calcestruzzo degradato e a mettere a nudo i ferri di armatura corrosi. A tergo del ferro si dovrà garantire una luce libera pari almeno al diametro del tondino. Mediante getto di acqua in pressione rimuovere il lattice superficiale su tutta la superficie dell'elemento fino ad ottenere un grado di irruvidimento con asperità di  $\pm 1-2$  mm.
2. Scarificare la superficie del calcestruzzo nell'area delimitata con demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, fino a raggiungere un grado di irruvidimento con asperità di  $\pm 5$  mm.
3. Spazzolare (o sabbiare dove necessario) i ferri di armatura fino al grado St2 o SA2,5 dello standard ISO 8501-1 ed, eventualmente, inte-

grare l'armatura con la saldatura di monconi e/o con staffe aggiuntive.

4. Eventualmente passivare e proteggere i ferri di armatura applicando in due mani, a pennello, in spessore non superiore a 1.5 mm, un protettivo a base cementizia (MSP), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-7.
5. Dopo aver atteso almeno 24 ore dall'eventuale applicazione del protettivo MSP, ripristinare le superfici in calcestruzzo degradato nell'area delimitata applicando a cazzuola una malta premiscelata tixotropica (MT) provvista di marcatura CE, conforme ai requisiti prestazionali R3, prospetto 3, definiti dalla EN 1504-3, di tipo PCC. In alternativa, utilizzare una malta MT-SB, conforme ai requisiti prestazionali R4, prospetto 3, di tipo PCC.
6. Prima dell'applicazione della malta MT o MT-SB, saturare le superfici in calcestruzzo con getto d'acqua.
7. Dopo aver atteso almeno 24 ore (per le malte MT-SB rapide l'attesa è di circa 2 ore) dall'ultimazione della ricostruzione, saturare le superfici con getto d'acqua e regolarizzare tutte le superfici in calcestruzzo e le parti ricostruite applicando a spatola una malta per rasatura MR-R2 (se la ricostruzione è avvenuta con malte MT), conforme ai requisiti prestazionali R2, prospetto 3, definiti dalla EN 1504-3, oppure (se la ricostruzione è stata effettuata con malta MT-SB R4) utilizzando la malta MT-SB R4. Rifinire con fratazzo di spugna.
8. Applicare a pennello, rullo o a spruzzo un primer a solvente. Proteggere le superfici in calcestruzzo applicando a pennello, rullo o a spruzzo in due mani successive un rivestimento protettivo a base di resine acriliche in dispersione acquosa (AE), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-2, tipologia di prodotto C (rivestimenti) - PI.



## **RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A. CON MATERIALI COMPOSITI.**

-I prodotti da applicare per il rinforzo delle strutture in c.a. con materiali compositi, le certificazioni da produrre, i controlli di accettazione, le prove da eseguire, ogni e qualsiasi altra operazione per eseguire e certificare a regola d'arte gli interventi, dovranno fare riferimento a quanto contenuto nei seguenti documenti:

-“Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti” CSLP72015.

“Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a matrice inorganica”  
CNR DT215-2018”

“Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie”  
CNR DT200R1-2013”

-Per quanto attiene invece alle operazioni di esecuzione si farà riferimento a quanto di seguito indicato:

### **ADEGUAMENTO STRUTTURALE MEDIANTE SISTEMI COMPOSITI**

I materiali compositi nel settore del ripristino sono applicati principalmente per:

- rinforzare a flessione elementi strutturali quali travi, solai a travetti e pignatte e a soletta piena;
- rinforzare a taglio travi;
- rinforzare a torsione elementi strutturali;
- confinare elementi verticali in c.a.;
- reintegrare l'armatura in elementi strutturali che presentano ferri fortemente corrosi;
- migliorare il comportamento antisismico eliminando i meccanismi di collasso fragile e di piano (*soft floor*), aumentando la capacità deformativa globale della struttura ed evitando il ribaltamento dei pannelli di tamponamento al di fuori del piano (*Scheda D.8*).

Dal punto di vista pratico per utilizzare i sistemi compositi di rinforzo strutturale bisogna rispettare alcune regole e accorgimenti quali:

- non è possibile applicare i materiali compositi su elementi in calcestruzzo con resistenza a compressione in opera (resistenza strutturale) inferiore a  $15 \text{ N/mm}^2$ ;
- l'utilizzo delle resine epossidiche deve essere sospeso quando la temperatura ambientale è al di fuori dall'intervallo  $5\text{-}30^\circ\text{C}$ ;
- per migliorare l'efficienza di interventi di rinforzo effettuati mediante incollaggio di tessuti, ad impregnazione ultimata, è possibile applicare il vuoto per eliminare le bolle d'aria;
- prima di procedere all'esecuzione su larga scala dell'intervento è sempre opportuno individuare delle aree campione sulle quali simulare tutte le fasi del processo ed alla fine eseguire delle prove di strappo;
- utilizzando compositi in carbonio è indispensabile evitare il contatto del sistema con i ferri di armatura in quanto l'accoppiamento condurrebbe a fenomeni di corrosione per contatto galvanico.

### **RINFORZO CON LAMINE IN CARBONIO**

#### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a flessione di travi, solai a travetti e pignatte e a soletta piena e a pressoflessione (sforzo normale di grande eccentricità) di elementi verticali.
- Reintegro armatura.

#### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di applicare le lamine pultruse in carbonio sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attenersi alle indicazioni del produttore relativamente ai tempi di asciugatura prima di procedere con il rinforzo mediante FRP.

#### **MATERIALI**

- Primer epossidico bicomponente.
- Stucco epossidico bicomponente (SE) a consistenza tissotropica, marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013;
- Lamine pultruse in fibra di carbonio.

#### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il lattice di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie

scabra con asperità di  $\pm 2 \text{ mm}$ . Mediante aria compressa rimuovere i residui di polvere. Questa operazione non è necessaria se la lamina viene integralmente applicata su elementi ricostruiti con malte tixotropiche.

2. Tagliare le lamine in accordo agli elaborati di progetto con un flessibile a lama diamantata e rimuovere la pellicola protettiva.
3. Applicare a rullo o a pennello un primer epossidico bicomponente fluido sulla superficie di calcestruzzo ove verrà incollata la lamina.
4. Applicare, con una spatola piana, uno strato uniforme di  $1.0\text{-}1.5 \text{ mm}$  di spessore di adesivo epossidico bicomponente tissotropico (SE) sulla lamina pultrusa sul lato dove è stata rimossa la pellicola protettiva e lasciarlo.
5. Applicare, con una spatola piana, uno strato uniforme di  $1.0\text{-}1.5 \text{ mm}$  di spessore di adesivo epossidico tissotropico (SE) sulla superficie dell'elemento in calcestruzzo.
6. Applicare la lamina sull'elemento in calcestruzzo esercitando una pressione costante su tutta la sua estensione.
7. Eliminare la resina in eccesso con una spatola, non spostando la lamina.
8. Se necessario applicare più strati di lamina attendere l'indurimento dell'adesivo e riprendere dal punto 4.

## **RINFORZO CON TESSUTI IN CARBONIO O IN ACCIAIO IN MATRICE EPOSSIDICA**

### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a taglio e torsione di travi.
- Confinamento elementi verticali o pressoinflesse (con piccola eccentricità).
- Reintegro armatura.
- Miglioramento del comportamento antisismico.

### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di procedere all'incollaggio dei tessuti sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attenersi alle indicazioni del produttore relativamente ai tempi di asciugatura prima di procedere all'incollaggio dei tessuti.

### **MATERIALI**

- Primer epossidico bicomponente;
- Stucco epossidico bicomponente (SE) a consistenza tissotropica, marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013;
- Adesivo epossidico bicomponente (EA), marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013.
- Tessuto in fibra di acciaio o carbonio.
- Pittura elastomerica (AE) marcata CE, conforme alla EN 1504-2 (C).

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Nel caso di rinforzo a taglio, torsione o confinamento, riprofilare gli spigoli vivi della sezione in c.a., in corrispondenza delle zone dove sarà applicato il rinforzo, a mano o con idonei utensili meccanici non battenti garantendo un raggio di curvatura  $r_{\min} \geq 20\text{ mm}$ .
2. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il lattice di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie scabra con asperità di  $\pm 2\text{ mm}$ . Questa operazione non è necessaria se il tessuto deve essere integralmente incollato su un elemento ricostruito con malte tixotropiche.
3. Taglio delle fasce di tessuto secco secondo progetto. Le fasce saranno conservate a piè d'opera ed ordinate secondo la sequenza applicativa, assicurando un'adeguata protezione dal contatto diretto con polveri.
4. Applicazione a rullo o a pennello di un primer epossidico bicomponente fluido sulla superficie di calcestruzzo pulita ed asciutta per una larghezza almeno pari a quella del tessuto da applicare.

5. Realizzazione di uno strato di rasatura con stucco epossidico (SE), in spessore di circa 2-4 mm sulla superficie del calcestruzzo, precedentemente impregnata con primer, e prima che quest'ultimo gelifichi (fresco su fresco).
6. Lisciatura dello stucco epossidico (SE) con spatola piana, per uniformare e regolarizzare tutte le difformità sulla superficie. Per rinforzo a taglio, torsione o confinamento, con lo stesso prodotto si procederà ad arrotondare gli spigoli vivi esterni e a raccordare gli spigoli vivi interni (concavità) mediante riporto diretto del prodotto ( $r_{\min} = 20\text{ mm}$ ).

7. **TESSUTO IN ACCIAIO:** inglobamento del tessuto in acciaio nella matrice esercitando una energica pressione con spatola o rullo di acciaio. Applicazione di uno strato ulteriore di stucco epossidico (SE) in spessore di 1-3 mm fino a totale ricoprimento del tessuto. Se previste giunzioni delle fasce nella direzione delle fibre realizzare una sovrapposizione di almeno 15-20 cm.

**TESSUTO IN CARBONIO:** applicazione dell'adesivo epossidico (EA) sulla rasatura in stucco prima che quest'ultima gelifichi (fresco su fresco) mediante un pennello o un rullo a pelo corto, per uno strato di circa 0.50 mm. Posizionamento delle fasce di tessuto immediatamente dopo l'applicazione del primo strato di adesivo, stendendole con le mani protette da guanti di gomma impermeabili, senza formare grinze. Passare con apposito rullino metallico sopra il tessuto incollato per favorire la penetrazione dell'adesivo e della resina attraverso le fibre (impregnazione) ed eliminare grinze o bolle d'aria formatesi. Applicazione del secondo strato di adesivo epossidico (EA) a pennello o a rullo a pelo corto (fresco su fresco), in spessore uniforme, di circa 0.50 mm a completa ricopertura della fascia di tessuto. Ripassare più volte sul tessuto impregnato il rullino metallico. Se previste giunzioni delle fasce nella direzione delle fibre, realizzare una sovrapposizione di almeno 15-20 cm tra fasce contigue.

8. Se si dovesse interrompere l'applicazione o sia prevista una finitura e/o protezione, "spolverare" (a mano o meccanicamente) della sabbia fine di quarzo sull'ultimo strato di resina applicato per garantire l'adesione dei materiali applicati successivamente.
9. Eventuale pittura elastomerica protettiva o realizzazione di intonaco e tinteggiatura.

### **RINFORZO CON TESSUTI IN ACCIAIO IN MATRICE INORGANICA**

#### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a flessione di travi, solai a travetti e pignatelli e a soletta piena.
- Rinforzo a taglio e torsione di travi.
- Confinamento elementi verticali o pressoinflessi.
- Reintegro armatura.
- Miglioramento del comportamento antisismico.

#### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di procedere all'incollaggio dei tessuti sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attendere 24 ore prima di procedere all'incollaggio dei tessuti in acciaio con malta.

#### **MATERIALI**

- Malta MT-SB-R4 (EN1504-3).
- Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato.
- Rivestimento elastomerico acrilico (AE), marcato CE, conforme EN 1504-2/C-PI.

#### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Nel caso di rinforzo a taglio, torsione o confinamento, riprofilare gli spigoli vivi della sezione in c.a. in corrispondenza delle parti dove sarà applicato il rinforzo a mano o con idonei utensili meccanici non battenti garantendo un raggio di curvatura  $r_{\min} \geq 20\text{ mm}$ ;
2. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il latte di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie scabra con asperità di  $\pm 2\text{ mm}$ . Questa operazione non è necessaria se la ricostruzione è avvenuta mediante malte tixotropiche.
3. Applicare un primo strato di malta (MT-SB-R4) per uno spessore minimo 3-5 mm, dopo aver bagnato il substrato.
4. Tagliare e presagomare il tessuto in fibra d'acciaio secondo quanto riportato nelle tavole di progetto. Le fasce saranno conservate a piè d'opera ed ordinate secondo la sequenza applicativa, avendo cura di assicurare un'adeguata protezione dalla polvere.
5. Applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto. Per un perfetto inglobamento nella matrice esercitare energica pressione con la spatola e verificare che la malta stessa fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione.
6. Sovrapporre due strati di tessuto in fibra d'acciaio per almeno 30 cm nei punti di giunzione longitudinale.
7. Rasare con malta MT-SB-R4 per uno spessore di circa 2-3mm per inglobare completamente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti.
8. Se si devono applicare più strati sovrapposti, si ripetano le azioni dal punto 3 al punto 7.
9. Nel caso si voglia garantire una maggiore aderenza del tessuto, inserire dei connettori metallici manualmente o con idoneo utensile meccanico, per il fissaggio del tessuto in aderenza alla superficie in c.a. e per la conservazione del corretto posizionamento del tessuto.
10. Qualora si dovesse interrompere la sequenza applicativa lasciare la superficie della rasatura scabra, non lisciata;
11. Proteggere le superfici applicando a pennello, rullo o a spruzzo in due mani successive un rivestimento protettivo a base di resine acriliche in dispersione acquosa (AE), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-2, tipologia di prodotto C (rivestimenti) - PI.

***Voci di capitolato per prodotti e sistemi  
per il restauro e la manutenzione***

[illegible][illegible]

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO						
		BC-R4 BC-SB-R4		BC-RI-R4 BC-SB-RI-R4		CS-R4		
Spessore di applicazione	-	60-80 mm	80-100 mm	60-80 mm	80-100 mm	100-130 mm	130-160 mm	160-200 mm
Diámetro massimo dell'aggregato*	EN 12620	8 mm	12 mm	8 mm	12 mm	16 mm	22 mm	32 mm
Lavorabilità: spandimento*	EN 13395-1 (BC) EN 206 (CS)	250-280 mm [2]					FS-P6	
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	$\leq 32000 \text{ N/mm}^2$ $\geq 25000 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 12390-5 EN 196-1 (BC-RI)	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$		$\geq 6 \text{ N/mm}^2$		$\geq 2 \text{ N/mm}^2$		
Resistenza a trazione per flessione a 7 giorni in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 196-1 (BC-RI)	-		$\geq 8 \text{ N/mm}^2$		-		
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	EN 12390-5 EN 196-1 (BC-RI)	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$		$\geq 10 \text{ N/mm}^2$		$\geq 4 \text{ N/mm}^2$		
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza alla carbonatazione in condizioni CC e/o PCC (non richiesta se è previsto un rivestimento protettivo conforme alla EN 1504-2)	EN 13295	$dk \leq$ del calcestruzzo di controllo (MC 0.45)						
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T=20°C; U.R. = 50%) [1]	UNI 8148	$> 20 \mu\text{m/m}$						
Contenuto di cloruri	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$						
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo in condizioni CC e/o PCC	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	EN 12390-3	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (definito dal progettista strutturale)		[3]		$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (definito dal progettista strutturale)		

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per betoncini colabili (BC) e calcestruzzo superfluido (CS)

[1] Dato da fornire su esplicita richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.

[2] Valore puramente indicativo purché il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia colabile e si possa gettare entro cassero.

\* Da verificare con controllo di accettazione in cantiere.

Resistenza a compressione	
Dopo 4h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 15/20/30 \text{ N/mm}^2$
Dopo 8h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 20/25/35 \text{ N/mm}^2$
Dopo 24h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 30/50/50 \text{ N/mm}^2$
A 7 gg. in condizioni CC e/o PCC alla T di 5/20/35 °C	$\geq 40/60/55 \text{ N/mm}^2$
A 28 gg. in condizioni CC e/o PCC alla T di 5/20/35 °C	$\geq 55/70/60 \text{ N/mm}^2$

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per malte per la rasatura tradizionale (MR o MT-SB) o per rasature e intonaci armati (MRA)

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO			
		MR-R2	MR-R3	MT-SB-R4	MRA-R2
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 13412	$\leq 12000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 18000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 28000 \text{ N/mm}^2$ $\geq 20000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 12000 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 12190	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$			
Resistenza alla carbonatazione in condizioni CC e/o PCC	EN 13295	$dk <$ del calcestruzzo di controllo (MC 0.45)			
Contenuto di cloruri	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$			
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo in condizioni CC e/o PCC; valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$			
Assorbimento capillare in condizioni CC e/o PCC	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg.m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0.5}$			
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 196-1	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	$\geq 3 \text{ N/mm}^2$	$\geq 7 \text{ N/mm}^2$	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC		$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$	$\geq 11 \text{ N/mm}^2$	$\geq 9 \text{ N/mm}^2$
Lavorabilità: spandimento [1]	EN 13395-2	140-160 mm		150-180mm	140-160 mm

[1] Valore puramente indicativo purché il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia applicabile a mano e/o spruzzo senza sfridi e/o rimbalzi eccessivi.

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per protettivi per ferri d'armatura (MSP)

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO
		MSP
Spessore di applicazione [1]	-	1-2 mm
Lavorabilità	Metodo Brookfield	15000-20000 mPa.s
Protezione dalla corrosione	EN 15183	Nessuna corrosione
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$\geq 45^\circ\text{C}$
Adesione per taglio	EN 15184	$\leq 80\%$ del ferro non trattato

[1] Spessore secco del rivestimento per l'ottenimento dei requisiti prestazionali richiesti.

## VOCI DI CAPITOLATO PER PRODOTTI E SISTEMI PER IL RESTAURO E LA MANUTENZIONE

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		TI	AG [1]
Perdita di massa dopo cicli di gelo-disgelo in presenza di sali disgelanti (solo per strutture in classe XF)	EN 13581	La perdita di massa della superficie del provino impregnato deve verificarsi 20 cicli più tardi rispetto a quella del provino non impregnato	-
Profondità di penetrazione del trattamento idrofobico su provini di calcestruzzo C (0.70) di 100 mm di lato secondo la EN 1766	Pr EN 14630	Classe I < 10 mm	
		Classe II > 10 mm	
Assorbimento d'acqua e resistenza agli alcali	EN 13580	Rapporto d'assorbimento < 7.5% rispetto al provino non trattato	
		Rapporto d'assorbimento (dopo l'immersione in soluzione di alcali) < 10%	
Coefficiente di velocità di essiccazione	EN 13579	Classe I > 30%	
		Classe II > 10%	
Diffusione degli ioni cloruro	Regolamenti nazionali	Non richiesto se l'assorbimento capillare di acqua è < 0.01 kg/m <sup>2</sup> ·h <sup>0.5</sup>	

[1] Prima dell'inizio dei lavori è obbligatorio eseguire una prova di idropulizia con acqua calda su superficie di 50x50 cm<sup>2</sup> sottoposta a trattamento con vernice spray in colore e quantità prefissata che deve dare esito positivo.

## Tabella

Prescrizione di capitolato per trattamenti idrorepellenti (TI) e antigraffiti (AG)

## Tabella

Prescrizione di capitolato per rivestimenti protettivi

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO			
		AE	AC	ASC	PC
Spessore di applicazione [1]	EN ISO 2808	≥ 0.15 mm	≥ 0.10 mm	≥ 0.05 mm	≥ 2.0 mm
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-1/2	≤ 2.5 m	≤ 1.0 m	≤ 0.5 m	≤ 5.0 m
Permeabilità alla CO <sub>2</sub>	EN 1062-6	≥ 300 m	≥ 200 m	> 50 m	≥ 300 m
Prova di aderenza per trazione diretta su substrato MC (0.40) come specificato nella EN 1766, dopo 7 giorni all'aria (T= 23°C e U.R.=50%)	EN 1542	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 0.8 N/mm <sup>2</sup>
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>
Capacità di crack-bridging	Metodo A – Apertura continua della fessura [2]	0.5 < A3 ≤ 1.25 mm (T=-10°C)	0.25 < A2 ≤ 0.5 mm (T=-10°C)	0.1 < A1 ≤ 0.25 mm (T=-10°C)	0.5 < A3 ≤ 1.25 mm (T=-10°C)
	Metodo B – Apertura ciclica della fessura [2]	B1 (T=-10°C)	-	-	B1 (T=-10°C)

[1] Spessore secco del rivestimento per l'ottenimento dei requisiti prestazionali richiesti.

[2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche. Il requisito richiesto si riferisce alla temperatura di prova suggerita dalla norma EN 1062-7. Sono ammesse anche altre temperature di prova purché più restrittive rispetto a quella indicata nei "Requisiti prestazionali".

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		SI	
Aderenza mediante forza di trazione	EN 12618-2	Rottura del substrato	
Aderenza mediante resistenza al taglio inclinato	EN 12618-2	Rottura monolitica	
Ritiro volumetrico	EN 12617-2	< 3.0%	
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	> 40°C	
Iniettabilità in un mezzo asciutto	1) Apertura della lesione ≤ 0.3 mm	Classe di iniettabilità < 8 min per fessure di ampiezza > 0.2 mm Splitting test > 7 N/mm <sup>2</sup> Fessure riempite > 90 % Rottura coesiva del substrato	
	2) Apertura della lesione > 0.3 mm		
Iniettabilità in un mezzo non asciutto (se necessario)	1) Apertura della lesione ≤ 0.3 mm	EN 12618-2	
	2) Apertura della lesione > 0.3 mm		
Durabilità	EN 12618-2	Rottura coesiva del substrato	
Viscosità	EN ISO 3219	< 500 mPa·s	
Sviluppo di resistenza alla trazione per i polimeri	EN 1543	> 3 N/mm <sup>2</sup> entro 72 h o entro 10 h per movimenti giornalieri della fessura maggiori del 10% o di 0.03 mm	

## Tabella

Prescrizione di capitolato per sistemi epossidici iniettanti a bassa viscosità (SI)

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per adesivo epossidico per l'incollaggio di tessuti in carbonio (EA) e per sistemi epossidici a "stucco" (SE) per sigillatura di lesioni, incollaggio di lamine in carbonio e tessuti in acciaio e rasatura di superfici prima dell'incollaggio di tessuti in carbonio con l'adesivo EA

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		SE	EA
Viscosità	Metodo Brookfield	700-900 Pa·s	6.0-7.0 Pa·s
Adesione per trazione diretta	EN 12188	$\geq 14 \text{ N/mm}^2$	
Adesione per taglio inclinato	50°	$\geq 50 \text{ N/mm}^2$	
		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	
		$\geq 70 \text{ N/mm}^2$	
Resistenza al taglio	EN 12188	$\geq 12 \text{ N/mm}^2$	
Ritiro	EN 12617-1	$\leq 0.1\%$	
Lavorabilità	EN ISO 9514	> 30 min. a 20°C	
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$	
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	$\leq 100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (misurato tra -25°C e +60°C)	
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$\geq +40^\circ\text{C}$	
Durabilità	EN 13733	Taglio a compressione > della resistenza a trazione del calcestruzzo	
		Nessuna rottura nei provini acciaio/adesivo/acciaio	

**Controlli in opera**

PRESTAZIONE	PRODOTTO	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	FREQUENZA
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio)	MT-R3	EN 1542	$\geq 1.2 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>
	MT-R4 e MT-SB-R4 MC-R4 e MC-SB-R4 MC-RI-R4 MC-RI-SB-R4 BC-R4 e BC-SB-R4 BC-RI-R4 e BC-SB-RI-R4 MR-R2 e MR-R3 MRA-R2		$\geq 1.6 \text{ N/mm}^2$	
	AE AC ASC		$\geq 1.4 \text{ N/mm}^2$	
	PC		> 0.5 N/mm <sup>2</sup>	
Adesione di lamine (5x5 cm) al calcestruzzo dopo 7 giorni all'aria (T=23°C e U.R.=50%): valore medio/minimo	SE		Rottura coesiva del substrato	
Resistenza caratteristica in opera	BC-R4 e BC-SB-R4 BC-RI-R4 e BC-SB-RI-R4 CS-R4	EN 1504-1	> 0.85 · R <sub>ck-progetto</sub>	A discrezione D.L.
Spessore secco (valore medio)	AE AC ASC	EN ISO 2808	$\geq$ di quello indicato per il superamento dei requisiti prestazionali richiesti	1 prova ogni 100 m <sup>2</sup>
Profondità di penetrazione del trattamento idrofobico (secondo EN 13579)	TI AG	Pr EN 14630	Classe I < 10 mm Classe II > 10 mm	Prima dell'inizio dei lavori e ogni 50 m <sup>2</sup>
Assorbimento d'acqua (Tubo di Karsten)	TI AG	-	$\leq 50\%$ rispetto al calcestruzzo non idrofobizzato	
Velocità di propagazione delle onde ultrasonore a discrezione della D.L.	SI	-	> 90% di quella nel calcestruzzo non fessurato	A discrezione D.L.
Spessore minimo di applicazione	SE	EN ISO 2808	3mm	1 prova ogni 100 m <sup>2</sup>

**Tabella**

Controlli in opera da eseguirsi su materiali e prodotti per il restauro di elementi in c.a.





## **ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MEDIA SUCCURSALE DI QUARRATA**

### **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**



Il presente documento riguarda la parte tecnica del Capitolato Speciale di Appalto, si riferisce in modo esteso, anche ad opere e lavorazioni non completamente da eseguire all'interno del presente appalto.

Si utilizzerà pertanto, soltanto per quanto strettamente necessario per le opere da eseguire.

Per quanto alle opere di **consolidamento e recupero delle strutture in c.a.**, in particolare in relazione a:

- Accettazione dei materiali in generale
- Materiali e prodotti per uso strutturale
- Modalità di esecuzione delle opere edilizie
- Esecuzione di prove e verifiche

Ci si può riferire alla sezione specifica **RECUPERO DELLE STRUTTURE IN C.A.**, e **CONSOLIDAMENTO DELLE STRUTTURE IN C.A. CON MATERIALI COMPOSITI**.

#### **1 – Accettazione dei materiali in generale**

- Art. 10. Accettazione e pagamento di determinati manufatti
- Art. 11. Impiego di materiali riciclati, di terre e di rocce da scavo
  - 11.1. Materiali riciclati
  - 11.2. Riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo
- Art. 12. Dichiarazione di prestazione e simbolo di marcatura CE
  - 12.1. Simbolo di marcatura CE
  - 12.2. Mancanza di norme UNI applicabili o aggiornate
- Art. 13. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati

#### **2 – Materiali e prodotti per uso strutturale**

- Art. 14. Materiali e prodotti per uso strutturale
    - 14.1. Identificazione, certificazione e accettazione
    - 14.2. Procedure e prove sperimentali d'accettazione
  - Art. 15. Componenti del calcestruzzo
    - 15.1. Contenuto minimo di materiale riciclato
    - 15.2. Cementi
      - 15.2.1. Fornitura
      - 15.2.2. Marchio di conformità
      - 15.2.3. Metodi di prova ai fine dell'accettazione
    - 15.3. Aggregati
      - 15.3.1. Dichiarazione di prestazione
      - 15.3.2. Marcatura Ce
      - 15.3.3. Controlli d'accettazione degli aggregati
      - 15.3.4. Sabbia e verifiche di qualità
    - 15.4. Aggiunte
      - 15.4.1. Ceneri volanti
      - 15.4.2. Microsilice
    - 15.5. Additivi
      - 15.5.1. Additivi acceleranti
      - 15.5.2. Additivi ritardanti
      - 15.5.3. Additivi antigelo
      - 15.5.4. Additivi fluidificanti e superfluidificanti
      - 15.5.5. Additivi aeranti
    - 15.6. Agenti espansivi
    - 15.7. Acqua di impasto
  - Art. 16. Acciaio per cemento armato
    - 16.1. Ghisa, ferro, acciaio contenuto minimo di materiale riciclato
    - 16.2. Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati
- Documentazione della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio
- Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche
- Attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e Dichiarazione di prestazione
- Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti dai

- centri di trasformazione e verifiche del direttore dei lavori
- 16.3. Tipi d'acciaio per cemento armato
  - 16.3.1. Accertamento delle proprietà meccaniche
  - 16.3.2. Reti e tralicci elettrosaldati
    - 16.3.2.1. Marchiatura di identificazione
- 16.4. Controlli di accettazione in cantiere
  - 16.4.1. Generalità
    - Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove
    - Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione
- Art. 17. Acciaio per cemento armato precompresso
  - 17.1. Generalità
  - 17.2. Forme di fornitura degli acciai e tolleranze di ossidazione ammesse
  - 17.3. Caratteristiche dei saggi destinati ai controlli
  - 17.4. Controlli di accettazione in cantiere
    - 17.4.1. Omissione dei controlli in cantiere
- Art. 18. Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte
  - 18.1. Generalità
  - 18.2. Acciai laminati
  - 18.3. Acciaio per getti
  - 18.4. Acciaio per strutture saldate
    - 18.4.1. Processo di saldatura
    - 18.4.2. Qualificazione dei saldatori
    - 18.4.3. Controlli non distruttivi delle saldature
    - 18.4.4. Bulloni e i chiodi
  - 18.5.1. Bulloni
  - 18.5.2. Bulloni per giunzioni ad attrito
  - Marchatura CE per la bulloneria non adatta a precarico
  - Marchatura CE per la bulloneria adatta a precarico
  - Normativa sugli assiemi di bulloneria strutturale
  - 18.5.6. Chiodi
  - 18.5.7. Connettori a piolo
  - 18.6. Impiego di acciai inossidabili
  - 18.7. Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica
  - 18.8. Procedure di controllo su acciai da carpenteria
  - 18.9. Norme di riferimento
    - 18.9.1. Esecuzione
    - 18.9.2. Elementi di collegamento
    - 18.9.3. Profilati cavi
    - 18.9.4. Prodotti laminati a caldo
- Art. 19. Muratura portante
  - 19.1. Elementi per muratura
    - 19.1.1. Dichiarazione di prestazione
    - 19.1.2. Prove di accettazione
    - 19.1.3. Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali
  - 19.2. Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato
    - 19.2.1. Malte a prestazione garantita
    - 19.2.2. Malte a composizione prescritta
    - 19.2.3. Malte premiscelate
    - 19.2.4. Malte speciali a base cementizia
    - 19.2.5. Prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale
- Art. 20. Materiali e prodotti a base di legno
  - 20.1. Generalità
  - 20.2. Requisiti ambientali e certificazioni di accompagnamento
  - 20.3. Legno massiccio
  - 20.4. Legno strutturale con giunti a dita
  - 20.4. Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato
  - 20.6. Pannelli a base di legno
    - 20.6.1. Pannelli a base di fibra di legno
    - 20.6.2. Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento
    - 20.6.3. Pannelli di legno compensato e paniforti
  - 20.7. Prodotti derivati dal legno per uso strutturale

- 20.8. Adesivi per usi strutturali
  - 20.8.1. Adesivi per elementi incollati in stabilimento
  - 20.8.2. Adesivi per giunti realizzati in cantiere
- 20.9. Elementi di collegamento
  - 20.9.1. Elementi meccanici di collegamento
- 20.10. Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno
  - 20.10.1. Segati di legno
- 20.11. Documentazione d'accompagnamento per le forniture
- 20.12. Controlli di accettazione in cantiere
  - 20.12.1. Specifiche per ogni tipologia
  - 20.12.2. Ulteriori prove distruttive e non distruttive
- Art. 21. Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.
  - 21.1. Generalità
    - 21.1.1. Controllo sui materiali per elementi di serie
    - 21.1.2. Marcatura
- Art. 22. Elementi per solai misti in calcestruzzo armato e laterizio
  - 22.1. Generalità
  - 22.2.2. Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio
  - 22.2.3. Caratteristiche fisico-meccaniche
- Art. 23. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo
  - 23.1. Generalità
  - 23.2. Acciaio
  - 23.3. Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo
  - 23.4. Travi con soletta collaborante
    - 23.4.1. Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio
  - 23.5. Colonne composte
    - 23.5.1. Copriferro
  - 23.6. Solette composte con lamiera grecata
- Art. 24. Appoggi strutturali
  - 24.1. Generalità
  - 24.2. Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione
- Art. 25. Dispositivi antisismici e controllo delle vibrazioni
  - 25.1. Generalità
  - 25.2. Tipologie di dispositivi
  - 25.3. Procedure di qualificazione
  - 25.4. Documenti di accompagnamento delle forniture
  - 25.5. Controlli di accettazione in cantiere
  - 25.6. Dispositivi a comportamento lineare
    - 25.6.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.6.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.7. Dispositivi a comportamento non lineare
    - 25.7.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.7.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.8. Dispositivi a comportamento viscoso
    - 25.8.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.8.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.9. Isolatori elastomerici
    - 25.9.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.9.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.10. Isolatori a scorrimento
    - 25.10.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.10.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.11. Dispositivi a vincolo rigido del tipo a fusibile
    - 25.11.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.11.2. Prove di accettazione sui dispositivi
  - 25.12. Dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio
    - 25.12.1. Prove di accettazione sui materiali
    - 25.12.2. Prove di accettazione sui dispositivi

### **3 – Materiali per opere di completamento e impiantistiche**

- Art. 26. Gesso ed elementi in gesso
  - 26.1. Generalità

- 26.2. Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi
- 26.3. Requisiti ambientali
- 26.4. Lastre di gesso rivestito
- 26.5. Pannelli per controsoffitti
- 26.6. Blocchi di gesso per tramezzi
- 26.7. Leganti e intonaci a base di gesso
- Art. 27. Calci idrauliche da costruzioni
- Art. 28. Laterizi
  - 28.1. Generalità
  - 28.2. Requisiti
  - 28.3. Contenuto minimo di materiale riciclato
  - 28.4. Controlli di accettazione
  - 28.5. Elementi in laterizio per solai
  - 28.6. Tavelle e tavelloni
- Art. 29. Manufatti di pietre naturali o ricostruite
  - 29.1. Generalità
  - 29.2. Marmo
  - 29.3. Granito
  - 29.4. Travertino
  - 29.5. Pietra
  - 29.6. Requisiti d'accettazione
  - 29.7. Manufatti da lastre
  - 29.8. Manufatti in spessore
  - 29.9. Manufatti a spacco e sfaldo
- Art. 30. Prodotti per pavimentazioni
  - 30.1. Generalità
  - 30.2. Requisiti ecologici e prestazionali per pavimenti e rivestimenti interni ed esterni
  - 30.3. Requisiti di accettazione dei materiali per pavimentazione
  - 30.4. Pavimentazioni interne
    - 30.4.1. Tipologie
    - 30.4.2. Prodotti in legno per pavimentazione
    - 30.4.3. Piastrelle in ceramica
      - 30.4.3.1. Imballaggi e indicazioni
      - 30.4.3.2. Designazione
    - 30.4.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni
      - 30.4.4.1. Pavimentazioni a base di policloruro di vinile.
      - 30.4.4.2. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni
    - 30.4.5. Mattonelle di conglomerato cementizio
    - 30.4.6. Prodotti tessili per pavimenti (moquettes)
  - 30.5. Pavimentazioni esterne
    - 30.5.1. Tipologie
    - 30.5.2. Masselli di calcestruzzo
    - 30.5.3. Prodotti in pietre naturali
      - 30.5.3.1. Materiali di porfido
        - 30.5.3.1.1. Cubetti di porfido
        - 30.5.3.1.2. Tozzetti
        - 30.5.3.1.3. Piastrelle
        - 30.5.3.1.4. Lastre irregolari (Opus incertum)
        - 30.5.3.1.5. Binderi
        - 30.5.3.1.6. Cordoni
        - 30.5.3.1.7. Cordonetti per aiuole
        - 30.5.3.1.8. Soglie carraie – plinti – bocche di lupo
        - 30.5.3.1.9. Smoller
        - 30.5.3.1.10. Gradini
        - 30.5.3.1.11. Alzate – battiscopa – zoccolino
      - 30.5.3.4. Mattonelle di asfalto pressato
      - 30.5.5. Pavimentazioni sportive sintetiche
      - 30.5.6. Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiabile
    - 30.6. Pavimenti sopraelevati
      - 30.6.1. Generalità
      - 30.6.2. Strutture di sostegno
      - 30.6.3. Pannelli di supporto

- Art. 31. Controsoffitti
  - 31.1. Generalità
  - 31.2. Elementi di sospensione e profili portanti
  - 31.3. Controsoffitti in pannelli di gesso
  - 31.4. Controsoffitti in lastre di cartongesso
  - 31.5. Controsoffitti in perline di legno
  - 31.6. Controsoffitti in pannelli di fibre minerali
- Art. 32. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni
  - 32.1. Caratteristiche
  - 32.2. Prodotti rigidi per rivestimenti murali
    - 32.2.1. Piastrelle di ceramica
    - 32.2.2. Lastre di pietra naturale
    - 32.2.3. Elementi di metallo o materia plastica
    - 32.2.4. Lastre di cartongesso
    - 32.2.5. Lastre di fibrocemento ecologico
    - 32.2.6. Lastre di calcestruzzo
    - 32.2.7. Pannelli di sughero
  - 32.3. Prodotti flessibili. Rivestimenti murali
    - 32.3.1. Carte da parati
    - 32.3.2. Rivestimenti tessili
    - 32.3.3. Rivestimento ignifugo
    - 32.3.4. Norme di riferimento
  - 32.4. Prodotti fluidi o in pasta
    - 32.4.1. Intonaci
  - 32.5. Armatura degli intonaci interni
    - 32.5.1. Prodotti vernicianti
- Art. 33. Vernici, smalti, pitture, ecc.
  - 33.1. Generalità
  - 33.2. Requisiti ecologici e prestazionali
  - 33.3. Vernici protettive antiruggine
  - 33.4. Smalti
  - 33.5. Diluenti
  - 33.6. Idropitture a base di cemento
  - 33.7. Idropitture lavabili.
  - 33.8. Latte di calce
  - 33.9. Tinte a colla e per fissativi
  - 33.10. Coloranti e colori minerali
  - 33.11. Stucchi
  - 33.12. Norme di riferimento
- Art. 34. Sigillanti e adesivi
  - 34.1. Sigillanti
  - 34.2. Adesivi
    - 34.2.1. Adesivi per piastrelle
    - 34.2.2. Adesivi per rivestimenti ceramici
    - 34.2.3. Metodi di prova
- Art. 35. Prodotti e materiali per partizioni interne
  - 35.1. Definizioni
  - 35.2. Tipologie funzionali
  - 35.3. Elementi componenti le pareti interne verticali
  - 35.4. Requisiti
  - 35.5. Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.
  - 35.6. Blocchi di laterizi forati pder tramezzi
  - 35.7. Blocchi di calcestruzzo alleggerito
  - 35.8. Pannelli per isolamento acustico dei divisori in laterizio
  - 35.9. Blocchi di gesso
  - 35.10. Lastre in cartongesso
- Art. 36. Prodotti per coperture discontinue (a falda)
  - 36.1. Definizioni
  - 36.2. Tegole e coppi in laterizio
  - 36.3. Elementi speciali
  - 36.4. Norme e criteri d'accettazione
  - 36.5. Tegole in cemento

- 36.6. Lastre di fibrocemento ecologico
- 36.7. Tegole in fibrocemento
- 36.8. Lastre di materia plastica rinforzata
- 36.9. Lastre di metallo
- 36.10. Lastre in pietra naturale
- 36.11. Strato di isolamento della copertura
- 36.12. Pannello di sughero naturale compresso
- 36.13. Pannello multistrato
- 36.14. Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso
- 36.15. Pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso
- Art. 37. Impermeabilizzazioni
  - 37.1. Generalità
  - 37.2. Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata
  - 37.3. Membrane flessibili per impermeabilizzazioni
    - 37.3.1. Membrane flessibili bituminose
    - 37.3.2. Membrane flessibili per impermeabilizzazione di superfici di calcestruzzo
    - 37.3.3. Membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture
    - 37.3.4. Membrane flessibili per impermeabilizzazione destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo .....
    - 37.3.5. Membrane flessibili per impermeabilizzazione per il controllo del vapore d'acqua
  - 37.4. Prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori
    - 37.4.1. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni
    - 37.4.2. Malte asfaltiche
    - 37.4.3. Asfalti colati
    - 37.4.4. Mastice di rocce asfaltiche
    - 37.4.5. Mastice di asfalto sintetico
    - 37.4.6. Guaina liquida elastica fibrorinforzata
  - 37.5. Malta bicomponente elastica a base cementizia
- Art. 38. Vetri
  - 38.1. Generalità
  - 38.2. Campioni che dovrà fornire l'appaltatore
  - 38.3. Prescrizioni di carattere particolare
  - 38.4. Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico
    - 38.4.1. Vetri grezzi
    - 38.4.2. Vetri piani lucidi tirati
    - 38.4.3. Vetri piani trasparenti float
    - 38.4.4. Norme di riferimento
  - 38.5. Vetri di sicurezza
    - 38.5.1. Vetri piani temprati
  - 38.6. Vetri piani stratificati
    - 38.6.1. Vetro antincendio
    - 38.6.2. Vetro retinato (o armato)
  - 38.7. Vetri sicurezza per impianti di ascensore
    - 38.7.1. Vetri di sicurezza. Prove
    - 38.7.2. Porte di piano e pareti di cabina
    - 38.7.3. Specchi in cabina
    - 38.7.4. Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza
  - 38.8. Vetrocamera
  - 38.9. Vetri piani profilati ad U
  - 38.10. Vetri pressati per vetrocemento armato
- Art. 39. Infissi esterni ed interni
  - 39.1. Definizioni
  - 39.2. Serramenti interni ed esterni
  - 39.3. Luci fisse
  - 39.4. Campioni di ogni tipo infisso da esibire da parte dell'appaltatore
  - 39.5. Tipologie dei serramenti di progetto
  - 39.6. Marcatura Ce
  - 39.7. Documentazione da fornire al direttore dei lavori
  - 39.8. Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap
    - 39.8.1. Porte interne

- 39.8.2. Infissi esterni
- 39.9. Serramenti metallici
  - 39.9.1. Componenti dei serramenti
  - 39.9.2. Materiali e norme di riferimento
  - 39.9.3. Finitura superficiale dei telai metallici
  - 39.9.4. Telai e controtelai
- 39.10. Accessori
  - 39.10.1. Vetrazioni
  - 39.10.2. Guarnizioni
  - 39.10.3. Sigillanti
- 39.11. Pannelli
  - 39.11.1. Dispositivi di ventilazione
  - 39.11.2. Sistemi di protezione dall'irraggiamento solare
- 39.12. Serramenti in PVC
  - 39.12.1. Materiali
    - 39.12.1.1. Profili in PVC
    - 39.12.1.2. Finitura superficiali dei profili in PVC
    - 39.12.1.3. Rinforzi metallici
    - 39.12.1.4. Guarnizioni di tenuta
    - 39.12.1.5. Vetri
    - 39.12.1.6. Accessori e ferramenta
  - 39.12.2. Requisiti costruttivi
    - 39.12.2.1. Costruzione di telai e battenti
    - 39.12.2.2. Serramento a giunto aperto
    - 39.12.2.3. Serramento a due guarnizioni di battuta
    - 39.12.2.4. Schermo oscurante esterno: la persiana
    - 39.12.2.5. Costruzione dei telai e dei battenti
    - 39.12.2.6. Rinforzi
    - 39.12.2.7. Ferramenta
    - 39.12.2.8. Sistemi oscuranti
  - 39.12.3. Posa del serramento nel vano murario
    - 39.12.3.1. Fissaggio
    - 39.12.3.2. Sigillatura
    - 39.12.3.3. Isolamento
    - 39.12.3.4. Coprifilatura
  - 39.12.4. Prestazioni dei serramenti
    - 39.12.4.1. Classi di tenuta
    - 39.12.4.2. Isolamento termico del serramento
    - 39.12.4.3. Isolamento acustico del serramento
  - 39.12.5. Sicurezza
    - 39.12.5.1. Sicurezza nell'uso
    - 39.12.5.2. Sicurezza delle parti vetrate
    - 39.12.5.3. Classe di reazione al fuoco
    - 39.12.5.4. Accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza e marcatura CE
  - 39.12.6. Istruzioni di manutenzione
- 39.13. Porte e chiusure resistenti al fuoco
  - 39.13.1. Generalità
  - 39.13.2. Valutazione delle caratteristiche
  - 39.13.3. Classificazione delle porte resistenti al fuoco
  - 39.13.4. Omologazione
  - 39.13.5. Documentazione tecnica che l'appaltatore deve consegnare per ogni fornitura
  - 39.13.6. Norme di riferimento
- Art. 40. Prodotti per isolamento termico
  - 40.1. Generalità
  - 40.2. Requisiti ambientali
  - 40.3. Polistirene espanso (PSE)
  - 40.4. Poliuretani e poliisocianurati espansi
  - 40.5. Argilla espansa
  - 40.6. Lana minerale
  - 40.7. Vetro cellulare



- 40.8. Perlite espansa
- 40.9. Vermiculite espansa
- 40.10. Fibre di legno
- 40.11. Sughero espanso
- Art. 41. Prodotti per isolamento e assorbimento acustico
  - 41.1. Prodotti per assorbimento acustico
    - 41.1.1. Classificazione dei materiali
    - 41.1.2. Caratteristiche costruttive
    - 41.1.3. Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera
  - 41.2. Prodotti per isolamento acustico
    - 41.2.1. Definizioni
    - 41.2.2. Caratteristiche costruttive
    - 41.2.3. Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera
- Art. 42. Apparecchi sanitari
  - 42.1. Terminologia, classificazione e limiti di accettazione
  - 42.2. Requisiti
  - 42.3. Norme di riferimento
    - 42.3.1. Lavabi, lavamani e lavelli da cucina
    - 42.3.2. Vasi
    - 42.3.3. Orinatoi
    - 42.3.4. Bidè
    - 42.3.5. Vasche da bagno
    - 42.3.6. Piatti doccia
  - 42.4. Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari
    - 42.4.1. Spazi minimi e misure di sicurezza
    - 42.4.2. Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote
    - 42.4.3. Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari
    - 42.4.4. Impugnature di sicurezza
- Art. 43. Rubinetteria sanitaria
  - 43.1. Categorie
  - 43.2. Requisiti ecologici
  - 43.3. Gruppi miscelatori
  - 43.4. Caratteristiche prestazionali
  - 43.5. Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)
  - 43.6. Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi
  - 43.7. Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)
  - 43.8. Rubinetti idonei ai portatori di handicap
  - 43.9. Fornitura e stoccaggio
- Art. 44. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari
  - 44.1. Generalità
  - 44.2. Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari
  - 44.3. Aspetto delle superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico
  - 44.4. Sifoni
  - 44.5. Pilette di scarico
  - 44.6. Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta
  - 44.7. Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola
  - 44.8. Tenuta dei sifoni
  - 44.9. Marcatura
  - 44.10. Tubazioni degli impianti di scarico
- Art. 45. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc
  - 45.1. Tubi in acciaio
    - 45.1.1. Tolleranze
    - 45.1.2. Tipologie tubi
    - 45.1.3. Tubi senza saldatura
    - 45.1.4. Tubi con saldatura
    - 45.1.5. Designazione e marcatura dei materiali
    - 45.1.6. Rivestimento interno
    - 45.1.7. Rivestimento esterno
  - 45.2. Tubazioni in gres
    - 45.2.1. Dimensioni

- 45.2.2. Sistemi di giunzione
- 45.2.3. Norme di riferimento
- 45.3. Tubazioni in PVC
  - 45.3.1. Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata
  - 45.3.2. Tubazioni per adduzione d'acqua
    - 45.3.2.1. Composizione di PVC-U
    - 45.3.2.2. Aspetto e colore dei tubi
    - 45.3.2.3. Caratteristiche meccaniche
    - 45.3.2.4. Caratteristiche geometriche
    - 45.3.2.5. Spessori di parete e relative tolleranze
    - 45.3.2.6. Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati
    - 45.3.2.7. Guarnizioni di tenuta
    - 45.3.2.8. Marcatura
  - 45.3.3. Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione
    - 45.3.3.1. Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi
    - 45.3.3.2. Caratteristiche dei tubi
    - 45.3.3.3. Raccordi
    - 45.3.3.4. Dimensioni dei tubi
    - 45.3.3.5. Marcatura
    - 45.3.3.6. Sistema qualità e certificazioni
  - 45.3.4. Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati
    - 45.3.4.1. Materiale di base
    - 45.3.4.2. Codice dell'area di applicazione
    - 45.3.4.3. Utilizzo
    - 45.3.4.4. Caratteristiche geometriche
    - 45.3.4.5. Caratteristiche meccaniche
    - 45.3.4.6. Caratteristiche fisiche
    - 45.3.4.7. Aspetto e colore dei tubi
    - 45.3.4.8. Raccordi
    - 45.3.4.9. Guarnizioni di tenuta
    - 45.3.4.10. Adesivi
    - 45.3.4.11. Emissione di rumore
    - 45.3.4.12. Procedura di controllo della produzione
    - 45.3.4.13. Marcatura
    - 45.3.4.14. Norme di riferimento
- 45.4. Tubazioni di fibrocemento
  - 45.4.1. Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità
  - 45.4.2. Marcatura e denominazione
  - 45.4.3. Giunti, raccordi e guarnizioni
  - 45.4.4. Controllo della qualità
  - 45.4.5. Norme di riferimento
- 45.5. Tubi in polietilene (pe)
  - 45.5.1. Polietilene
    - 45.5.1.1. Composizione del pe
  - 45.5.2. Codice dell'area di applicazione
  - 45.5.3. Aspetto e colore dei tubi
  - 45.5.4. Spessore di parete
  - 45.5.5. Tipi di raccordo
  - 45.5.6. Marcatura e denominazione
  - 45.5.7. Norme di riferimento
  - 45.5.8. Polietilene reticolato (PE-X)
- 45.6. Tubi in polipropilene (PP)
  - 45.6.1. Aspetto
  - 45.6.2. Marcatura
  - 45.6.3. Stoccaggio, movimentazione e trasporto
- 45.7. Tubi in polietilene (PE)
  - 45.7.1. Caratteristiche dei tubi
  - 45.7.2. Tubi in rotoli
  - 45.7.3. Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)
  - 45.7.4. Marcatura
  - 45.7.5. Norme di riferimento

- 45.8. Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP
  - 45.8.1. Giunzioni ad anello elastomerico
  - 45.8.2. Giunzioni ad incollaggio
  - 45.8.3. Giunzioni per saldatura
- 45.9. Tubi in rame
  - 45.9.1. Impieghi
  - 45.9.2. Guaina isolante
  - 45.9.3. Tolleranze
  - 45.9.4. Condizioni dello stato superficiale
  - 45.9.5. Prove di curvatura, allargamento e bordatura
  - 45.9.6. Verifica di qualità
  - 45.9.7. Marcatura
  - 45.9.8. Diametri dei tubi
  - 45.9.9. Norme di riferimento
- 45.10. Tubi e raccordi in ghisa sferoidale
  - 45.10.1. Norme di riferimento
  - 45.10.2. Rivestimento interno
  - 45.10.3. Rivestimento esterno
    - 45.10.3.1. Protezione esterna in polietilene
  - 45.10.4. Raccordi
  - 45.10.5. Requisiti di accettazione
  - 45.10.6. Valvole
  - 45.10.7. Marcatura dei tubi e dei raccordi
- 45.11. Tubi multistrato
  - 45.11.1. Generalità
  - 45.11.2. Raccordi e pezzi speciali

#### **4 – Modalità di esecuzione delle opere edilizie**

- Art. 46. Demolizioni e dismissioni
  - 46.1. Interventi preliminari
  - 46.2. Verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato. Piano di demolizione e recupero
    - 46.2.1. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta
  - 46.3. Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione
  - 46.4. Proprietà degli oggetti ritrovati
  - 46.5. Proprietà e reimpiego dei materiali da scavi e demolizione
- Art. 47. Scavi e sbancamenti
  - 47.1. Generalità
  - 47.2. Riconoscizione
  - 47.3. Smacchiamento dell'area
  - 47.4. Reimpiego dello strato superficiale di terreno naturale asportato
  - 47.5. Splateamento e sbancamento
  - 47.6. Scavi a sezione obbligatoria
  - 47.7. Scavi in presenza d'acqua
    - 47.7.1. Pompe di aggrottamento
    - 47.7.2. Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint
    - 47.7.3. Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione
  - 47.8. Impiego di esplosivi
  - 47.9. Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi
  - 47.10. Manutenzione degli scavi
- Art. 48. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi
- Art. 49. Riparazione di sottoservizi
- Art. 50. Rilevati e rinterri
  - 50.1. Riutilizzo del materiale di scavo per il rinterro
- Art. 51. Paratie e diaframmi
  - 51.1. Generalità
  - 51.2. Palancole infisse
    - 51.2.1. Paratie a palancole metalliche infisse
    - 51.2.2. Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato
  - 51.3. Paratie costruite in opera
    - 51.3.1. Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

51.3.2. Diaframmi in calcestruzzo armato

51.3.3. Prove e verifiche sul diaframma

Art. 52. Fondazioni dirette

52.1. Scavi di fondazione

52.2. Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva

52.3. Magrone

Art. 53. Pali di fondazione

53.1. Pali trivellati

53.1.1. Pali trivellati ad elica continua

53.1.2. Pali con morsa giracolonna

53.1.3. Micropali

53.2. Pali di medio e grande diametro

53.2.1. Pali trivellati

53.2.2. Pali trivellati ad elica continua

53.2.3. Attrezzature di scavo

53.2.4. Tolleranze dimensionali

53.3. Materiali

53.3.1. Armature metalliche

53.3.2. Rivestimenti metallici

53.3.3. Fanghi bentonitici

53.4. Modalità esecutive

53.4.1. Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio

53.4.1.1. Attrezzatura

53.4.1.2. Infissione del tubo forma

53.4.1.3. Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo

53.4.1.4. Controlli e documentazione

53.4.2. Pali trivellati con fanghi bentonitici

53.4.2.1. Attrezzatura

53.4.2.2. Preparazione del fango bentonitico

53.4.2.3. Perforazione

53.4.2.4. Armature

53.4.2.5. Getto del calcestruzzo

53.4.2.6. Controlli e documentazione

53.4.3. Pali trivellati con rivestimento provvisorio

53.4.3.1. Attrezzature

53.4.3.2. Tubi-forma

53.4.3.3. Perforazione

53.4.3.4. Armature

53.4.3.5. Getto del calcestruzzo

53.4.3.6. Controlli e documentazione

53.4.4. Pali trivellati ad elica continua

53.4.4.1. Attrezzature

53.4.4.2. Perforazione

53.4.4.3. Armatura

53.4.4.4. Getto del calcestruzzo

53.4.4.5. Controlli e documentazione

53.4.5. Pali con morsa giracolonna

53.4.6. Pali compenetrati

53.4.7. Micropali

53.4.7.1. Tracciamento

53.4.7.2. Micropali a iniezioni multiple selettive

53.4.7.3. Micropali a semplice cementazione

53.4.7.4. Tolleranze ammissibili

Art. 54. Strutture in muratura portante

54.1. Spessore minimo dei muri

54.2. Cordoli di piano e architravi

54.3. Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

54.4. Muratura armata

54.4.1. Barre d'armatura

54.4.2. Architravi, parapetti e elementi collegamento tra pareti

54.4.3. Strutture di fondazione

- 54.5. Murature e riempimenti in pietrame a secco
  - 54.5.1. Murature in pietrame a secco
- 54.6. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)
  - 54.6.1. Vespai e intercapedini
  - 54.6.2. Murature in pietrame e miste proveniente da materiale di recupero
- 54.7. Criteri generali per l'esecuzione
  - 54.7.1. Superficie di contatto tra muratura e telaio in c.a
  - 54.7.2. Muratura di mattoni
  - 54.7.3. Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista
  - 54.7.4. Muratura di laterizi a faccia vista
  - 54.7.5. Pareti di una o due teste e in foglio di mattoni pieni o forati
  - 54.7.6. Murature a cassa vuota
  - 54.7.7. Facce a vista delle murature di pietrame
  - 54.7.8. Paramento cosiddetto con pietra rasa e teste scoperte
  - 54.7.9. Paramento definito a mosaico grezzo
  - 54.7.10. Paramento cosiddetto a corsi pressoché regolari
  - 54.7.11. Paramento definito a corsi regolari
- Art. 55. Confezionamento, fornitura e posa in opera del calcestruzzo
  - 55.1. Calcestruzzo per strutture semplici e armate
    - 55.1.1. Requisiti della miscela omogenea di calcestruzzo allo stato fresco
      - 55.1.1.1. Rapporto acqua/cemento
      - 55.1.1.2. Contenuto d'aria inglobata
      - 55.1.1.3. Acqua di bleeding
    - 55.1.2. Controlli sul calcestruzzo fresco
    - 55.1.3. Caratteristiche delle miscele omogenee calcestruzzo a prestazione garantita
    - 55.1.4. Classe di resistenza minima del calcestruzzo fornito
  - 55.2. Trasporto e posa in opera del calcestruzzo
    - 55.2.1. Impianto di confezionamento del calcestruzzo
    - 55.2.2. Trasporto del calcestruzzo
    - 55.2.3. Documenti di consegna
    - 55.2.4. Armature
      - 55.2.4.1. Realizzazione delle fabbriche delle armature
      - 55.2.4.2. Ancoraggio delle barre e loro giunzioni
    - 55.2.5. Getto del calcestruzzo
      - 55.2.5.1. Verifiche da parte del direttore dei lavori e modalità esecutive del getto
      - 55.2.5.2. Programma dei getti
      - 55.2.5.3. Getto del calcestruzzo autocompattante
      - 55.2.5.4. Getti in climi freddi
      - 55.2.5.5. Getti in climi caldi
      - 55.2.5.6. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito
      - 55.2.5.7. Compattazione del calcestruzzo
      - 55.2.5.8. Vibrazione
    - 55.2.6. Stagionatura
      - 55.2.6.1. Prescrizioni per la corretta stagionatura
      - 55.2.6.2. Protezione in generale
      - 55.2.6.3. Protezione termica durante la stagionatura
      - 55.2.6.4. Durata della stagionatura
      - 55.2.6.5. Controllo della fessurazione superficiale
      - 55.2.6.6. Maturazione accelerata con getti di vapore saturo
        - 55.2.6.6.1. Norme di riferimento per i prodotti filmogeni
    - 55.2.7. Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato
      - 55.2.7.1. Caratteristiche delle casseforme
      - 55.2.7.2. Casseforme speciali
      - 55.2.7.3. Casseforme in legno
      - 55.2.7.4. Pulizia e trattamento
      - 55.2.7.5. Legature delle casseforme e distanziatori delle armature
      - 55.2.7.6. Strutture di supporto
      - 55.2.7.7. Strutture di supporto nel caso del calcestruzzo

- autocompattante
- 55.2.7.8. Giunti tra gli elementi di cassaforma
- 55.2.7.9. Predisposizione di fori, tracce, cavità
- 55.2.7.10. Prodotti disarmanti per calcestruzzi
- 55.2.7.11. Disarmo delle strutture in calcestruzzo armato
- 55.2.8. Ripristini e stuccature
- 55.2.9. Caricamento delle strutture disarmate
- 55.3. Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista
- 55.4. Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo
- 55.5. Tolleranze geometriche
- Art. 56. esecuzione di strutture in cemento armato precompresso
  - 56.1. Compattazione dei getti
  - 56.2. Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione
  - 56.3. Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione
  - 56.4. Posa delle barre dei cavi e loro messa in opera
    - 56.4.1. Operazioni di tiro
    - 56.4.2. Protezione dei cavi e iniezioni
    - 56.4.3. Caratteristiche della malta
    - 56.4.4. Operazioni di iniezione
    - 56.4.5. Condotti
    - 56.4.6. Iniezioni
- Art. 57. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso
  - 57.1. Limiti dimensionali
  - 57.2. Esecuzione
    - 57.2.1. Bagnatura degli elementi
    - 57.2.2. Blocchi
    - 57.2.3. Allineamenti e forzature
    - 57.2.4. Calcestruzzi per i getti in opera
    - 57.2.5. Puntellamento provvisorio
- Art. 58. Esecuzione di strutture prefabbricate
  - 58.1. Programma di montaggio
  - 58.2. Identificazione degli elementi
  - 58.3. Stoccaggio
  - 58.4. Verifiche preliminari
  - 58.5. Giunti e unioni
  - 58.6. Posa in opera dei pannelli
  - 58.7. Sigillature dei giunti dei pannelli
  - 58.8. Tolleranze ammesse per le dimensioni degli elementi strutturali
- Art. 59. Esecuzione di strutture in legno
  - 59.1. Generalità
  - 59.2. Collegamenti
  - 59.3. Fase di montaggio della struttura
  - 59.4. Fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera
  - 59.5. Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione
    - 59.5.1. Requisiti per prevenire l'instabilità laterale
    - 59.5.2. Incollaggio
    - 59.5.3. Unioni con dispositivi meccanici
    - 59.5.4. Assemblaggio
- Art. 60. Esecuzione di strutture in acciaio
  - 60.1. Composizione degli elementi strutturali
    - 60.1.1. Spessori limite
    - 60.1.2. Problematiche specifiche
    - 60.1.3. Giunti di tipo misto
  - 60.2. Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza
    - 60.2.1. Serraggio dei bulloni
    - 60.2.2. Prescrizioni particolari
  - 60.3. Unioni saldate
  - 60.4. Raccomandazioni e procedure
  - 60.5. Preparazione dei giunti
  - 60.6. Qualificazione dei saldatori
  - 60.7. Apparecchi di appoggio
  - 60.8. Verniciatura e zincatura

- 60.9. Norme di riferimento
- Art. 61. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo
  - 61.1. Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio
  - 61.2. Spessori minimi
  - 61.3. Colonne composte
    - 61.3.1. Copriferro e miimi di armatura
  - 61.4. Solette composte con lamiera grecata
    - 61.4.1. Spessore minimo delle lamiere grecate
    - 61.4.2. Spessore minimo della soletta
    - 61.4.3. Dimensione nominale degli inerti
    - 61.4.4. Appoggi
- Art. 62. Solai in ferro e tavelloni
  - 62.1. Solai con tavelloni
  - 62.2. Solai ad orditura semplice
  - 62.3. Solai ad orditura composta
- Art. 63. Esecuzione delle coperture continue (piane)
  - 63.1. Definizioni
    - 63.1.1. Copertura non termoisolata non ventilata
    - 63.1.2. Copertura ventilata ma non termoisolata
    - 63.1.3. Copertura termoisolata non ventilata
    - 63.1.4. Copertura termoisolata e ventilata
  - 63.2. Realizzazione degli strati
  - 63.3. Lucernari
    - 63.3.1. Generalità
    - 63.3.2. Lucernari continui
    - 63.3.3. Lucernari a piramide
    - 63.3.4. Lucernari continui a sesto ribassato
    - 63.3.5. Lucernari continui a vela
    - 63.3.6. Lucernari a cupola
    - 63.3.7. Norme di riferimento
- Art. 64. Esecuzione dlle coperture discontinue (a falda)
  - 64.1. Generalità
  - 64.2. Strati funzionali
  - 64.3. Realizzazione degli strati
  - 64.4. Controlli del direttore dei lavori
- Art. 65. Impermeabilizzazione di opere interratoe
  - 65.1. Definizioni
  - 65.2. Impermeabilizzazione di opere interratoe
  - 65.3. Impermeabilizzazioni di elementi verticali
  - 65.4. Controlli del direttore dei lavori
- Art. 66. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne
  - 66.1. Definizioni
  - 66.2. Strati funzionali
    - 66.2.1. Pareti a cortina (facciate continue)
    - 66.2.2. Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc
    - 66.2.3. Tramezzi in blocchi di gesso
    - 66.2.4. Tramezzi in tavelloni monostrato
      - 66.2.4.1. Tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni
    - 66.2.5. Applicazione dei pannelli di cartongesso
    - 66.2.6. Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito
  - 66.3. Parete divisoria modulare
    - 66.3.1. Generalità
    - 66.3.2. Modulo cieco
    - 66.3.3. Modulo vetrato
    - 66.3.4. Modulo porta
  - 66.4. Diffusori e mattoni di vetro
    - 66.4.1. Generalità
    - 66.4.2. Diffusori per pavimentazioni
    - 66.4.3. Diffusori per pareti
    - 66.4.4. Norme di riferimento

67. Esecuzione di intonaci

67.1. Generalità

67.2. Intonaci per interni

67.2.1. Intonaco grezzo o rinzafo

67.2.2. Intonaco grezzo fratazzato o traversato

67.2.3. Intonaci a base di gesso per interni

67.2.3.1. Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale per applicazione a macchina

monoprodotto, per applicazione a macchina

67.2.3.4. Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano

67.2.3.5. Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina

67.2.3.6. Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

67.2.4. Paraspigoli in lamiera zincata

67.2.5. Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

67.2.6. Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo

67.2.7. Intonaco per interni per protezione antincendio

67.2.8. Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

67.3. Intonaci per esterni

67.3.1. Gli strati componenti l'intonaco esterno

67.3.2. Intonaco per esterno di tipo plastico

67.3.3. Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

67.3.4. Intonaco civile per esterni tipo Terranova

67.3.5. Intonaco a base di silicati di potassio

67.3.6. Intonaco a base silossanica

67.3.7. Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

67.3.8. Esecuzione dell'intonaco su strutture in calcestruzzo armato

67.3.9. Divieti per l'appaltatore

67.4. Intonaci e trattamenti su edifici esistenti

67.4.1. Intonaci su superfici vecchie

67.4.2. Intonaci da eseguire su altri esistenti

67.4.3. Intonaco risanante ad azione deumidificante

67.5. Giunti di dilatazione

67.6. Protezione degli intonaci realizzati

Art. 68. Opere di vetratura e serramentistica

68.1. Definizioni

68.2. Realizzazione

68.3. Posa in opera dei serramenti

68.4. Controlli del direttore di lavori

Art. 69. Esecuzione delle pavimentazioni

69.1. Definizioni

69.1.1. Pavimentazione su strato portante

69.1.1.1. Realizzazione degli strati portanti

69.1.2. Pavimentazione su terreno

69.1.3. Realizzazione degli strati di pavimentazioni su terreno

69.2. Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante

69.3. Soglie e davanzali

69.4. Zoccolino battiscopa

69.5. Rivestimento dei gradini

69.6. Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi

69.7. Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite

69.8. Controlli del direttore dei lavori

Art. 70. Opere di rifinitura varie

70.1. Verniciature e tinteggiature

70.1.1. Attrezzatura

70.1.2. Campionature

70.1.3. Preparazione delle superfici



- 70.1.4. Stato delle superfici murarie e metalliche
- 70.1.5. Preparazione dei prodotti
- 70.1.6. Esecuzione
  - 70.1.6.1. Tinteggiatura di pareti
  - 70.1.6.2. Tinteggiatura con pittura alla calce
  - 70.1.6.3. Tinteggiatura a colla e gesso
  - 70.1.6.4. Tinteggiatura a tempera
  - 70.1.6.5. Tinteggiatura con idropittura a base di cemento
  - 70.1.6.6. Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche
  - 70.1.6.7. Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello
  - 70.1.6.8. Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni
  - Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio
  - Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno
- 70.1.7. Verniciatura
  - 70.1.7.1. Generalità
  - 70.1.7.2. Verniciatura a smalto (tradizionale)
  - 70.1.7.3. Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
  - 70.1.7.4. Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
  - 70.1.7.5. Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine
  - 70.1.7.6. Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno
  - 70.1.7.7. Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretano
  - 70.1.7.8. Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretano
  - 70.1.7.9. Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico
  - 70.1.7.10. Applicazione dell'antiruggine
  - 70.1.7.11. Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)
  - 70.1.7.12. Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio
  - 70.1.7.13. Protezione delle opere verniciate
  - 70.1.7.14. Controllo dello spessore degli strati di vernice e metodi di prova
- 70.1.8. Smaltimento rifiuti
- 70.2. Esecuzione di decorazioni
- 70.3. Rivestimenti per interni ed esterni
  - 70.3.1. Sistema di rivestimento
  - 70.3.2. Sistemi realizzati con prodotti rigidi
  - 70.3.3. Sistemi realizzati con prodotti flessibili
  - 70.3.4. Sistemi realizzati con prodotti fluidi
- 70.4. Applicazione di tappezzerie
  - 70.4.1. Superfici e supporti
  - 70.4.2. Stato delle superfici e dei supporti murali
  - 70.4.3. Preparazione del supporto
  - 70.4.4. Tecnica di applicazione
    - 70.4.4.1. Norme di riferimento
- 70.5. Applicazione di moquette
  - 70.5.1. Superfici e supporti
  - 70.5.2. Stato delle superfici e dei supporti murali
  - 70.5.3. Preparazione del supporto
  - 70.5.4. Tecnica di applicazione
  - 70.5.5. Norme di riferimento
- 70.6. Verifiche del direttore dei lavori

Art. 71. Giunti di dilatazione

71.1. Giunti di dilatazione per pavimenti

71.1.1. Pavimenti

71.1.2. Pavimenti sopraelevati

71.1.3. Pavimenti finiti

71.2. Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti

71.2.1. Facciate, pareti e soffitti a faccia vista

71.2.2. Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco

71.2.3. Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

71.2.4. Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

**5 – Modalità di esecuzione degli impianti**

Art. 72. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Art. 73. Impianti idrico-sanitari

73.1. Caratteristiche dei materiali

73.1.1. Prescrizioni normative

73.2. Contatori per acqua

73.2.1. Contatori per acqua fredda

73.2.2. Contatori per acqua calda

73.3. Criteri di esecuzione

73.3.1. Posa in opera delle tubazioni

73.3.2. Ancoraggi delle tubazioni a vista

73.3.3. Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

73.4. Isolamento termico

73.4.1. Materiali isolanti

73.5. Protezione contro la corrosione

73.5.1. Generalità

73.5.2. Mezzi impiegabili per la protezione passiva

73.5.3. Mezzi impiegabili per la protezione attiva

73.5.4. Protezione passiva e attiva

73.6. Rete di ventilazione

73.6.1. Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

73.6.2. Materiali ammessi

73.6.3. Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

73.6.4. Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

73.7. Rete di scarico delle acque reflue

73.7.1. Generalità. Classificazioni

73.7.2. Materiali

73.7.3. Criteri di esecuzione

73.7.4. Diramazioni di scarico

73.7.5. Colonne di scarico

73.7.6. Collettori di scarico

73.7.7. Dispositivo a chiusura idraulica

73.7.8. Pozzetti di ispezioni

73.8. Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali

73.8.1. Generalità

73.8.2. Materiali e criteri di esecuzione

73.8.3. Canali di gronda

73.8.4. Pluviali

73.8.5. Collettori di scarico

73.8.6. Pozzetto a chiusura idraulica

73.8.7. Verifiche del direttore dei lavori

73.8.8. Pompe

73.9. Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda

73.9.1. Generalità

73.9.2. Prova di tenuta idraulica a freddo delle reti di distribuzione

73.9.3. Prova idraulica a caldo

73.9.4. Prova di erogazione di acqua fredda

73.9.5. Prova di erogazione di acqua calda

73.9.6. Verifica della capacità di erogazione di acqua calda

73.9.7. Misura del livello del rumore e delle vibrazioni

Art. 74. Impianti di adduzione del gas

- 74.1. Generalità
  - 74.2. Norme di riferimento
    - 74.2.1. Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione
    - 74.2.2. Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati
    - 74.2.3. Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas
    - 74.2.4. Impianti a gas GPL
  - 74.3. Tubazioni
    - 74.3.1. Tubi di acciaio
    - 74.3.2. Tubi di rame
    - 74.3.3. Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas
    - 74.3.4. Marcatura
  - 74.4. Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole
    - 74.4.1. Tubazioni in acciaio
    - 74.4.2. Tubazioni in rame
    - 74.4.3. Tubazioni in polietilene
  - 74.5. Posa in opera
    - 74.5.1. Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati
      - 74.5.1.1. Posa in opera interrata
      - 74.5.1.2. Posa in opera in vista
      - 74.5.1.3. Posa in opera in canaletta
    - 74.5.2. Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati
      - 74.5.2.1. Posa in opera in appositi alloggiamenti
      - 74.5.2.2. Posa in opera in guaina
    - 74.5.3. Particolarità costruttive e divieti
  - 74.6. Gruppo di misurazione. Contatore
  - 74.7. Prova di tenuta idraulica
  - 74.8. Sistemi di sicurezza
    - 74.8.1. Definizioni
    - 74.8.2. Criteri tecnici di riferimento per l'installazione
    - 74.8.3. Criteri generali
    - 74.8.4. Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)
    - 74.8.5. Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)
  - 74.9. Conformità degli apparecchi a gas
- Art. 75. Impianti termici
- 75.1. Generalità
  - 75.2. Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi
    - 75.2.1. Termini, definizioni e tolleranze dimensionali
    - 75.2.2. I luoghi di installazione degli apparecchi
    - 75.2.3. Installazione degli apparecchi all'aperto
      - 75.2.3.1. Disposizioni generali
      - 75.2.3.2. Limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
  - 75.3. Installazione in locali esterni
    - 75.3.1. Generalità
    - 75.3.2. Aperture di aerazione
    - 75.3.3. Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
    - 75.3.4. Specifiche per le superfici delle aperture di aerazione
  - 75.4. Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito
    - 75.4.1. Regole generali per l'ubicazione
    - 75.4.2. Limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8
    - 75.4.3. Aperture di aerazione
    - 75.4.4. Caratteristiche costruttive
    - 75.4.5. Disposizione degli impianti all'interno dei locali
    - 75.4.6. Accesso
    - 75.4.7. Porte
  - 75.5. Impianti termici alimentati da combustibili liquidi
  - 75.6. Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

- 75.6.1. Regole generali per l'ubicazione
- 75.6.2. Aperture di aerazione
- 75.6.3. Caratteristiche costruttive
- 75.6.4. Disposizione degli impianti all'interno dei locali
- 75.6.5. Accesso
- 75.6.6. Porte
- 75.7. Il deposito di combustibile liquido
  - 75.7.1. Ubicazione
  - 75.7.2. Capacità
  - 75.7.3. Modalità di installazione
    - 75.7.3.1. Accesso e le comunicazioni
    - 75.7.3.2. Aperture di aerazione
    - 75.7.3.3. Porte
    - 75.7.3.4. Caratteristiche dei serbatoi
- 75.8. Impianto elettrico
- 75.9. Mezzi di estinzione degli incendi
- 75.10. Segnaletica di sicurezza
- Art. 76. Impianti di riscaldamento ad acqua calda
  - 76.1. Generalità
  - 76.2. Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi
  - 76.3. Sistema di termoregolazione
  - 76.4. Camini e canali da fumi
    - 76.4.1. Caratteristiche dei camini
  - 76.5. Canali da fumo
    - 76.5.1. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo
  - 76.6. Apparecchi indicatori
  - 76.7. Sistemi di espansione
    - 76.7.1. Vaso di espansione aperto
    - 76.7.2. Vaso di espansione chiuso
  - 76.8. Tubazioni
    - 76.8.1. Accorgimenti per la posa in opera
    - 76.8.2. Tubazioni interrate
    - 76.8.3. Tubazioni non interrate
    - 76.8.4. Tubazioni in vista o incassate
    - 76.8.5. Protezioni delle tubazioni
    - 76.8.6. Disegni particolareggiati forniti dall'appaltatore
  - 76.9. Unità terminali a convenzione naturale
    - 76.9.1. Radiatori
    - 76.9.2. Piastre radianti
    - 76.9.3. Tubi alettati
    - 76.9.4. Termoconvettori
    - 76.9.5. Pannelli radianti
  - 76.10. Verifiche e prove
    - 76.10.1. Le verifiche qualitative e quantitative
    - 76.10.2. Le prove preliminari
    - 76.10.3. Il periodo di esecuzione del collaudo definitivo
    - 76.10.4. La misura del rendimento della combustione
- Art. 77. Impianti di climatizzazione
  - 77.1. Requisiti dell'impianto di climatizzazione
  - 77.2. Sistemi di climatizzazione
    - 77.2.1. Classificazione
    - 77.2.2. Gestione
  - 77.3. Componenti degli impianti climatizzazione
  - 77.4. Gruppi frigoriferi
  - 77.5. Raffreddamento del gruppo frigorifero
  - 77.6. Circolazione dei fluidi
    - 77.6.1. Pompe di circolazione
    - 77.6.2. Ventilatori
  - 77.7. Distribuzioni dei fluidi termovettori
    - 77.7.1. Tubazioni
    - 77.7.2. Canalizzazioni
  - 77.8. Apparecchi per la climatizzazione

- 77.8.1. Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)
- 77.8.2. Unità terminali a convenzione forzata. Ventilconvettori
- 77.8.3. Induttori
- 77.8.4. Espansione dell'acqua dell'impianto
- 77.8.5. Regolazioni automatiche. Tolleranze massime
- 77.8.6. Alimentazione e scarico dell'impianto
- 77.8.7. Verifiche finali del direttore dei lavori
- 77.8.8. Le condizioni per l'esecuzione del collaudo

Art. 78. Impianti elettrici

- 78.1. Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici
- 78.2. Oneri specifici per l'appaltatore e campioni da fornire
- 78.3. Modalità di esecuzione degli impianti
- 78.4. Caratteristiche tecniche degli impianti
  - 78.4.1. Canalizzazioni
    - 78.4.1.1. Posa in opera in generale e in condizioni particolari
    - 78.4.1.2. Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa
    - 78.4.1.3. Canalizzazioni interrate
    - 78.4.1.4. Canalizzazioni incassate a muro e/o pavimento
    - 78.4.1.5. Canalizzazioni in tubo a vista in materiale plastico
    - 78.4.1.6. Canalizzazioni in canalina a vista in materiale plastico
    - 78.4.1.7. Canalizzazioni in passerella a filo
    - 78.4.1.8. Maggiorazione del diametro interno dei tubi
    - 78.4.1.9. Componenti del sistema di canalizzazione
    - 78.4.1.10. Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori
    - 78.4.1.11. Norme di riferimento
  - 78.4.2. Morsetti e connessioni
  - 78.4.3. Cavi e conduttori
    - 78.4.3.1. Posa in opera delle condutture
    - 78.4.3.2. Comportamento al fuoco
    - 78.4.3.3. Sezioni minime dei conduttori
    - 78.4.3.4. Distinzione dei cavi attraverso i colori
  - 78.4.4. Quadri elettrici di distribuzione
    - 78.4.4.1. Tipologie di quadri elettrici
    - 78.4.4.2. Quadro generale
    - 78.4.4.3. Quadri secondari di distribuzione
    - 78.4.4.4. Quadri di reparto, di zona o di piano
    - 78.4.4.5. Quadri locali tecnologici
    - 78.4.4.6. Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)
    - 78.4.4.7. Grado di protezione degli involucri
    - 78.4.4.8. Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione
    - 78.4.4.9. Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici
    - 78.4.4.10. Targhe..
    - 78.4.4.11. Identificazioni dei singoli circuiti
    - 78.4.4.12. Dimensioni per ampliamenti futuri
  - 78.4.5. Cassette di derivazione
  - 78.4.6. Supporto, frutto e placca
  - 78.4.7. Impianto di terra
    - 78.4.7.1. Impianti a tensione nominale = 1000 V corrente alternata
    - 78.4.7.2. Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata
    - 78.4.7.3. Elementi dell'impianto di terra
      - 78.4.7.3.1. Dispersore
      - 78.4.7.3.2. Conduttore di terra
      - 78.4.7.3.3. Collettore (o nodo) principale di terra
      - 78.4.7.3.4. Conduttori di protezione
      - 78.4.7.3.5. Conduttori di equipotenziale
      - 78.4.7.3.6. Pozzetti
      - 78.4.7.3.7. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione
  - 78.4.8. Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e

- apparecchi ammessi
  - 78.4.8.1. Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno
  - 78.4.8.2. Altre prescrizioni per i locali da bagno
  - 78.4.8.3. Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi
- 78.5. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche
  - 78.5.1. Generalità
  - 78.5.2. Composizione dell'impianto
  - 78.5.3. Captatori
  - 78.5.4. Sistemi di protezione <sup>lps</sup>
  - 78.5.5. Verifiche e dichiarazione di conformità
  - 78.5.6. Norme di riferimento
- 78.6. Protezione contro i contatti diretti e indiretti
- 78.7. Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti
- 78.8. Impianto citofonico
- 78.9. Impianto antieffrazione e antintrusione
  - 78.9.1. Verifiche
- 78.10. Verifiche sull'impianto elettrico
  - 78.10.1. Esame a vista
  - 78.10.2. Misure e le prove strumentali
  - 78.10.3. Calcoli di controllo
  - 78.10.4. Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione
- 78.11. Verifiche illuminotecniche
  - 78.11.1. Generalità
  - 78.11.2. Esami a vista
  - 78.11.3. Rilievi strumentali
  - 78.11.4. Impianti di illuminazione interna
- Art. 79. Impianti di ascensori
  - 79.1. Requisiti
  - 79.2. Considerazioni generali e osservazioni preliminari
  - 79.3. Aspetti specifici
    - 79.3.1. Cabina
    - 79.3.2. Elementi di sospensione e elementi di sostegno
  - 79.3. Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)
  - 79.4. Motore
  - 79.6. Comandi
  - Requisiti per prevenire rischi alle persone al di fuori della cabina
  - Requisiti per prevenire rischi alle persone nella cabina
  - 79.7.2. Requisiti tecnici per le cabina
  - Targa riportante il carico nominale, numero max di pesone e numero di matricola
  - Libretto di istruzioni per i componenti di sicurezza
  - 79.8.2. Marcatura CE di conformità
  - 79.9. Componenti di sicurezza
    - 79.9.1. Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap
  - 79.10. Impianto elettrico
- Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi
- Caratteristiche costruttive del vano corsa e dell'intelaiatura di sostegno della cabina
  - 79.11.2. Vano di corsa
    - 79.11.2.1. Vano aperto
    - 79.11.2.2. Vano protetto
    - 79.11.2.3. Vano a prova di fumo
    - 79.11.2.4. Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario
    - 79.11.2.5. Vani di corsa per ascensore antincendio
  - 79.11.3. Cartello indicatore di divieto di uso in caso d'incendio
- Art. 80. Scavi per la posa in opera delle tubazioni
  - 80.1. Posa in opera delle tubazioni interrate
    - 80.1.1. Letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale
    - 80.1.2. Continuità del piano di posa

- 80.1.3. Tubi danneggiati durante la posa in opera
- 80.1.4. Controllo e pulizia dei tubi
- 80.1.5. Protezione catodica delle tubazioni metalliche
- 80.2. Reinterro delle tubazioni
  - 80.2.1. Reinterro delle condotte in PVC
  - 80.2.2. Reinterro delle condotte in PE
- 80.3. Prove di tenuta idraulica
  - 80.3.1. Condotte in PEad
  - 80.3.2. Condotte in PVC per fognature

## **6 – Esecuzione di prove e verifiche**

- Art. 81. Controlli di accettazione del calcestruzzo
  - 81.1. Resistenza caratteristica
  - 81.2. Controlli di qualità del calcestruzzo
  - 81.3. Valutazione preliminare della resistenza caratteristica
  - 81.4. Controllo di accettazione
  - 81.5. Prelievo ed esecuzione della prova a compressione
    - 81.5.1. Prelievo di campioni
    - 81.5.2. Dimensioni dei provini
    - 81.5.3. Confezionamento dei provini
    - 81.5.4. Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini
    - 81.5.5. Marcatura dei provini
    - 81.5.6. Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere
    - 81.5.7. Domanda di prova al laboratorio ufficiale
    - 81.5.8. Conservazione e maturazione
    - 81.5.9. Controllo d'accettazione
- Art. 82. Controlli sul calcestruzzo fresco
  - 82.1. Misura della consistenza
  - 82.2. Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
  - 82.3. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)
- Art. 83. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera
  - 83.1. La non conformità dei controlli d'accettazione
  - 83.2. Pianificazione delle prove in opera
  - 83.3. Carotaggio
    - 83.3.1. Linee generali
    - 83.3.2. Area di prova o di prelievo
  - 83.4. Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera
    - 83.4.1. Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera
  - 83.5. Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro
- Art. 84. Prove di carico sui pali di fondazione
  - 84.1. Prove di verifica in corso d'opera
  - 84.2. Preparazione dei pali da sottoporre a prova
  - 84.3. Prove di carico verticali
- Art. 85. Controlli d'integrità dei pali di fondazione
  - 85.1. Criteri generali
  - 85.2. Metodo Cross-hole
  - 85.3. Carotaggio continuo meccanico
  - 85.4. Scavi attorno al fusto del palo
- Art. 86. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio
  - 86.1. Generalità
  - 86.2. Controlli non distruttivi delle saldature
  - 86.3. Esecuzione e controllo delle unioni bullonate
- Art. 87. Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare
  - 87.1. Legno strutturale con giunti a dita
  - 87.2. Legno lamellare incollato
- Art. 88. Prove sugli infissi
  - 88.1. Generalità

88.2. Norme di riferimento

**7 – Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori**

Art. 89. Criteri di valutazione dei lavori

89.1. Lavori a corpo

89.2. Lavori a misura

89.3. Regole comuni

89.4. Scavi e demolizioni

89.4.1. Scavi di sbancamento

89.4.2. Scavi a sezione obbligata

89.4.3. Scavi in presenza d'acqua

89.4.4. Oneri aggiunti per gli scavi

89.4.5. Demolizioni

89.4.6. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

89.5. Rilevati, rinterri e vespai

89.5.1. Rilevati

89.5.2. Rinterri

89.5.3. Preparazione del piani di posa dei rilevati

89.5.4. Riempimento con misto granulare. Vespai

89.6. Murature e tramezzi

89.6.1. Murature

89.6.2. Tramezzi

89.6.3. Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

89.7. Strutture in calcestruzzo armato

89.7.1. Miscele omogenee di calcestruzzo

89.7.2. Casseforme

89.7.3. Acciaio per strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

89.7.4. Pali di fondazione

89.7.5. Solai

89.8. Impermeabilizzazioni

89.9. Isolamento termo-acustico

89.9.1. Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc

89.9.2. Massetto isolante

89.9.3. Misurazione delle coibentazioni

89.10. Coperture a tetto

89.10.1. Manto di copertura

89.11. Lavori in metallo

89.11.1. Ringhiere e cancellate semplici

89.11.2. Ringhiere e cancellate con ornati

89.12. Controsoffitti e soppalchi

89.12.1. Soppalchi

89.12.2. Controsoffitti piani

89.12.3. Lavorazioni particolari sui controsoffitti

89.13. Pavimenti e rivestimenti

89.13.1. Pavimenti

89.13.2. Zoccolino battiscopa

89.13.3. Rivestimenti di pareti

89.13.4. Marmi, pietre naturali e artificiali

89.14. Intonaci

89.15. Coloriture e verniciature

89.16. Infissi e vetri

89.16.1. Infissi

89.16.2. Vetri

89.17. Tubazioni

89.17.1. Condotte

89.17.2. Tubazione per impianti termici o idro-sanitari

89.18. Pluviali e grondaie

89.19. Pozzetti e caditoie prefabbricati

89.19.1. Pozzetti prefabbricati

89.19.2. Caditoie prefabbricate



- 89.20. Impianto termico e di condizionamento dell'aria, antincendio
- 89.21. Impianti elettrici
- 89.22. Impianti d'ascensore
- Art. 90. Lavori in economia non previsti in contratto
  - 90.1. Lavori eventuali non previsti. Concordamento nuovi prezzi
  - 90.2. Manodopera
  - 90.3. Noli

testo uniCo edilizia

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – *Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.*

norme teCniChe strutturali

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;*

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*

**D.M. 14 gennaio 2008** – *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**D.M. 6 maggio 2008** – *Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;*

**C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – *Istruzioni per l'applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.*

prodotti da Costruzione

Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;

**D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106** – *Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;*

**D.M. 11 ottobre 2017** – *Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.*

impianti all'interno deGli edifici

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – *Norme per la sicurezza degli impianti;*

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*

rifiuti e ambiente

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203** – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;* **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – *Norme in materia ambientale;*

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** – *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.*

aCque

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** – *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.*

beni Culturali e del paesaggio

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** – *Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.*

nuovo CodiCe della strada

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – *Nuovo codice della strada.*

Contratti pubblici

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** – *Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;*

**D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50** – *Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE*

*sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.*

*siCurezza nei luoghi di lavoro*

**D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81** – *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.*

#### **Art. 9. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera**

Il direttore dei lavori deve raccogliere in un fascicolo i documenti progettuali esecutivi, la dichiarazione di prestazione e le eventuali schede dei materiali da prodotti da costruzione impiegati, nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

L'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

### **1**

#### **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

#### **Art. 10. Accettazione e pagamento di determinati manufatti**

Nell'esecuzione dei lavori per i manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera il prezzo a piè d'opera, è ammesso il loro accreditamento in contabilità prima della messa in opera, in misura non superiore alla metà del prezzo stesso.

All'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.

#### **Art. 11. Impiego di materiali riciclati, di terre e di rocce da scavo**

##### **Materiali riciclati**

Si definisce materiale riciclato il materiale realizzato utilizzando rifiuti post-consumo da costruzione e demolizione.

L'impiego di materiali riciclati deve rispettare le disposizioni dei:

- D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – *Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;*
- D.M. 24 dicembre 2015 – *Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza;*
- C.M. 15 luglio 2005 n. 5205 – *Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203.*

##### **Riutilizzo delle terre e delle rocce da scavo**

La possibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo è prevista dall'art. 185 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152; al comma 1 di tale art. 185 è disposto che non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati dello stesso D.Lgs. n. 152/2006;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Le caratteristiche e l'impiego delle rocce da scavo devono essere conformi alle disposizioni del

D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 – *Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n.*

*133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.* Il decreto definisce

"terre e rocce da scavo : il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso. Le rocce da scavo per essere qualificate come sottoprodotti e non come rifiuti devono rispettare le condizioni stabilite dall'art. 4, del D.P.R. n. 120/2017. La sussistenza delle condizioni di cui ai commi 2, 3 e 4 del citato art. 4 deve essere attestata tramite la predisposizione e la trasmissione del piano di utilizzo o della dichiarazione di cui all'art. 21 dello stesso decreto, nonché della dichiarazione di avvenuto utilizzo in conformità alle previsioni dello stesso decreto.

#### **Art. 12. Dichiarazione di prestazione e simbolo di marcatura CE**

I prodotti da costruzione devono rispettare il Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.

La dichiarazione di prestazione deve descrivere la prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alle caratteristiche essenziali di tali prodotti, conformemente alle pertinenti specifiche tecniche armonizzate.

La dichiarazione di prestazione deve essere redatta in base al modello di cui all'allegato III Regolamento (UE) n. 305/2011.

#### **Simbolo di marcatura CE**

La marcatura CE, come presentata all'allegato II al citato Regolamento, deve essere apposta solo su prodotti per i quali la sua apposizione è prevista dalla specifica normativa comunitaria di armonizzazione e non deve essere apposta su altri prodotti.

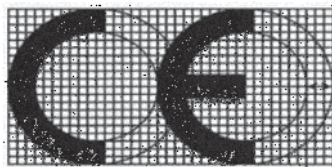


Figura 12.1. Simbolo di marcatura CE, allegato II al Regolamento CE 765/08

#### **Mancanza di norme UNI applicabili o aggiornate**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto.

#### **Art. 13. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi durante l'esecuzione dei lavori.

2

### **MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

#### **Art. 14. Materiali e prodotti per uso strutturale**

##### **Identificazione, certificazione e accettazione**

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare il requisito di base n. 1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'allegato del Regolamento (UE) n. 305/2011, in particolare devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati sotto la responsabilità del fabbricante;
- accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di accompagnamento prevista dalle norme tecniche per le costruzioni, nonché mediante prove di accettazione eseguite da un laboratorio ufficiale o autorizzato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Procedure e prove sperimentali d'accettazione

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali o autorizzati, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura Ce ai sensi del Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE) (CPR, *Construction Product Regulation*) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, ovvero la qualificazione secondo le norme tecniche per le costruzioni, la relativa *dichiarazione di prestazione* deve essere consegnata alla direzione dei lavori prima dell'impiego del materiale.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle norme tecniche per le costruzioni.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata.

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

### Art. 15. Componenti del calcestruzzo

#### Contenuto minimo di materiale riciclato

I calcestruzzi usati per l'opera devono essere prodotti con un contenuto minimo di materia

riciclata di almeno il 5% in peso. Tale contenuto deve essere inteso come somma delle percentuali di materia riciclata contenuta nei singoli componenti (cemento, aggregati, aggiunte, additivi) e deve essere compatibile con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025**;
- una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Cementi

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di dichiarazione di prestazione (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero ad uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14216**, in possesso di una dichiarazione di prestazione rilasciata da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

### Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali.

L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

### Marchio di conformità

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

### Metodi di prova ai fine dell'accettazione

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le prove ritenute necessarie:

**UNI EN 197-1** – Cemento. *Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;*

**UNI EN 197-2** – Cemento. *Valutazione della conformità;*

**UNI EN 413-1** – Cemento da muratura. *Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità;*

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. *Metodi di prova;*

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. *Parte 2: Metodi di prova;*

### Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.1, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure delle norme tecniche per le costruzioni.

**Tabella 15.1. Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie) = C 8/10	fino al 100%	
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato (frammenti di calcestruzzo =90%. UNI EN 933-11) = C20/25	fino al 60%	
= C30/37	= 30%	
= C45/55	= 20%	
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
Stessa classe del calcestruzzo di origine		fino al 10%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **UNI 8520-1** e **UNI 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli

aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.1.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti e deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

#### Dichiarazione di prestazione

I materiali da costruzione devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione (DoP) in applicazione del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione degli aggregati è indicato nella tabella 15.2 è riferito al Regolamento (UE) n. 305/2011.

La produzione dei prodotti ora deve essere certificata da un organismo notificato con un Sistema 2+: Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione effettuata dal fabbricante, come all'allegato V, punto 1.3, del Regolamento (UE) n. 305/2011.

**Tabella 15.2. Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione degli aggregati**

Specificata tecnica europea armonizzata di riferimento della prestazione	Uso previsto	Sistema di valutazione e verifica della costanza
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

#### Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura Ce sono riportati nella tabella 15.3.

La produzione dei prodotti deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un organismo notificato.

Il simbolo di marcatura CE deve essere conforme ora al Regolamento (UE) n. 305/2011 deve apparire sull'imballaggio o nel caso di consegne sfuse sui documenti commerciali di trasporto, per esempio i DDT.

**Tabella 15.3. Aggregati che devono riportare la marcatura CE**

#### Impiego aggregato Norme di riferimento

Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620

Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree traf- ficate UNI EN 13043

#### Impiego aggregato Norme di riferimento

Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia UNI EN 13055-1

Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1 UNI EN 13383-1

Aggregati per malte UNI EN 13139

Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade UNI EN 13242

Aggregati per massicciate ferroviarie UNI EN 13450

#### Controlli d'accettazione degli aggregati

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, questi devono essere finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.4.

**Tabella 15.4. Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche	Metodo
Descrizione petrografica	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck = C50/60 e aggregato pro- veniente da riciclo)	UNI EN 1097-2

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.4, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme per l'esecuzione delle prove che ritiene necessario eseguire:

**UNI EN 13055-1** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

**UNI EN 13055-2** – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in*

*strati legati e non legati;*

**UNI 11013** – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

#### Sabbia e verifiche di qualità

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque

dannose. Prima dell'impiego, se necessario, deve essere lavata con acqua dolce per eliminare eventuali materie nocive.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

#### 15.4. Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme **UNI EN 206-1** e **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

#### Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450**.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

#### norme di riferimento

**UNI EN 450-1** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specifiche e criteri di conformità;*

**UNI EN 450-2** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;*

**UNI EN 451-1** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*

**UNI EN 451-2** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante staccatura umida.*

#### Microsilice

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di SiO<sub>2</sub> con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silica fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in



massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

---

norme di riferimento

**UNI 8981-8** – *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;*

**UNI EN 13263-1** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;*

**UNI EN 13263-2** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.*

#### **Additivi**

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di calcestruzzo, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo. In caso contrario, si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in calcestruzzo, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare calcestruzzo da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti, prodotta dall'appaltatore.

---

norme di riferimento

**UNI EN 480** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;*

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-4** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-5** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI EN 934-6** *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.*

#### Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

#### Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni, e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

#### Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della

resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura

di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

**Additivi fluidificanti e superfluidificanti**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI EN 12350-5**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma **UNI 7122**.

norme di riferimento

**UNI EN 934-2** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;*

**UNI 7122** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;*

**UNI EN 12350-5** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Prova di spandimento alla tavola a scosse.*

**Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve

essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- la determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata secondo la norma **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

norme di riferimento

**UNI 7122** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata;*

**UNI 7087** – *Calcestruzzo. Determinazione della resistenza al degrado per cicli di gelo e disgelo;*

**UNI EN 12350-7** – *Prova sul calcestruzzo fresco. Parte 7: Contenuto d'aria. Metodo per pressione.*

**Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

norme di riferimento

**UNI 8146** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;*

**UNI 8147** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;*

**UNI 8148** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;*

**UNI 8149** – *Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica;*

**UNI 7123** – *Calcestruzzo. Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione.*

**Acqua di impasto**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

**Tabella 15.5. Acqua di impasto**

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
PH	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri	Analisi chimica	Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

norme di riferimento

**UNI EN 1008** – *Acqua d'impasto per il calcestruzzo. Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo.*

**Art. 16. Acciaio per cemento armato**

Ghisa, ferro, acciaio contenuto minimo di materiale riciclato

Per gli usi strutturali, è ammesso l'utilizzo di acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%;
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

Il materiale deve essere prodotto in modo tale da escludere che nelle materie prime siano presenti accumuli di metalli pesanti pericolosi in concentrazione superiore allo 0,025% (fatta eccezione per i componenti di lega).

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- documentazione necessaria a dimostrare l'adozione delle BAT;
- documentazione necessaria a dimostrare l'assenza di accumuli di metalli pesanti superiori allo 0,025%;

- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025**, oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO**

**14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il Servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Documentazione della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o confezione) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.4, norme tecniche per le costruzioni). In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

#### Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove (paragrafo 11.3.1.4, norme tecniche per le costruzioni).

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, all'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### Attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e Dichiarazione di prestazione

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dall'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1 di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito (paragrafo 11.3.1.5, norme tecniche per le costruzioni).

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento (UE) 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché si ribadisce dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma **UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

norme di riferimento

**UNI EN 10204** – *Prodotti metallici. Tipi di documenti di controllo.*

Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti dai centri di trasformazione e verifiche del direttore dei lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un *centro di trasformazione* devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata (paragrafo 11.3.1.7, norme tecniche per le costruzioni):

- a. da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b. dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno relativi a ciascun prodotto fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3 delle norme tecniche per le costruzioni;
- c. da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione è consegnata al direttore dei lavori se richiesta.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

Gli atti di cui sopra devono essere consegnati al collaudatore che, tra l'altro, dovrà riportare

nel certificato di collaudo gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

### 16.3. Tipi d'acciaio per cemento armato

Le norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.1.

**Tabella 16.1. Tipi di acciai per cemento armato previsti dalle norme tecniche per le costruzioni**

**Tipi di acciaio previsti (saldabili e ad aderenza migliorata)**

B450C (6 = Ø = 50 mm) B450A (5 = Ø = 12 mm)

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al calcestruzzo.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura Ce.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

### Accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3, norme tecniche per le costruzioni): **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Il direttore dei lavori deve eseguire gli obbligatori controlli d'accettazione dell'acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso come prescritto dal cap. 11 delle Norme tecniche per le costruzioni.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 15630-1** – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;*

**UNI EN ISO 15630-2** – *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.*

#### Reti e tralicci elettrosaldati

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma

**UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

##### 16.3.2.1. Marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

#### Controlli di accettazione in cantiere

##### Generalità

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

##### Prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di

trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche per le costruzioni, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere le indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

##### Elaborazione dei valori di resistenza ai fini del controllo d'accettazione

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi previsti dalle Norme tecniche per le costruzioni. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Il direttore dei lavori deve elaborare i valori di resistenza desunti dai certificati di prova ai fini del controllo d'accettazione, la sola produzione del certificato di prova rilasciato dal laboratorio ufficiale o autorizzato non costituisce controllo d'accettazione della partita d'acciaio fornita e posta in opera.

### **Art. 17. Acciaio per cemento armato precompresso**

#### **Generalità**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

#### **Forme di fornitura degli acciai e tolleranze di ossidazione ammesse**

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:

- a) filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli. I fili possono essere tondi o di altre forme, e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese. Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature;
- b) barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti, e vengono individuate mediante il diametro nominale;
- c) treccia: due o tre fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- d) trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature.

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe. È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

#### **Caratteristiche dei saggi destinati ai controlli**

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

#### **Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere devono essere eseguiti ogni 30 t della stessa categoria di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive.

Tutte le forniture in cantiere provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista dalle norme tecniche per le costruzioni.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal direttore dei lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove, di compilazione dei certificati, di accettazione delle forniture e per le procedure derivanti da risultati non conformi, valgono le medesime disposizioni per i centri



di trasformazione.

#### 17.4.1. Omissione dei controlli in cantiere

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea

documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

### Art. 18. Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

#### Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura Ce, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura Ce, prevista ora dalla Regolamento (UE) n. 305/2011.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI EN ISO 6892** e **UNI EN ISO 148-1**.

#### Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

- a) prodotti lunghi
  - laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
  - travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
  - laminati ad U;
  - palancole.
- b) prodotti piani
  - lamiere e piatti;
  - nastri;
  - nastri zincati di spessore = 4 mm.
- c) profilati cavi
  - tubi prodotti a caldo.
- d) prodotti derivati
  - travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
  - profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
  - tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
  - lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

#### Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma **UNI EN 10293**.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

#### Acciaio per strutture saldate

##### Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale da consegnare preventivamente al direttore dei lavori che dovrà accettarla.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011-1** e **UNI EN 1011-2**

per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011-3** per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

#### Qualificazione dei saldatori

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 9606-1** da parte di un ente terzo. I saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 14732**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

#### Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature dovranno essere sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità progettuali sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817** per strutture non soggette a fatica e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore statico e dal direttore dei lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (per esempio liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN ISO 17635**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 9712** almeno di secondo livello.

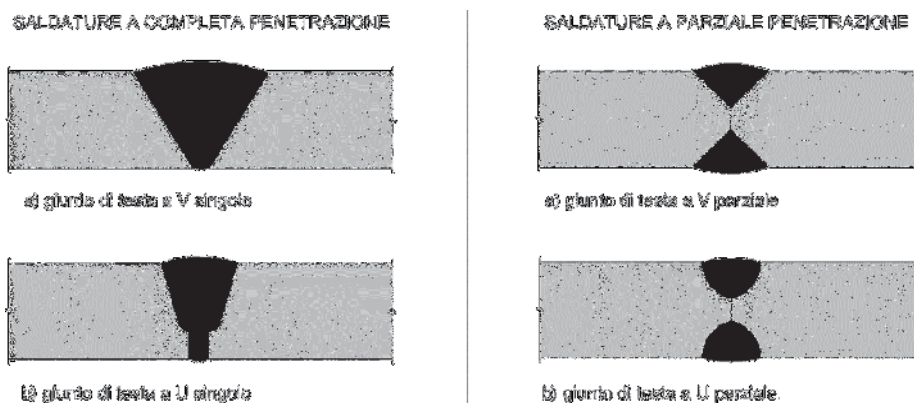


Figura 18.1. Esempi di giunti di testa con saldature a completa e/o parziale penetrazione

#### Bulloni e i chiodi

##### Bulloni

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;

- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

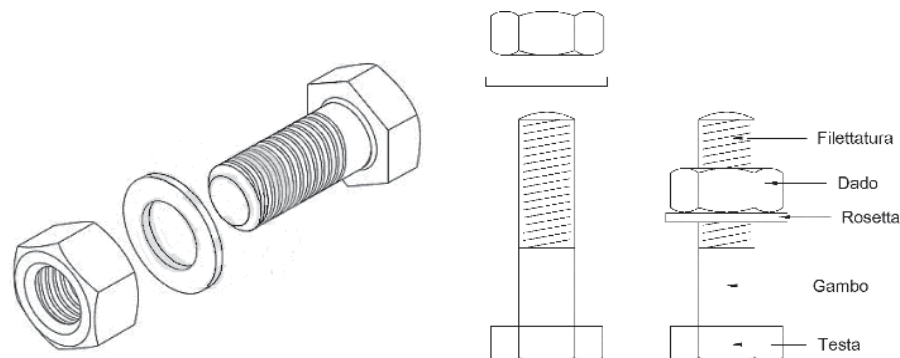


Figura 18.2. Parti componenti il bullone

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** – devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella 18.1. Classi di appartenenza di viti e dadi**

	<b>Normali</b>		<b>Ad alta resistenza</b>		
<b>Vite</b>	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
<b>Dado</b>	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.1 sono riportate nella tabella 18.2.

**Tabella 18.2. Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti**

<b>Classe</b>	<b>4.6</b>	<b>5.6</b>	<b>6.8</b>	<b>8.8</b>	<b>10.9</b>				
$z f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )			240	300	480	649	800	900	1000
$z f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )			400	500	600	800	1000		

#### Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.3 (viti e dadi), e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella 18.3. Bulloni per giunzioni ad attrito**

#### Elemento Materiale Riferimento

Viti	8.8-10.9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1**, e recare la relativa marcatura Ce, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura Ce, prevista ora al Regolamento (UE) n. 305/2011.

#### Marcatura CE per la bulloneria non adatta a precarico

La norma **UNI EN 15048-1** stabilisce che per la bulloneria non adatta a precarico la marcatura CE (riferita all'assieme vite, dado rondelle) sulle etichette deve essere accompagnata da diverse informazioni, in particolare:

- numero d'identificazione dell'organismo certificatore per il marchio CE;
- nome o marchio del produttore dell'assieme;
- numero del certificato di conformità CE;
- riferimento alla norma **UNI EN 15048**;

- designazione del prodotto secondo le diverse parti della **UNI EN 15048**;
- dichiarazione delle eventuali sostanze pericolose. La norma **UNI EN 15048-1** definisce:
  - la marcatura speciale SB su viti e dadi (*Structural Bolting*);
  - le caratteristiche essenziali degli assiemi non adatti al precarico;
  - le modalità di applicazione del marchio CE a tali assiemi.

#### Marcatura CE per la bulloneria adatta a precarico

La norma **UNI EN 14399-1** stabilisce che per la bulloneria (assieme vite, dado e rondelle) adatta a precarico la marcatura CE sulle etichette deve essere accompagnata da diverse informazioni, in particolare:

- numero d'identificazione dell'organismo certificatore per il marchio CE;
- nome o marchio del produttore dell'assieme;
- numero della dichiarazione di prestazioni (DoP);
- riferimento alla norma **UNI EN 14399**;
- designazione del prodotto secondo le diverse parti della **UNI EN 14399**;
- classe K di fornitura, con le seguenti informazioni:
  - $K_0$ : NPD (*no performance determined*);
  - $K_1$ : intervallo dei valori individuali di prova  $k_i$  (per esempio: classe k:  $K_1 0,10 = k = 0,16$ );
  - $K_2$ : il valore medio del fattore  $k$  ( $k_m$ ) e il coefficiente di variazione del fattore  $k$  ( $V_k$ ) (per esempio: classe k:  $K_2 k_m = 0,13$ ;  $V_k = 0,06$ ).

$K$  è il fattore di trasmissione di coppia determinato dalla rilevazione del grafico carico assiale/coppia, tale parametro deve essere indicato dal progettista.

#### Normativa sugli assiemi di bulloneria strutturale

Le norme UNI EN di riferimento per la bulloneria impiegata nelle costruzioni metalliche (assiemi vite + dado + rondella) sono:

##### 1) collegamenti precaricati

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali.*

##### 2) collegamenti non precaricati

**UNI EN 15048-1** – *Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali.*

*Gli assiemi di bulloneria strutturale conformi alla UNI EN 14399-1 sono idonei anche ad essere utilizzati per soddisfare i requisiti della bulloneria strutturale per giunzioni non precaricate di cui alla UNI EN 15048-1.*

Un'ulteriore classificazione è la seguente:

##### 1) bulloni a serraggio controllato

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali.*

##### 2) bulloni non a serraggio controllato

**UNI EN 15048-1** – *Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali.*

Si ritiene utile riportare l'elenco delle norme UNI EN riguardanti la bulloneria strutturale:

##### a) bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico

**UNI EN 14399-1** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 14399-2** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 2: Idoneità al precarico;*

**UNI EN 14399-3** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 3: Sistema HR – Assieme vite e dado esagonali;*

**UNI EN 14399-4** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 4: Sistema HV – Assieme vite e dado esagonali;*

**UNI EN 14399-5** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 5: Rondelle piane;*

**UNI EN 14399-6** – *Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico. Parte 6: Rondelle piane bisellate.*

##### b) bulloneria strutturale a serraggio controllato

**UNI EN 14399-7** – *Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 7: Sistema HR – Assieme vite con testa svasata piana e dado;*

**UNI EN 14399-8** – *Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 8: Sistema HV – Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado;*

**UNI EN 14399-9** – Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 9: Sistema HR o HV – Rondelle con indicazione di carico per assiami vite e dado;

**UNI EN 14399-10** – Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato. Parte 10: Sistema HRC – Assiami vite e dado con serraggio calibrato;

c) bulloneria strutturale non a serraggio controllato

**UNI EN 15048-1** – Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 1: Requisiti generali;

**UNI EN 15048-2** – Bulloneria strutturale non a serraggio controllato. Parte 2: Prova di idoneità all'impiego.

### Chiodi

Il chiodo è un elemento di collegamento delle strutture in acciaio composto da un corpo cilindrico e da una testa, i tipi più impiegati sono:

- a testa tonda stretta (o semisferica) stretta;
- a testa svasata piana (o tronco-conica);
- a testa svasata con calotta (o colma);
- a testa troncoconica.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla pertinente norma

**UNI EN 10263.**

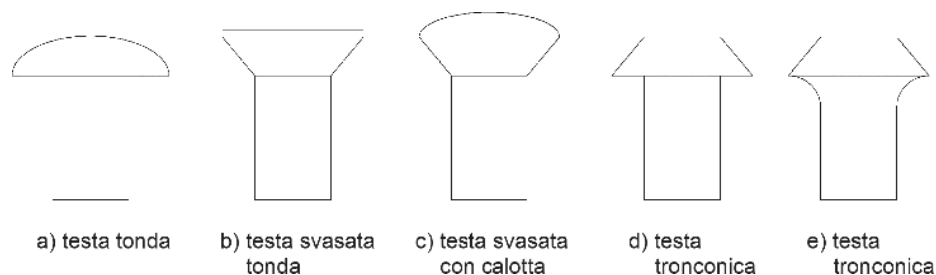


Figura 18.3. Tipi di chiodi per strutture metalliche

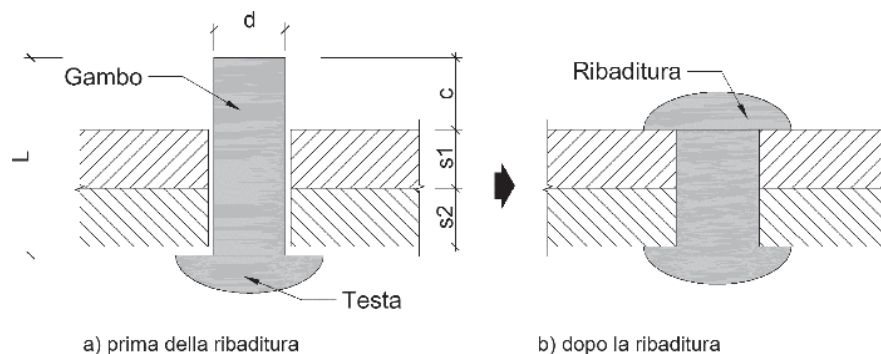


Figura 18.4. Chiodo prima e dopo la ribaditura

### norme di riferimento

**UNI EN 10263-1** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura generali;

**UNI EN 10263-2** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai non destinati al trattamento termico dopo lavorazione a freddo;

**UNI EN 10263-3** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da cementazione;

**UNI EN 10263-4** – Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo –

*Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da bonifica;*

**UNI EN 10263-5** – *Vergella, barre e filo di acciaio per riscalatura a freddo ed estrusione a freddo – Condizioni tecniche di fornitura degli acciai inossidabili.*

### Connettori a piolo

Le strutture miste in acciaio-calcestruzzo sono realizzate con l'unione di una trave in acciaio e da una soletta in calcestruzzo armato, resi solidali con appositi dispositivi di collegamento; in sintesi si ha:

- la trave in acciaio;
- il dispositivo di connessione fissato o saldato alla trave;
- la soletta in calcestruzzo armato, normale o alleggerita, che può essere gettata anche su lamiera grecata o in lastre.

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5.65$  l'area della sezione trasversale del saggio) = 12;
- rapporto  $f_t/f_y = 1,2$ .

, formula 1,1 dove  $A_0$  è

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti: C = 0,18%, Mn = 0,9%, S = 0,04%, P = 0,05%.

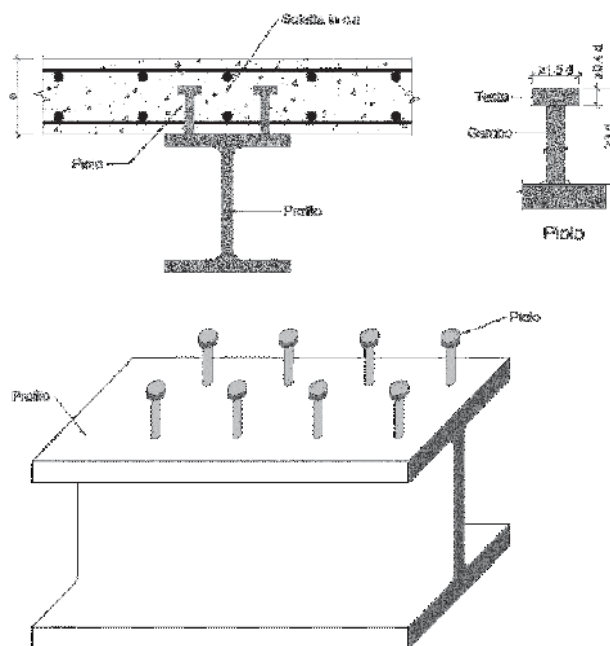


Figura 18.5. Connettori a piolo

### Impiego di acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$

riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua,

permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

#### Specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni, deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme tecniche per le costruzioni.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'al- lungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} = 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

#### Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere provenienti da centri di produzione

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiera in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiera grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Documentazione di accompagnamento delle forniture provenienti da officine per la produzione di carpenterie metalliche

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichia- razione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal diret- tore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà

seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 delle Norme tecniche per le costruzioni, ove applicabili.

#### Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001**, e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia

della certificazione del sistema di gestione della qualità. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### 18.8.3. Controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del

D.P.R. n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio

incaricato deve essere sempre firmata dal direttore dei lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, il direttore dei lavori può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del direttore dei lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento e, in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere effettuato dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

I controlli di accettazione devono essere eseguiti prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal direttore dei lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle norme tecniche per le costruzioni o dalla documentazione di progetto per la specifica opera.

I controlli d'accettazione dovranno essere eseguiti dal direttore dei lavori secondo la tipologia dei materiali pervenute in cantiere come prescritto dal paragrafo 11.3.4.11.3 delle Norme tecniche per le costruzioni.

#### Norme di riferimento

##### Esecuzione

**UNI 552** – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni; **UNI 3158** – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;

**UNI EN 1090-1** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici; **UNI EN 1090-2** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;

**UNI EN 1090-3** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;

**UNI EN ISO 377** – Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;



**UNI EN 10002-1** – *Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);*

**UNI EN 10045-1** – *Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.*

#### Elementi di collegamento

**UNI EN ISO 898-1** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;*

**UNI EN 20898-2** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;*

**UNI EN 20898-7** – *Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;*

**UNI 5592** – *Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;*

**UNI EN ISO 4016** – *Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.*

#### Profilati cavi

**UNI EN 10210-1** – *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10210-2** – *Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;*

**UNI EN 10219-1** – *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10219-2** – *Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.*

#### Prodotti laminati a caldo

**UNI EN 10025-1** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;*

**UNI EN 10025-2** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;*

**UNI EN 10025-3** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;*

**UNI EN 10025-4** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;*

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*

**UNI EN 10025-6** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

### Art. 19. Muratura portante

#### Elementi per muratura

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771** e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, recare la marcatura Ce.

#### Dichiarazione di prestazione

I materiali da costruzione devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione (DoP) in applicazione del Regolamento (UE) n. 305/2011.

**Tabella 19.1. Sistema di valutazione e di verifica della costanza della prestazione**

Specifica tecnica europea di riferimento	Categoria	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione
Specifica per elementi per muratura: elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), in calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale	UNI EN 771-1, UNI EN 771-2, UNI EN 771-3, UNI EN 771-4, UNI EN 771-5, UNI EN 771-6	Categoria I 2+
	Categoria II	4

**19.1.1.1.1. Prove di accettazione**

Oltre a quanto previsto al punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, il direttore dei lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie, e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

**19.1.2. Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali**

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare se gli elementi resistenti artificiali o naturali da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore. Il controllo d'accettazione dovrà essere conforme al punto 11.10.1.1.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, eseguito elaborando i dati dei certificati di prova dei campioni.

Al direttore dei lavori spetta l'obbligo di provare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere, con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

Le modalità di prova sono riportate nella norma **UNI EN 772-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 772-1** – *Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione.*

**Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato****Malte a prestazione garantita**

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e deve essere conforme alla norma armonizzata **UNI EN 998-2** e, per i materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue, recare la marcatura Ce, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.2.

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche, grasse, terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle norme vigenti.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la tabella 19.3. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m < 2,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma **UNI EN 1015-11**.

**Tabella 19.2. Sistema di valutazione e di verifica della costanza della prestazione**

Specifiche tecniche europee di riferimento	Uso previsto	Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

**Tabella 19.3. Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d			
Resistenza a compressione [N/mm <sup>2</sup> ]				2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal produttore.									

norme di riferimento

**UNI EN 998-2** – *Specifiche per malte per opere murarie. Parte 2: Malte da murature;*

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

**Malte a composizione prescritta**

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume, secondo la tabella 19.4.

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma **UNI EN 1015-11**, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 19.4.

**Tabella 19.4. Classi di malte a composizione prescritta**

Classe	Tipo di malta	Composizione				Sabbia	Pozzolana
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica			
M 2,5	Idraulica	-	1	3	-		
M 2,5	Pozzolana	-	1	-	-	3	
M 2,5	Bastarda	1	2	9	-		
M 5	Bastarda	1	1	5	-		
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-	
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-	

norme di riferimento

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

#### Malte premiscelate

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

#### Malte speciali a base cementizia

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in calcestruzzo armato, impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla direzione dei lavori.

norme di riferimento

**UNI EN 12190** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

#### Prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale

Le prove di accettazione sulle malte ad uso strutturale mirano a verificare che la resistenza della malta rispetti i valori di progetto assunti e specificati dal progettista.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove deve provvedere all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee e prevede il campionamento di almeno 3 provini prismatici 40 × 40 × 160 mm ogni 350 m<sup>3</sup> di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a composizione prescritta o prodotte in cantiere, oppure ogni 700 m<sup>3</sup> di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a prestazione garantita, da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo quanto indicato

nella norma **UNI EN 1015-11**. Il valore medio delle resistenze a compressione misurate deve risultare maggiore o uguale del valore di progetto.

norme di riferimento

**UNI EN 1015-11** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita.*

## Art. 20. Materiali e prodotti a base di legno

### Generalità

I materiali e prodotti a base di legno per usi strutturali devono essere qualificati secondo le procedure di cui al § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. Per l'applicazione del caso

C) del punto 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni si fa riferimento alle *Linee Guida per l'impiego di prodotti, materiali e manufatti innovativi in legno per uso strutturale* approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le strutture portanti possono essere realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo) o con prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione apposita a carattere particolare.

La produzione, la fornitura e l'utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

### Requisiti ambientali e certificazioni di accompagnamento

I materiali e i prodotti a base di legno devono rispondere ai seguenti requisiti:

- provenire da fonti legali secondo quanto previsto dal Regolamento EUTR (n. 995/2010);
- devono provenire da boschi gestiti in maniera responsabile e/o sostenibile e/o essere co-stituiti da legno riciclato.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la prevista documentazione stabilita dalle norme tecniche per le costruzioni, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori. Per quanto riguarda la provenienza ed il rispetto del Regolamento EUTR la verifica può essere fatta presentando la seguente documentazione:

- a) nome commerciale e nome scientifico delle specie utilizzate e loro origine;
- b) certificazione del prodotto e del fornitore finale rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantiscano la “catena di custodia”, in relazione alla provenienza della materia prima legnosa da foreste gestite in maniera sostenibile o controllata, quali quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes™ (PEFC™), o altro equivalente.

Il legno o i prodotti da esso derivati con licenza FLEGT o CITES valida sono considerati conformi al presente criterio e quindi di per sé di provenienza legale.

Per quanto riguarda il contenuto di materiale riciclato la verifica può essere fatta presentando alternativamente una delle seguenti certificazioni:

- certificazione di prodotto FSC® Riciclato (oppure FSC® Recycled), FSC® misto (oppure FSC® mixed) o Riciclato PEFC (oppure PEFC Recyclec™);
- dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

In caso di prodotti non in possesso di alcuno dei requisiti sopra elencati, dovrà essere fornita una dichiarazione firmata dal legale rappresentante della ditta produttrice che attesti la conformità al criterio e che includa l'impegno ad accettare un'ispezione da parte di un organismo di valutazione della conformità volta a verificare la veridicità delle informazioni rese.

### Legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** e recare la marcatura Ce.

Qualora non sia applicabile la marcatura Ce, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, si assegna uno specifico profilo resistente, armonizzato con le classi di resistenza proposte dalla **UNI EN 338**, utilizzando metodi di classificazione previsti nelle normative applicabili. Può farsi utile riferimento ai profili resistenti indicati nelle norme **UNI 11035** parti 1, 2 e 3, per quanto applicabili.

In generale è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella **UNI EN 384**.

norme di riferimento

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 338** – *Legno strutturale. Classi di resistenza;*

**UNI EN 384** – *Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica;*

**UNI 11035-1** – *Legno strutturale. Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche;*

**UNI 11035-2** – *Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani;*

**UNI 11035-3** – *Legno strutturale. Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 3: Travi Uso Fiume e Uso Trieste.*

**Legno strutturale con giunti a dita**

I singoli elementi utilizzati per la composizione del legno strutturale con giunti a dita dovranno soddisfare i requisiti minimi della norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza.

Inoltre il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN ISO 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

norme di riferimento

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 387** – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

**Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato**

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato e legno massiccio incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14080** e recare la marcatura Ce ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011.

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma **UNI EN 386**.

I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma **UNI EN 387**, e non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, qualora la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

Le singole tavole, per la composizione di legno lamellare, dovranno soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata **UNI EN 14081-1** al fine di garantirne una corretta attribuzione ad una classe di resistenza. Per classi di resistenza delle singole tavole superiori a C30 si farà riferimento esclusivo ai metodi di classificazione a macchina.

norme di riferimento

**UNI EN 14080** – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;*

**UNI EN 14081-1** – *Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;*

**UNI EN 386** – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 387** – *Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.*

#### Pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue devono essere conformi alla norma **UNI EN 13986**.

Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidità da utilizzare nella progettazione di strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme **UNI EN 12369-1** e **UNI EN 12369-2**. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di dichiarazione di prestazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13986** – *Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura;*

**UNI EN 12369-1** – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra;*

**UNI EN 12369-2** – *Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. Parte 2: Pannelli di legno compensato.*

#### Pannelli a base di fibra di legno

I pannelli a base di fibra di legno oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezze e larghezze:  $\pm 3$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo .....
- massa volumica:
- per tipo tenero minore di 350 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo semiduro tra 350 e 800 kg/m<sup>3</sup>;
- per tipo duro oltre 800 kg/m<sup>3</sup>.

La superficie dei pannelli a base di fibra di legno potrà essere:

- grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura);
- levigata (quando ha subito la lavorazione predetta);
- rivestita su uno o due facce mediante ..... (placcatura, carte impregnate, smalti, altro).

I pannelli a base di fibra di legno dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assorbimento di acqua di massimo ..... (misurato secondo .....);
- resistenza minima a trazione ..... (misurata secondo .....);
- resistenza minima a compressione ..... (misurata secondo .....);
- resistenza minima a flessione ..... (misurata secondo .....).
- .....

#### norme di riferimento

**UNI EN 316** – *Pannelli di fibra di legno. Definizione, classificazione e simboli;*

**UNI EN 318** – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa;*

**UNI EN 320** – *Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti;*

**UNI EN 321** – *Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido.*

#### Pannelli di particelle di legno legate con resina o legate con cemento

I pannelli a base di particelle di legno legate con resina o legate con cemento, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- a) pannelli di particelle legate con resina:
  - classe tecnica ..... (P2, P3, P4, P5, P6, P7);
  - tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;

- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica ..... kg/ m<sup>3</sup>;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con .....
- resistenza al distacco degli strati esterni ..... N/ mm<sup>2</sup> minimo.

I pannelli a base di particelle di legno legate dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo .....
- assorbimento massimo d'acqua ..... %, misurato secondo .....
- resistenza minima a flessione di ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- .....

b) pannelli di particelle legate con cemento:

- classe tecnica ..... (1, 2);
- tolleranze sulla lunghezza e sulla larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- umidità del 10%  $\pm 3\%$ ;
- massa volumica ..... kg/ m<sup>3</sup>;
- superficie: grezza [ ]; levigata [ ]; rivestita con .....

I pannelli di particelle legate con cemento dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua: 12% (oppure 16%), misurato secondo .....
- assorbimento massimo d'acqua ..... %, misurato secondo .....
- resistenza minima a flessione di ..... N/ mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- .....

La valutazione di conformità deve essere eseguita con riferimento alla norma **UNI EN 13986**.

---

norme di riferimento

**UNI EN 309** – Pannelli di particelle di legno. Definizione e classificazione;

**UNI EN 311** – Pannelli di particelle di legno. Resistenza al distacco degli strati esterni dei pannelli di particelle. Metodo di prova;

**UNI EN 312-1** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli;

**UNI EN 312-2** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli per uso generale in ambiente secco;

**UNI EN 312-3** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli. Requisiti dei pannelli per allestimenti interni (inclusi i mobili) per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-4** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-5** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per uso in ambiente umido;

**UNI EN 312-6** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente secco;

**UNI EN 312-7** – Pannelli di particelle di legno. Specifiche. Requisiti dei pannelli portanti per carichi pesanti per uso in ambiente umido;

**UNI EN 317** – Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione del rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua;

**UNI EN 319** – Pannelli di particelle di legno e pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello;

**UNI EN 13986** – Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.

#### Pannelli di legno compensato e paniforti

I pannelli di legno compensato e paniforti a complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza:  $\pm 5$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 1$  mm;
- umidità non maggiore del 12%, misurata secondo .....

- grado di incollaggio ..... (da 1 a 10), misurato secondo la norma **UNI EN 314-1 e 2**. I pannelli di legno compensato e paniforti dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- resistenza minima a trazione ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- resistenza minima a flessione statica ..... N/mm<sup>2</sup>, misurata secondo .....
- .....

norme di riferimento

**UNI EN 313-1** – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione*; **UNI EN 313-2** – *Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Terminologia*; **UNI EN 314-1** – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova*; **UNI EN 314-2** – *Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti*;

**UNI EN 315** – *Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali*.

**Prodotti derivati dal legno per uso strutturale**

I prodotti derivati dal legno per uso strutturale devono essere qualificati nei casi in cui:

- a) non sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Guue;
- b) non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza), e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche;
- c) non siano ricadenti in una delle tipologie a) o b). In tali casi il produttore potrà pervenire alla marcatura Ce in conformità al benessere tecnico europeo (eta), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciato dal Servizio tecnico centrale sulla base di linee guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

**Adesivi per usi strutturali**

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

**Adesivi per elementi incollati in stabilimento**

Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della **UNI EN 301**. Gli adesivi poliuretanici e isocianati devono soddisfare i requisiti della **UNI EN 15425**.

Gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella **UNI EN 301**, tramite idonee prove comparative.

norme di riferimento

**UNI EN 301** – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali*;

**UNI EN 15425** – *Adesivi. Poliuretani monocomponenti per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

**Adesivi per giunti realizzati in cantiere**

Gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma **UNI EN 301**) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

norme di riferimento

**UNI EN 301** – *Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali*.

**Elementi di collegamento**

Le capacità portanti e le deformabilità dei mezzi di unione utilizzati nei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove meccaniche, per il cui svolgimento può farsi utile riferimento alle norme **UNI EN 1075**, **UNI EN 1380**, **UNI EN 1381**, **UNI EN 26891**, **UNI EN ISO 8970** e alle altre pertinenti norme europee.



#### Elementi meccanici di collegamento

Per tutti gli elementi meccanici che fanno parte di particolari di collegamento metallici e non metallici – quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc. – le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

I dispositivi di collegamento impiegati debbono essere accompagnati da idonei certificati rilasciati dal fabbricante.

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.

---

#### norme di riferimento

**UNI ISO 2081** – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.*

#### Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno

Il legno ed i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti ad un trattamento preservante in accordo alla **UNI EN 15228**. Inoltre, quale utile riferimento ai fini della valutazione della durabilità dei materiali a base di legno, si precisa quanto segue:

- la norma **UNI EN 350-1** fornisce indicazioni sui metodi per la determinazione della durabilità naturale e i principi di classificazione delle specie legnose basati sui risultati di prova;
- la norma **UNI EN 350-2** fornisce una classificazione della durabilità del legno massiccio nei confronti di funghi, coleotteri, termiti e organismi marini;
- la norma **UNI EN 460** fornisce una guida alla scelta delle specie legnose in base alla loro durabilità naturale nelle classi di rischio così come definite dalla **UNI EN 335**;
- la norma **UNI EN 335** fornisce una guida per l'applicazione del sistema delle classi di rischio secondo le definizioni fornite nella norma stessa.

Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno ed alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle norme **UNI EN 599-1** e **UNI EN 599-2**.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 15228** – *Legno strutturale. Legno strutturale trattato con preservanti contro l'attacco biologico;*

**UNI EN 335-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 1: Generalità;*

**UNI EN 335-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di utilizzo. Parte 2: Applicazione al legno massiccio;*

**UNI EN 335-3** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Definizione delle classi di rischio di attacco biologico. Applicazione ai pannelli a base di legno;*

**UNI EN 599-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Specifiche secondo le classi di rischio;*

**UNI EN 599-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche. Classificazione ed etichettatura;*

**UNI EN 350-1** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno;* **UNI EN 350-2** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importazione in Europa;*

**UNI EN 460** – *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio.*

#### Segati di legno

I segati di legno debbono essere forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021-2**;

- difetti visibili ammessi ....., valutati, in funzione della qualità, secondo le seguenti norme:
  - a) conifere:
    - ISO 1029** – *Segati di conifere. Difetti. Classificazione;*
    - ISO 1030** – *Segati di conifere. Difetti. Misurazione;*
    - ISO 1031** – *Segati di conifere. Difetti. Termini e definizioni.*
  - b) latifoglie:
    - ISO 2299** – *Segati di latifoglie. Difetti. Classificazione;*
    - ISO 2300** – *Segati di latifoglie. Difetti. Termini e definizioni;*
    - ISO 2301** – *Segati di latifoglie. Difetti. Misurazione;*
    - UNI 8947** – *Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.*
  - c) trattamenti preservanti con metodo ..... e comunque resistenti ai ....., valutati secondo le seguenti norme:
    - UNI 8662-1** – *Trattamenti del legno. Termini generali;*
    - UNI 8662-2** – *Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione;*
    - UNI 8662-3** – *Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione;*
    - UNI 8859** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);*
    - UNI 8976** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto;*
    - UNI 8940** – *Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto;*
    - UNI 9090** – *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico;*
    - UNI 9092-2** – *Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante;*
    - UNI 9030** – *Segati di legno. Qualità di essiccazione.*

#### Documentazione d'accompagnamento per le forniture

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da:

- una copia della documentazione di marcatura CE, secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione applicabile al prodotto, oppure copia dell'attestato di qualificazione o del certificato di valutazione tecnica rilasciato dal Servizio tecnico centrale;
- dichiarazione di prestazione di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011 oppure dichiarazione resa dal legale rappresentante dello stabilimento in cui vengono riportate le informazioni riguardanti le caratteristiche essenziali del prodotto ed in particolare:
  - la classe di resistenza del materiale, l'euroclasse di reazione al fuoco e il codice identificativo dell'anno di produzione; sulla stessa dichiarazione deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Nel caso di prodotti provenienti da un centro di lavorazione, oltre alla suddetta documentazione, le forniture devono accompagnare da:

- una copia dell'attestato di denuncia dell'attività del centro di lavorazione;
- la dichiarazione del direttore tecnico della produzione inerente la descrizione delle lavorazioni eseguite.

#### Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori per tutte le tipologie di materiali e prodotti a base di legno e sono demandati al direttore dei lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare quanto in precedenza indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove deve provvedere all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

Qualora i risultati dei controlli di accettazione non risultassero soddisfacenti, il direttore dei lavori deve rifiutare la fornitura. Il direttore dei lavori potrà far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti.

#### Specifiche per ogni tipologia

Per gli **elementi di legno massiccio**, su ogni lotto di fornitura, dovrà essere eseguita obbligatoriamente una nuova classificazione visuale in cantiere su almeno il 5% degli elementi costituenti il lotto di fornitura, da confrontare

con la classificazione effettuata nello stabilimento.

Per gli **elementi di legno lamellare** dovrà essere acquisita la documentazione relativa alla classificazione delle tavole e alle prove meccaniche distruttive svolte obbligatoriamente nello stabilimento di produzione relativamente allo specifico lotto della fornitura in cantiere (prove a rottura sul giunto a pettine e prove di taglio e/o delaminazione sui piani di incollaggio). Inoltre, su almeno il 5% del materiale pervenuto in cantiere deve essere eseguito il controllo della disposizione delle lamelle nella sezione trasversale e la verifica della distanza minima tra giunto e nodo, secondo le disposizioni della **UNI EN 14080**.

Per gli **altri elementi giuntati**, dovrà essere acquisita la documentazione relativa alla classificazione del materiale base e alle prove meccaniche previste nella documentazione relativa al controllo di produzione in fabbrica, svolte obbligatoriamente in stabilimento relativamente allo specifico lotto della fornitura in cantiere. Inoltre, su almeno il 5% del materiale pervenuto in cantiere deve essere eseguito il controllo della disposizione delle lamelle nella sezione trasversale e la verifica della distanza minima tra giunto e nodo, secondo le disposizioni delle specifiche tecniche applicabili.

Infine, su almeno il 5% degli **elementi di legno lamellare e degli elementi giuntati forniti in cantiere** deve essere eseguito il controllo dello scostamento dalla configurazione geometrica teorica secondo le tolleranze di progetto previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per gli **elementi meccanici di collegamento**, in fase di accettazione in cantiere, il direttore dei lavori verifica la prevista documentazione di qualificazione, la corrispondenza dimensionale, geometrica e prestazionale a quanto previsto in progetto, ed acquisisce i risultati delle prove meccaniche previste nelle procedure di controllo di produzione in fabbrica. Il direttore dei lavori effettua, altresì, prove meccaniche di accettazione in ragione della criticità, della differenziazione e numerosità degli elementi di collegamento.

#### Ulteriori prove distruttive e non distruttive

Nei casi in cui non siano soddisfatti i controlli di accettazione, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza dei materiali o dei prodotti a quanto dichiarato, oppure qualora si tratti di elementi lavorati in situ, oppure non si abbiano a disposizione le prove condotte in stabilimento relative al singolo lotto di produzione, si deve procedere ad una valutazione delle caratteristiche prestazionali degli elementi attraverso una serie di prove distruttive e non distruttive con le modalità specificate di seguito:

- a) per quanto riguarda il legno massiccio potrà farsi utile riferimento ai criteri di accettazione riportati nella norma **UNI EN 384**;
- b) per il legno lamellare e gli altri elementi giuntati, in considerazione dell'importanza dell'opera, potranno essere effettuate, da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, prove di carico in campo elastico anche per la determinazione del modulo elastico parallelo alla fibratura secondo le modalità riportate nella **UNI EN 408** o nella **UNI EN 380**, ciascuna in quanto pertinente.

### **Art. 21. Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.**

#### Generalità

Gli elementi costruttivi prefabbricati in c.a. e c.a.p. devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del calcestruzzo, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

#### Controllo sui materiali per elementi di serie

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti. Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del calcestruzzo secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

### **Marcatura**

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

### **Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori**

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione deve comprendere:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001;

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

### **Responsabilità del progettista e del direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, del progettista dell'opera e del direttore dei lavori**

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

#### Tolleranze di produzione e montaggio dei componenti

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

### **Art. 22. Elementi per solai misti in calcestruzzo armato e laterizio**

#### Generalità

Si definiscono solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

#### Solai *misti* di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati in laterizio

Nei solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

Per i solai misti in calcestruzzo armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si possono distinguere le seguenti categorie di blocchi:

- blocchi non collaboranti aventi prevalente funzione di alleggerimento. In unione con il calcestruzzo di completamento le pareti laterali dei blocchi e la parete orizzontale superiore possono, se è garantita una perfetta aderenza con il calcestruzzo, partecipare rispettivamente alla resistenza alle forze di taglio e all'aumento della rigidità flessionale;
- blocchi collaboranti aventi funzione statica in collaborazione con il calcestruzzo. Essi partecipano alla definizione della sezione resistente ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi, nonché alla definizione delle deformazioni.

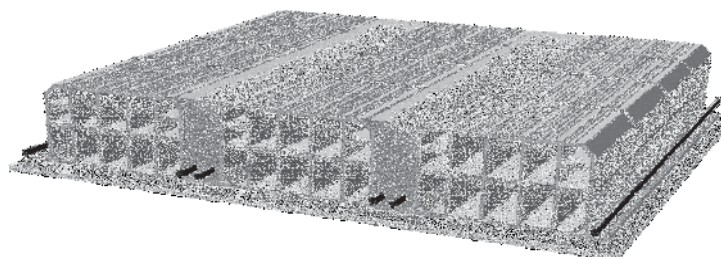
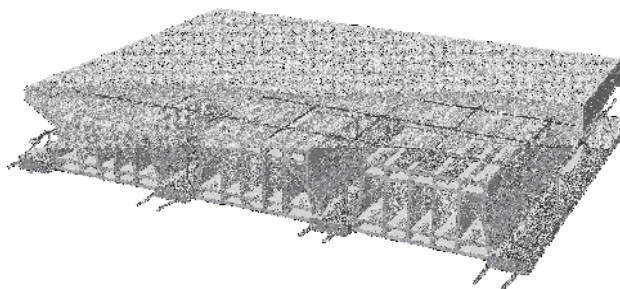
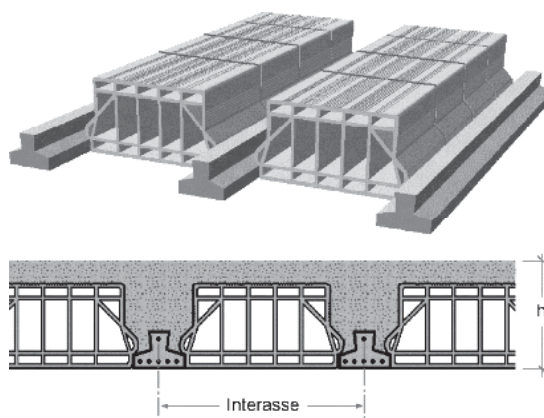


Figura 22.1. Esempio di solaio in calcestruzzo armato e blocchi di laterizio con travetti gettati in opera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

Figura 22.2. Esempio di solaio in calcestruzzo o armato a travetti tralicciati e blocchi di laterizio interposti<sup>2</sup>Figura 22.3. Esempio di solaio a travetti prefabbricati in calcestruzzo armato e blocchi di laterizio interposti<sup>3</sup>

#### Caratteristiche minime dei blocchi forati di laterizio

I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti che non collaboranti, devono possedere determinate caratteristiche minime.

Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di calcestruzzo da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di calcestruzzo, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

<sup>2</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

<sup>3</sup> Fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

Le pareti esterne, sia orizzontali che verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le pareti interne sia orizzontali che verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 \cdot h$  (dove  $h$  è l'altezza del blocco in cm,  $h = 32$  cm).

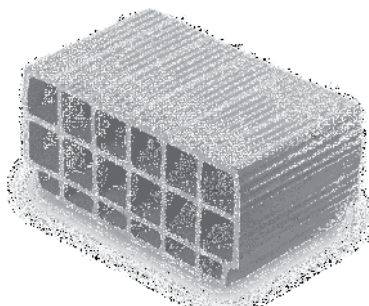


Figura 22.4. Esempio di blocco di laterizio per solaio a travetti<sup>4</sup>

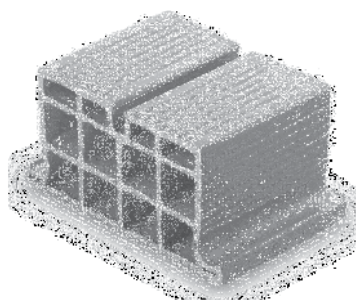


Figura 22.5. Esempio di blocco di laterizio per solaio gettato in opera<sup>5</sup>

#### Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio

Ogni fornitura di elementi in laterizio per solai deve essere accompagnata da una dichiarazione di prestazione attestante la rispondenza della fornitura ai limiti d'accettazione (fessure, scagliature, incisioni, ecc.) stabiliti dalla tabella A della norma **UNI 9730-2**.

I difetti visibili come le protuberanze, le scagliature, le incisioni o le sbavature sono ammessi dalla norma **UNI 9730-2**, a condizione che non influiscano sulle caratteristiche meccaniche. In caso contrario deve essere eseguita la prova a punzonamento o di resistenza a compressione nella direzione dei fori.

<sup>4</sup> <http://www.wienerberger.it>.

<sup>5</sup> <http://www.wienerberger.it>.

---

#### norme di riferimento

**UNI 9730-2** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

**UNI 9730-3** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

#### Caratteristiche fisico-meccaniche

I blocchi di entrambe le categorie (collaboranti e non collaboranti) devono garantire una resistenza a punzonamento o punzonamento-flessione (nel caso in cui siano del tipo interposto) per carico concentrato non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato nel punto della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco.

Per i blocchi collaboranti (categoria B), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 10 N/mm<sup>2</sup>.

Per i blocchi non collaboranti (categoria A), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 7 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm ·

spessore, deve essere non minore di  $7 \text{ N/mm}^2$ .

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a  $25 \text{ kN/mm}^2$ .

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere  $\alpha_t = 6 - 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle norme tecniche per le costruzioni, deve essere minore di  $4 - 10^{-4}$ .

#### Solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio

Per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso possono impiegarsi anche blocchi diversi dal laterizio, con la sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc. devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

#### Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle norme tecniche per le costruzioni.

I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una redistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata, e bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13224** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai;*

**UNI EN 13747** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;*

**UNI EN 15037-1** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.*

#### Stoccaggio dei travetti

Il sollevamento dei travetti deve avvenire con cavi di acciaio o dispositivi a bilancia, provvisti di ganci di sicurezza, in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti (figura 22.6).

Lo stoccaggio dei travetti deve essere eseguito disponendoli in cataste costituite da strati successivi poggianti su listelli di legno collocati sulla stessa verticale e in corrispondenza del vertice delle staffe del traliccio. Il piano di posa delle cataste deve essere ben livellato e compattato.



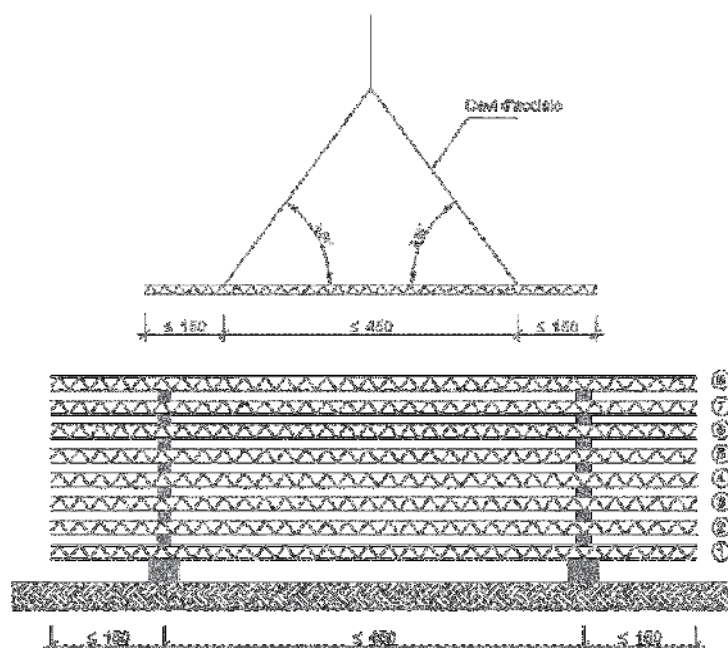


Figura 22.6. Esempio di stoccaggio di travetti tralicciati

### Art. 23. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo

#### Generalità

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

#### Acciaio

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **UNI EN 10025-5**). Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle norme tecniche per le costruzioni.

#### norme di riferimento

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.*

#### Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m<sup>3</sup>, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC 40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.

Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

### Travi con soletta collaborante

Alcune tipologie di sezione composte per travi in acciaio con soletta collaborante sono riportate in figura 23.1.

Qualora la trave di acciaio sia rivestita dal calcestruzzo, le anime possono essere trattate come vincolate trasversalmente ai fini della classificazione della sezione purché il calcestruzzo sia armato, collegato meccanicamente alla sezione di acciaio e in grado di prevenire l'instabilità dell'anima e di ogni parte della piattabanda compressa nella direzione dell'anima.



Figura 23.1. Tipologie di sezione composte per travi in acciaio con soletta collaborante

### Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm. L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno 3 volte il diametro del gambo del piolo,  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere  $1,5$  volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a  $2,5$  volte lo spessore dell'ala.

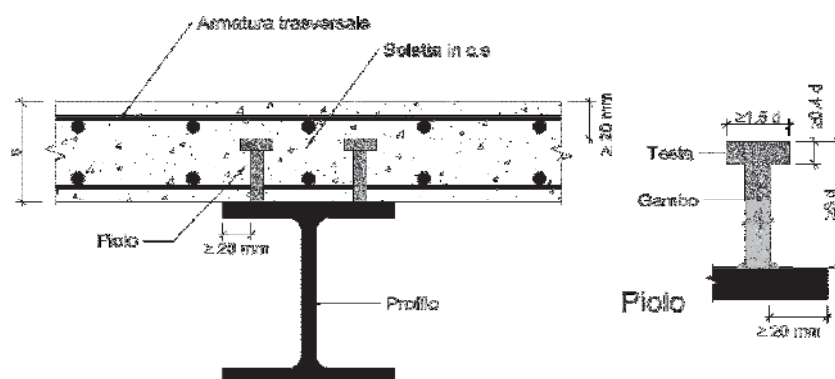


Figura 23.2. Spessore minimo del copriferro sopra il piolo e dimensioni minime del piolo

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di 2 volte il diametro

del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm (figura 23.3).

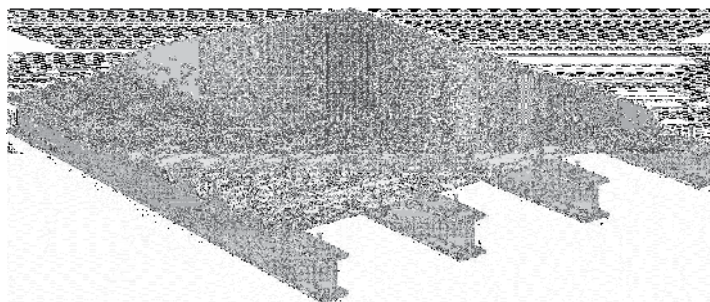


Figura 23.3. Connettori fissati a freddo tramite chiodi in acciaio ad altissima resistenza utilizzati con lamiera grecata (fonte: www.tecnaria.com)

### 23.5. Colonne composte

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:

- sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.

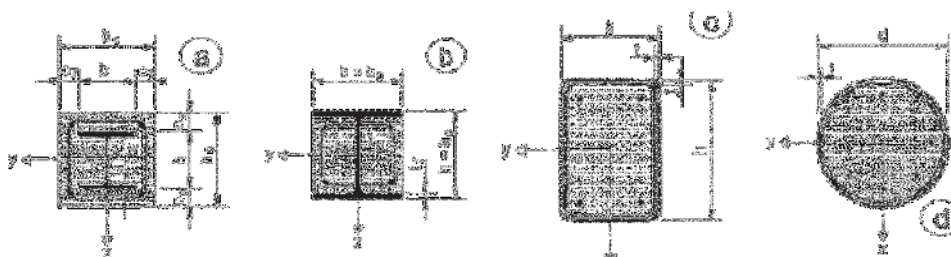


Figura 23.4. Tipi di sezioni per colonne composte

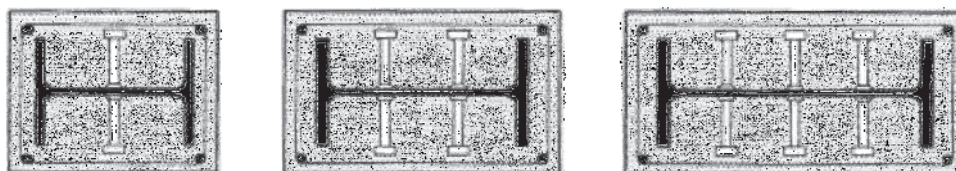


Figura 23.5. Disposizione dei pioli per la connessione meccanica acciaio-calcestruzzo

#### 23.5.1. Copriferro

Il copriferro deve rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di  $1/6$  della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

#### 23.6. Solette composte con lamiera grecata

Si definisce come composta una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

## Art. 24. Appoggi strutturali

### Generalità

Gli appoggi strutturali sono dispositivi di vincolo utilizzati nelle strutture, nei ponti e negli edifici, allo scopo di

trasmettere puntualmente carichi e vincolare determinati gradi di libertà di spostamento.

Gli appoggi strutturali, per i quali si applica quanto specificato al punto A del paragrafo

11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 1337** e recare la marcatura Ce. Si applica il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione, previsto nelle pertinenti specifiche tecniche armonizzate per le applicazioni critiche. In aggiunta a quanto previsto al citato punto A del paragrafo 11.1 delle norme tecniche per le costruzioni, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

---

norme di riferimento

**UNI EN 1337-1** – *Appoggi strutturali. Regole generali di progetto;*

**UNI EN 1337-2** – *Appoggi strutturali. Parte 2: Elementi di scorrimento;* **UNI EN 1337-3** – *Appoggi strutturali. Parte 3: Appoggi elastomerici;* **UNI EN 1337-4** – *Appoggi strutturali. Parte 4: Appoggi a rullo;*

**UNI EN 1337-5** – *Appoggi strutturali. Parte 5: Appoggi a disco elastomerico;*

**UNI EN 1337-6** – *Appoggi strutturali. Parte 6: Appoggi a contatto lineare;*

**UNI EN 1337-7** – *Appoggi strutturali. Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE;*

**UNI EN 1337-8** – *Appoggi strutturali. Parte 8: Guide e ritegni;*

**UNI EN 1337-9** – *Appoggi strutturali. Protezione;*

**UNI EN 1337-10** – *Appoggi strutturali. Parte 10: Ispezione e manutenzione;*

**UNI EN 1337-11** – *Appoggi strutturali. Trasporto, immagazzinamento e installazione.*

#### Documentazione d'accompagnamento e prove d'accettazione

Ogni fornitura deve essere accompagnata dalla documentazione di marcatura CE ovvero da copia del certificato di valutazione tecnica, nonché dal manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera e la manutenzione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare nell'ambito delle proprie competenze, quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture prive della documentazione di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del fabbricante del sistema stesso; dovrà inoltre effettuare idonee prove di accettazione, che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche dei materiali componenti e/o delle principali prestazioni degli appoggi, al fine di verificare la conformità degli appoggi stessi a quanto richiesto per lo specifico progetto.

### **Art. 25. Dispositivi antisismici e controllo delle vibrazioni**

#### Generalità

Per dispositivi antisismici e di controllo delle vibrazioni si intendono gli elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica di una struttura, per esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la forma dei modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasmessa alla struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica o dinamica. Tutti i dispositivi devono avere una vita di servizio maggiore di 10 anni nel campo di temperatura di riferimento indicato nelle specifiche tecniche applicabili a ciascun dispositivo. In assenza di indicazioni riportate nelle suddette specifiche tecniche il campo di temperatura di riferimento deve essere almeno compreso fra  $-15^{\circ}\text{C}$  e  $+45^{\circ}\text{C}$ . Per opere particolari, per le quali le temperature prevedibili non rientrano nel suddetto intervallo, potrà farsi riferimento a campi di temperatura diversi da quello sopra citato; per dispositivi operanti in luoghi protetti, si può assumere un campo di temperatura ridotto in relazione ai valori estremi di temperatura ambientale. Devono essere previsti piani di manutenzione e di sostituzione allo scadere della vita di servizio, senza significativi effetti sull'uso delle strutture in cui sono installati.

---

norme di riferimento

**UNI EN 15129** – *Dispositivi antisismici.*

#### Tipologie di dispositivi

In generale, le norme tecniche, individuano le seguenti tipologie di dispositivi:

- a) dispositivi di vincolo temporaneo**, utilizzati per obbligare i movimenti in uno o più direzioni secondo modalità differenziate a seconda del tipo e dell'entità dell'azione. Si distinguono in:

- dispositivi di vincolo del tipo cosiddetto *a fusibile*, che impediscono i movimenti relativi fra le parti collegate sino al raggiungimento di una soglia di forza oltre la quale, al superamento della stessa, consentono tutti i movimenti. Abitualmente sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle condizioni di servizio, consentendone il libero funzionamento durante il terremoto di progetto, senza modificarne il comportamento;
- dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio, caratterizzati dalla capacità di solidarizzare gli elementi che collegano, in presenza di movimenti relativi rapidi quali quelli sismici,

e di lasciarli liberi, o quasi, in presenza di movimenti relativi lenti imposti o dovuti ad effetti termici.

**b) dispositivi dipendenti dallo spostamento**, a loro volta suddivisi in:

- dispositivi a comportamento lineare o *lineari*, caratterizzati da un legame forza- spostamento sostanzialmente lineare, fino ad un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità. Nella fase di scarico non devono mostrare spostamenti residui significativi;
- dispositivi a comportamento non lineare o *non lineari*, caratterizzati da un legame forza- spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità.

**c) dispositivi dipendenti dalla velocità**, detti anche *dispositivi a comportamento viscoso* o *viscosi*, caratterizzati dalla dipendenza della forza soltanto dalla velocità o da velocità e spostamento contemporaneamente. Il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di un fluido viscoso attraverso orifici o sistemi di valvole;

**d) dispositivi di isolamento o isolatori**, che svolgono fondamentalmente la funzione di sostegno dei carichi verticali, con elevata rigidità in direzione verticale e bassa rigidità o resistenza in direzione orizzontale, permettendo notevoli spostamenti orizzontali. A tale funzione possono essere o meno associate quelle di dissipazione di energia, di ricentraggio del sistema, di vincolo laterale sotto carichi orizzontali di servizio (non sismici). Essendo fondamentalmente degli apparecchi di appoggio, essi devono rispettare le relative norme per garantire la loro piena funzionalità rispetto alle azioni di servizio;

**e) dispositivi costituiti da una combinazione delle precedenti categorie**. In generale, sono individuate le seguenti tipologie di isolatori:

- isolatori elastomerici, costituiti da strati alternati di materiale elastomerico (gomma naturale o materiali artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero, risultano fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali);
- isolatori a scorrimento, costituiti da appoggi a scorrimento caratterizzati da bassi valori delle resistenze per attrito.

#### Procedure di qualificazione

I dispositivi antisismici, per i quali si applica quanto specificato al punto A) del § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 15129** e recare la Marcatura CE. Si applica il sistema di Attestazione della Conformità o di valutazione e verifica della costanza della prestazione previsto nella suddetta norma europea armonizzata per le applicazioni critiche.

Nel caso di dispositivi antisismici non ricadenti, o non completamente ricadenti, nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129**, si applica il caso C) del § 11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni. In aggiunta a quanto previsto ai punti A) o C) del §

11.1 delle Norme tecniche per le costruzioni, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera e la manutenzione.

Le procedure di qualificazione hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo è in grado di mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto.

#### Documenti di accompagnamento delle forniture

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi dell'attestato di conformità o dell'attestato di qualificazione, della certificazione del processo di produzione, dei rapporti di prova e le caratteristiche dichiarate dal produttore.

#### Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori per tutte le tipologie di dispositivi e sono demandati al direttore dei lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare la prescritta

documentazione di qualificazione, e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Il direttore dei lavori dovrà inoltre effettuare la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché le prove di accettazione di seguito specificate.

Le prove di accettazione devono essere eseguite e certificate da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, dotato di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione.

Per i dispositivi rientranti nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129**, le metodologie per le prove di accettazione ed i relativi criteri di valutazione, ove non diversamente specificato nel seguito, sono quelli indicati, per ciascun tipo di dispositivo, nella suddetta norma europea armonizzata con riferimento alle prove di Controllo di Produzione in Fabbrica (*Factory Production Control tests*). Il numero dei dispositivi da sottoporre a prove di accettazione è di seguito specificato per ciascun tipo di dispositivo.

È possibile impiegare, ai fini delle prove di accettazione, le prove di Controllo di Produzione in Fabbrica effettuate nell'ambito del mantenimento della qualificazione dei dispositivi stessi ai sensi della norma europea sopra detta, nel numero che la stessa norma prevede, a condizione che:

- il campionamento dei dispositivi sia stato effettuato, sui lotti destinati allo specifico cantiere, dal direttore dei lavori del cantiere stesso;
- le prove siano eseguite e certificate da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, dotato di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione.

I suddetti certificati riportino esplicitamente l'indicazione del o dei cantieri ove viene utilizzata la fornitura.

Per dispositivi non ricadenti nel campo di applicazione della norma europea armonizzata **UNI EN 15129** le prove di accettazione, che rimangono obbligatorie, saranno eseguite secondo le modalità e con i criteri di valutazione riportate nelle specifiche tecniche europee, oppure nella Certificazione di valutazione tecnica, di riferimento.

Qualora i risultati dei controlli di accettazione non risultassero soddisfacenti, il direttore dei lavori rifiuta la fornitura.

I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione o di accettazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è almeno di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove, e comunque previo accertamento della loro perfetta integrità e piena funzionalità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione ed il controllo dei relativi parametri di verifica.

#### Dispositivi a comportamento lineare

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico, e la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo, e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna e all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova devono essere stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova "quasi statica", imponendo almeno 5 cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d_2$ .

Qualora il dispositivo abbia caratteristiche costruttive analoghe a quelle di un isolatore elastomerico ne sia geometricamente simile e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante dei carichi verticali, le prove di accettazione dovranno essere condotte secondo le modalità e numerosità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con la seguente variante:

- caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce, superiori ed inferiori del dispositivo in opera.

#### 25.7. Dispositivi a comportamento non lineare

I dispositivi a comportamento non lineare possono realizzare comportamenti meccanici diversi, ad elevata o bassa

dissipazione di energia, con riduzione o incremento della rigidità al crescere dello spostamento, con o senza spostamenti residui all'azzeramento della forza.

**Prove di accettazione sui materiali**

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

**25.8. Dispositivi a comportamento viscoso**

I dispositivi a comportamento viscoso trasmettono, in generale, soltanto azioni orizzontali, e hanno rigidità trascurabile rispetto alle azioni verticali.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità, onde evitare effetti di trafilamento e deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In ogni caso la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi sessagesimali.

I dispositivi devono evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso.

La costruzione del dispositivo deve consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

**Prove di accettazione sui materiali**

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

**Isolatori elastomerici**

Gli isolatori devono avere pianta con due assi di simmetria ortogonali, così da presentare un comportamento il più possibile indipendente dalla direzione dell'azione orizzontale agente. Ai fini della determinazione degli effetti di azioni perpendicolari agli strati, le loro dimensioni utili devono essere riferite alle dimensioni delle piastre in acciaio, depurate di eventuali fori, mentre per gli effetti delle azioni parallele alla giacitura degli strati si considererà la sezione intera dello strato di gomma.

Le piastre di acciaio devono essere conformi a quanto previsto nelle norme per gli apparecchi di appoggio, con un allungamento minimo a rottura del 18% e spessore minimo pari a 2 mm per le piastre interne e a 20 mm per le piastre esterne.

**Prove di accettazione sui materiali**

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni e aggiunte:

- le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70°C;
- la variazione del modulo  $G$  deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale;
- il modulo  $G$  deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a  $\pm 100\%$ .

**Prove di accettazione sui dispositivi**

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, e comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

#### Isolatori a scorrimento

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sulle superfici di scorrimento sono quelle previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le prestazioni sismiche, su almeno un dispositivo completo di tali parti supplementari verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a  $\pm d_2$ . Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### 25.11. Dispositivi a vincolo rigido del tipo a fusibile

I dispositivi a fusibile sono classificabili in due categorie:

- di tipo meccanico, quando lo svincolo è determinato dal rilascio di fermi sacrificali;
- di tipo idraulico, quando lo svincolo è governato dall'apertura di una valvola di sovrappressione.

##### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme per la determinazione della tensione e l'allungamento al limite elastico, la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo, e le caratteristiche di viscosità del fluido, se presente. Esse sono finalizzate ad individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette, e ad accertare la costanza di comportamento del materiale considerato, e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

##### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione sui dispositivi saranno effettuate con le modalità di seguito indicate, e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il  $\pm 10\%$ :

- misura della geometria esterna, con tolleranza di  $\pm 10\%$  sugli spessori e  $\pm 5\%$  sulle lunghezze, per i componenti determinanti ai fini del comportamento;
- valutazione della capacità di sostenere almeno 3 cicli monotonicamente con carico massimo impresso pari al valore di progetto di servizio, con una tolleranza del  $+10\%$ , in assenza di snervamenti o rotture;
- valutazione della forza di rilascio, sottoponendo il campione ad un carico monotonicamente sino al raggiungimento della rottura del fusibile (forza di rilascio). La tolleranza, rispetto al valore di progetto, deve essere pari a  $\pm 15\%$ .

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

#### 25.12. Dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio

La corsa disponibile deve essere funzione dello spostamento di progetto non sismico, derivante da azioni lente – quali effetti termici, ritiro, viscosità – e da qualsiasi altro spostamento relativo che può interessare le parti che il dispositivo connette, incluso lo spostamento dovuto alla comprimibilità del fluido in presenza di azione sismica. In ogni caso, la corsa non deve essere minore di  $\pm 50$  mm per i ponti e di  $\pm 25$  mm per gli edifici.

Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità onde evitare effetti di trafilamento e



deterioramento delle guarnizioni, e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In ogni caso, la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi.

I dispositivi devono essere progettati in modo da evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso. Devono essere, inoltre, in grado di sopportare le accelerazioni laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali allo SLC e, in assenza di tale valutazione, devono resistere ad una forza minima pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile, ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.

Il fattore di sicurezza nei confronti delle sovrappressioni, rispetto alle condizioni di progetto sismico allo SLC deve essere pari ad 1,5, salvo che per i dispositivi dotati di sistema di protezione dal sovraccarico incorporato, per i quali il sistema deve attivarsi per una forza minore del 110% della forza di progetto, e il fattore di sicurezza deve essere assunto almeno pari ad 1.1.

La velocità di attivazione dei dispositivi, tipicamente, deve essere compresa tra 0,5 mm/s e 5 mm/s, ovvero per valori decisamente maggiori di 0,01 mm/s.

#### Prove di accettazione sui materiali

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, la temperatura interna, l'invecchiamento.

Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

#### Prove di accettazione sui dispositivi

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di 4 e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Il dispositivo potrà essere utilizzato nella costruzione, salvo verifica della sua perfetta integrità al termine delle prove.

Per le prove di accettazione per le quali non ci si avvalga delle prove di controllo di produzione in fabbrica, la prova di "sovrappressione" è effettuata secondo la valutazione del comportamento rispetto ad un sovraccarico, accertando che il dispositivo attivi il meccanismo di protezione dalle sovrappressioni per una forza minore ad 1,5 volte quella di progetto, se dotato di meccanismo di protezione interno, o che non subisca né perdite di fluido né alcun danno al sistema, se ne è sprovvisto, sotto l'applicazione della storia di carico seguente:

- a) raggiungimento del carico di progetto in meno di 0,5 secondi e mantenimento costante dello stesso per almeno 5 secondi;
- b) inversione del carico in meno di 1 secondo e mantenimento costante dello stesso per un tempo stabilito per almeno 5 secondi.

### 3

## MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

### Art. 26. Gesso ed elementi in gesso

#### Generalità

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Deve presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

norma di riferimento

**UNI 5371** – *Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.*

#### Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi

Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità

del gesso contenuto.

La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

#### Requisiti ambientali

I prodotti in gesso, denominati lastre di cartongesso, destinati alla posa in opera di sistemi a secco tipo: tamponature, tramezzature e controsoffitti, devono:

- essere accompagnati dalle informazioni sul loro profilo ambientale secondo il modello delle dichiarazioni di prodotto di Tipo III;
- avere un contenuto di almeno il 5% in peso di materie riciclate.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla **norma ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio. Tale documentazione dovrà essere fornita al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Lastre di gesso rivestito

Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabili per la costruzione di pareti, contropareti e soffitti, e in generale, per le finiture d'interni. Le lastre rivestite sono costituite da un nucleo di gesso ottenuto dalle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entrambi i lati con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle superfici può variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere additivi per conferire ulteriori proprietà aggiuntive.

Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici con viti autofilettanti, o alle strutture di legno con chiodi, oppure incollate al sottofondo con collanti a base di gesso o altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.

#### norme di riferimento

**UNI 10718** – *Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;*

**UNI EN 520** – *Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;*

**UNI 9154-1** – *Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;*

**UNI EN 14195** – *Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Pannelli per controsoffitti

La controsoffittatura interna preferibilmente ispezionabile, deve essere realizzata con pannelli in gesso alleggerito in classe 0 di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista/seminascosta atta a garantire una resistenza al fuoco REI ..... (per esempio 120).

I pannelli devono avere colore bianco naturale, delle dimensioni di ..... mm (per esempio 600 mm · 600 mm) e spessore ..... mm, con resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%.

I pannelli devono garantire un coefficiente di fonoassorbimento = .....

L'orditura metallica sarà realizzata con profili perimetrali a L e profili portanti a T in lamiera d'acciaio zincata e preverniciata, fissata al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili.

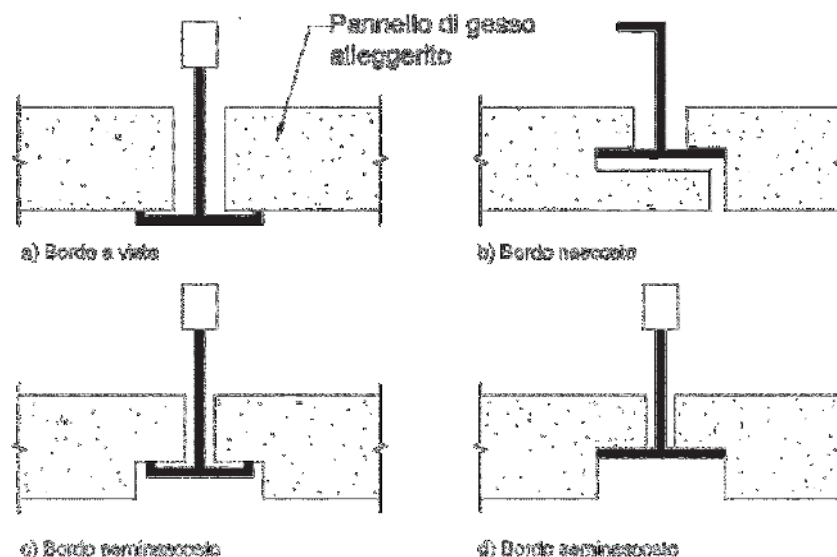


Figura 26.1. Struttura portante per pannello di gesso alleggerito per controsoffitto (fonte: www.pentasrl.net)

#### Blocchi di gesso per tramezzi

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.

I blocchi di gesso in conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato.

Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (**UNI EN 12859**):

- spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza:  $\pm 5$  mm;
- altezza:  $\pm 2$  mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.

I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:

- riferimento alla norma **UNI EN 12859**;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma **UNI EN 12859**.

#### norma di riferimento

**UNI EN 12859** – Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

#### Leganti e intonaci a base di gesso

Le caratteristiche e la prestazione dei prodotti in polvere a base di gesso per impieghi in edilizia devono essere conformi alle norme **UNI EN 13279-1** e **UNI EN 13279-2**.

Gli intonaci base gesso sono realizzati rispettando i requisiti previsti dalla norma armonizzata di prodotto **UNI EN 13279-1**.

I prodotti devono essere accompagnati dalla prevista di dichiarazione di prestazione da consegnare alla direzione dei lavori.

#### norme di riferimento

**UNI EN 13279-1** – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;

**UNI EN 13279-2** – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.

### **Art. 27. Calci idrauliche da costruzioni**

Le calci da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calci idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calci idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calci idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calci idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in Mpa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma **UNI EN 459-2**.

Le categorie di calci idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato hanno costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione da consegnare alla direzione dei lavori.

#### norme di riferimento

**UNI EN 459-1** – Calci da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;

**UNI EN 459-2** – Calci da costruzione. Metodi di prova;

**UNI EN 459-3** – Calci da costruzione. Valutazione della conformità.

### **Art. 28. Laterizi**

#### **Generalità**

Si definiscono *laterizi* quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla – contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio – purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta cottura in apposite fornaci, e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 e alle norme unificate vigenti.

#### norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.** Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.

#### **Requisiti**

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

#### **Contenuto minimo di materiale riciclato**

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato di almeno il 10% in peso.

I laterizi per coperture, pavimenti e muratura faccia vista devono avere un contenuto di materiale riciclato di almeno il 5% in peso.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera:

- dichiarazione ambientale di Tipo 111, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di

valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

#### Controlli di accettazione

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini.

In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

---

#### norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.** *Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.*

#### Elementi in laterizio per solai

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme, **UNI 9730-1**, **UNI 9730-2** e **UNI 9730-3**,

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni del punto 4.1.9 delle norme tecniche per le costruzioni.

---

#### norme di riferimento

**UNI 9730-1** – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;*

**UNI 9730-2** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

**UNI 9730-3** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

#### Tavelle e tavelloni

La norma **UNI 11128** distingue tre prodotti: tavelloni, tavelle e tavelline. Tali prodotti sono elementi forati in laterizio, piano e di forma parallelepipedica, costituiti da pareti (le superfici esterne) e setti sottili (le superfici interne delimitanti i fori), ottenuto per estrusione, essiccazione e cottura di materiale argilloso con o senza l'aggiunta di additivi (sabbia, ossido di ferro, sostanze porizzanti naturali ecc.). I punti nei quali, in una qualsiasi sezione ortogonale alla foratura, si uniscono due setti o un setto ed una parete vengono definiti nodi.

I prodotti sono caratterizzati dalla prevalenza di una dimensione, quella parallela ai fori (lunghezza, 'L'), rispetto alle altre (larghezza, 'b' e spessore 'h'), rispetto alle dimensioni di lunghezza e di spessore si distinguono:

- tavelloni, quando  $h = 5,0$  cm e  $L = 50$  cm
- tavelle, quando  $3,5$  cm  $< h < 5,0$  cm e  $L = 35$  cm
- tavelline, quando  $h = 3,5$  cm e  $L = 25$  cm.

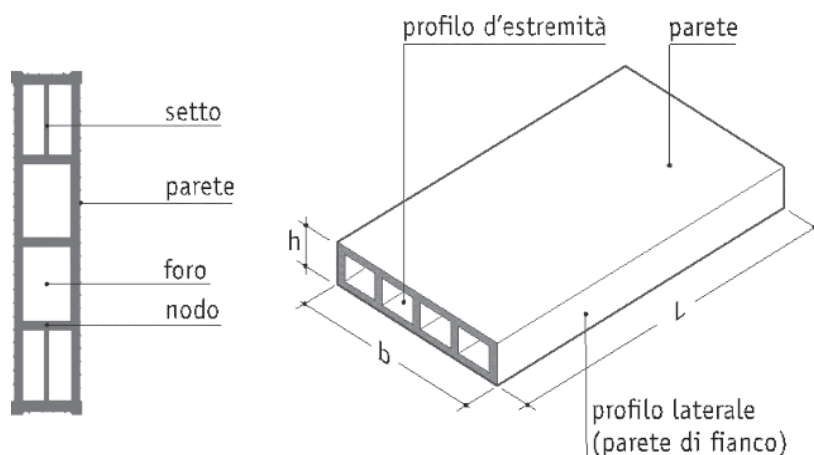


Figura 28.1. Nomenclatura di parti di tavelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

Si possono così distinguere elementi a taglio retto, a taglio obliquo o a taglio a gradino, senza alcuna particolare prescrizione per angolazioni e dimensioni dei profili; per i profili laterali si

potrà distinguere tra profili a fianchi retti, divisibili, a fianchi sagomati maschio-femmina e a fianchi sagomati femmina-femmina.

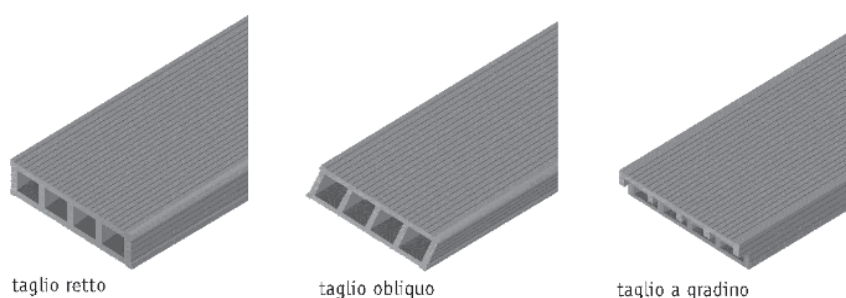


Figura 28.2. Principali profili di estremità di tavelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)



Figura 28.3. Principali profili laterali di tavelloni, tavelle e tavelline (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

Per l'accettazione dimensionale dei tavelloni, delle tavelle e delle tavelline si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128**.

In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

norme di riferimento

**UNI 11128** – *Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.*

## Art. 29. Manufatti di pietre naturali o ricostruite

Generalità

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire, presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232, del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234, e delle norme unificabili.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nel contratto, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Tabella 29.1. Valori indicativi di tenacità**

**Roccia Tenacità**

Calcare Gneiss Granito Arenaria calcarea Basalto Arenaria silicea	1 1,20 1,50 1,50 2,30 2,60
---	----------------------------

**Tabella 29.2. Valori indicativi di resistenza a taglio**

**Roccia Carico di rottura [Mpa]**

Arenarie Calcare Marmi Granito Porfido Serpentin Gneiss	3-9 5-11 12 15 16 18-34 22-31
---	-------------------------------

norme di riferimento

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2232.** *Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione;*

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.** *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*

**UNI EN 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

### Marmo

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcarei metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastrini calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

### Granito

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspari, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da quarzo, felspari sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispondenti rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

### Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

### Pietra

Si definisce pietra una roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile; a questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale

(quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

norma di riferimento

**UNI EN 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

#### Requisiti d'accettazione

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti, ulteriori caratteristiche, il fabbricante dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI EN 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **UNI EN 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **UNI EN 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **UNI EN 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale

per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.

norme di riferimento

**UNI EN 13161** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

**UNI EN 13755** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

**UNI EN 1926** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

**UNI EN 1936** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

#### Manufatti da lastre

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

#### Manufatti in spessore

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

#### Manufatti a spacco e sfaldo

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- cubetti di porfido;
- smoller;
- lastre di ardesia;



- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

### Art. 30. Prodotti per pavimentazioni

#### Generalità

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

#### Requisiti ecologici e prestazionali per pavimenti e rivestimenti interni ed esterni

I prodotti utilizzati per le pavimentazioni e i rivestimenti devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2010/18/CE, 2009/607/CE e 2009/967/CE relative all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Kcolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- un'asserzione ambientale del produttore, conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere consegnata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Requisiti di accettazione dei materiali per pavimentazione

La pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico-fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti di seguito indicati:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

### Pavimentazioni interne

#### Tipologie

Le pavimentazioni per interni possono essere dei seguenti tipi:

- pavimentazioni tradizionali;
- pavimentazioni resilienti;
- pavimentazioni a struttura discontinua;
- pavimentazioni speciali.

### Prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione, quali tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc., si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica. I prodotti di cui sopra devono: essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo.

Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

a) qualità I:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso), purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi.

b) qualità II:

- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
- imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
- piccole fenditure;
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

c) qualità III:

- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%. Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:

- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.

La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche, saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e dall'umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma **UNI ISO 3810**.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 3810** – *Piastrelle di sughero agglomerato per rivestimenti di pavimenti. Metodi di prova;*

**UNI EN 13756** – *Pavimentazioni di legno. Terminologia.*

### Piastrelle in ceramica

Le piastrelle di ceramica possono essere smaltate o non smaltate. Le piastrelle smaltate (GL) hanno la superficie ricoperta da uno strato di vetro colorato, che impartisce ad essa importanti caratteristiche estetiche (di colore, lucentezza, decorazione, sfumature, ecc.) e tecniche (di durezza, impermeabilità, ecc.). Nelle piastrelle smaltate si riconosce dunque una discontinuità di composizione e caratteristiche nello spessore, e si distingue lo strato superficiale, dello spessore che va da pochi decimi di millimetro a 1-2 mm nel caso di prodotti particolari, dal supporto sottostante. Le piastrelle non smaltate (UGL) sono invece uniformi in tutto lo spessore, senza nessuna differenza e discontinuità fra superficie e corpo.

La norma **UNI EN 1441** classifica le piastrelle di ceramica in 9 gruppi, in funzione di due parametri: il metodo di formatura (A – Estrusione; B – Pressatura) e l'assorbimento d'acqua. L'assorbimento d'acqua è una misura della quantità di acqua che, in particolari condizioni sperimentali di imbibizione, la piastrella può assorbire.

L'assorbimento d'acqua costituisce una misura della quantità di tali pori, cioè di quella che si definisce come “porosità aperta” (la “porosità chiusa”, al contrario, è formata dai pori non intercomunicanti, e, quindi, non accessibili dalla superficie esterna). L'assorbimento d'acqua fornisce un'indicazione immediata della struttura del materiale: un elevato assorbimento d'acqua corrisponde ad una struttura porosa, mentre un basso assorbimento d'acqua ad una struttura compatta (greificata).

Il metodo di misura dell'assorbimento d'acqua è descritto nella norma **UNI EN ISO 10545-3** che prevede di esprimere la porosità in termini di percentuale di acqua assorbita dalla piastrella in condizioni prefissate.

La resistenza all'impatto viene determinata, secondo la norma **EN ISO 10545-5**, attraverso la misura del coefficiente di restituzione (*e*).

La resistenza al gelo è misurata con il metodo riportato dalla norma **UNI EN ISO 10545-12** applicabile a tutte le piastrelle di ceramica che devono essere utilizzate in condizioni di gelo in presenza d'acqua.

Le piastrelle devono essere prive di difetti di aspetto quali: fratture, difetti sotto smalto, cavilli, difetti di decorazione, ritiri di smalto, scagliature, disuniformità, rigonfiamenti, crateri, irregolarità sui bordi, devetrificazione dello smalto, accumuli di smalto sui bordi, punti e macchie.

Le caratteristiche delle piastrelle saranno scelte in base all'entità del traffico perdonale:

- traffico leggero: camere da letto e sale da bagno delle abitazioni private;
- traffico medio leggero: ambienti protetti da agenti a brasivi e graffianti;
- traffico medio: ambienti protetti da agenti abrasivi e graffianti. come tutti i vani delle abitazioni private non direttamente collegati con l'esterno;
- traffico medio pesante: ambienti con accesso diretto dall'esterno, purché protetti da agenti abrasivi e graffianti, in generale in tutti i vani delle abitazioni private e dei locali commerciali leggeri;
- forti sollecitazioni: alberghi, negozi, uffici e scuole.

Il pavimento sarà realizzato con piastrelle di prima scelta nelle disponibilità di formato

..... cm, di spessore mm ..... (mm ..... secondo formato). Il tipo

prescelto, denominato ....., appartiene alla linea ....., è di colore ..... Tale materiale è fabbricato con un impasto atomizzato di: quarzi, feldspati, argille e caolini, pressato (600 kg/cm<sup>2</sup>), sinterizzato con 1300°C e omogeneo in tutto lo spessore.

---

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura;*

**UNI 11493** – *Piastrellature ceramiche a pavimento e a parete. Istruzioni per la progettazione, l'installazione e la manutenzione.*

**Imballaggi e indicazioni**

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **UNI EN 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **UNI EN 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL). In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:
- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

---

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.*

**Designazione**

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **UNI EN 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **UNI EN 14411** che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;

- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

norme di riferimento

**UNI EN 14411** – *Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura.*

#### 30.4.4. Prodotti in gomma per pavimentazioni

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione si farà riferimento alla norma **UNI 8272-2**.

Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore oltre i limiti d'accettazione della norma **UNI 8272-2**;
- il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma **UNI 8272**;
- i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

**UNI 8272-1** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto;*

**UNI 8272-2** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;*

**UNI 8272-6** – *Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;*

**UNI EN 12199** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*

**UNI EN 14521** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;* **UNI EN 1816** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;*

**UNI EN 1817** – *Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;*

**UNI EN 1903** – *Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.*

#### Pavimentazioni a base di policloruro di vinile

I prodotti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

---

**UNI EN 649** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 650** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 651** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

**UNI EN 652** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;

**UNI EN 653** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

**UNI EN 654** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 655** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 718** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni; **UNI EN 13413** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;

**UNI EN 13553** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali. Specifiche;

**UNI EN 13845** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

#### Rivestimenti resinosi per pavimentazioni

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti *autolivellanti* (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche significative devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le prove accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fabbricante, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

#### norme di riferimento

**UNI 8298-1** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;

**UNI 8298-2** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 2: Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;

**UNI 8298-3** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 3: Determinazione della resistenza al punzonamento statico;

**UNI 8298-4** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 4: Determinazione della resistenza agli agenti chimici;

**UNI 8298-5** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 5: Determinazione del comportamento all'acqua;

**UNI 8298-6** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 6: Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;

**UNI 8298-8** – Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;

**UNI 8298-9** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 9: Determinazione della resistenza all'abrasione;

**UNI 8298-10** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 10: Determinazione della resistenza elettrica;

**UNI 8298-12** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 12: Determinazione dello spessore;*

**UNI 8298-14** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 14: Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;*

**UNI 8298-15** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 15: Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;*

**UNI 8298-16** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Parte 16: Determinazione del coefficiente di attrito.*

#### Mattonelle di conglomerato cementizio

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo di 0,2 cm).

La superficie delle mattonelle di conglomerato cementizio deve essere piana, compatta e da colore uniforme.

---

#### norme di riferimento

**UNI 2623** – *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;* **UNI 2624** – *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;* **UNI 2625** – *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;* **UNI 2626** – *Marmette quadrate di conglomerato cementizio;* **UNI 2627** – *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;* **UNI 2628** – *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio.*

#### Prodotti tessili per pavimenti (moquettes)

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto uni- livellato, velluto plurilivello, ecc.);
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, dovrà fornire indicazioni circa:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco;

Le modalità di prova da seguire sono quelle indicate dalla norma **UNI 8014** (varie parti).

I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici e altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

---

#### norme di riferimento

**UNI 8013-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

**UNI 8014-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e*

*dimensioni delle provette;*

**UNI 8014-2** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;

**UNI 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione;

**UNI 8014-4** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione;

**UNI 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio; **UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporramento;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).

#### Pavimentazioni esterne

##### Tipologie

Le pavimentazioni per interni possono essere dei seguenti tipi:

- pavimentazioni discontinue
- pavimentazioni continue;
- pavimentazioni per copertura e terrazzi.

#### Masselli di calcestruzzo

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto, inoltre devono rispettare anche le seguenti prescrizioni:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;

la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche e le istruzioni per la

movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

norme di riferimento

**UNI EN 1338** – *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova.*

**Prodotti in pietre naturali**

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alle norme **UNI EN 1341**, **UNI EN 1342**, **UNI EN 1343**, **UNI EN 12057**, **UNI EN 12058**, **UNI EN 1469**.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

norme di riferimento

**UNI EN 1341** – *Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1342** – *Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1343** – *Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 12057** – *Prodotti di pietra naturale. Marmette modulari. Requisiti;*

**UNI EN 12058** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per pavimentazioni e per scale. Requisiti;*

**UNI EN 1469** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per rivestimenti. Requisiti.*

**Materiali di porfido**

Tutti i materiali porfirici devono essere conformi alle norme **UNI EN 1341**, **UNI EN 1342**, **UNI EN 1343**, **UNI EN 12057**, **UNI EN 12058**, **UNI EN 1469**. Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere: grigio, grigio-rosso, grigio-viola, rossastro, violetto.

norme di riferimento

**UNI EN 1341** – *Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1342** – *Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 1343** – *Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 12057** – *Prodotti di pietra naturale. Marmette modulari. Requisiti;*

**UNI EN 12058** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per pavimentazioni e per scale. Requisiti;*

**UNI EN 1469** – *Prodotti di pietra naturale. Lastre per rivestimenti. Requisiti.*

**Cubetti di porfido**

I cubetti di porfido sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è



variabile a seconda del tipo classificato. Essi vengono distinti, a seconda della

lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6, 6/8, 8/10, 10/12, 12/14 e 14/18. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità. Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e non segate e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra (massimo cm 1 1/2).

La tolleranza permessa è di n. 7 elementi su 100 – scelti alla rinfusa sul deposito – ed essa riguarda differenze di misura in difetto o in eccesso (lati e altezza), difetti di lavorazione, eccessiva sottosquadra, lati segati, lassi orizzontali o mali verticali.

- a) il tipo 4/6 dovrà avere un'altezza da 4 a 6 cm, la testa variante da 4 a 7 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 90 e i 100 kg;
- b) il tipo 6/8 dovrà avere un'altezza da 5 1/2 a 8 cm, la testa variante da 6 a 9 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 130 e i 140 kg;
- c) il tipo 8/10 dovrà avere un'altezza da 7 1/2 a 11 cm, la testa variante da 8 a 12 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 180 e i 190 kg;
- d) il tipo 10/12 dovrà avere un'altezza da 10 a 13 cm, la testa variante da 10 a 14 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 220 e i 250 kg;
- e) il tipo 12/14 dovrà avere un'altezza da 12 a 15 cm, la testa variante da 12 a 16 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 280 e i 300 kg;
- f) il tipo 14/18 dovrà avere un'altezza da 14 a 20 cm, la testa variante da 14 a 20 cm ed un peso per mq, misurato in opera, compreso fra i 330 e i 350 kg.

Per posa in opera di cubetti “a filari” si impiegano cubetti con testa quadrata, nelle dimensioni da cm 8x8 – 9x9 – 10x10 e di spessore a convenirsi, ma direttamente proporzionale al traffico che solleciterà il pavimento e in ogni caso non inferiore a 4 cm nell'altezza e con tolleranza in più o meno di 5 mm nei lati.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso. In esso sono consentiti – solo per posa ad arco o ventaglio – cubetti in forma trapezoidale od oblungi per un massimo del 10%. In tutti i casi l'altezza dei cubetti deve essere rispettata. Se i cubetti non devono essere posati a ventaglio o ad arco, ciò deve essere dichiarato al momento dell'ordine.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

#### Tozzetti

Per pavimentazioni esclusivamente pedonali e con posa in opera su letto di sabbia e cemento o in malta, si possono impiegare elementi porfirici denominati “tozzetti” che hanno dimensioni di testa da 6 a 9 cm e di spessore da 4 a 6 cm.

#### Piastrelle

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non

dovrà contenere parti alterate. Le piastrelle saranno fornite su palette secondomil triplo previsto in progetto, di seguito si riportano le tipologie più impiegate:

- a) piastrelle a spaCCo reGolari

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Maggiori o minori spessori (1-3 o 5-8) potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. È consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di 5 mm. Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra. Le larghezze di normale lavorazione sono: cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

- b) piastrelle fresate

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

c) piastrelle semilucidate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere semilucidata (al 60/70% piano lucido, al 40/30% piano cava). Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 3 a 6 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

d) piastrelle lucidate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva lucidatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” o in misura fissa.

e) piastrelle fiammate Con Coste fresate

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a 50. Le lunghezze sono “a correre” o in misura fissa.

### Lastre irregolari (Opus incertum)

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari.

Le lastre di porfido vengono distinte in:

- a) tipo normale: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm;
- b) tipo sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Lo spessore potrà variare da 1 a 3 cm;
- c) tipo gigante: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi. La diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm;
- d) tipo gigante sottile: la diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 2 a 4 cm.

### Binderi

Per il contenimento e la delimitazione delle pavimentazioni o delle aiuole o delle aree verdi. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni indicative sono:

- a) larghezza cm 10 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 5/8;
- b) larghezza cm 10 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 8/11;
- c) larghezza cm 12 – lunghezza cm 15/40 – spessore cm 10/15.

Binderi giganti (o binderoni): per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni indicative sono:

- a) larghezza cm 12 – lunghezza cm 20/40 – spessore cm 15/20;
- b) larghezza cm 14 – lunghezza cm 20/40 – spessore cm 15/20.

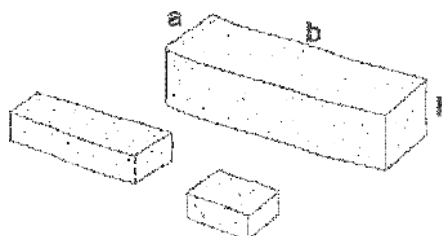


Figura 30.1. Binderi

### Cordoni

Per la formazione di marciapiedi, bordi aiuole o delimitazioni in generale si possono impegnare:

- a) cordoni a spacco: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato: cm 5 x 20/25, cm 6 x 20/25, cm 7 x 20/25, cm 8 x 20/25, cm 10 x 20/25, cm 12 x 20/25, cm 15 x 20/25;
- b) cordoni segati e lavorati: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato. L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 25 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. Le teste, ortogonali al piano o a sottosquadra, potranno essere a spacco o segate. Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato: cm 5 x 20/25, cm 6 x 20/25, cm 7 x 20/25, cm 8 x 20/25, cm 10 x 20/25, cm 12 x 20/25, cm 15 x 20/25;
- c) cordoni a piano di cava: dovranno avere il piano superiore naturale di cava, la faccia esterna in vista segata per almeno 15 cm di altezza; la faccia interna segata o spaccata per almeno 5/6 cm. Dimensioni come i cordoni già descritti o le misure previste in progetto.

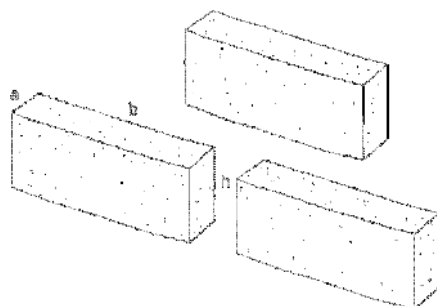


Figura 30.2. Cordoni

#### Cordonetti per aiuole

I cordonetti in porfido per aiuole dovranno avere le due facce, quella interna nascosta, e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (piano) a spacco di cava.

#### Soglie carraie – plinti – bocche di lupo

Le soglie carraie in porfido dovranno essere a piano naturale di cava in larghezza da cm 42 o 52, lunghezze “a correre”; lo spessore potrà essere da 6 a 10 cm, la costa a spacco o fresata.

I plinti saranno quadrati, in cm 40 x 40 oppure 50 x 50 cm, lavorati esclusivamente a bocciarda o a fiamma.

Le bocche di lupo saranno ricavate dai cordoni, con lavorazioni alla punta o alla bocciarda e secondo le misure previste in progetto.

#### Smoller

Gli smoller di porfido sono impiegati come rivestimento verticale di muri o come pavimentazioni di strade in forte pendenza, rampe di garage.

Gli smoller di porfido dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco (grezzo). Le testate saranno sempre in sottosquadra. Lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm, la profondità da 8 a 13 cm, la lunghezza sarà “a correre”.

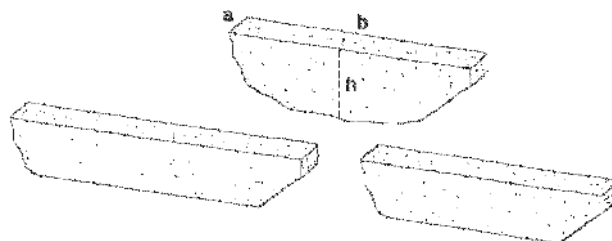


Figura 30.3. Smolleri

#### Gradini

Le lastre di porfido per gradini dovranno essere a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco. La superficie (il piano superiore in vista) potrà essere segata e fiammata, le coste segate e lavorate (scalpellate o fiammate). Lo spessore potrà variare da 3-4-5 cm o più, lunghezze e larghezze a secondo le misure previste in progetto.

#### Alzate – battiscopa – zoccolino

Le alzate, i battiscopa in porfido dovranno essere costituite da elementi a piano naturale di cava, privi di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco. Spessore cm 1 1/2-3, lunghezze il doppio almeno dell'altezza e altezze a richiesta. Le coste potranno essere segate e anche lavorate (fiammate o lucidate) in spessori da cm 1 1/2 o 2. Lunghezze fisse o a correre il doppio almeno dell'altezza e altezze secondo le misure previste in progetto.

#### Mattonelle di asfalto pressato

Le mattonelle di asfalto pressato dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 per quanto riguarda le caratteristiche di:

- resistenza all'urto: 4 N/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla flessione: 3 N/mm<sup>2</sup>;
- coefficiente di usura al tribometro: 15 m/m massimo per 1 km di percorso. Dovranno, inoltre, rispondere alle seguenti prescrizioni sui bitumi:
- .....
- .....

I prodotti saranno forniti su apposite pallets ed eventualmente protetti da azioni degradanti dovute ad agenti meccanici, chimici e altri nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione, in genere prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore dovrà riportare le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, la sicurezza e la posa in opera.

#### Pavimentazioni sportive sintetiche

Le pavimentazioni sintetiche sportive potranno essere costituite da:

- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e control- lata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato; per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;
- pavimentazione in resina poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucciolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla classe 1. Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce e aree ricreative.

#### norme di riferimento

**UNI EN 14877** – *Superfici sintetiche per aree sportive all'aperto. Specifiche;*

**UNI EN 1177** – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e*

*metodi di prova.*

rivestimenti resinosi

**UNI 8636** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche;*

**UNI 8297** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia;*

**UNI 8298-1** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;*

**UNI 8298-2** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;*

**UNI 8298-3** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;*

**UNI 8298-4** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;*

**UNI 8298-5** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua;*

**UNI 8298-6** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;*

**UNI 8298-7** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta;*

**UNI 8298-8** – *Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;*

**UNI 8298-9** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**UNI 8298-10** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;*

**UNI 8298-12** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;*

**UNI 8298-14** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;*

**UNI 8298-15** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;*

**UNI 8298-16** – *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento;*

**UNI EN 1177** – *Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova;*

**UNI EN 1269** – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;*

**UNI EN 1307** – *Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.*

**Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole**

Per pavimentazione antisdrucchiolevole si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa.

Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali durevoli ed essere piani, con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm. I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

**Pavimenti sopraelevati**

**Generalità**

Il sistema di pavimenti sopraelevati è composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;

- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

#### Strutture di sostegno

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, ecc.

Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consigliate per sopraelevazioni comprese tra i ..... e i ..... mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;
- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i ..... e i ..... mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.

La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e di dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

#### Pannelli di supporto

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

norme di riferimento

**UNI EN 12825** – *Pavimenti sopraelevati*;

**UNI EN 1366-6** – *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.*

### Art. 31. Controsoffitti

#### Generalità

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o ad esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera, dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma **UNI EN 13964**.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome. Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

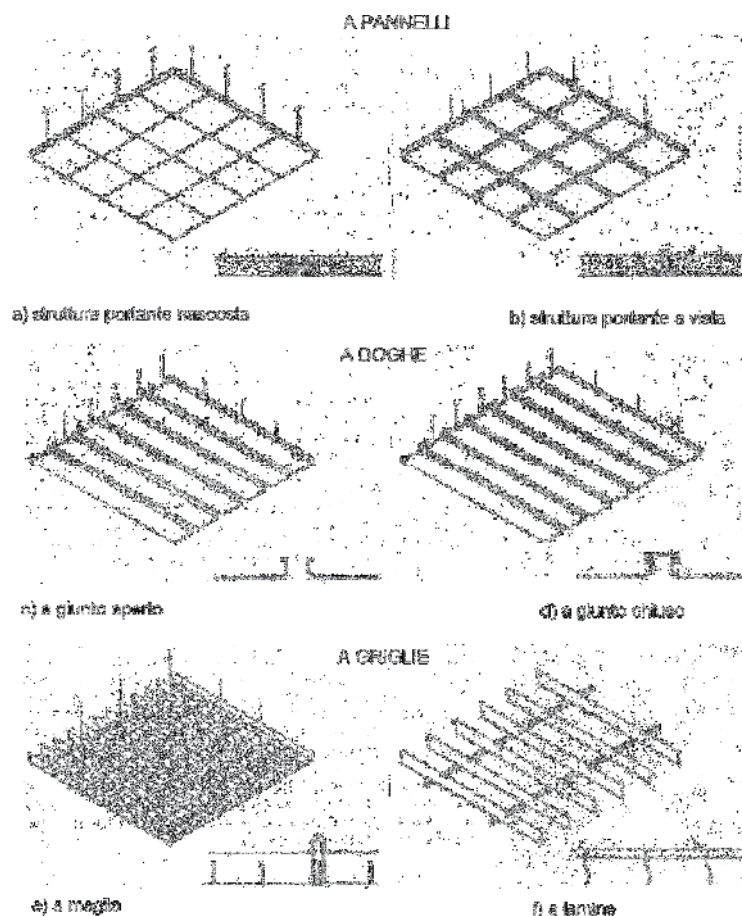


Figura 31.1. Tipologie di controsoffitti (fonte: De Capua A. – Ciulla V., Materiali per l'architettura B (6CFU). 13 Partizioni interne: verticali e orizzontali, <http://www.unirc.it>, rielaborazione)

norme di riferimento

**UNI EN 13964** – *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova.*

#### Elementi di sospensione e profili portanti

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in calcestruzzo armato e laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

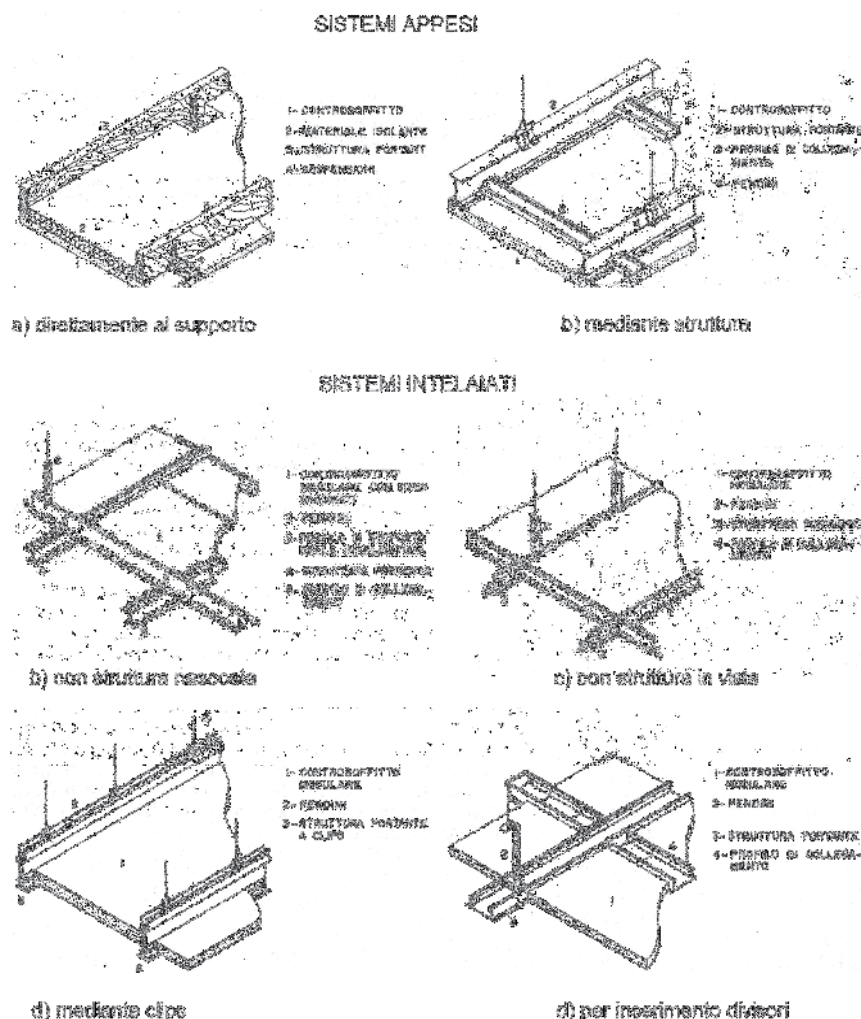


Figura 31.2. Sistemi costruttivi di controsoffitti (fonte: De Capua A. – Ciulla V., Materiali per l'architettura B (6CFU). 13 Partizioni interne: verticali e orizzontali, <http://www.unirc.it>, rielaborazione)

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in calcestruzzo armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

#### Controsoffitti in pannelli di gesso

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti



legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe. Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

norme di riferimento

**UNI EN 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Controsoffitti in lastre di cartongesso

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono fissati, mediante viti auto perforanti, ad una struttura costituita

da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

norme di riferimento

**UNI EN 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Controsoffitti in perline di legno

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.

Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

#### Controsoffitti in pannelli di fibre minerali

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

### Art. 32. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

#### Caratteristiche

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.). In riferimento alla

loro collocazione, si distinguono:

- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

In riferimento alla collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento si distinguono:

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli su campioni della fornitura, i prodotti devono essere accompagnati dalla prescritta dichiarazione di prestazione.

#### Prodotti rigidi per rivestimenti murali

##### Piastrelle di ceramica

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e tradizionale e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

##### Lastre di pietra naturale

Le lastre in pietra naturale devono avere larghezza minima di ..... cm e massima di ..... cm e spessore non inferiore a 3 cm, le pietre dovranno essere tagliate per formare bordi o contro le liste perimetrali e per assecondare il disegno di progetto; la direzione dei lavori potrà chiedere particolari lavorazioni, il taglio secondo il disegno o i necessari raccordi da formare e la esecuzione di cordelline sottosquadro e di finiture a bocciarda, spazzolatura, lucidatura, la soluzione di alcuni aspetti di dettaglio tramite la riprofilatura e posa di elementi a cui assegnare dimensioni anche diverse da quelle fissate.

Devono essere, comunque, da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc., per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici, in caso collocazione all'esterno.

##### Elementi di metallo o materia plastica

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo. Le prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/ esterno) nel quale saranno collocati, e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori. Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc., saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e la costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo i fenomeni di vibrazione e di produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

##### Lastre di cartongesso

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco, e anche REI 60'/ 90'/ 120'di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e idonei tasselli, e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

##### Lastre di fibrocemento ecologico

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela composta da cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche:

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbimento;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

#### Lastre di calcestruzzo

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calcestruzzo, integrate dalle caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e dagli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m di dimensione massima, si devono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio al supporto. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato.

#### Pannelli di sughero

I pannelli di sughero biondo sono idonei per tutti gli interventi di isolamento termico e acustico in esterno ed in interno: rivestimenti termici a cappotto, isolamento delle intercapedini, dei sottotetti, dei solai e dei sottotetti. I pannelli in sughero devono essere conformi alla norma **UNI EN 12781**. I pannelli devono avere le seguenti caratteristiche:

- dimensioni: cm ..... x .....
- spessore: 10-20-30-40-50-60-80-100 mm
- densità nominale spessori da 20 – 100 mm: kg/mc .....  $\pm 5\%$
- densità nominale spessore: kg/mc .....  $\pm 5\%$
- conducibilità termica: ..... W/m K
- resistenza termica: ..... mq K/W
- resistenza a compressione: ..... kPa
- traspirabilità – resistenza diffusione del vapore d'acqua: .....
- assorbimento acustico:  $\alpha$  .....
- potere fonoisolante parete: ..... dB
- classe di reazione al fuoco: classe 2 (autoestinguente).

Il pannello di sughero può essere fissato alla parete perimetrale o divisoria con adesivo di calce idraulica naturale, con tasselli in polipropilene con corpo in acciaio il cui gambo avrà una lunghezza tale da penetrare nel supporto per almeno 30 mm, gli spigoli devono essere protetti da idonei paraspigoli con rete preincollata.

I pannelli di sughero devono essere trattati con idoneo rasante in calce idraulica naturale e rete in fibra di vetro alcali-resistente, rifinita con intonachino di calce e tinteggiata con pittura murale di calce e resine vegetali con terre colorate naturali.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

#### Prodotti flessibili. Rivestimenti murali

##### Carte da parati

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:

- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali ad umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando, richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, inversione dei singoli teli, ecc.

#### Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

#### Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno, inoltre, possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.

I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

#### Norme di riferimento

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 233** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica;*

**UNI EN 234** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

**UNI EN 235** – *Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli;*

**UNI EN 259** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso;*

**UNI EN 266** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili;*

**UNI EN 12149** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.*

#### Prodotti fluidi o in pasta

##### Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti proprietà:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### norme di riferimento

**UNI 9727** – *Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;*

**UNI 9728** – *Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.*

#### Armatura degli intonaci interni

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrapponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

#### Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

### **Art. 33. Vernici, smalti, pitture, ecc.**

#### Generalità

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### Requisiti ecologici e prestazionali

I prodotti vernicianti, devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/312/ UE relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica. In fase di approvvisionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Vernici protettive antiruggine

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

#### Smalti

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

#### Diluenti

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

#### Idropitture a base di cemento

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice, e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

#### Idropitture lavabili

Le idropitture lavabili devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

#### Latte di calce

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata.

Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

#### Tinte a colla e per fissativi

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

#### Coloranti e colori minerali

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

#### Stucchi

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati, ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

#### Norme di riferimento

a) Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione

**UNI 10997** – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione.

b) Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale

**UNI 8681** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;

**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;

**UNI 8757** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica.

c) Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti

**UNI 8758** – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica.

d) Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni

**UNI EN 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;

**UNI EN 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;

**UNI EN 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura; **UNI EN 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove.

e) Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni

**UNI EN 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione.

f) Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni

**UNI EN 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;

**UNI EN 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;

**UNI EN 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;

**UNI EN 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;

**UNI EN 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua.

g) Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante vernici

**UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;

**UNI 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro.

h) Pitture murali in emulsione per interno

**UNI 10560** – Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola.

i) Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata

**UNI 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti.

l) Esame preliminare, comparazioni del colore e del tono

**UNI 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;

**UNI 8405** – *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;*

**UNI 8406** – *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;*

**UNI 8901** – *Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.*

### **Art. 34. Sigillanti e adesivi**

#### **Sigillanti**

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 11600** – *Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.*

##### **a) piastrelle**

**UNI EN 13888** – *Sigillanti per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;*

**UNI EN 12808-1** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 1: Determinazione della resistenza chimica di malte a base di resine reattive;*

**UNI EN 12808-2** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 2: Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**UNI EN 12808-3** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 3: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione*

**UNI EN 12808-4** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 4: Determinazione del ritiro;*

**UNI EN 12808-5** – *Sigillanti per piastrelle – Parte 5: Determinazione dell'assorbimento d'acqua.*

##### **b) giunti**

**UNI EN 15651-1** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 1: Sigillanti per elementi di facciate;*

**UNI EN 15651-2** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 2: Sigillanti per vetrate;*

**UNI EN 15651-3** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 3: Sigillanti per giunti per impieghi sanitari;*

**UNI EN 15651-4** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 4: Sigillanti per camminamenti pedonali;*

**UNI EN 15651-5** – *Sigillanti per giunti per impiego non strutturale negli edifici e piani di camminamento pedonali – Parte 5: Valutazione di conformità e marcatura.*

#### **Adesivi**

Si definiscono *adesivi* i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Gli adesivi oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle



caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);

- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il prodotto deve essere accompagnato dalla dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà possedere almeno i seguenti parametri meccanici:

- resistenza a compressione (N/mm<sup>2</sup>): 7,5;
- resistenza a flessione (N/mm<sup>2</sup>): 2;
- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm<sup>2</sup>): 0,8.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12002** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;

**UNI EN 12003** – Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;

**UNI EN 12004** – Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;

**UNI EN 1323** – Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;

**UNI EN 1324** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;

**UNI EN 1308** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento; **UNI EN 1346** –

Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto; **UNI EN 1347** – Adesivi per piastrelle.

Determinazione del potere bagnante;

**UNI EN 1348** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

#### Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto per rivestimenti ceramici dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto. Il prodotto per rivestimenti ceramici deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali secondo le indicazioni del fabbricante.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

#### norme di riferimento

**UNI 10110** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;

**UNI 10111** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;

**UNI EN 1245** – Adesivi – Determinazione del pH. Metodo di prova;

**UNI 10113** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

#### Metodi di prova

I metodi di prova disposti dal direttore dei lavori sui requisiti degli adesivi dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

**UNI EN 828** – Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;

**UNI EN ISO 15605** – Adesivi. Campionamento;

**UNI EN 924** – Adesivi. Adesivi cone senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;

**UNI EN 1067** – Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove;

**UNI EN 1465** – Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;

**UNI EN 1841** – Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;

**UNI EN 12092** – Adesivi. Determinazione della viscosità;

**UNI 9059** – Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;

**UNI EN 1238** – Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;

**UNI EN 1721** – Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;

**UNI 9591** – Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;

**UNI 9594** – Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9595** – Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9752** – Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto;

**UNI EN 26922** – Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa; **UNI EN 28510-1** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

**UNI EN 28510-2** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

**UNI EN ISO 9142** – Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

**UNI EN ISO 9653** – Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi.

### **Art. 35. Prodotti e materiali per partizioni interne**

#### **Definizioni**

La partizione interna è un'unità tecnologica con lo scopo di definire spazi interni compresi tra le partizioni orizzontali per consentire l'espletamento delle attività a cui è destinato l'ambiente. La partizione deve servire anche a separare due o più ambienti interni dal punto di vista fisico, visivo, acustico, termico e psicologico.

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- 1) partizioni interne verticali:
  - pareti interne verticali;
  - infissi interni verticali;
  - elementi di protezione.
- 2) partizioni interne orizzontali:
  - solai;
  - soppalchi;
  - infissi interni orizzontali.
- 3) partizioni interne inclinate:
  - scale interne;
  - rampe interne.

norme di riferimento

**UNI 8290-1** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;*

**UNI 7960** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia.*

**Tipologie funzionali**

Con riferimento alla norma **UNI 7960** le pareti interne si possono classificare in:

- a) parete interna semplice, quando la partizione delimita gli spazi interni e ne consente la comunicazione;
- b) parete interna attrezzata, quando oltre a delimitare gli spazi interni comprende anche l'installazione di attrezzature impiantistiche;
- c) parete interna contenitore, quando oltre a delimitare gli spazi interni comprende anche spazi per il contenimento di oggetti;
- d) parete interna mobile, quando oltre ad assolvere la funzione di parete semplice, attraverso spostamenti e nuove aggregazioni consente di variare l'organizzazione dello spazio interno.

norme di riferimento

**UNI 7960** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia.*

**Elementi componenti le pareti interne verticali**

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

**Requisiti**

Le pareti interne devono possedere i seguenti requisiti:

- spessore totale compreso rifiniture: ..... cm;
- isolamento termico: ..... k;
- isolamento acustico: ..... dB;
- resistenza al fuoco: ..... REI: .....;
- reazione al fuoco: ..... classe: .....

norme di riferimento

**a) Prove**

**UNI 8087** – *Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;*

**UNI 9269** – *Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti;*

**UNI 8290-2** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;*

**UNI 8290-3** – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;*

**UNI 8326** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;*

**UNI 8327** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;*

**UNI 8201** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;*

**UNI 8326** – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi; UNI 8327* – *Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento.*

**b) Laminati decorativi**

**UNI EN 438-7** – *Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoindurenti*

(generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti; c) Strutture di legno.

**UNI EN 594** – Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;

**UNI EN 596** – Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.

d) Materie plastiche cellulari rigide

**UNI 10386** – Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

e) Camini strutturalmente indipendenti

**UNI EN 13084-6** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;

**UNI EN 13084-7** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio.

f) Pareti interne mobili

**UNI 10700** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione;

**UNI 10815** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;

**UNI 10816** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;

**UNI 10817** – Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;

**UNI 10820** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;

**UNI 10879** – Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali;

**UNI 10880** – Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;

**UNI 11004** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante.

Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma

unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **UNI EN 771-1**;
- gli elementi di calcestruzzo alleggerito,  $1200 \text{ kg/m}^3 = \gamma = 1400 \text{ kg/m}^3$ , devono rispondere alla norma **UNI EN 771-3**;
- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **UNI EN 771-2**;
- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **UNI EN 771-6**;
- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **UNI EN 771-5**.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI EN 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

**UNI EN 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

**UNI EN 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

**UNI EN 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

Blocchi di laterizi forati per tramezzi

Il tramezzo in laterizi forati deve essere realizzato con i blocchi delle dimensioni di 12x25x30 cm marcati CE in

categoria II, sistema 4 secondo **UNI EN 771-1**, disposti a fori orizzontali, i giunti verticali ed orizzontali (interrotti centralmente per 2 cm) dello spessore di 8 mm devono essere realizzati con malta cementizia di classe uguale o superiore a M2,5.

I laterizi devono essere bagnati prima della posa e la messa in opera deve essere fatta prevedendo un opportuno sfalsamento dei giunti verticali.

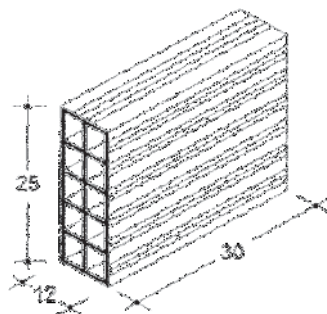


Figura 35.1. Laterizio forato per tramezzo

#### Blocchi di calcestruzzo alleggerito

I tramezzi devono essere realizzati blocchi in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa in basso spessore (8-10-12 cm) e con un sistema di collegamento ad incastri su tutti e quattro i lati. La parete in blocchi di calcestruzzo alleggerito può essere realizzata posando i blocchi:

- in modo tradizionale con malta fluida a base di cemento (boiacca con rapporto di cemento di 0.8-1) o altri tipi di leganti (per esempio gesso);
- a secco con schiuma poliuretanica specifica per murature.

La posa in opera dei blocchi deve rispettare le indicazioni del produttore, con particolare attenzione per il primo corso, il cui allettamento deve avvenire con malta tradizionale per la messa a livello della parete.

L'ancoraggio ad una parete esistente deve essere effettuato utilizzando l'elemento metallico a "U" fissato tramite tasselli. La fessura tra il blocco e l'elemento metallico deve essere riempita con la stessa schiuma poliuretanica utilizzata per la posa.

Per il completamento della parete contro il soffitto e contro le pareti laterali (spessori di circa 2-3 cm) è possibile utilizzare la stessa schiuma poliuretanica utilizzata per la posa a secco.

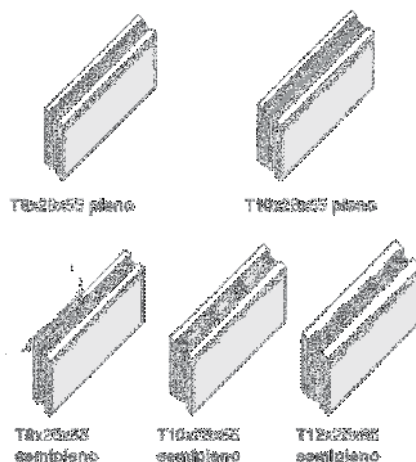


Figura 35.2. Blocchi in laterizio alleggerito per tramezzi (fonte: <http://lecablocco.it>)

#### Pannelli per isolamento acustico dei divisori in laterizio

L'isolamento acustico dei divisori in laterizio può essere assicurato mediante:

- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore non inferiore a ....., nel rispetto del D.P.C.M.

5 dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in ragione di almeno quattro tasselli per metro quadrato;

- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

#### Blocchi di gesso

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.

I blocchi di gesso in conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato. Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (**UNI EN 12859**):

- spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza:  $\pm 5$  mm;
- altezza:  $\pm 2$  mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.

I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:

- riferimento alla norma **UNI EN 12859**;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma **UNI EN 12859**.

---

#### norma di riferimento

**UNI EN 13279-1** – *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;*

**UNI EN 13279-2** – *Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova;*

**UNI EN 12859** – *Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### Lastre in cartongesso

I prodotti a base lastre di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di  $\pm 2$  mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

I giunti delle lastre in cartongesso devono essere stuccate con prodotto idoneo anche in presen-

za di bande di rinforzo. Lo stucco deve essere anche utilizzato per la rasatura completa di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate.

### Art. 36. Prodotti per coperture discontinue (a falda)

#### Definizioni

Si definiscono prodotti per le coperture discontinue quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

---

#### norme di riferimento

**UNI 8089** – *Edilizia. Coperture e relativi elementi funzionali. Terminologia funzionale;*

**UNI 8090** – *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*

**UNI 8091** – *Edilizia. Coperture. Terminologia geometrica;*

**UNI 8178** – Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;

**UNI 8626** – Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;

**UNI 8627** – Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche;

**UNI 9308-1** – Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta; **UNI 10372** – Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con elementi metallici in lastre.

Prove di prodotti per coperture discontinue

**UNI 8635-1** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Esame dell'aspetto e della confezione;

**UNI 8635-2** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della lunghezza;

**UNI 8635-3** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della larghezza;

**UNI 8635-4** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dello spessore;

**UNI 8635-5** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della planarità;

**UNI 8635-6** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'ortometria e della rettilineità dei bordi;

**UNI 8635-7** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del profilo; **UNI 8635-8** –

Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della massa convenzionale;

**UNI 8635-9** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua;

**UNI 8635-10** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;

**UNI 8635-11** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con cicli alterni;

**UNI 8635-12** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della gelività con porosimetro;

**UNI 8635-13** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del carico di rottura a flessione;

**UNI 8635-14** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione della resistenza meccanica del dispositivo di ancoraggio;

**UNI 8635-15** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazione del numero per unità di area e della massa areica;

**UNI 8635-16** – Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.

#### Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e i coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza. È ammessa una protuberanza di diametro medio compreso tra 7 mm e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate, purché permettano un corretto assemblaggio.

b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti:

- lunghezza  $\pm 3\%$ ;
- larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi.

c) sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso;

e) resistenza a flessione: forza  $F$  singola maggiore di 1000 N;

f) carico di rottura: valore singolo della forza  $F$  maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N.

Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.

In caso di contestazione, si farà riferimento alle norme **UNI 8626** e alla serie **UNI 8635**, in particolare alla norma

**UNI EN 1304.**

I prodotti devono essere forniti su apposite pallets, legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo con il nome del fabbricante, le indicazioni riportate nei punti compresi tra a) e f) ed eventuali istruzioni complementari.

**Tabella 36.1. Pendenze ammissibili secondo il tipo di copertura****Materiale Pendenza [%]**

Coppi Tegole piane marsigliesi Tegole marsigliesi Lamiera ondulata 35% 35% 30% 20÷25 %

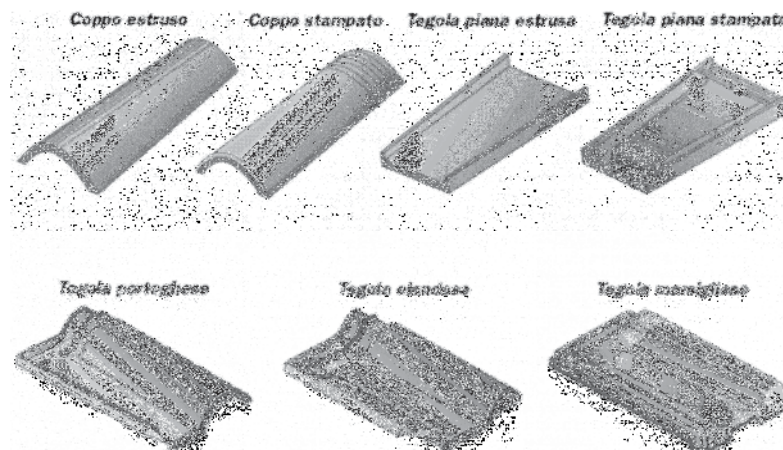


Figura 36.1. Tipologie di tegole in laterizio (fonte: Andil, La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio)

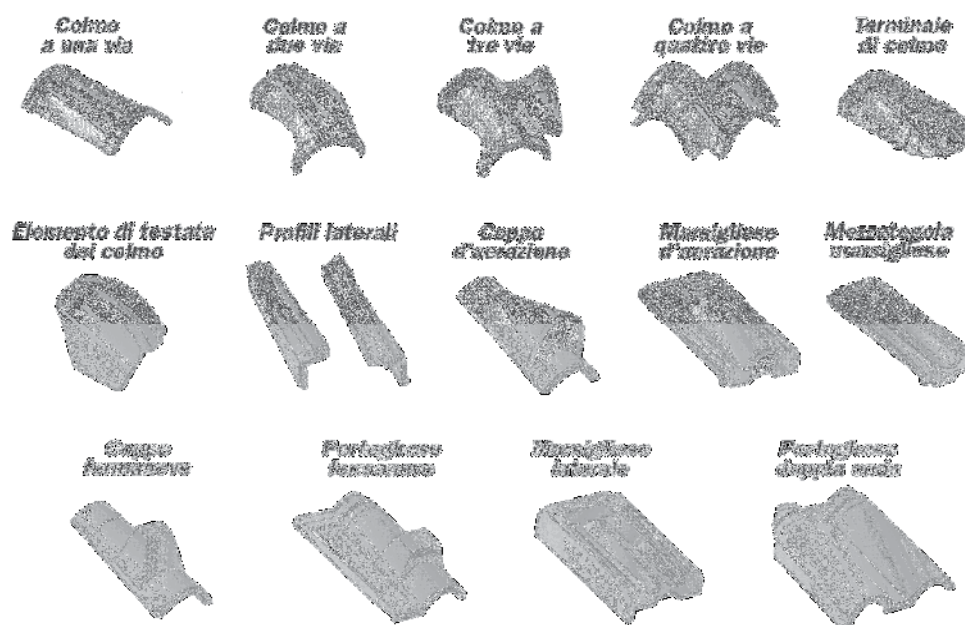


Figura 36.2. Pezzi speciali per tegole in laterizio per risolvere punti critici del manto di copertura (fonte: Andil, La corretta posa in opera dei manti di copertura in laterizio)

**Elementi speciali**

L'appaltatore deve impiegare appositi elementi speciali per risolvere specifici problemi in corrispondenza di punti



critici del manto di copertura:

- a) gli elementi di colmo garantiscono la continuità di tenuta all'acqua del manto lungo le linee di dislivello. In funzione del numero delle falde congiunte, possono essere a due, tre e quattro vie.
- b) gli elementi di testata sono impiegati per rifinire le linee di colmo in corrispondenza dei bordi di falda. I profili laterali quando necessario sono adottati per rivestire i bordi laterali della falda.
- c) gli elementi di aerazione vengono impiegati per migliorare la circolazione d'aria all'intradosso del manto. Non devono essere mai usati quali sfianti di bagni o di caldaie, poiché non progettati per quest'uso.
- d) gli elementi fermaneve ostacolano lo scivolamento verso il basso dei cumuli di neve ghiacciata accumulati sul tetto.
- e) gli elementi laterali di bordo consentono la chiusura e la protezione della congiungente laterale tra piano di falda e chiusura verticale evitando il ricorso a elementi di tenuta e protezione integrativi (per esempio, scossaline metalliche).
- f) la tegola a doppia onda consente la messa in opera della tegola laterale di bordo garantendo un corretto raccordo con la tegola standard.
- g) la mezzategola marsigliese viene utilizzata in corrispondenza delle linee di bordo per la posa del manto a giunti sfalsati.

#### Norme e criteri d'accettazione

Sono considerati difetti la presenza di fessure, le protuberanze, le scagliature e le sbavature quando impediscono il corretto montaggio del prodotto.

#### norme di riferimento

**UNI EN 1024** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche;

**UNI EN 14437** – Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture – Metodo di prova per il sistema tetto;

**UNI CEN/TS 15087** – Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici;

**UNI EN 538** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione; **UNI EN 539-1** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 1: Prova di impermeabilità;

**UNI EN 539-2** – Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Parte 2: Prova di resistenza al gelo;

**UNI EN 1304** – Tegole di laterizio e relativi accessori. Definizioni e specifiche di prodotto; **UNI 8635-16** – Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio

**UNI 9460** – Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento;

**UNI 8626** – Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;

**UNI 8627** – Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.

#### Tegole in cemento

Le tegole in cemento per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni.

La pendenza della falda può arrivare ad un minimo del 29 | 30 % adottando le necessarie sovrapposizioni. In caso di pendenze inferiori al 17 | 18%, sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiori al 45%, le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.

I prodotti di cui sopra devono rispondere oltre alle prescrizioni del progetto esecutivo anche alle seguenti:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
  - le fessure non sono ammesse;
  - le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
  - le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto;
  - le scagliature sono ammesse in forma leggera;

- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
- b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - lunghezza:  $\pm 1,5\%$ ;
  - larghezza:  $\pm 1\%$ ;
  - altre dimensioni dichiarate:  $\pm 1,6\%$ ;
  - ortometria/scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore.
- c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del  $\pm 10\%$ ;
- d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso dopo 24 ore;
- e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione  $F$  deve essere maggiore o uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;
- f) la resistenza a rottura  $F$  del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1000 N, e la media deve essere maggiore o uguale a 1500 N. Dovrà essere rilevato il carico di rottura del dispositivo di ancoraggio e il relativo coefficiente di sicurezza rispetto alle azioni generate dal vento. Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.

In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme **UNI 8626** e **UNI 8627**.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

norme di riferimento

**UNI EN 14437** – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio o di calcestruzzo installate in coperture. Metodo di prova per il sistema tetto;*

**UNI CEN/TS 15087** – *Determinazione della resistenza al sollevamento di tegole di laterizio e di tegole di calcestruzzo con incastro installate in coperture. Metodo di prova per elementi di collegamento meccanici;*

**UNI EN 491** – *Tegole di calcestruzzo e relativi accessori per coperture e rivestimenti murari. Metodi di prova;*

**UNI 8626** – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione;*

**UNI 8627** – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

**Lastre di fibrocemento ecologico**

Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane a base di fibrocemento e silico calcare, fibrocemento, cellulosa, fibrocemento e silico calcare rinforzati;
- lastre ondulate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali. Possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e, in mancanza o integrazione, alle seguenti:

- larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con una tolleranza di  $\pm 0,4\%$  e massimo di 5 mm;
- spessore: ..... mm (scelto tra le sezioni normate) con una tolleranza di  $\pm 0,5$  mm fino a 5 mm e  $\pm 10\%$  fino a 25 mm;
- rettilineità dei bordi: scostamento massimo di 2 mm per metro e ortogonalità di 3 mm per metro;
- caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
  - tipo 1: 13 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
  - tipo 2: 20 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm<sup>2</sup> minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- massa volumica apparente:
  - tipo 1: 1,3 g/cm<sup>3</sup> minimo;
  - tipo 2: 1,7 g/cm<sup>3</sup> minimo.
- tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 ore sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

- resistenza alle temperature di 120 °C per due ore con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto, e in mancanza o ad integrazione, alle seguenti:

- le facce destinate all'esposizione alle intemperie devono essere lisce, con bordi diritti e taglio netto, ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza;
- le caratteristiche dimensionali e le tolleranze di forma devono essere conformi a quanto dichiarato dal fabbricante e accettato dalla direzione dei lavori;
- devono avere tenuta all'acqua;
- devono essere resistenti a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori;
- devono essere resistenti al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguiti da permanenza in frigo a – 20 °C;
- non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopradette per quanto attiene all'aspetto, alle caratteristiche dimensionali e di forma, alla tenuta all'acqua e alla resistenza al gelo.

norme di riferimento

**UNI EN 492** – *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;*

**UNI EN 494** – *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova;*

**UNI 10636** – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture. Istruzioni per l'installazione.*

**Tegole in fibrocemento**

Le tegole in fibrocemento devono essere conformi alla norma **UNI EN 492** che specifica i requisiti tecnici e stabilisce i metodi di controllo e le prove nonché le condizioni di accettazione applicabili alle tegole piane di fibrocemento e ai relativi accessori per uno o più dei seguenti utilizzi:

- coperture;
- rivestimenti muri interni;
- rivestimenti muri esterni e di soffitti.

norme di riferimento

**UNI EN 492** – *Tegole piane di fibrocemento e relativi accessori – Specifica di prodotto e metodi di prova.*

**Lastre di materia plastica rinforzata**

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI.

- a) lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro;
- b) lastre di polistirene.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 14631** – *Lastre estruse di polistirene modificato resistente all'urto (PS-I). Requisiti e metodi di prova;*

- c) lastre di polimetilmetacrilato

norme di riferimento

**UNI EN ISO 7823-1** – *Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre colate;*

**UNI EN ISO 7823-2** – *Materie plastiche. Lastre di poli (metilmetacrilato). Tipi, dimensioni e caratteristiche. Lastre estruse calandrate;*

**UNI EN ISO 7823-3** – *Materie plastiche. Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, dimensioni e caratteristiche. Parte 3: Lastre colate continue;*

- d) lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice

norme di riferimento

**UNI EN 1013-1** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti generali e metodi di prova;*

**UNI EN 1013-2** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice; Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di resina poliestere rinforzata con fibra di vetro (PRVF);*

**UNI EN 1013-3** – *Lastre profilate di materia plastica, che trasmettono la luce, per copertura a parete semplice. Requisiti specifici e metodi di prova per lastre di policloruro di vinile (PVC).*

e) lastre ondulate e alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre

norme di riferimento

**UNI 10452** – *Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre e apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova.*

**Lastre di metallo**

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti caratteristiche: tolleranze dimensioni e di spessore .....; resistenza al punzo- namento ....., resistenza al piegamento a 360° .....; resistenza alla corrosione

.....; resistenza a trazione .....

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e i difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio.

I prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc.), oltre a rispondere alle prescrizioni predette, dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione si fa riferimento alla norma **UNI 10372**.

Le lamiere saranno, inoltre, esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.)

e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fabbricante e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

**Lastre in pietra naturale**

Le lastre in pietra naturale (per esempio ardesie, quarziti, ecc.) per manti di copertura dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. Le lastre in pietra possono essere:

- lavorate sulle tre facce a vista, di forma regolare e provviste di foro per l'ancoraggio (a chiodo o a gancio) al supporto;
- grezze di forma irregolare con spessore maggiore di quelle lavorate, tali lastre per essere posate necessitano di apposita lavorazione ai bordi.

La disposizione delle lastre di ardesia per copertura secondo la pendenza può essere:

- a) tripla genovese;
- b) tripla a ganci;
- c) doppia a ganci;
- d) doppia a ganci con lastre scantonate sui due angoli bassi;
- e) a squame;
- f) semplice alla francese;
- g) alla francese a ganci.

I limiti di impiego sono quelli progettuali e/o quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fabbricante e la corrispondenza alle caratteristiche contrattuali richieste.

**Strato di isolamento della copertura**

L'isolamento della copertura, potrà essere eseguito con:

- pannello di sughero naturale compresso;
- pannello multistrato;
- pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso;

- pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso.

#### Pannello di sughero naturale compresso

Lo strato di isolamento dovrà essere costituito da pannelli di sughero naturale compresso in alta frequenza, senza collanti, con i bordi smussati a tronco di piramide di colore biondo e del peso di ..... kg/m<sup>2</sup> circa e dello spessore di ..... cm. I pannelli dovranno essere posati con i giunti smussati ben accostati tra loro (sfalsati e ribaltati) e fissati con punti di colla, chiodi o altro.

È consigliabile avere sempre e comunque un bordo di contenimento perimetrale sulla linea di gronda.

Sulla superficie dei pannelli verranno appoggiate lastre ondulate impermeabili (bituminose o in fibrocemento), di copertura, e fissate con viti ad espansione alla struttura.

Su dette lastre ondulate verrà alloggiato il relativo manto di copertura in coppi.

Le dimensioni dei pannelli o dei rotoli sono quelli indicati in progetto; lo spessore minimo deve essere di 3 cm. La collocazione deve rispettare le indicazioni del produttore.

#### Pannello multistrato

Pannello con particolare ondulazione, atto a offrire al coppo tre punti di appoggio impedendone lo scivolamento. La composizione in speciale multistrato impregnato sottovuoto garantisce perfetta impermeabilità e forte resistenza agli sbalzi di temperatura e al gelo.

#### Pannello isolante sottocoppo in polistirene estruso

La lastra per l'isolamento delle coperture sottotegole deve essere costituita da polistirene estruso monostrato di colore indaco, con resistenza alla compressione di ..... kPa, con pelle di estrusione, battentata sui quattro lati, con dimensioni pari a:

– spessore: da ..... a ..... mm;

– dimensioni: ..... x ..... mm;

– passo dei coppi: ..... mm.

L'interasse fra le scanalature di ..... e ..... mm deve permettere l'impiego del tipo di coppi più diffuso sul mercato.

La posa in opera avviene posizionando la larghezza della lastra polistirene estruso parallela o ortogonale alla linea di gronda. Le lastre sono dotate di scanalature per la ventilazione e di scanalature per l'aggancio della tegola.

La lunghezza della lastra è variabile in funzione del passo della tegola.

#### Pannello isolante sottocoppo in polistirene espanso

Il pannello in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS .....), deve essere autoestinguente in Euroclasse E secondo la norma **UNI EN 13163**, impermeabilizzato all'estradosso con membrana ardesiata e con listelli in legno annegati, predisposti per il fissaggio della listellatura orizzontale a passo tegola. I pannelli devono essere dotati di battenti laterali e sovrapposti nel senso della pendenza di falda in modo da eliminare ponti termici, sigillature e guarnizioni.

Il pannello sottotegola può essere sagomato in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) a marchio IIP-UNI autoestinguente in Euroclasse E secondo norma **UNI EN 13163**, impermeabilizzato all'estradosso con una membrana bituminosa in poliestere. I pannelli devono essere dotati di battenti laterali e vengono sovrapposti nel senso della pendenza della falda in modo da eliminare i ponti termici, sigillature e giunzioni. La formazione di scanalature orizzontali a passo tegola permette l'alloggiamento delle tegole direttamente sopra il pannello.

### Art. 37. Impermeabilizzazioni

#### Generalità

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane flessibili in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalla prescritta dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

Le modalità di applicazione del prodotto devono essere quelle indicate dal produttore e le ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori.

norma di riferimento

**UNI 8178** – *Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali;*

**UNI EN 1504-1** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 1: Definizioni;*

**UNI EN 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**UNI EN 1504-3** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale.*

**Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata**

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle seguenti casistiche: abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali per esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione) sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera: l'elenco dei componenti in materie plastiche costituiti, anche parzialmente, da materie riciclate o recuperate, ed il peso del contenuto di materia riciclata o recuperata rispetto al peso totale dei componenti in materie plastiche utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

**Membrane flessibili per impermeabilizzazioni**

Le membrane per impermeabilizzazioni si classificano in base:

- a) al materiale componente, per esempio:
  - bitume ossidato fillerizzato;
  - bitume polimero elastomero;
  - bitume polimero plastomero;
  - etilene propilene diene;
  - etilene vinil acetato, ecc.
- b) al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:
  - armatura vetro velo;
  - armatura poliammide tessuto;
  - armatura polipropilene film;
  - armatura alluminio foglio sottile, ecc.
- c) al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:
  - poliestere film da non asportare;
  - polietilene film da non asportare;
  - graniglie, ecc.
- d) al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:
  - poliestere non tessuto;
  - sughero;
  - alluminio foglio sottile, ecc.

**Membrane flessibili bituminose**

Il direttore dei lavori per le membrane flessibili bituminose per impermeabilizzazione deve controllare e verificare almeno le seguenti caratteristiche tecniche: carico di rottura (**UNI EN 12311-1**), allungamento a rottura (**UNI EN 12311-1**), punzonamento statico (**UNI EN 12730**) e dinamico (**UNI EN 12691**).

La membrana dovrà essere realizzata da “impresa di posa specializzata” accreditata presso l'azienda produttrice e

preferibilmente in possesso di certificazione di idoneità alla posa secondo norma **UNI 11333-1** e norma **UNI 11333-2**.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

Le fasi di applicazione sono le seguenti, fermo restando le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori:

supporto di base

Il supporto, se considerato tetto piano (fino a 5° di inclinazione), dovrà avere requisito di pendenza minima per il deflusso delle acque meteoriche (1,5%). Se la copertura non possiede tale requisito di inclinazione, la pendenza potrà essere incrementata attraverso strati funzionali pendenzati aggiuntivi che garantiranno il corretto smaltimento dell'acqua.

preparazione del piano di posa

L'estradosso della copertura dovrà essere pulito superficialmente, eliminando residui e corpi estranei, rendendolo atto all'accoglimento della stratigrafia impermeabile. Gli eventuali corrugamenti e tensionamenti dovranno essere tagliati, asportando le parti eccedenti e ripristinando la precisa zona con fasce o pezze di membrana.

posa a secco

Il prodotto impermeabile verrà posato a secco sopra lo stato di fatto esistente, previa eventuale adeguata preparazione se necessaria. Sia i lati longitudinali che quelli di testa verranno accostati ai lati dei teli adiacenti.

posa in totale aderenza Coadiuvata da fissaGGio meCCaniCo

La membrana verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano al prodotto forato, creando una aderenza controllata rispetto allo strato sottostante. Inoltre, verrà vincolata al supporto di base (o all'ultimo strato funzionale utile) attraverso sistema di fissaggio meccanico in corrispondenza dei sormonti, in misura adeguata, in relazione all'estrazione del vento che agisce sulla copertura specifica.

Il fissaggio meccanico verrà intensificato lungo tutti i perimetri, lucernai, camini ed aperture presenti in copertura.

La membrana dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali. I teli dovranno essere sfalsati in senso longitudinale.

Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

L'avanzamento dei lavori prevedrà una sigillatura a tenuta idraulica, raccordando la nuova opera con l'impermeabilizzazione eventualmente esistente, onde evitare infiltrazioni all'interno dell'edificio.

Nella saldatura delle sormonte di continuità si dovrà operare in modo tale da creare la fuoriuscita uniforme di un cordolino di miscela fusa, indice di sigillatura e corretta saldatura nei punti di sovrapposizione delle membrane.

posa in totale aderenza

La membrana flessibile verrà posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano al primo strato impermeabile, con sfalsamento longitudinale dei teli. Inoltre, dovrà essere sfalsata sia longitudinalmente che trasversalmente rispetto al primo strato a tenuta.

La membrana flessibile dovrà essere risvoltata lungo le pareti verticali

Le sormonte longitudinali saranno saldate in totale aderenza mediante fiamma di gas propano per almeno 10 cm e quelle di testa per almeno 15 cm. Gli incroci a "T" tra più teli dovranno prevedere uno smusso a 45° negli angoli della membrana ricevente la sovrapposizione.

La saldatura del sormonte di testa delle membrane flessibili con protezione minerale dovrà avvenire previo riscaldamento del lembo ardesiato sottostante per incorporare i granuli minerali nello spessore della massa impermeabilizzante.

risvolti verticali

Successivamente alla posa della membrana flessibile, lo strato costituente il primo elemento di tenuta dovrà essere risvoltato per una altezza minima di 5 cm, garantendo così un "fuori acqua" temporaneo. Contestualmente, una fascia di membrana flessibile posata in totale aderenza mediante fiamma di gas propano dovrà sigillare l'angolo, aderendo sul primo elemento di tenuta proveniente dal piano orizzontale ed innalzandosi per una altezza minima di almeno 15 cm, assicurando sempre la tenuta idraulica.

Utilizzando il medesimo criterio si procederà con la posa del secondo elemento di tenuta, questa volta fino a ridosso del muro, senza effettuare alcun risvolto.

Una successiva fascia andrà a ricoprire l'elevazione verticale per una altezza minima tale da superare di almeno 10 cm l'altezza della prima fascia, aderendo sul muro (o sulla fascia di membrana esistente) e risvoltando per almeno 15/20 cm sulle teste e sui lati longitudinali dell'elemento di tenuta posto sul piano orizzontale di copertura.

norma di riferimento

**UNI EN 12730** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza al carico statico;

**UNI EN 12311-1** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione;

**UNI EN 12691** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza all'urto;

**UNI 11564** – Coperture discontinue – Teli impermeabilizzanti sottotegola bituminosi – Definizione, campo di applicazione e posa in opera;

**UNI EN 13707** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 1109** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della flessibilità a freddo;

**UNI EN 13583** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza alla grandine;

**UNI EN 1110** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione dello scorrimento a caldo;

**UNI 11333-2** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose; **UNI 11333-1** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 1: Processo e responsabilità;

**UNI 11333-2** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose; **UNI 11333-3** – Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione – Formazione e qualificazione degli addetti – Parte 3: Prova di abilitazione alla posa di membrane sintetiche di PVC o TPO.

#### Membrane flessibili per impermeabilizzazione di superfici di calcestruzzo

Le caratteristiche e le prestazioni di membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico dove il sistema di impermeabilizzazione è legato all'impalcato di calcestruzzo e ricoperto da asfalto devono essere conformi alla norma **UNI EN 14695**.

Il piano di posa dovrà essere sufficientemente stagionato e pulito da olii, grassi e polvere, se necessario si dovrà usare un getto d'acqua in pressione. La superficie del calcestruzzo dovrà apparire consistente ed eventuali residui di boiaccia poco aderenti dovranno essere asportati con una bocciardatura, così come le asperità troppo accentuate.

Gli avvallamenti troppo profondi devono essere riempiti con malta epossidica e nel caso che il manto venga applicato direttamente su travi prefabbricate, i dislivelli fra le travi verranno raccordati sempre con malta epossidica.

Il prodotto può essere inoltre posato completamente con fiamma leggera di gas propano mediante riscaldamento della faccia inferiore.

Dovranno essere previste delle sormonte laterali di almeno 10 cm e di testa di almeno 15 cm, sempre saldate a fiamma per la realizzazione della continuità impermeabile del telo bituminoso. In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI EN 14695** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo soggette a traffico – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 14224** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di ponti di calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione della capacità di resistenza alla fessurazione;

**UNI EN 14692** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili dai veicoli – Determinazione della resistenza alla compattazione di uno strato di asfalto;

**UNI EN 14693** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo trafficabili dai veicoli – Determinazione del comportamento delle lastre bituminose durante l'applicazione di mastici d'asfalto;

**UNI EN 13375** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo transitabili dai veicoli – Preparazione dei provini;

**UNI EN 14223** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Impermeabilizzazione di ponti di



*calcestruzzo ed altre superfici di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione dell'assorbimento d'acqua;*

*di calcestruzzo soggette al transito di veicoli – Determinazione dell'assorbimento d'acqua.*

#### **Membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture**

Le membrane flessibili per impermeabilizzazione delle coperture elemento di tenuta devono essere conformi alla **UNI 9307-1**. La membrana deve essere del tipo autoprotetto con granuli, scaglie minerali o simili.

Il numero di fissaggi meccanici e il relativo schema di posa devono essere determinati in fase di progetto in funzione del carico di vento, dei pesi permanenti e variabili, delle caratteristiche tecniche dei fissaggi del supporto e dell'elemento di tenuta.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI 9307-1** – *Coperture continue. Istruzione per la progettazione. Elemento di tenuta;*

**UNI EN 1108** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della stabilità di forma in condizioni di variazioni cicliche di temperatura;*

**UNI EN 12691** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della resistenza all'urto;*

**UNI EN 12317-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla trazione delle giunzioni;*

**UNI EN 13948** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla penetrazione delle radici;*

**UNI EN 1548** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Metodo per esposizione al bitume;* **UNI EN 13416** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Regole per il campionamento;*

**UNI EN 1107-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della stabilità dimensionale;*

**UNI EN 1848-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione della lunghezza, della larghezza e della rettilineità– Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 1849-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dello spessore e della massa areica – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 1931** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione di coperture – Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore d'acqua;*

**UNI EN 1296** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e gomma per impermeabilizzazione di coperture – Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine ad elevate temperature;*

**UNI EN 12311-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione delle proprietà a trazione;*

**UNI EN 1928** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di materiale plastico e di gomma per impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della tenuta all'acqua;*

**UNI EN 1850-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Determinazione dei difetti visibili – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture;*

**UNI EN 12310-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla lacerazione (metodo del chiodo);*

**UNI EN 12316-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza al distacco delle giunzioni;*

**UNI EN 12317-1** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per*

*l'impermeabilizzazione delle coperture – Determinazione della resistenza alla trazione delle giunzioni;*

**UNI EN 13897** – *Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose, di plastica e di gomma per l'impermeabilizzazione di coperture – Determinazione della tenuta all'acqua dopo allungamento per*

*trazione a bassa temperatura.*

Membrane flessibili per impermeabilizzazione destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo  
Le caratteristiche di membrane flessibili bituminose il cui utilizzo previsto è quello di impedire la risalita di umidità dal suolo devono essere conformi alla norma **UNI EN 13969**.

Le caratteristiche di membrane flessibili bituminose per muratura il cui utilizzo previsto è quello di impedire la risalita di umidità devono essere conformi alla norma **UNI EN 14967**.

L'armatura della membrana deve essere costituita da tessuto non tessuto di poliestere rinforzato e stabilizzato.

I prodotti per l'impermeabilizzazione delle strutture a contatto con il terreno devono possedere caratteristiche di:

- elevata resistenza meccanica;
- resistenza agli agenti chimici;
- resistenza ai microrganismi;
- resistenza alle radici;
- stabilità termica e flessibilità a basse temperature.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 13969** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose destinate a impedire la risalita di umidità dal suolo – Definizioni e caratteristiche;

**UNI EN 14967** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Membrane bituminose per muratura destinate ad impedire la risalita di umidità – Definizioni e caratteristiche.

Membrane flessibili per impermeabilizzazione per il controllo del vapore d'acqua

Le caratteristiche delle membrane flessibili bituminose armate per il controllo del vapore d'acqua sono quelle stabilite dalla norma **UNI EN 13970**.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 13970** – Membrane flessibili per impermeabilizzazione – Strati bituminosi per il controllo del vapore d'acqua – Definizioni e caratteristiche.

#### 37.4. Prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori

I prodotti impermeabilizzanti forniti in contenitori possono essere costituiti da:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni

I bitumi da spalmatura allo stato fuso per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) sono costituiti da bitume distillato, selezionato per l'uso industriale, additivato con un alto tenore di polimeri elastomerici e plastomerici tali da ottenere una lega ad "inversione di fase" la cui fase continua è formata da polimero nel quale è disperso il bitume, dove le caratteristiche sono determinate dalla matrice polimerica e non dal bitume anche se questo ne costituisce l'ingrediente maggioritario.

La spalmatura nel caso di solette in calcestruzzo armato con superfici scabre o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate richiede una temperatura diurna dell'aria minore di 10°C. La superficie di applicazione deve essere preparata secondo le indicazioni del produttore del bitume.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

Malte asfaltiche

La malta asfaltica da rocce asfaltiche per l'impermeabilizzazione è il prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo,

fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice di rocce asfaltiche, o di polvere asfaltica, con bitume sia naturale sia di petrolio, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in solfuro di carbonio compreso tra il 18 ed il 25%.

La malta asfaltica da mastice di asfalto sintetico per impermeabilizzazione è il prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di mastice sintetico, di inerte di natura calcarea di granulometria determinata con bitume sia naturale sia di petrolio, aggiunto in quantità tale da ottenere un contenuto totale di solubile in Cs<sub>2</sub> tra il 18 ed il 25%. In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Asfalti colati

L'asfalto colato per l'impermeabilizzazione delle coperture è costituito da miscele di mastice di roccia asfaltica o di mastice di asfalto sintetico o di polvere di roccia asfaltica o anche semplicemente di polvere di rocce calcaree, da bitume sia naturale sia di petrolio e da aggregati litici generalmente calcarei di appropriata granulometria.

Le miscele di asfalto colato devono presentare a caldo una plasticità tale da poter essere stese o colate in manti a mezzo di spatole azionate a mano (o eventualmente con mezzi meccanici), senza necessità di costipazione. Con il solo raffreddamento devono raggiungere l'addensamento e la consistenza necessaria per rispondere alla loro specifica funzione di manti impermeabilizzanti.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Mastice di rocce asfaltiche

Il mastice di rocce asfaltiche per impermeabilizzazioni è un prodotto ottenuto dalla miscelazione a caldo, fino ad ottenere un prodotto omogeneo, di polveri asfaltiche, con una aggiunta di bitume, sia naturale sia di petrolio, tale da ottenere un contenuto totale solubile in solfuro di carbonio compreso fra il 12% ed il 16% in peso. Per polvere asfaltica s'intende il prodotto ottenuto mediante macinazione di rocce asfaltiche, ossia di rocce naturalmente impregnate di bitume estraibile con solventi organici.

Le polveri possono essere ottenute utilizzando rocce di diversa provenienza con differenti contenuti di bitume, purché il contenuto di ciascuna non sia in ogni caso minore del 6% in peso, né maggiore del 20% in peso. I mastici di rocce asfaltiche si distinguono in tre tipi in base alla percentuale di contenuto solubile in solfuro di carbonio

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Mastice di asfalto sintetico

Il mastice di asfalto sintetico per impermeabilizzazioni è il prodotto ottenuto dall'intima miscelazione a caldo di una polvere minerale costituita da almeno il 98% di un additivo minerale, proveniente da rocce compatte di natura calcarea, e da bitume naturale o di petrolio o da miscele dei due. Per additivo minerale si intende la polvere passante attraverso lo staccio 0,0075 UNI 2332, ottenuta dalla macinazione di rocce.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

#### Guaina liquida elastica fibrorinforzata

La guaina liquida fibrata è un prodotto elastomero a medio spessore per la protezione e impermeabilizzazione di superfici esterne, costituita da elastomeri sintetici in dispersione, pigmenti, cariche micronizzate, macrofibre sintetiche e additivi specifici.

I supporti devono essere privi di parti incoerenti, oli, grassi, polveri, disarmanti, vernici. I supporti che presentano irregolarità o superfici troppo grezze, dovranno prima essere rasati e riparati. Eventuali rinforzi in punti particolarmente sollecitati meccanicamente potranno essere eseguiti con annegamento di rete in fibra di vetro.

Il prodotto deve essere mescolato manualmente e non deve essere diluito perché pronto all'uso. Il prodotto deve essere applicato in 2 mani, il primo strato mediante spatola liscia, in modo uniforme, ad essiccazione effettuata (almeno 10/12 ore, a seconda della temperatura ambientale), il secondo strato applicandolo incrociando la passata rispetto al senso della prima. Il prodotto non deve essere applicato su supporti umidi o in presenza di controspinta di acqua; in caso di pioggia la superficie trattata deve essere protetta per almeno le prime 6 ore. Il prodotto non deve essere applicato sulle superfici che possono essere soggette rischio di gelate notturne e in pieno sole. I contenitori prima dell'impiego non devono essere lasciati esposti al sole.

Le temperature di applicazione e del supporto deve essere quelle indicate dal produttore, comprese tra +5° C – +35°.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norma di riferimento

**UNI EN 1504-9** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.*

#### 37.5. Malta bicomponente elastica a base cementizia

Le malte bicomponenti sono a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa. L'impasto è applicabile anche in verticale fino a 2 mm di spessore in una sola mano.

Sul primo strato di bicomponente deve essere stesa una rete costituita da fibre di vetro trattate con uno speciale appretto che conferisce resistenza agli alcali ed inoltre promuove l'adesione con tutti i prodotti utilizzati per l'impermeabilizzazione e la rasatura; ad indurimento avvenuto della rasatura o dello strato impermeabilizzante la rete di vetro costituisce un'armatura che evita la formazione di fessurazioni dovute a movimenti del supporto o della superficie piastrellata. Inoltre, serve a facilitare anche l'applicazione di uno spessore uniforme di circa 2 mm della rasatura e migliorare le resistenze agli sbalzi termici e all'abrasione del sistema. La rete di vetro deve essere completamente annegata nello spessore dello strato impermeabilizzante o delle rasature. I teli adiacenti di rete in fibra di vetro dovranno essere sovrapposti lungo i bordi per uno spessore di almeno 5-10 cm.

Il prodotto impermeabilizzante può essere impiegato per:

- impermeabilizzazione di vasche in calcestruzzo per il contenimento delle acque;
- impermeabilizzazione di bagni, docce, balconi, terrazze, piscine, ecc. prima della posa di rivestimenti ceramici;
- impermeabilizzazione di superfici in cartongesso, intonaci o cementizi, blocchi di cemento alleggerito, multistrato marino;
- rasatura elastica di strutture in calcestruzzo con sezioni sottili anche soggette a piccole deformazioni sotto carico (per esempio pannelli prefabbricati);
- protezione di intonaci o calcestruzzi che presentano delle fessurazioni causate da fenomeni di ritiro, contro la penetrazione dell'acqua e degli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
- protezione, dalla penetrazione dell'anidride carbonica, di pile ed impalcati in calcestruzzo, e di strutture che presentano uno spessore di copriferro inadeguato;
- protezione di superfici in calcestruzzo che possono venire a contatto con l'acqua di mare, i sali disgelanti come il cloruro di sodio e di calcio ed i sali solfatici.

In ogni caso, per un corretto utilizzo del prodotto, si deve fare riferimento ai documenti tecnici del produttore.

norme di riferimento

**UNI EN 1504-2** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo;*

**UNI EN 1504-9** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.*

### Art. 38. Vetri

#### Generalità

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

#### Campioni che dovrà fornire l'appaltatore

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno

essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

#### Prescrizioni di carattere particolare

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre, sono indicate sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

---

#### norme di riferimento

**UNI 6534** – *Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

#### Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico

##### Vetri grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, cosiddetti *bianchi*, eventualmente armati.

##### Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie.

##### Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

#### Norme di riferimento

**UNI EN 572-1** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;*

**UNI EN 572-5** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;*

**UNI EN 572-4** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;*

**UNI EN 572-7** – *Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;*

**UNI EN 12150-1** – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione;*

**UNI EN 12150-2** – *Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

#### Vetri di sicurezza

##### Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma **UNI EN 12150-1**. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (**UNI EN 572-1**). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

---

#### norma di riferimento

**UNI EN 12150-1** – *Vetro per edilizia – Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente – Definizione e descrizione;*

**UNI EN 572-1** – *Vetro per edilizia – Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico – Parte 1: Definizioni e*

*proprietà generali fisiche e meccaniche.*

### 38.6. Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico.

Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto.

Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**;
- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alla norma **UNI EN ISO 12543-2**, **UNI EN 356** e **UNI EN 1063**;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**.

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 12543-1** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*

**UNI EN ISO 12543-2** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*

**UNI EN ISO 12543-3** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*

**UNI EN ISO 12543-4** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*

**UNI EN ISO 12543-5** – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*

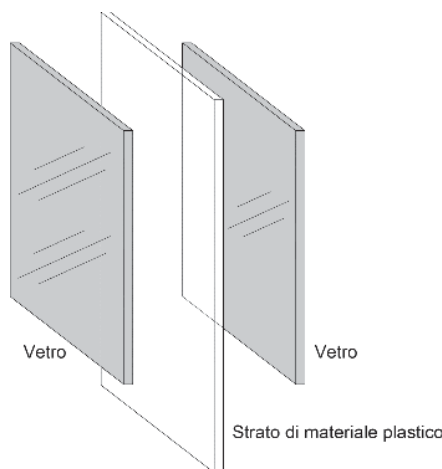


Figura 38.1. Vetro stratificato piano

**UNI EN ISO 12543-6** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;*

**UNI EN 356** – *Vetro per edilizia – Vetro di sicurezza – Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale;*

**UNI EN 1063** – *Vetrare di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili;*

**UNI EN 12600** – *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano;*

**UNI EN 13541** – *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.*

#### Vetro antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;
- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio di classe REI ..... può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti

della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce ad ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio di caratteristiche .....

La classe REI ..... del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

#### norme di riferimento

**UNI EN 357** – *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco;*

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.*

#### Vetro retinato (o armato)

Il vetro retinato (o armato) si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso allo stato pastoso nel quale è immersa una rete di acciaio elettrosaldato a maglie quadrate. Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza, e viene utilizzato generalmente per opere edili nelle quali non necessita la trasparenza assoluta vista la presenza della rete metallica.

Il vetro retinato è un vetro sodico calcico trasparente dalle caratteristiche superfici levigate, piane e parallele, che offre importanti caratteristiche di resistenza antincendio.

#### Vetri sicurezza per impianti di ascensore

##### Vetri di sicurezza. Prove

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato. Il vetro in un impianto di ascensore (o montacarichi) può essere applicato come:

- rivestimento del vano corsa;
- parete della cabina;
- porta di piano.

#### Porte di piano e pareti di cabina

Le porte di piano e le pareti di cabina vetrate, come le pareti del vano corsa, devono possedere la medesima resistenza meccanica delle pareti del vano corsa. Ovvero devono essere in grado di sopportare, senza rottura e senza produrre una freccia superiore ai 15 mm, un carico di 300 N concentrato su una superficie di 5 cm<sup>2</sup> (rotonda o quadrata).

Le porte di piano e le pareti di cabina vetrate, come le pareti del vano corsa, devono possedere la medesima resistenza meccanica delle pareti del vano corsa. Ovvero devono essere in grado di sopportare, senza rottura e senza produrre una freccia superiore ai 15 mm, un carico di 300 N concentrato su una superficie di 5 cm<sup>2</sup> (rotonda o quadrata). Come previsto dalla **UNI 7697**,

questi vetri non rientrano nella direttiva CPD, ma in quella ascensori, e come tale devono essere conformi a quanto previsto dalle **UNI EN 81**.

Gli unici due modi per dimostrare la conformità di un vetro alle norme **UNI EN 81** sono:

- a) superamento delle prove di urto col pendolo (Appendice J, della norma **UNI EN 81**), oppure
- b) dimensioni e forma della lastra di vetro conformi alla tabella J.1 della norma **UNI EN 81**.

#### norme di riferimento

**UNI EN 81-1** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 1: Ascensori elettrici;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

#### Specchi in cabina

Lo specchio in cabina deve avere le stesse caratteristiche dei vetri usati per le pareti della cabina stessa, deve essere intelaiato su tutti i lati e deve essere marcato con il nome del fabbricante, il tipo e lo spessore. Lo specchio deve essere di vetro stratificato, in conformità dell'Appendice J della norma **UNI EN 81-1**, o delle dimensioni e forma della lastra di vetro conformi alla tabella

J.1 della norma **UNI EN 81**.

Lo specchio quindi avrà uno spessore minimo di 10,76 mm, o più sottile ma solo se lo stesso risulti idoneo sulla base di prova del pendolo secondo l'allegato J.

#### norme di riferimento

**UNI EN 81-1** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 1: Ascensori elettrici;*

**UNI EN 81-2** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Parte 2: Ascensori idraulici;*

**UNI EN 81-80** – *Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori*

*-Ascensori esistenti – Regole per il miglioramento della sicurezza degli ascensori per passeggeri e degli ascensori per merci esistenti;*

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie;*

**UNI EN 12600** – *Vetro per edilizia – Prova del pendolo – Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano.*

#### Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere

applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri



dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

### Vetrocamera

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera o doppio vetro) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore in alluminio di spessore variabile da 6 a 22 mm, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Il vetro utilizzato può essere di varie tipologie, monolitico o stratificato di sicurezza, trasparente o coprente, riflettente o bassoemissivo, ecc.

Un vetrocamera si identifica comunemente indicando la sommatoria degli spessori dei suoi componenti, cioè vetro + camera + vetro..., per esempio un vetrocamera 4-12-4 è composto da 2 vetri da 4 mm e una camera da 12 mm, per uno spessore totale di circa 20 mm.

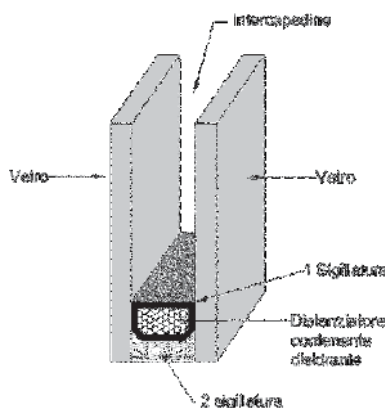


Figura 38.2. Esempio di vetrocamera

Per assicurare la perfetta aderenza delle lastre, esse vengono giuntate tramite un telaio con un'apposita colla, per poi farle aderire con una speciale pressa in grado di creare una camera d'aria stagna tra i due vetri; per sigillarlo definitivamente, intorno al vetro viene infine applicata una sostanza bi-componente che consente di aumentare l'isolamento termico e acustico dei serramenti.

L'incremento dei valori di isolamento termico del vetrocamera, è conseguito sostituendo l'aria presente tra i due vetri con gas nobili come argon o kripton che, rispetto all'aria, sono caratterizzati da un minore coefficiente di scambio termico; se l'aria interna è sostituita con gas argon, deve essere indicata anche la percentuale di riempimento (che non deve essere inferiore all'85%). L'isolamento termico può essere incrementato utilizzando distanziatori in acciaio inox ricoperto da pellicola plastica (Warm edge o canalina a bordo caldo) al posto dell'alluminio.

Il vetrocamera deve essere accompagnato da dichiarazione di prestazione. Il direttore dei lavori deve verificare la presenza sul vetro del marchio indelebile di qualità UNI-Climalit, CE e UNI.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12758** – Vetro per edilizia. Vetrature e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità; **UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

### Vetri piani profilati ad U

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione, impiegati principalmente su vetrature esterne, rivestimenti di grandi facciate.

I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma **UNI EN 572-7**, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro.

Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma **UNI EN 572-7** deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale  $B$  in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta  $d$  in millimetri;
- lunghezza nominale  $H$  in millimetri;
- riferimento alla norma **UNI EN 572-7**.

Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, di onde, di graffi o di inclusioni.

#### norma di riferimento

**UNI EN 572-7** – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.*

### Vetri pressati per vetrocemento armato

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. La forma può essere quadrata, rettangolare, curva, smussata o angolare; le lastre di vetrocemento possono essere ondulate, trasparenti o satinata a seconda dell'effetto di luminosità. La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni, destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla **UNI EN 1051-1**.

La posa in opera deve essere effettuata con malta specifica ad elevata resistenza e a ritiro controllato e con appositi distanziatori a L e a T che servono per incastrare i mattoni e della malta fatta con cemento. Le fughe devono rispettare le indicazioni del produttore.

#### norma di riferimento

**UNI EN 1051-1** – *Vetro per edilizia – Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni – Parte 1: Definizioni e descrizione.*

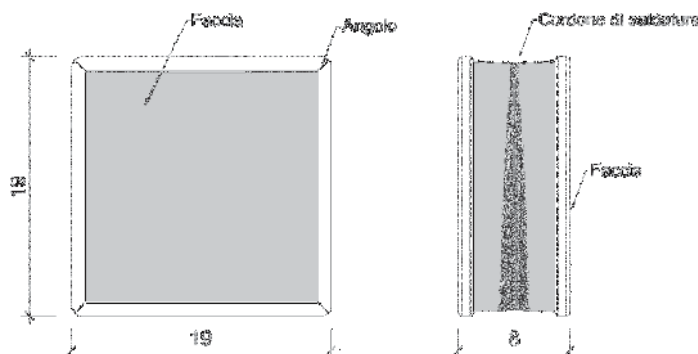


Figura 38.3. Dimensioni tipiche di un vetro mattone

## Art. 39. Infissi esterni ed interni

### Definizioni

Con riferimento alla norma **UNI 8369-1** si definiscono:

- infissi esterni verticali* gli elementi tecnici aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno;
- serramenti esterni*, parti apribili, gli elementi tecnici con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, energia, aria, ecc.;
- schermo*, l'elemento tecnico avente la funzione di controllare l'energia radiante, l'illuminazione o il flusso termico e la visibilità tra gli ambienti o spazi interni e gli spazi esterni.

Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi. I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali si rinvia alla norma **UNI 8369** (varie parti).

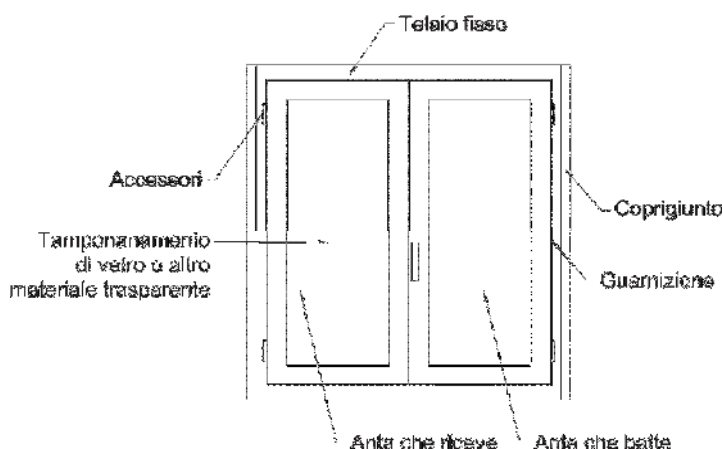
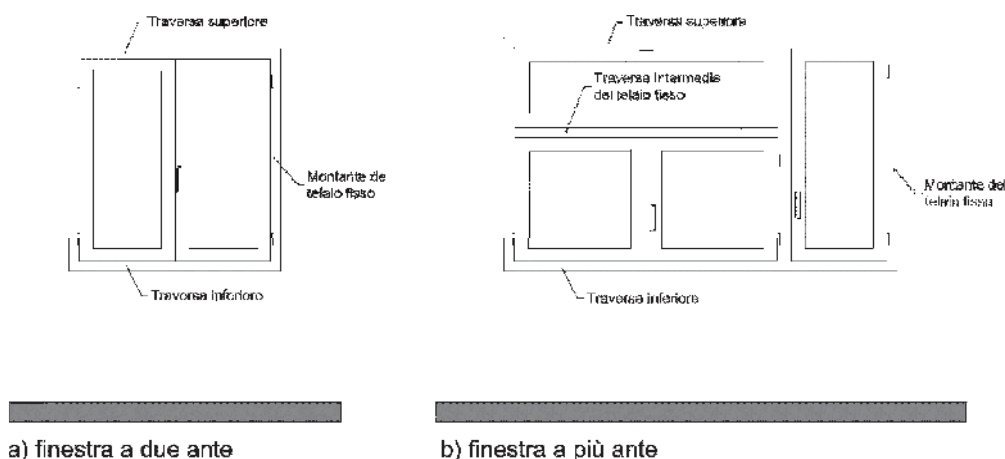


Figura 39.1. Parti componenti il serramento esterno



a) finestra a due ante

b) finestra a più ante

Figura 39.2. Subcomponenti del telaio fisso

norme di riferimento

**UNI 7895** – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

**UNI 8369-1** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-2** – Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;

**UNI 8369-3** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;

**UNI 8369-4** – Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;

**UNI 8369-5** – Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;

**UNI 8370** – Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.

#### Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e simili) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni esecutivi. Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per aderenza – colle, adesivi, ecc. – e, comunque, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

a) finestre:

- isolamento acustico: .....
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo la **UNI EN 1027**): classi ..... e .....
- resistenza meccanica (misurata secondo le **UNI 9158** e **UNI EN 107**): .....
- .....

b) porte interne:

- tolleranze dimensionali: .....
- spessore: ..... (misurato secondo la **UNI EN 951**);
- planarità: ..... (misurata secondo la **UNI EN 952**);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la **UNI 8200**): .....
- corpo d'urto: ..... kg;
- altezza di caduta: ..... cm;
- resistenza al fuoco e controllo della dispersione del fumo (misurati secondo la **UNI EN 1634-1**): classe .....
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la **UNI 8328**): classe .....
- .....

c) porte esterne:

- tolleranze dimensionali: .....
- spessore: ..... (misurato secondo la **UNI EN 951**);
- planarità: ..... (misurata secondo la **UNI EN 952**);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo la **UNI EN 1027**): .....
- resistenza all'antintrusione (misurata secondo la **UNI 9569**): classe .....
- .....

#### Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono – nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) – resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

#### Campioni di ogni tipo infisso da esibire da parte dell'appaltatore

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato ad un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare la prevista dichiarazione di prestazione della fornitura secondo le normative vigenti.

#### Tipologie dei serramenti di progetto

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nella tabella 39.1.

**Tabella 39.1. Tipologie dei serramenti di progetto**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Dimensioni [mm]	Sistema di apertura
Meccanismo di apertura	Elaborato grafico di riferimento	

#### Marcatura CE

I serramenti devono riportare la marcatura CE in base al Regolamento prodotti da costruzione (UE) 305/2011. I certificati di prova non sostituiscono la marcatura CE.

L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (**UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (**UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (**UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **UNI EN ISO 10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (**UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (**UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

#### norma di riferimento

**UNI EN 1026** – Porte e finestre – Permeabilità all'aria – Metodo di prova; **UNI EN 12207** – Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione; **UNI EN 1027** – Porte e finestre – Tenuta all'acqua – Metodo di prova; **UNI EN 12208** – Finestre e porte – Tenuta all'acqua – Classificazione;

**UNI EN 12211** – Porte e finestre – Resistenza al carico di vento – Metodo di prova.

**UNI EN 12210** – Finestre e porte – Resistenza al carico del vento – Classificazione.

**UNI EN 14351-1** – Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.

#### Documentazione da fornire al direttore dei lavori

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di prestazione dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

#### Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

##### Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm). Devono, inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli

eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

#### Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm;

consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

#### Serramenti metallici

##### Componenti dei serramenti

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

#### Materiali e norme di riferimento

##### alluminio

###### a) Telai

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 12020-1** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;

**UNI EN 12020-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 14024** – Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.

###### b) Laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 485-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;

**UNI EN 754-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.

###### c) Getti in alluminio

**UNI EN 1706** – Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

##### profili in acciaio

###### a) Telai

**UNI EN 10079** – Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.

###### b) Laminati a caldo

**UNI 10163-1** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;

**UNI 10163-2** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;

**UNI EN 10163-3** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;

**UNI EN 10143** – Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 10025-1** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

**UNI EN 10025-2** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

**UNI EN 10025-3** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

**UNI EN 10025-4** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;*

**UNI EN 10025-5** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;*

**UNI EN 10025-6** – *Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.*

c) Lamiere a freddo

**UNI 7958** – *Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;*

**UNI EN 10327** – *Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.*

d) Lamiere zincate

**UNI EN 10143** – *Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.*

---

aCCiaio inossidabile

a) Telai

**UNI EN 10088-1** – *Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;*

**UNI EN 10088-2** – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.*

---

leGa di rame

a) Telai

**UNI EN 13605** – *Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.*

b) Lamiere in rame

**UNI EN 13599** – *Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.*

#### Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti, realizzata mediante ....., spessore pari a ..... colore ....., dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto, e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) Alluminio

**UNI EN 12206-1** – *Pitture e vernici – Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche – Parte 1: Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.*

b) Acciaio

**UNI EN ISO 12944-1** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

**UNI EN ISO 12944-2** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 12944-3** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;*

**UNI EN ISO 12944-4** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;*

**UNI EN ISO 12944-5** – *Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.*

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

– zincatura elettrolitica

**UNI ISO 2081** – *Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio;*

– zincatura a spruzzo:

**UNI EN 22063** – *Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe.*

- cadmiatura

**UNI 4720** – *Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.*

- cromatura

**UNI EN 12540** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.*

- c) acciaio inossidabile:

**UNI EN 10088-2** – *Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.*

#### Telai e controtelai

I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in ....., lega .....,

..... (con o senza taglio termico), con sistema di tenuta ..... (a giunto aperto, a battuta semplice o doppia).

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche, evitando reflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.

Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e interno.

I controtelai dovranno essere realizzati in ..... (*tipo di metallo*), lega .....

#### Accessori

Gli accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica e devono avere caratteristiche tali da conferire al serramento la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni di uso e sollecitazione a cui è destinato. I materiali costituenti gli accessori devono essere compatibili con quelli delle superfici con cui vengono posti a contatto. La finitura degli accessori sarà coordinata a quella dei telai secondo campionatura approvata dal direttore dei lavori. Saranno preferiti prodotti con finiture superficiali a marchio di qualità.

#### Vetrazioni

I serramenti devono essere dotati di vetrazioni di tipo ..... (piano, curvo, float, stratificato, armato, temprato) rispondente alla norma ....., di spessore ..... (nel caso di impiego di vetrocamera oltre allo spessore delle singole lastre costituenti deve essere indicato anche lo spessore dell'intercapedine e l'eventuale riempimento), con un valore di trasmittanza termica pari a .....  $W/m^2K$ , con un valore di fattore solare pari a ....., con un valore di trasmissione luminosa pari a ..... certificato in laboratorio. I valori di trasmissione luminosa e di fattore solare saranno definiti in accordo con la norma **UNI EN 410**.

Nel caso di impiego di serramenti resistenti all'effrazione le vetrazioni previste dovranno essere di classe ..... certificata in laboratorio secondo la **UNI EN 1627**.

Nel caso di impiego di serramenti resistenti al proiettile le vetrazioni previste dovranno resistere ai proiettili di tipo ..... e testate secondo la norma **UNI EN 1063**.

**Tabella 39.2. Tipologie dei vetri dei serramenti**

Codice identificativo del serramento (riferimento: abaco dei serramenti)	Tipologia del vetro	Caratteristiche	Spessore
Colore	Norme di riferimento		

norma di riferimento

**UNI EN 410** – *Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;*

**UNI EN 1627** – *Porte pedonali, finestre, facciate continue, inferriate e chiusure oscillanti – Resistenza all'effrazione – Requisiti e classificazione;*

**UNI EN 1063** – *Vetro per edilizia – Vetrate di sicurezza – Classificazione e prove di resistenza ai proiettili.*

- a) Trasmittanza termica



**UNI EN ISO 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;

**UNI EN ISO 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

b) Vetri isolanti

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità; **UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrature isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

c) Vetro di silicato sodio-calcico

**UNI EN 572-1** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;

**UNI EN 572-2** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 2: Vetro float;

**UNI EN 572-5** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro stampato;

**UNI EN 572-4** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro tirato.

d) Vetro profilato armato e non armato

**UNI EN 572-3** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodio-calcico. Parte 3: Vetro lustrato armato;

**UNI EN 572-6** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodio-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato;

**UNI EN 572-7** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodio-calcico. Vetro profilato armato e non armato.

e) Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza

**UNI EN ISO 12543-1** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;

**UNI EN ISO 12543-2** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;

**UNI EN ISO 12543-3** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;

**UNI EN ISO 12543-4** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;

**UNI EN ISO 12543-5** – Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;

**UNI EN ISO 12543-6** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;

**UNI EN 1063** – Vetro per edilizia – Vetrature di sicurezza – Classificazione e prove di resistenza ai proiettili.

f) Vetro rivestito

**UNI EN 1096-1** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;

**UNI EN 1096-2** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;

**UNI EN 1096-3** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;

**UNI EN 1096-4** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità. Norma di prodotto.

#### Guarnizioni

Le guarnizioni inserite nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico, e, inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 12365-1** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate

*continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;*

**UNI EN 12365-3** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico; **UNI EN 12365-4** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

#### norme di riferimento

**UNI 9610** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

**UNI 9611** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

**UNI EN 26927** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

**UNI EN 27390** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

**UNI EN 28339** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

**UNI EN 28340** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

**UNI EN 28394** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

**UNI EN 29048** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

#### 39.11. Pannelli

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali, e devono essere realizzati in ....., con finitura superficiale interna ..... ed esterna .....

colore ....., strato isolante in ....., di densità ..... kg/m<sup>3</sup>, di resistenza termica ..... m<sup>2</sup>K/W, spessore ..... mm.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12086** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo;

**UNI EN 12087** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione;

**UNI EN 12088** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.

#### Dispositivi di ventilazione

Nel caso di impiego di dispositivi di ventilazione essi devono essere inseriti nei serramenti (nel telaio o nella vetratura) come da disegni allegati ed assicurare una portata d'aria al metro lineare di ..... alla pressione di ..... Pa.

I sistemi di ventilazione manuali da inserire saranno costituiti da un profilo in alluminio esterno parapioggia e un profilo interno in alluminio fermavetro con lamelle movimentabili manualmente munito di zanzariera in acciaio inox antistatica. I due profili devono essere uniti da materiale isolante che assicuri il taglio termico. La manovra delle lamelle deve essere assicurata da un dispositivo di manovra e regolazione in appoggio o a filo (è richiedibile la possibilità di manovra con cordicella o asta). Al fine di consentire agevoli interventi di manutenzione il profilo interno deve poter essere facilmente smontabile; ad aeratore chiuso devono essere garantite l'ermeticità all'aria e l'assenza di sibili.

I sistemi di ventilazione autoregolabili da inserire nel telaio o nella vetratura dovranno essere costituiti da due profili uniti da materiale isolante che assicuri il taglio termico e da un profilo di autoregolazione fissato internamente. Al fine di consentire agevoli interventi di manutenzione il profilo interno deve poter essere facilmente smontabile; ad aeratore chiuso devono essere garantite l'ermeticità all'aria e l'assenza di sibili.

#### Sistemi di protezione dall'irraggiamento solare

I serramenti dovranno essere dotati di ..... (avvolgibile, persiane, scuri, tende, frangisole, ecc.) in .....

(alluminio, pvc, legno, acciaio, tessuto, ecc.), di colore .....

Gli schermi dovranno essere dimensionati in modo da resistere al carico di vento di progetto di ..... e, se applicati a serramenti orizzontali, anche al carico di neve di progetto di .....

#### Serramenti in PVC

##### Materiali

##### Profili in PVC

Per la realizzazione dei serramenti si richiede l'impiego di profili in pvc rigido antiurtizzato, stabilizzato, autoestinguente, con un'alta resistenza agli agenti atmosferici. Le caratteristiche fisico-meccaniche dei profili costituenti i serramenti devono essere conformi alle indicazioni delle normative riportate nella tabella 39.3. Le tolleranze dimensionali e gli spessori dei profili devono essere conformi alla norma **UNI EN 12608**.

**Tabella 39.3. Requisiti tecnici serramenti in PVC**

Requisiti tecnici	Normativa	Valore nominale
Massa volumica	UNI EN ISO 7092	1.46 g/cm <sup>3</sup>
Modulo elastico a flessione	UNI EN ISO 178	> 2.200 N/mm <sup>2</sup>
Snervamento a trazione	UNI EN ISO 527	> 38 N/mm <sup>2</sup>
Allungamento a trazione	UNI EN ISO 527	> 150 %
Resistenza all'urto per massa cadente (Ball drop)	UNI EN 477	0 % rottura
Resistenza all'urto a trazione	UNI EN ISO 8256	> 600 kJ/m <sup>2</sup>
Resistenza all'urto con mono-intaglio Charpy	UNI EN ISO 179-2	> 10 kJ/m <sup>2</sup>
Tenuta della saldatura d'angolo	UNI EN 514	> 25N/mm <sup>2</sup> (trazione)
Ritiri dimensionali	UNI EN 479	< 2,0 % > 35N/mm <sup>2</sup> (compressione)
Sfaldamento a 150 °C	UNI EN 478	Nessun difetto
Temperatura di rammollimento (VICAT)	UNI EN ISO 306	> 75°C
Resistenza all'invecchiamento	UNI EN ISO 4892	> 3 grado scala dei grigi
Coefficiente di espansione termica lineare (tra -30°C e + 50°C)	Dilatometro	7 x 10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>
Conducibilità termica Sensore termico	0,16 W/mK	
Reazione al fuoco	D.M. 26.6.84 UNI 8457 UNI 9174	Classe 1

norme di riferimento

**UNI EN 12608** – *Profili di polivinilcloruro non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di porte e finestre – Classificazione, requisiti e metodi di prova.*

#### Finitura superficiali dei profili in PVC

La finitura dei profili deve possedere caratteristiche visive superficiali (uniformità d'aspetto, tonalità della colorazione, ecc.) approvate dalla direzione dei lavori. I manufatti dovranno essere esenti da difetti visibili (graffi, rigonfiamenti, ondulazioni ed altre imperfezioni, ecc.).

**Colore bianco o sabbia o a scelta della direzione dei lavori:** la superficie del profilo deve essere liscia, con colorazione stabilizzata agli agenti atmosferici. Il controllo della resistenza alle intemperie deve essere effettuato conformemente alla normativa **UNI EN ISO 4892**, con la massima variazione del colore ammessa dopo l'esposizione corrispondente al livello 3 della scala dei grigi.

**Verniciatura:** le superfici esterne visibili dei profili possono essere verniciate mediante vernici nelle tonalità RAL prescelte. Il controllo della resistenza alle intemperie viene effettuato conformemente alla normativa **UNI EN ISO 4892**, con la massima variazione del colore ammessa dopo l'esposizione corrispondente al livello 3 della scala dei grigi.

**Rivestimento con pellicola:** i profili possono essere rivestiti con pellicola decorativa costituita da una base in PVC ed una protezione esterna di PMMA (polimetacrilato di metile) trasparente. La pellicola viene applicata a caldo sulla superficie in vista del profilo in PVC tramite colla poliuretanica.

**Rivestimento con cartelle sagomate in alluminio:** sulla superficie esterna dei profili in PVC vengono applicate delle cartelline in alluminio, le quali sono ancorate al profilo tramite un sistema di aggancio a scatto che non limita i movimenti determinati dall'espansione differenziata dei due materiali accoppiati. La superficie delle coperture di alluminio può essere verniciata o anodizzata.

#### Rinforzi metallici

I profili metallici di rinforzo per i serramenti in PVC devono essere realizzati in acciaio FEP02+Z con trattamento di zincatura superficiale continuo ed uniforme (da Z200 a Z275). La loro forma deve adattarsi al profilo di PVC e

dopo il fissaggio su quest'ultimo tramite le viti deve formare un'unione solida con esso.

Montanti, telai e traverse dei serramenti devono essere rinforzati per rispondere alle sollecitazioni agenti sul serramento durante l'uso.

#### Guarnizioni di tenuta

Le guarnizioni devono garantire al serramento le prestazioni richieste di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico; devono essere compatibili con i materiali con cui vengono a contatto e deve essere verificata la conformità alle normative di riferimento per lo specifico materiale costituente.

Possono essere realizzate con materiale termoplastico saldabile o materiale elastomerico (EPDM) ed in tutti i casi devono garantire la continuità sul contorno dell'infisso tramite la saldatura a caldo o l'incollaggio con il collante idoneo.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12365-1** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

**UNI EN 12365-3** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure

oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico; **UNI EN 12365-4** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### Vetri

Nei vetri isolanti lo spessore minimo deve essere almeno di 4 mm.

Nel campo visivo del vetro e ai lati dello stesso, non si devono notare macchie grosse. Non sono da considerarsi difetti eventuali filamenti di lunghezza massima 2 mm e puntini di diametro massimo 0,6 mm. Tali difetti devono però riscontrarsi raramente e in punti non troppo ravvicinati. La verifica dei difetti visibili ad occhio nudo deve essere effettuata con la lastra di vetro posizionata verticalmente ad una distanza di circa 100 cm e contro luce. Macchie irregolari causate dalla rifrazione dei raggi solari sul vetro isolante, sostituito con almeno una lastra di sicurezza su una delle parti, non sono da considerare come difetto.

Il sigillante non deve penetrare oltre 2 mm nell'interspazio tra la lastra e il profilo distanziatore all'interno del vetrocamera. Lo spessore della sigillatura del nodo non deve superare i 15 mm in vetri di superficie fino a 6 m<sup>2</sup>, e i 18 mm in vetri con superficie oltre i 6 m<sup>2</sup> ad esclusione di costruzioni particolari. I profili distanziatori devono essere posizionati parallelamente agli angoli del vetro. Eventuali scostamenti rispetto agli angoli del vetro non devono essere superiori a 2,5 mm.

#### Accessori e ferramenta

Gli accessori devono essere realizzati con materiali resistenti alla corrosione atmosferica ed all'usura e devono avere caratteristiche tali da conferire al serramento la resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni di uso e sollecitazione a cui è destinato. I materiali costituenti gli accessori devono essere compatibili con quelli delle superfici con cui vengono posti a contatto. La finitura degli accessori sarà coordinata a quella dei profili secondo campionatura approvata dal direttore dei lavori.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti devono essere fissati sui rinforzi in acciaio oppure su almeno due pareti del profilo in PVC. La distanza minima tra i vari punti di chiusura non deve superare i 700 mm.

Gli accessori applicati sulle porte antipanico e di emergenza devono essere marcati CE e devono rispondere ai requisiti delle seguenti norme:

**UNI EN 1125** – Accessori per serramenti – dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale – requisiti e metodi di prova;

**UNI EN 179** – Accessori per serramenti – dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta – requisiti e metodi di prova.

#### Requisiti costruttivi

##### Costruzione di telai e battenti

I profili in PVC che costituiscono la struttura del telaio e del battente devono essere uniti negli angoli mediante termo-fusione e saldatura e devono garantire i carichi di rottura minimi fissati dalla norma **UNI EN 514**.

Sui traversi inferiori dei telai e dei battenti dovranno essere presenti le fessure di drenaggio, in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'evacuazione dell'acqua e della condensa. Le fessure di ventilazione nelle traverse superiori dei serramenti facilitano il deflusso e l'eliminazione dell'acqua dalla camera di vetraggio e dall'interno dei profili.

I collegamenti meccanici delle traverse sui telai e sui battenti devono essere realizzati con dispositivi di giunzione, la cui idoneità sia stata comprovata da istituti accreditati con il rilascio dell'attestato di certificazione. La giunzione della traversa deve essere accuratamente sigillata, al fine di evitare danni dovuti alla corrosione o in generale all'infiltrazione di acqua all'interno dei profili giuntati.

norme di riferimento

**UNI EN 514** – *Profilati di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per la fabbricazione di finestre e porte – Determinazione della resistenza di angoli saldati e giunti a T.*

**Serramento a giunto aperto**

La conformazione del sistema di profili “a giunto aperto” permette di applicare 3 guarnizioni di tenuta, con la guarnizione centrale posizionata sul telaio. Il profilo da telaio presenta nella sua conformazione un dentino rialzato in PVC come sede della guarnizione centrale, affinché l'acqua di drenaggio possa essere facilmente raccolta ed immediatamente eliminata verso l'esterno del serramento attraverso i fori di scarico.

La conformazione del telaio e del battente è tale da permettere la raccolta dell'eventuale acqua di infiltrazione in un ampio volume e di facilitarne l'evacuazione attraverso le asole di scarico praticate nella camera esterna dei profili.

Sia i profili da telaio che da battente devono essere conformati con la struttura a 3 o più camere interne.

Sui profili da telaio e da battente devono essere previste le scanalature per l'inserimento delle guarnizioni sostituibili in caso di danneggiamento.

Devono essere disponibili diverse varianti geometriche per il profilo da telaio, in maniera da facilitarne l'applicazione sulla muratura. Deve inoltre essere possibile applicare a scatto sul telaio profili di allargamento, coprifili e profili di accoppiamento per il completamento estetico e funzionale della posa del serramento nel vano murario.

Devono essere disponibili diverse varianti del profilo da battente, sia dal punto di vista estetico che dimensionale e funzionale, per realizzare porte finestre, porte, ed ante con l'apertura verso l'esterno.

Il listello fermavetro per il mantenimento della vetrata deve essere applicato tramite un sistema di aggancio a piedino singolo o a doppio piedino che permette l'incastro nell'anta per tutta la lunghezza dello stesso.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti, protetti superficialmente con trattamento anticorrosivo, devono essere fissati sui rinforzi in acciaio, oppure su almeno due pareti del profilo in PVC.

**Serramento a due guarnizioni di battuta**

La conformazione del telaio e del battente del sistema “a due guarnizioni di tenuta” è tale da

permettere la raccolta dell'eventuale acqua di infiltrazione in un ampio volume e di facilitarne l'evacuazione attraverso le asole di scarico praticate nella camera esterna dei profili.

I profili da telaio devono essere conformati con la struttura a 4 o più camere interne, mentre i profili anta devono avere 3 o più camere interne.

Sui profili da telaio e da battente devono essere previste le scanalature per l'inserimento delle guarnizioni sostituibili in caso di danneggiamento.

Devono essere disponibili diverse varianti geometriche per il profilo da telaio in maniera da facilitarne l'applicazione sulla muratura. Deve inoltre essere possibile applicare a scatto sul telaio profili di allargamento, coprifili e profili di accoppiamento per il completamento estetico e funzionale della posa del serramento nel vano murario.

Devono essere disponibili diverse varianti del profilo da battente, sia dal punto di vista estetico che dimensionale e funzionale, per realizzare porte finestre, porte, ed ante con l'apertura verso l'esterno.

Il listello fermavetro per il mantenimento della vetrata deve essere applicato tramite un sistema di aggancio a piedino singolo o a doppio piedino, che permette l'incastro nell'anta per tutta la lunghezza dello stesso.

I meccanismi di apertura e chiusura dei serramenti, protetti superficialmente con trattamento anticorrosivo, devono essere fissati sui rinforzi in acciaio, oppure su almeno due pareti del profilo in PVC.

#### Schermo oscurante esterno: la persiana

I profili in pvc impiegati per la realizzazione della persiana devono essere realizzati in modo tale da contenere tutti gli accessori necessari a compensare la mancanza del vetro e a conferire la massima stabilità al manufatto. Deve esistere la possibilità di applicare al telaio, qualora richiesto, profili di allargamento e coprifili.

#### Costruzione dei telai e dei battenti

I telai ed i battenti devono essere saldati agli angoli mediante il processo di termofusione del materiale; i carichi di rottura angolari devono garantire prestazioni analoghe ai sistemi per finestre. Le traverse devono essere collegate ai battenti tramite giunzione meccanica realizzata con cavallotti metallici.

#### Rinforzi

I profilati di pvc devono essere abbinati a rinforzi in acciaio protetti con trattamento superficiale anticorrosivo di zincatura da Z 200 a Z 275 e fissati tramite viti di fissaggio.

Il profilo dell'anta della persiana deve essere abbinato ad un profilo metallico tubolare, collegato negli angoli tramite l'applicazione di sistemi di rinforzo quali:

- squadrette in alluminio inserite all'interno della tubolarità dei rinforzi, giuntate meccanicamente e fissate con viti alla struttura;
- squadrette in acciaio inox opportunamente sagomate, inserite all'interno dell'angolo dell'anta e fissate con viti ai rinforzi del profilo;
- blocchi stampati in PVC, che vengono vincolati all'interno della tubolarità dei rinforzi ed aumentano la superficie di saldatura sull'angolo.

#### Ferramenta

La ferramenta applicata alla persiana (bandelle a squadra o piane, cardini, cerniere, spagnolette, ecc.) deve essere idonea alla tipologia dell'elemento realizzato, sia per dimensioni che per funzionalità.

La bandella applicata in prossimità dell'angolo deve avere una conformazione a squadra a 90° per aumentare la stabilità del battente. I sistemi movimentazione e chiusura dell'anta utilizzati (soprattutto in corrispondenza degli snodi) devono essere realizzati o trattati con materiali resistenti alla corrosione e all'usura.

Le cerniere ed i cardini devono prevedere punti di fissaggio diretti sul rinforzo metallico dell'anta e del telaio.

#### Sistemi oscuranti

I sistemi di oscuramento devono essere applicati all'anta della persiana tramite listelli fermapannello, inseriti nell'apposita scanalatura su tutta la lunghezza del battente.

Il sistema oscurante per le persiane può essere diverso a seconda dell'esigenza di schermatura richiesta:

- con pannellatura cieca completamente oscurante;
- con lamelle fisse inclinate semi-oscuranti rinforzate dall'apposito profilo tubolare in alluminio;
- con lamelle orientabili dotate di guarnizione coestrusa e rinforzate dall'apposito profilo tubolare in alluminio.

#### Posa del serramento nel vano murario

Il fissaggio del serramento sull'opera muraria deve evitare danni legati a deformazioni, dilatazioni, infiltrazioni o cedimenti. La posizione del serramento deve essere stabilita sulla base della struttura del vano murario, con l'obiettivo di minimizzare le dispersioni, scongiurare la formazione di condensa e massimizzare l'isolamento acustico della realizzazione.

norme di riferimento

**UNI 10818** – *Finestre, porte e schermi, Linee guida generali per la posa in opera.*

#### Fissaggio

L'ancoraggio del telaio mediante viti, tasselli o zanche su muro, su falso telaio o su vecchio infisso, deve trasmettere alla costruzione tutti i carichi dovuti al peso proprio della parte apribile, alle dilatazioni, alla spinta del vento ed alle azioni di manovra.

L'interasse e la posizione dei punti di fissaggio devono rispondere alle indicazioni della norma RAL.

#### Sigillatura

I sigillanti devono essere compatibili con i materiali con cui vengono a contatto, devono garantire al giunto di connessione tra il telaio e la muratura le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e devono

assicurare continuità elastica durevole tra i due supporti.

L'operazione di sigillatura deve essere realizzata con l'obiettivo di assorbire tutti i movimenti strutturali del giunto tra il telaio e la muratura e deve essere effettuata sulla base delle caratteristiche fisiche del sigillante. Per i nastri di tenuta pre-compressi deve essere individuato il grado di compressione idoneo, questi prodotti non garantiscono l'ermeticità al vapore acqueo.

#### Isolamento

Per l'isolazione del giunto tra la muratura ed il telaio della finestra possono essere usati materiali isolanti come schiume specifiche o lana minerale.

Nel caso di utilizzo di sigillante in forma di schiuma, il materiale non deve causare reazioni che possano deformare i profili in pvc del telaio dopo l'applicazione.

#### Coprifilatura

Per completare la posa dal punto di vista estetico e funzionale, i serramenti dovranno essere rifiniti con l'applicazione di coprifili (interni ed esterni) e di eventuali raccordi al davanzale.

#### Prestazioni dei serramenti

##### Classi di tenuta

I serramenti devono essere a marchio di qualità IIP-UNI e presentare le seguenti classi di tenuta:

- permeabilità all'aria ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12207**);
- tenuta all'acqua ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12208**);
- resistenza al carico del vento ..... (specificare la classe secondo la norma **UNI EN 12210**).

##### norme di riferimento

**UNI EN 1026** – Porte e finestre – Permeabilità all'aria – Metodo di prova; **UNI EN 12207** – Finestre e porte – Permeabilità all'aria – Classificazione; **UNI EN 1027** – Porte e finestre – Tenuta all'acqua – Metodo di prova; **UNI EN 12208** – Finestre e porte – Tenuta all'acqua – Classificazione;

**UNI EN 12211** – Porte e finestre – Resistenza al carico di vento – Metodo di prova;

**UNI EN 12210** – Finestre e porte – Resistenza al carico del vento – Classificazione.

#### Isolamento termico del serramento

I serramenti devono presentare un valore di trasmittanza termica complessiva pari ad  $U = \dots\dots W/m^2K$  (specificare il valore), calcolata secondo il procedimento indicato dalla **UNI EN ISO 10077-1**.

##### norme di riferimento

**UNI 10349** – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

**UNI/TS 11300-1** – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

**UNI EN ISO 13790** – Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;

**UNI EN ISO 6946** – Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo;

**UNI EN ISO 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità;

**UNI EN ISO 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 2: Metodo numerico per i telai.

#### Isolamento acustico del serramento

I serramenti devono presentare un valore del potere fonoisolante **di  $R_w = \dots\dots dB$**  (specificare il valore).

##### norme di riferimento

**UNI EN 12758** – Vetro per edilizia – Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea – Descrizioni del prodotto e

*determinazione delle proprietà;*

**UNI EN 12354-3** – *Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea; UNI EN ISO 10140-1* – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 1: Regole di applicazione per prodotti particolari;*

**UNI EN ISO 10140-3** – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Part 3: Misurazione dell'isolamento del rumore da calpestio; UNI EN ISO 10140-5* – *Acustica – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 5: Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova; UNI EN ISO 717 – 1* – *Misurazione dell'isolamento acustico in edifici ed elemento di edificio*

*– isolamento acustico per via aerea;*

**UNI EN ISO 717-2** – *Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 2: Isolamento dal rumore da calpestio .*

#### Sicurezza

##### Sicurezza nell'uso

I serramenti non devono causare danni fisici o lesioni agli utenti; non devono presentare parti taglienti e superfici abrasive che possano ferire gli utenti nelle normali condizioni di utilizzo. Devono essere evitate fuoriuscite di materiali dalla propria sede e devono essere evitate rotture degli organi di manovra e di bloccaggio o altri danneggiamenti che possano compromettere le prestazioni iniziali.

norme di riferimento

**UNI EN 107** – *Metodi di prova delle finestre – Prove meccaniche.*

##### Sicurezza delle parti vetrate

La tipologia di vetratura di sicurezza da utilizzare in funzione dei potenziali rischi all'utenza per le attività previste deve corrispondere alle indicazioni della norma **UNI 7697**.

norme di riferimento

**UNI 7697** – *Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.*

##### Classe di reazione al fuoco

I profili in PVC costituenti i serramenti devono essere classificati in **classe 1** per quanto riguarda la “reazione al fuoco”. Tale caratteristica deve essere certificata in laboratorio, secondo la metodologia di prova di riferimento.

norme di riferimento

**UNI 8457** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia – Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 9174** – *Reazione al fuoco dei materiali sottoposti all'azione di un fiamma d'innescio in presenza di calore radiante.*

##### Accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza e marcatura CE

Gli accessori applicati sulle uscite antipanico e di emergenza devono essere marcati CE e devono rispondere ai requisiti delle seguenti norme:

- **UNI EN 1125** – *Accessori per serramenti – dispositivi antipanico per uscite di sicurezza azionati mediante una barra orizzontale – requisiti e metodi di prova;*
- **UNI EN 179** – *Accessori per serramenti – dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta – requisiti e metodi di prova.*

#### 39.12.6. Istruzioni di manutenzione

Nelle istruzioni di manutenzione del serramento devono essere definiti quali sono i principali componenti soggetti ad usura durante l'uso, la tipologia degli interventi di pulizia, la manutenzione necessaria e la loro frequenza. Componenti come le guarnizioni, i sigillanti, i vetrocamera, che possono essere danneggiati dall'uso o dall'invecchiamento, dovranno essere concepiti in modo tale da essere agevolmente sostituiti o riparati.



## Porte e chiusure resistenti al fuoco

### Generalità

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

### Valutazione delle caratteristiche

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **UNI EN 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **UNI EN 1363-1** e **UNI EN 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **UNI EN 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a) della norma **UNI EN 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e REI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e REI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal

**D.M. 20 aprile 2001**.

### Classificazione delle porte resistenti al fuoco

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>1</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>2</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **UNI EN 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **UNI EN 1363-1**) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

### isolamento I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il

telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

#### isolamento i2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento  $W$  è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti. Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento  $W$  per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta  $E$  significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento  $W$ .

#### Omologazione

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati. Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei

paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

#### Documentazione tecnica che l'appaltatore deve consegnare per ogni fornitura

L'appaltatore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve consegnare al direttore dei lavori la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di prestazione della porta omologata;
- libretto di installazione, di uso e di manutenzione.

La dichiarazione di prestazione della porta resistente al fuoco deve riportare, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;

- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Per marchio di conformità si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione. Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

Per libretto di installazione, uso e manutenzione si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

#### Norme di riferimento

norme teCniChe

**D.M. 14 dicembre 1993** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**D.M. 27 gennaio 1999** – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione;*

**D.M. 20 aprile 2001** – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni;*

**D.M. 21 giugno 2004** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura;*

**D.M. 3 agosto 2015** – *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.*

prove di resistenza al fuoco

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro accessori costruttivi – Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**UNI EN 1634-2** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte, sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi – Parte 2: Prove di resistenza per componenti costruttivi;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

**UNI EN 1363-1** – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

**UNI EN 1363-2** – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

**UNI ENV 1363-3** – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

elementi verniciati

**UNI 8456** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 8457** – *Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;*

**UNI 9174** – *Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante;*

**UNI EN ISO 1182** – *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.*

#### Art. 40. Prodotti per isolamento termico

##### Generalità

I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

##### Requisiti ambientali

Gli isolanti utilizzati devono rispettare i seguenti criteri:

- non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni

- previste da normative nazionali o comunitarie applicabili;
- non devono essere prodotti con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero;
- non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;
- se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;
- il prodotto finito deve contenere le seguenti quantità minime di materiale riciclato (calcolato come somma di pre e post-consumo), misurato sul peso del prodotto finito.

**Tabella 40.1. Caratteristiche dei prodotti per isolamento termico**

	Isolante in forma di pannello		Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa	80%			
Lana di vetro	60%	60%	60%	
Lana di roccia	15%	15%	15%	
Perlite espansa	30%	40%	8%-10%	
Fibre in poliestere	60-80%		60-80%	
Polistirene espanso dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione. dal 10% al 60% in funzione della tecnologia adottata per la produzione.				
Polistirene estruso dal 5 al 45% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione. 1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione				
Poliuretano espanso 1-10% in funzione della tipologia del prodotto e della tecnologia adottata per la produzione				
Isolante riflettente in alluminio			15%	

L'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto dei criteri e che dovrà essere presentata al direttore dei lavori stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Polistirene espanso (PSE)

Il polistirene espanso è un isolante termico che presenta specifiche proprietà di isolamento acustico da impatto. Per le sue caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità, è particolarmente adatto alla protezione dai rumori d'urto e da calpestio. Il prodotto è consigliato per applicazioni di isolante posto in intercapedine o all'interno.

Il prodotto si può presentare sotto forma di:

- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/B);
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/S);
- lastre di polistirene per mezzo di procedimento continuo di estrusione (EPS/E).

La norma **UNI EN 13163** prevede:

- marcatura CE (sistema di attestazione della conformità: 3);
- prove iniziali di tipo (ITT);
- controllo di produzione in fabbrica (FPC), tra cui controllo della rigidità dinamica  $s'$  (metodo di prova: **EN 29052-1**; frequenza minima di prova: una ogni settimana) e della comprimibilità  $c$  (metodo di prova: **EN 12431**; frequenza minima di prova: una ogni settimana).

Il polistirolo espanso elasticizzato non necessita di marcatura CE. Il prodotto è utilizzabile per pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto e intercapedine.

#### norme di riferimento

**UNI 7819** – *Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI EN 13163** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 13164** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### Poliuretani e poliisocianurati espansi

Il poliuretano è un polimero che si ottiene da una reazione esotermica tra un isocianato (MDI,

difenilmetildiisocianato o TDI, toluendiisocianato) e un poliolo (polietere o poliestere). Il prodotto può essere applicato per colata, spruzzo, spalmatura, iniezione, estrusione, laminazione, poltrusione e roto-moulding.

norme di riferimento

**UNI 8751** – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani e poliisocianurati espansi in lastre da blocco. Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9051** – *Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli di poliuretano espanso rigido con paramenti flessibili prodotti in continuo Tipi, requisiti e prove;*

**UNI 9564** – *Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani espansi rigidi applicati a spruzzo. Tipi, requisiti e prove.*

**Argilla espansa**

I requisiti per i prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati *in situ* e utilizzati per l'isolamento di tetti, solai di copertura e pavimenti, sono previsti dalla norma **UNI EN 14063-**

**1.** La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e include le procedure per effettuare le prove, la marcatura e l'etichettatura.

L'argilla espansa si presenta in granuli tondeggianti di colore rosso-bruno, caratterizzati da:

- una dura scorza esterna molto resistente alla compressione e al fuoco, che conferisce anche l'inattaccabilità da parte di agenti chimici e atmosferici;
- una struttura interna, costituita da piccole celle chiuse e vetrificate che determinano la leggerezza e l'isolamento termo-acustico.

norma di riferimento

**UNI EN 14063-1** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ. Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera.*

**Lana minerale**

La norma **UNI EN 13162** specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. Il materiale isolante ha una consistenza simile alla lana, in quanto è fabbricato con rocce fuse, scorie oppure vetro.

I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli, di feltri o di pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13162**.

norma di riferimento

**UNI EN 13162** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

**Vetro cellulare**

I requisiti per i prodotti di vetro cellulare (detto anche *vetro schiuma* o *vetro cellulare espanso*) ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13167**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13167**.

norma di riferimento

**UNI EN 13167** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

**Perlite espansa**

I requisiti per i prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13169**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13169**.

norme di riferimento

**UNI EN 13169** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 14316-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14316-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Vermiculite espansa**

La vermiculite è una roccia di origine vulcanica costituita da silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e sottoposto ad elevate temperature (100°C) che provocano l'evaporazione dell'acqua e l'espansione del granulo, ottenendo, così, una struttura cellulare costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, che ne determina l'impermeabilità all'acqua e un potere isolante. La vermiculite si presenta sotto forma di granuli irregolari.

La norma **UNI EN 14317-1** specifica i requisiti relativi ai quattro tipi di prodotto di vermiculite espansa:

- aggregato di vermiculite (EVA);
- vermiculite rivestita (EVC);
- vermiculite idrofuga (EVH);
- vermiculite premiscelata (EVM).

Tali prodotti contengono meno dell'1% di materiale organico come definito nell'appendice D della stessa norma UNI, e sono utilizzati per l'isolamento in situ di tetti, solai di copertura, muri e pavimenti. La norma fornisce le specifiche per i prodotti prima dell'installazione, descrive le caratteristiche del prodotto e contempla le procedure per le prove, la valutazione di conformità, la marcatura e l'etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14317-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 14317-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14317-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Fibre di legno**

I requisiti per i prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica con o senza rivestimenti rigidi o flessibili o vernici, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13171**. I prodotti sono fabbricati in forma di rotoli, materassini, feltri, lastre o pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14371**.

norma di riferimento

**UNI EN 13171** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 14317-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14317-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

**Sughero espanso**

I requisiti per i prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13170**. I prodotti sono fabbricati con sughero granulato, agglomerato senza aggiunta di leganti e forniti sotto forma di pannelli senza rivestimenti.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14370**.

norma di riferimento

**UNI EN 13170** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

**Art. 41. Prodotti per isolamento e assorbimento acustico**

**Prodotti per assorbimento acustico**

Si definiscono *materiali assorbenti acustici* (o *materiali fonoassorbenti*) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha_w$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha_w = W_a / W_i$$

dove

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_a$  = energia sonora assorbita.

**Classificazione dei materiali**

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano come segue:

- materiali fibrosi:
  - minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);
  - vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- materiali cellulari minerali:
  - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
  - laterizi alveolari;
  - prodotti a base di tufo.
- materiali cellulari sintetici:
  - poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
  - polipropilene a celle aperte.

**Caratteristiche costruttive**

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte nella norma **UNI EN ISO 354**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto esecutivo.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

I prodotti devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 354** – *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante.*

**Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera**

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera, devono essere dichiarate le stesse

caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, comprese tra quelle elencate nella tabella 41.1, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

Se i valori non vengono prescritti, valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica. Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

**Tabella 41.1. Caratteristiche di idoneità all'impiego dei materiali fonoassorbenti in relazione alla loro destinazione d'uso**

Caratteristica	Unità di misura	Destinazione d'uso	A	B	C	D	valori richiesti
Comportamento all'acqua: –	assorbimento d'acqua per capillarità; –	assorbimento d'acqua per immersione %; –					resistenza a
gelo e a disgelo cicli; –	permeabilità vapor d'acqua. %	% cicli m	(.....)	(.....)	(.....)	(.....)	
Caratteristiche meccaniche: –	resistenza a compressione e a carichi di lunga durata; –	resistenza a taglio parallelo alle facce; –					
	resistenza a flessione; –	resistenza a punzonamento; –					N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> %
(.....) (.....) (.....) (.....) (.....)							
Caratteristiche di stabilità: –	stabilità dimensionale; –	coefficiente di dilatazione lineare; –					temperatura limite di esercizio: A
=.... B =.... C =.... D =....	% mm/m °C	(.....) (.....) (.....)					

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 354** – *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante*; **UNI EN ISO 11654** – *Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico*;

**UNI ISO 13472-1** – *Acustica. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali. Metodo della superficie estesa*;

**UNI EN 12354-6** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

#### Prodotti per isolamento acustico

##### Definizioni

Si definiscono *materiali isolanti acustici* (o *materiali fonoisolanti*) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante ( $R$ ) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i / W_t$$

dove:

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_t$  = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dalla eventuale presenza di intercapedini d'aria.

##### Caratteristiche costruttive

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma

**UNI EN ISO 140-3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto.

Saranno, inoltre, da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;



- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura.

I prodotti devono essere accompagnati dalla dichiarazione di prestazione.

norme di riferimento

**UNI EN ISO 140-1** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;*

**UNI EN ISO 140-3** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;*

**UNI EN ISO 140-4** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;*

**UNI EN ISO 140-5** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;*

**UNI EN ISO 140-6** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;*

**UNI EN ISO 140-7** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;*

**UNI EN ISO 140-8** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato;*

**UNI EN ISO 140-11** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato;*

**UNI EN ISO 140-12** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato;*

**UNI EN ISO 140-14** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera;*

**UNI EN ISO 140-16** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale;*

**UNI EN ISO 140-18** – *Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione;*

**UNI EN 12354-1** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;*

**UNI EN 12354-2** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;*

**UNI EN 12354-3** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;*

**UNI EN 12354-4** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno;*

**UNI EN 12354-6** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc., significativi dello strato realizzato.

#### **Art. 42. Apparecchi sanitari**

Terminologia, classificazione e limiti di accettazione

Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche.

In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o gres porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma **UNI 4542**.

---

norme di riferimento

**UNI 4542** – *Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;*

**UNI 4543-1** – *Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;*

**UNI 4543-2** – *Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.*

**Requisiti**

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

**Norme di riferimento**

Lavabi, lavamani e lavelli da cucina

Le caratteristiche dei lavabi, dei lavamani e dei lavelli da cucina, devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 14688** – *Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI EN 13310** – *Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI EN 695** – *Lavelli da cucina. Quote di raccordo;* **UNI EN 14296** – *Apparecchi sanitari. Lavabi a canale;* **UNI EN 31** – *Lavabi. Quote di raccordo;*

**UNI EN 32** – *Lavabi sospesi. Quote di raccordo.*

**Vasi**

Le caratteristiche dei vasi devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 33** – *Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 34** – *Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 37** – *Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI EN 38** – *Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;*

**UNI 8196** – *Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;* **UNI EN 997** – *Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.*

**Orinatoi**

Gli orinatoi devono avere caratteristiche tali da consentire l'evacuazione anche di materiale solido di piccole dimensioni (mozziconi di sigarette, caramelle, ecc.), senza provocare l'ostruzione del raccordo di scarico.

---

norme di riferimento

**UNI EN 80** – *Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo;*

**UNI EN 12541** – *Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;*

**UNI EN 13407** – *Orinatoi a parete. Requisiti funzionali e metodi di prova.*

**Bidè**

Le caratteristiche dei bidè devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 35** – *Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;*

**UNI EN 36** – *Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;*

**UNI EN 14528** – *Bidè. Requisiti funzionali e metodi di prova;*

**UNI 8195** – *Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.*

#### Vasche da bagno

Le caratteristiche delle vasche da bagno devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 232** – *Vasche da bagno. Quote di raccordo;*

**UNI EN 198** – *Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici: UNI EN 263* – *Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.*

#### Piatti doccia

Le caratteristiche dei piatti doccia devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI EN 251** – *Piatti doccia. Quote di raccordo;*

**UNI EN 263** – *Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;*

**UNI EN 14527** – *Piatti doccia per impieghi domestici.*

#### Spazi minimi funzionali per egli apparecchi sanitari

##### Spazi minimi e misure di sicurezza

L'installazione degli apparecchi sanitari deve rispettare gli spazi minimi di rispetto previsti

dall'appendice O della norma **UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.* In particolare:

- lo spazio antistante l'apparecchio sanitario deve essere profondo almeno 55 cm;
- la tazza WC e il bidè devono essere distanti almeno 20 cm;
- la tazza WC, il bidè e il lavandino devono essere distanziati almeno 10 cm;
- il WC deve distare dalla parete laterale almeno 15 cm;
- il bidè deve distare dalla parete laterale almeno 20 cm.

I supporti di fissaggio, a pavimento o a parete, devono garantire la stabilità dell'apparecchio durante il suo uso, soprattutto se di tipo sospeso.

Gli apparecchi metallici devono essere collegati al conduttore di protezione, a sua volta collegato a rete di messa a terra.

Le prese di corrente in prossimità degli apparecchi sanitari devono avere requisiti tali da impedire la folgorazione elettrica.

Gli apparecchi sanitari devono essere idoneamente desolidarizzati in conformità all'appendice P della norma **UNI 9182**.

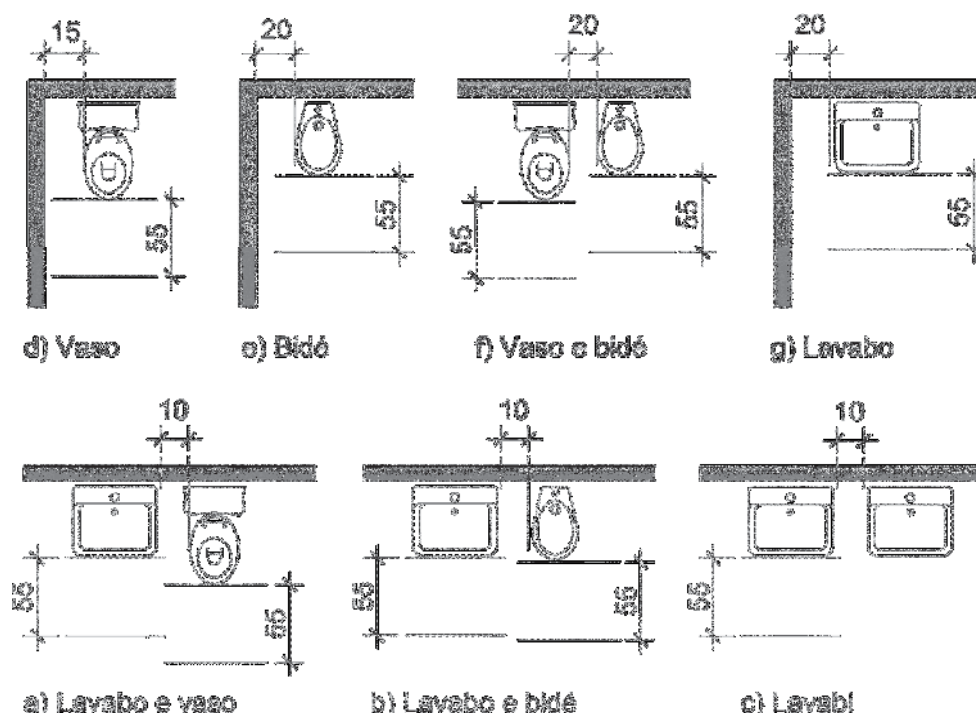


Figura 42.1. Spazi minimi per gli apparecchi sanitari (norma UNI 9182)

**Spazi minimi per i soggetti portatori di handicap deambulanti e su sedia a ruote**

Per garantire la manovra e l'uso degli apparecchi anche alle persone con impedita capacità motoria, deve essere previsto, in rapporto agli spazi di manovra di cui al punto 8.0.2 del D.M. n. 236/1989, l'accostamento laterale alla tazza WC, bidè, vasca, doccia, lavatrice e l'accostamento frontale al lavabo.

In particolare devono essere rispettati i seguenti spazi minimi funzionali:

- lo spazio necessario all'accostamento e al trasferimento laterale dalla sedia a ruote alla tazza WC e al bidet, ove previsto, deve essere minimo 100 cm misurati dall'asse dell'apparecchio sanitario;
- lo spazio necessario all'accostamento laterale della sedia a ruote alla vasca deve essere minimo di 140 cm lungo la vasca con profondità minima di 80 cm;
- lo spazio necessario all'accostamento frontale della sedia a ruote al lavabo deve essere minimo di 80 cm misurati dal bordo anteriore del lavabo.

**Accorgimenti per la collocazione degli apparecchi sanitari**

Relativamente alle caratteristiche degli apparecchi sanitari, inoltre:

- i lavabi devono avere il piano superiore posto a 80 cm dal calpestio ed essere sempre senza colonna con sifone, preferibilmente del tipo accostato o incassato a parete;
- i WC e i bidè preferibilmente sono di tipo sospeso. In particolare, l'asse della tazza WC o del bidè deve essere posto ad una distanza minima di 40 cm dalla parete laterale, il bordo anteriore a 75÷80 cm dalla parete posteriore e il piano superiore a 45÷50 cm dal calpestio.

Qualora l'asse della tazza WC o del bidè sia distante più di 40 cm dalla parete, si deve prevedere, a 40 cm dall'asse dell'apparecchio sanitario, un maniglione o corrimano per consentire il trasferimento. La doccia deve essere a pavimento, dotata di sedile ribaltabile e doccia a telefono.

**Impugnature di sicurezza**

Nei locali igienici deve, inoltre, essere prevista l'attrezzabilità con maniglioni e corrimano orizzontali e/o verticali in vicinanza degli apparecchi. Il tipo e le caratteristiche dei maniglioni o corrimano devono essere conformi alle specifiche esigenze riscontrabili successivamente all'atto dell'assegnazione dell'alloggio, e posti in opera in tale occasione.

Nei servizi igienici dei locali aperti al pubblico è necessario prevedere e installare il corrimano in prossimità della tazza WC, posto ad altezza di 80 cm dal calpestio, e di diametro 3-4 cm. Se fissato a parete, deve essere posto a 5 cm dalla stessa.

### Art. 43. Rubinetteria sanitaria

#### Categorie

La rubinetteria sanitaria è quella appartenente alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua.

#### norme di riferimento

**UNI EN 246** – Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei regolatori di getto; **UNI EN 248** – Rubinetteria sanitaria. Criteri di accettazione dei rivestimenti Ni-Cr; **UNI 11148** – Rubinetteria sanitaria. Doccette per rubinetteria da lavello;

**UNI 10856** – Rubinetteria sanitaria. Prove e limiti di accettazione dei rivestimenti organici; **UNI EN 15091** – Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;

**UNI EN 816** – Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica (PN 10);

**UNI EN 13828** – Valvole per edifici. Rubinetti a sfera di leghe di rame e di acciaio inossidabile, a comando manuale, per l'approvvigionamento di acqua potabile negli edifici. Prove e requisiti; **UNI 9182** – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

#### Requisiti ecologici

I prodotti “rubinetteria per sanitari” e “apparecchi sanitari” devono essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2013/250/UE e 2013/641/UE. In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il marchio Ecolabel;
- un'altra etichetta ambientale conforme alla **ISO 14024** che soddisfi i medesimi requisiti previsti dalle Decisioni sopra richiamate;
- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** da cui si evinca il rispetto del presente criterio. Ciò può essere verificato se nella dichiarazione ambientale sono presenti le informazioni specifiche relative ai criteri contenuti nelle Decisioni sopra richiamate.

La documentazione comprovante il rispetto del presente criterio dovrà essere fornita al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera.

#### Gruppi miscelatori

I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:

- comandi distanziati o gemellati;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale.
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore, mescolando prima i due flussi e regolando, poi, la portata della bocca di erogazione. Le due regolazioni sono effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta.

I miscelatori meccanici possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi:

- monocomando o bicomando;
- corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete);
- predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore termostatico, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

#### norme di riferimento

**UNI EN 817** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici (PN 10). Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1286** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1287** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;

**UNI EN 1111** – Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;

**UNI 9182** – Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

#### Caratteristiche prestazionali

La rubinetteria sanitaria, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, deve rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e, comunque, senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità e assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi;
- continuità nella variazione di temperatura tra la posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e i gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma **UNI EN 200** e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI. Per gli altri rubinetti si applica la norma **UNI EN 200** (per quanto possibile) o si farà riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

#### norme di riferimento

**UNI EN 200** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2. Specifiche tecniche generali;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

#### Rubinetti a passo rapido, flussometri (per orinatoi, vasi e vuotatoi)

I rubinetti a passo rapido, flussometri, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

#### norme di riferimento

**UNI EN 997** – *Apparecchi sanitari – Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.*

#### Cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi

Le cassette per l'acqua per vasi, orinatoi e vuotatoi, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio, sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione.

Le cassette di scarico devono essere conformi alla norma **UNI EN 14055**. La norma specifica la progettazione, i requisiti di prestazione e i metodi di prova delle cassette di scarico con i meccanismi di evacuazione, le valvole di alimentazione dell'acqua e il troppopieno per vasi ed orinatoi e si applica alle cassette di scarico progettate per essere collegate alla rete idrica potabile e installate all'interno degli edifici. La norma **UNI EN 14055** non si applica alle cassette di scarico sifoniche senza valvole automatiche per sistemi di scarico per orinatoi.

norme di riferimento

**UNI EN 14055** – *Cassette di scarico per vasi e orinatoi;*

**UNI EN 12541** – *Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

Tubi di raccordo rigidi e flessibili (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)

I tubi di raccordo rigidi e flessibili, indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

I tubi metallici flessibili devono essere conformi alla norma **UNI 9028**.

norme di riferimento

**UNI 11208** – *Flessibili estraibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);* **UNI EN 1112** – *Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);* **UNI EN 1113** – *Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10);*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

**UNI EN 13618** – *Tubazioni flessibili per impianti di acqua potabile – Requisiti funzionali e metodi di prova.*

Rubinetti idonei ai portatori di handicap

Nei locali igienici destinati a portatori di handicap, devono essere installati preferibilmente rubinetti con comando a leva, con erogazione dell'acqua calda regolabile mediante miscelatori termostatici, così come stabilito dal D.M. n. 236/1989.

I rubinetti devono essere facilmente azionabili dai soggetti portatori di handicap, specialmente se su sedia a ruote o deambulanti.

norme di riferimento

**UNI EN 1286** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori meccanici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 1287** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici a bassa pressione. Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 15091** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica;*

**UNI EN 1111** – *Rubinetteria sanitaria. Miscelatori termostatici (PN 10). Specifiche tecniche generali;*

**UNI EN 816** – *Rubinetteria sanitaria. Rubinetti a chiusura automatica PN 10;*

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

Fornitura e stoccaggio

I rubinetti devono essere forniti in imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere.

Il foglio informativo deve accompagnare il prodotto, dichiarando le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per il montaggio, la manutenzione, ecc.

#### **Art. 44. Dispositivi di scarico degli apparecchi sanitari**

Generalità

L'impianto di scarico interno per lo smaltimento delle acque reflue domestiche provenienti dagli apparecchi sanitari e degli elettrodomestici è composto da:

- collettori orizzontali di raccordo tra gli apparecchi utilizzatori e le colonne di scarico, meglio noti come diramazioni di scarico;
- colonne verticali di scarico;
- collettori orizzontali di scarico installati in vista all'interno di un edificio o interrati ai quali sono raccordati

le colonne di scarico o gli apparecchi sanitari del piano terra.

I sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici devono essere conformi alla norma **UNI EN 12056** varie parti. Le connessioni di scarico e i collettori di fognatura all'esterno degli edifici devono essere conformi alla **UNI EN 752**.

norme di riferimento

**UNI EN 752** – *Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici L*; **UNI EN 12056-1** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni*;

**UNI EN 12056-2** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo*;

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo*;

**UNI EN 12056-4** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo*;

**UNI EN 12056-5** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso*;

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Requisiti*;

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Metodi di prova*;

**UNI EN 274-3** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Controllo qualità*.

**Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari**

I requisiti relativi alle dimensioni, alle prestazioni, ai materiali e alla marcatura per dispositivi di scarico, sifoni e troppopieno per lavelli, piatti doccia, lavabi, bidè e vasche da bagno raccordati a sistemi di drenaggio a gravità, per qualsiasi destinazione d'uso dell'edificio devono essere conformi alla norma **UNI EN 274-1**.

La rispondenza deve comprovata anche da un'attestazione di conformità fornita dall'appaltatore.



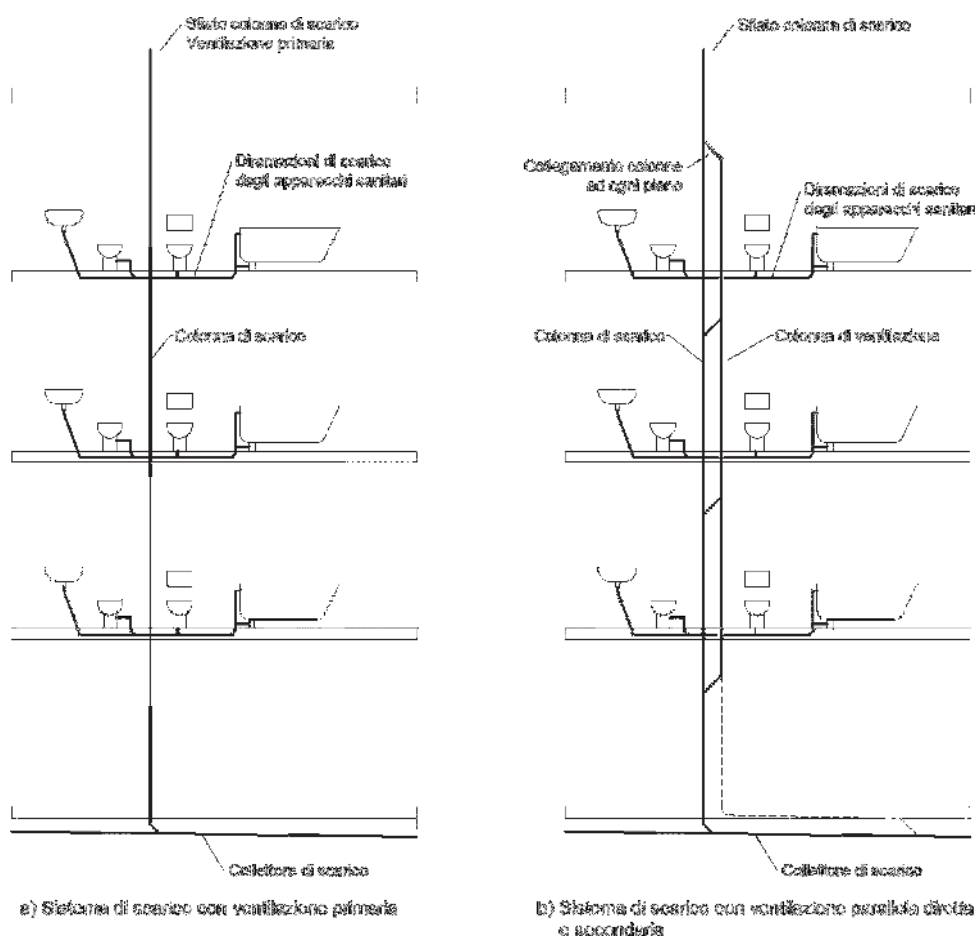


Figura 44.1. Componenti della rete di scarico di un impianto idrico interno

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 15334** – *Apparecchi sanitari. Dispersioni metacriliche ad alto contenuto di cariche.*

**Aspetto delle superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico**

Le superfici interne ed esterne dei dispositivi di scarico, ad esame visivo senza ingrandimento, devono essere lisce, prive di rientranze, rigonfiamenti o qualsiasi altro difetto di superficie che potrebbe comprometterne il funzionamento (**UNI EN 274-1**).

L'aspetto visivo dei rivestimenti elettrolitici NiCr deve essere conforme alla norma **UNI EN 248**.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 248** – *Rubineria sanitaria – Specifiche generali per rivestimenti elettrolitici Ni-Cr.*

**Sifoni**

Il sifone è un dispositivo che fornisce una tenuta idraulica tra l'uscita di scarico e il tubo di scarico, al fine di evitare l'entrata di aria maleodorante dal tubo di scarico nell'edificio, senza ostruire lo scarico dell'acqua reflua.

I sifoni possono essere del tipo cosiddetto a tubo o a bottiglia, e quest'ultimo deve presentare una suddivisione o un sifone rovesciato. Tutti i sifoni devono essere facilmente pulibili.

Le caratteristiche del sifone devono essere tali da non ridurre la profondità della tenuta dell'acqua al di sotto del

minimo necessario.

Gli ingressi al sifone devono essere tali da poter essere raccordati alle uscite di scarico di dimensioni appropriate, qualora il sifone sia fornito come elemento separato.

Ulteriori ingressi e troppopieno devono essere raccordati in modo tale da garantire la profondità della tenuta dell'acqua, in conformità al prospetto 2 della norma **UNI EN 274-1**.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti*;

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.*

#### **Pilette di scarico**

Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanitario, che può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una griglia fissa o rimovibile.

Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari pezzi uniti tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno. Esse possono includere un sifone.

Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni indicate nel prospetto 1 della norma **UNI EN 274-1**.

Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti.*

#### **Prova di sbalzo termico per pilette di scarico e i sifoni. Tenuta**

Le pilette di scarico e i sifoni devono essere sottoposti al passaggio di acqua calda e fredda per cinque cicli, come di seguito indicato:

- X l/s di acqua a una temperatura di °C per 15 min con una portata costante;
- X l/s di acqua a una temperatura di  $(20 \pm 5)$  °C per 10 minuti con una portata costante.

Il valore di X è la portata minima indicata nel prospetto 3 della norma **UNI EN 274-1**, ma con un massimo di 0,5 l/s. L'acqua deve entrare nella piletta di scarico alla temperatura richiesta.

norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti.*

#### **Tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola**

La tenuta di pilette di scarico con tappo o valvola, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, deve essere verificata:

- installando la piletta di scarico sul fondo del serbatoio di prova con il tappo in posizione o la valvola chiusa;
- riempiendo il serbatoio di prova con acqua a un'altezza di 120 mm e raccogliendo l'eventuale acqua che passa attraverso la valvola o il tappo della piletta di scarico durante un periodo di un'ora;
- misurando la quantità di acqua raccolta.

norme di riferimento

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova.*

#### **Tenuta dei sifoni**

Tutti i componenti e i raccordi del sifone, in conformità alla norma **UNI EN 274-2**, devono essere sottoposti a una pressione d'acqua di 0,01 MPa (0,1 bar) per un periodo di cinque minuti. Per i sifoni sottoposti a una prova di sbalzo termico, la tenuta deve essere verificata immediatamente dopo la prova.

norme di riferimento

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova.*

### Marcatatura

Tutti i dispositivi di scarico, posti in opera, devono essere marcati indelebilmente almeno con:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- il riferimento alla norma **UNI EN 274**.

Se la marcatatura del prodotto non è praticabile, tale informazione deve essere riportata sull'imballaggio del prodotto.

#### norme di riferimento

**UNI EN 274-1** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Requisiti;*

**UNI EN 274-2** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Metodi di prova;*

**UNI EN 274-3** – *Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari. Controllo qualità.*

### Tubazioni degli impianti di scarico

Le tubazioni degli impianti di scarico devono essere quelle previste in progetto, in generale possono essere impiegate le tubazioni dei seguenti materiali previa autorizzazione del direttore dei lavori:

- materiale plastico: polietilene(PE), polivinilcloruro (PVC), polipropilene (PP);
- gres ceramico;
- fibrocemento;
- ghisa;
- acciaio;
- rame;
- calcestruzzo.

Le colonne di scarico devono avere il diametro minimo DN 100, mentre il diametro minimo delle colonne di ventilazione deve essere di DN 60 per la colonna primaria DN 100 mm e di DN 7 per le colonne primarie DN 125.

### **Art. 45. Tubazioni per impianti di adduzione dell'acqua, gas, fognature, ecc.**

Ai fini dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, ha facoltà di eseguire dei controlli in cantiere o presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito per accertarne la rispondenza contrattuale, nello specifico:

- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo che sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, ad ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti esterni (spessori e integrità);
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa.

I prodotti devono essere accompagnati da dichiarazione di prestazione rilasciata dal fabbricante.

#### 45.1. Tubi in acciaio

L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità, e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle **UNI EN 10025**, o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm<sup>2</sup>;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

norme di riferimento

**UNI EN 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10346** – *Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo – Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10025** – *Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;*

**C.M. 5 maggio 1966, n. 2136** – *Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione di acquedotti.*

**Tolleranze**

La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- a) spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
  - in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
  - in più: limitate dalle tolleranze sul peso.
- b) diametro esterno  $\pm 1,5\%$  con un minimo di 1 mm;
- c) diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm dalle estremità:
  - 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
  - 2,5 mm; – 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.
- d) sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;
- e) sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm<sup>3</sup> sono ammesse le seguenti tolleranze:
  - sul singolo tubo: + 10%; – 8%;
  - per partite di almeno 10 t:  $\pm 7,5\%$ .

**Tipologie tubi**

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati, e ad ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio.

Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto *della serie normale*, mentre quelle con spessore minimo si definiscono *della serie leggera*.

**Tubi senza saldatura**

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 m, con tolleranze di + 10 mm per i tubi fino a 6 m, e di + 15 mm per tubi oltre 6 m. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma **UNI EN 10224**.

Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma **UNI EN 10224**.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

norme di riferimento

**UNI EN 10224** – *Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10216-1** – *Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;*

**UNI EN 10255** – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;*

**UNI EN 10208-1** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

**UNI EN 10208-2** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

#### Tubi con saldatura

Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:

**UNI EN 10217-1** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;*

**UNI EN 10217-2** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**UNI EN 10217-3** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;*

**UNI EN 10217-4** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**UNI EN 10217-5** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;*

**UNI EN 10217-6** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di*

*fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;*

**UNI EN 10217-7** – *Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.*

#### Designazione e marcatura dei materiali

La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:

- la denominazione “tubo”;
- la norma UNI di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

#### Rivestimento interno

I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti interni più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno, deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo in acciaio dovrà agire praticamente come armatura.

Il rivestimento interno deve essere idoneo al trasporto di acqua potabile; non deve alterarne le caratteristiche di potabilità.

Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

#### norme di riferimento

**UNI ISO 6600** – *Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione.*

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno deve essere di polietilene applicato per estrusione, con classe di spessore rinforzata (R) a triplo strato (R3) come prescritto dalla norma **UNI 9099**.

Lo spessore del rivestimento deve essere almeno:

- mm 1,8 fino a DN 100;
- mm 2,0 per DN 125 fino a DN 250;
- mm 2,2 per DN 300 fino a DN 500;
- mm 2,5 per DN 600.

La prestazione di isolamento elettrico del rivestimento deve garantire assenza di scariche elettriche durante l'uso di un rivelatore ad alta tensione regolato a 20 kV.

Il rivestimento esterno deve essere di colore nero o, nel caso di rivestimento interno in malta cementizia, azzurro

La conformità del rivestimento deve essere attestata da parte del rivestitore

I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento.

In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti.

#### norme di riferimento

**UNI 9099** – *Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione.*

#### 45.2. Tubazioni in gres

I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma **UNI EN 295** definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.

#### Dimensioni

I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto I della norma **UNI EN 295-1**, che vanno da 100 mm a 1200 mm. La norma ammette anche diametri maggiori a certe condizioni. Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto II della citata norma **UNI EN 295-1**. La tolleranza ammessa per i tubi e per gli elementi complementari deve essere contenuta entro  $-1\%$  e  $+4\%$ , con un minimo di  $\pm 10$  mm.

#### Sistemi di giunzione

Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni, sono indicati dalla norma **UNI EN 295** (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretanica liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dal punto 15 della norma **UNI EN 295-3**, devono rispettare le limitazioni del prospetto VII della norma **UNI EN 295-1**. In particolare, le guarnizioni devono avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione:  $= 2 \text{ N/mm}^2$ ;
- allungamento a rottura:  $= 90\%$ ;
- durezza:  $67 \pm 5$  shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità di cui al punto 14 della norma **UNI EN 295-3**.

I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma **UNI EN 295**, devono essere sottoposti alle prove di cui alla norma **UNI EN 295-3** (punto 16), e soddisfare le prescrizioni (indice di rammollimento, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura elevata) del prospetto VIII della norma **UNI EN 295-1**. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova di cui al punto 17 della norma **UNI EN 295-3**, resistendo ad una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il quale si dispone la punta del pezzo successivo.

Per le giunzioni, la norma **UNI EN 295** prevede i seguenti materiali:

- guarnizioni ad anello di gomma;
- elementi di tenuta di poliuretano;
- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di  $50 \text{ kN/m}^2$  (0,5 bar) con deviazione angolare rispettivamente di

80 mm/m per DN 100-200, di 30 mm/m per DN 225/500, di 20 mm/m per DN 600-800 e di 10 mm/m per DN > 800.

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal produttore, come indicato al punto 3.1.5 della norma **UNI EN 295-1**.

Per la tenuta all'acqua dei sistemi di giunzione si eseguirà la prova secondo il punto 9 della norma **UNI EN 295-3**.

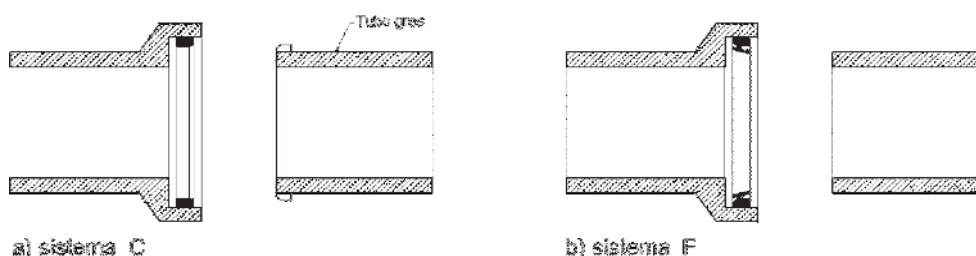


Figura 45.1. Sistemi di giunzioni tubi in gres con giunto a bicchiere e guarnizione elastica (norma UNI EN 295)

#### Norme di riferimento

Per gli elementi in gres si farà riferimento alle norme di seguito riportate.

##### a) tubi

**UNI EN 295-1** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni; **UNI EN 295-2** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento;

**UNI EN 295-3** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova; **UNI EN 295-4** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili;

**UNI EN 295-5** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres;

**UNI EN 295-6** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres;

**UNI EN 295-7** – Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per tubi e sistemi di giunzione di gres per tubazioni con posa a spinta.

##### b) mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi

**UNI 9459** – Mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove.

#### Tubazioni in PVC

Le principali norme di riferimento per le condotte in pvc pieno e strutturato sono:

- per i fluidi in pressione: **UNI EN 1452**;
- per gli scarichi nei fabbricati: **UNI EN 1329** e **UNI 1543** (pvc strutturato);
- per le fognature: **UNI EN 1401**;
- per gli scarichi industriali: **UNI EN ISO 15493**.

**Componenti in materie plastiche con contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata**

Il contenuto di materia prima seconda riciclata o recuperata deve essere pari ad almeno il 30% in peso valutato sul totale di tutti i componenti in materia plastica utilizzati. Il suddetto requisito può essere derogato nel caso in cui il componente impiegato rientri contemporaneamente nelle due casistiche sotto riportate:

- abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali per esempio acque meteoriche (membrane per impermeabilizzazione);
- sussistano specifici obblighi di legge relativi a garanzie minime di durabilità legate alla suddetta funzione.

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio tramite la documentazione nel seguito indicata, che dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase

di esecuzione dei lavori, prima della posa in opera: l'elenco dei componenti in materie plastiche costituiti, anche parzialmente, da materie riciclate o recuperate, ed il peso del contenuto di materia riciclata o recuperata rispetto al peso totale dei componenti in materie plastiche utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma **UNI EN 15804** e alla norma **ISO 14025** oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla norma **ISO 14021**, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che dimostri il rispetto del criterio.

**Tubazioni per adduzione d'acqua**

La norma **UNI EN 1452-1** specifica gli aspetti generali dei sistemi di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo dell'adduzione d'acqua. Le parti comprese tra la seconda e la quinta della stessa norma si applicano ai tubi, raccordi, valvole e attrezzature ausiliarie di PVC-U e anche alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici e non plastici, che possono essere utilizzati per gli impieghi seguenti:

- condotte principali e diramazioni interrate;
- trasporto di acqua sopra terra sia all'esterno che all'interno degli edifici;
- fornitura di acqua sotto pressione a circa 20 °C (acqua fredda), destinata al consumo umano e per usi generali.

La norma è anche applicabile ai componenti per l'adduzione d'acqua fino 45 °C compresi.

Le caratteristiche della polvere di pvc devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 45.1.

**Tabella 45.1. Caratteristiche della resina (polvere) di PVC**

Caratteristiche	Requisiti
Valore K	Peso specifico apparente
Granulometria $v_{0m}$	residuo (vinil cloruro monomero)
Sostanze volatili	65÷70 0,5÷0,6 > 250 mm 5% max
< 63 mm 5% max < 1 ppm (1mg/kg max) = 0,3%	

**Composizione di PVC-U**

Il materiale con cui sono prodotti i tubi in PVC-U, i raccordi e le valvole, deve essere una composizione (compound) di policloruro di vinile non plastificato. Questa composizione deve consistere di una resina PVC-U, alla quale sono aggiunte le sostanze necessarie per facilitare la fabbricazione di tubi, raccordi e valvole conformi alle varie parti della norma **UNI EN 1452**. Nessuno degli additivi deve essere utilizzato, separatamente o insieme agli altri, in quantità tali da costituire un pericolo tossico, organolettico o microbiologico, o per influenzare negativamente la fabbricazione o le proprietà di incollaggio del prodotto, o, ancora, per influire negativamente sulle sue proprietà, fisiche o meccaniche (in particolare la resistenza agli urti e la resistenza meccanica a lungo termine), come definito in varie parti della norma **UNI EN 1452**. Non è ammesso l'impiego di:

- plastificanti e/o cariche minerali che possano alterare le caratteristiche meccaniche e igieniche del tubo;
- pvc proveniente dalla rigenerazione di polimeri di recupero, anche se selezionati;
- materiale di primo uso estruso, ottenuto, cioè, dalla molitura di tubi e raccordi, già estrusi anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Le caratteristiche del blend in forma di tubo devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-1** e soddisfare la tabella 45.2.

**Tabella 45.2. Caratteristiche della miscela**

Caratteristiche	Requisiti
M.R.S. (secondo ISO/TR 9080)	= 25 MPa
Peso specifico	1,35÷1,46 g/cm³
Carico unitario a snervamento	= 48 MPa



Conduktivität thermisch 0,13 kcal/mh°C

La parete del tubo deve essere opaca e non deve trasmettere più dello 0,2% della luce visibile, misurata secondo la norma **UNI EN 578**. Questo requisito non è applicabile ai tubi di colore crema.

Le caratteristiche meccaniche e fisiche dei tubi devono rispondere ai requisiti della norma **UNI EN1452-2** e soddisfare la tabella 45.3.

La lunghezza nominale del tubo, normalmente di 6 m, deve essere una lunghezza minima, che non deve comprendere la profondità delle parti del bicchiere.

110	2.7	4.2	6.6	8.1
-----	-----	-----	-----	-----

125	3.1	4.8	7.4	9.2
140	3.5	5.4	8.3	10.3
160	4.0	6.2	9.5	11.8
180	4.4	6.9	10.7	13.3

	Diametro esterno nominale $d_n$ [mm]				Spessore di parete nominale (minimo) [mm]			
	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar	PN 6 bar	PN 10 bar	PN 16 bar	PN 20 bar
200	4.9	7.7	11.9	14.7				
225	5.5	8.6	13.4	16.6				
250	6.2	9.6	14.8	18.4				
280	6.9	10.7	16.6	20.6				
315	7.7	12.1	18.7	23.2				
355	8.7	13.6	21.1	26.1				
400	9.8	15.3	23.7	29.4				
450	11.0	17.2	26.7	33.1				
500	12.3	19.1	29.7	36.8				
630	15.4	24.1	-	-				
710	17.4	27.2						
800	19.6	30.6						
900	22.0	-						
1000	24.5							

#### Spessori di parete e relative tolleranze

Gli spessori nominali di parete  $e_n$  sono classificati in base alle serie dei tubi  $S$ .

Lo spessore nominale di parete corrisponde allo spessore di parete minimo ammissibile.

Lo spessore nominale di parete deve essere conforme al prospetto 2 della norma **UNI EN 1452-2**, appropriato alla serie del tubo.

La tolleranza per lo spessore di parete medio  $e_m$  deve essere conforme al prospetto 3 della norma **UNI EN 1452-2**.

#### Estremità dei tubi per giunti con guarnizione o incollati

I tubi con estremità lisce da utilizzare con guarnizioni elastomeriche o con bicchieri incollati, devono essere smussate come illustrato in figura 3 della norma **UNI EN 1452-2**. I tubi a estremità lisce, da utilizzare per altri giunti incollati, non devono avere bordi acuminati come previsto dalla stessa norma.

#### Guarnizioni di tenuta

Il materiale impiegato per gli anelli di tenuta utilizzati nelle giunzioni dei tubi deve rispondere alla norma **UNI EN 681-1** e deve essere conforme alla classe appropriata. Le guarnizioni devono essere assolutamente atossiche secondo le normative cogenti (disciplina igienico sanitaria).

Il sistema di giunzione, per ciascuna classe di pressione (PN) presente nella fornitura, deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1452-5**, ed essere testato secondo le norme:

- **UNI EN ISO 13844** – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta a pressioni negative;*
- **UNI EN ISO 13845** – *Guarnizioni elastomeriche per giunti a bicchiere per l'uso con tubi di PVC-U. Metodo di prova per la tenuta alla pressione interna con deflessione angolare del giunto.*

#### Marcatura

I particolari della marcatura devono essere stampati o formati direttamente sul tubo a intervalli massimi di 1 m, in modo che dopo immagazzinamento, esposizione alle intemperie, maneggio e posa in opera, la leggibilità sia mantenuta durante l'uso del prodotto. La marcatura non deve provocare fessure o altri tipi di deterioramento del prodotto. Il colore delle informazioni stampate deve essere differente dal colore di base dei tubi. I caratteri della marcatura devono essere tali da essere leggibili senza ingrandimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare almeno le seguenti indicazioni:

- numero della norma di sistema (**UNI EN 1452**);
- nome del fabbricante e/o marchio commerciale;
- materiale;
- diametro esterno nominale  $d_n$ ;
- spessore di parete  $e_n$ ;
- pressione nominale PN1;
- informazioni del fabbricante;

- numero della linea di estrusione.

I tubi da impiegare specificamente per la distribuzione di acqua pubblica devono, inoltre, riportare una marcatura con la parola *acqua*.

#### Tubazioni per fognature e scarichi interrati non in pressione

##### Requisiti della materia prima dei tubi e dei raccordi

Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il pvc nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il pvc nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina pvc nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di pvc = 80% in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.
- raccordi: contenuto di PVC = 85% in massa verificato secondo la norma **UNI EN 1905** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro*.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

**Tabella 45.5. Caratteristiche della materia prima in forma di tubo**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	UNI	EN
Contenuto di PVC 1905	= 80% in massa	Determinazione analitica del contenuto di PVC in base al contenuto di cloro totale		UNI	EN
Massa volumica	< 1,53 gr/cm3	Prova: metodo per immersione	ISO 1183		
Resistenza alla pressione interna		Nessun cedimento durante il periodo di prova			Chiusure di estremità tipo A o tipo B
UNI EN 921					
	Temperatura di prova	60 °C			
	Orientamento	libero			
	Numero di provette	3			
	Tensione circonferenziale	10 MPa			
	Tempo di condizionamento	1 h			
	Tipo di prova	acqua in acqua			
	Periodo di prova	1000 h			

#### Caratteristiche dei tubi

I tubi in PVC-U a parete compatta devono avere classe di rigidità nominale SN ..... (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR ....., conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o uD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### Raccordi

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m<sup>2</sup>), diametro ..... (mm), spessore ..... (mm), SDR max 41, conformi alla norma **UNI EN 1401-1** e classificati con codice d'applicazione u (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o uD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma **UNI EN 681-1** e realizzato con materiale elastomerico.

#### Dimensioni dei tubi

I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma **UNI EN 1401** capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori dovranno essere conformi alla tabella 45.6, le caratteristiche meccaniche dovranno essere conformi alla tabella 45.7 e le caratteristiche fisiche dovranno essere conformi alla tabella 45.8.

**Tabella 45.6. Dimensione dei tubi**

Dimensione nominale [DN/OD]				Diametro esterno nominale $d_e$ SN2 SDR 51				SN4 SDR 41	SN 8 SDR 34
		e min	e max	e min	e max	e min	e max		
110	110	-	-	3.2	3.8	3.2	3.8		
125	125	-	-	3.2	3.8	3.7	4.3		
160	160	3.2	3.8	4.0	4.6	4.7	5.4		
200	200	3.9	4.5	4.9	5.6	5.9	6.7		

Dimensione nominale [DN/OD]				Diametro esterno nominale $d_e$ SN2 SDR 51				SN4 SDR 41	SN 8 SDR 34
		e min	e max	e min	e max	e min	e max		
250	250	4.9	5.6	6.2	7.1	7.3	8.3		
315	315	6.2	7.1	7.7	8.7	9.2	10.4		
355	355	7.0	7.9	8.7	9.8	10.4	11.7		
400	400	7.9	8.9	9.8	11.0	11.7	13.1		
450	450	8.8	9.9	11.0	12.3	13.2	14.8		
500	500	9.8	11.0	12.3	13.8	14.6	16.3		
630	630	12.3	13.8	15.4	17.2	18.4	20.5		
710	710	13.9	15.5	17.4	19.4	-	-		
800	800	15.7	17.5	19.6	21.8	-	-		
900	900	17.6	19.6	22.0	24.4	-	-		
1000	1000	19.6	21.8	24.5	27.2	-	-		

Tabella 45.7. Caratteristiche meccaniche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodi di prova		
Resistenza all'urto	TIR = 10%	Temperatura di prova	(0±1) °C	UNI EN 744	
	Mezzo di condizionamento	Acqua o aria			
	Tipo di percussore	d 90			
	Massa del percussore per:				
	$d_{em} = 110$ mm	1 kg			
	$d_{em} = 125$ mm	1,25 kg			
	$d_{em} = 160$ mm	1,6 kg			
	$d_{em} = 200$ mm	2,0 kg			
	$d_{em} = 250$ mm	2,5 kg			
	$d_{em} > 315$ mm	3,2 kg			
	Altezza di caduta del percussore per:				
	$d_{em} < 110$ mm	1600 mm			
	$d_{em} > 110$ mm	2000 mm			

Tabella 45.7. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	
Temperatura di rammollimento Vicat ( $v_{st}$ )	> 79°C	conformi alla norma	UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: –	per $e = 8$ mm: 15 min; – per $e > 8$ mm: 30 min. oppure: UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido	
16 mm: 120 min.	UNI EN 743. Metodo B: in aria	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: – $e = 4$ mm: 30 min; 30 min; – 4 mm < $e = 8$ mm: 60 min; – $e >$		
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580	

Tabella 45.8. Caratteristiche fisiche

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova	
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	> 79°C	conformi alla norma	UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	= 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 15 min oppure: temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 743. Metodo A: bagno liquido	
	UNI EN 743. Metodo B: in aria			
Resistenza al dicloro-metano ad una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	temperatura di prova: 15 °C tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580	

### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1401** e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1401**;
- codice d'area di applicazione: u e ud;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- indicazione del materiale (PVC-U);
- dimensione nominale (DN/OD);
- spessore minimo di parete (SDR);

- rigidità anulare nominale (SN);
- informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).

#### Sistema qualità e certificazioni

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità alla norma **UNI EN ISO 9001** del proprio sistema di qualità aziendale, rilasciata secondo la norma **UNI CEI EN 45012** da società o enti terzi riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve essere in possesso di certificati di conformità del prodotto (marchio di qualità) sull'intera gamma fornita, rilasciati secondo la norma **UNI CEI EN 45011** da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.

La ditta produttrice deve allegare alle consegne una dichiarazione di prestazione alla norma con specifico riferimento al contenuto minimo di resina PVC = 80% in massa per i tubi.

#### Tubazioni per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

##### Materiale di base

I tubi e i raccordi devono essere realizzati con PVC-U e adeguati additivi.

Il contenuto di PVC deve essere maggiore o uguale all'80% per tubi e all'85% per i raccordi. Il valore di PVC deve essere determinato con metodo in base alla norma **UNI EN1905**.

È ammesso l'utilizzo di materiale non vergine, secondo le modalità specificate dall'allegato A della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura, i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici, per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati:

- codice B: per l'area di applicazione dei componenti destinati all'uso sopra terra all'interno degli edifici o per componenti all'esterno degli edifici fissati alle pareti;
- codice D: riferito ad un'area sotto ed entro 1 m dall'edificio dove i tubi e i raccordi sono interrati e collegati al sistema di tubazione interrato per le acque di scarico;
- codice BD: riferito ai componenti destinati alle applicazioni in entrambe le aree B e D.
- codici U e UD: non sono compresi dalla norma **UNI EN 1329-1**. Per la relativa definizione si rimanda alla norma **UNI EN 1401-1**.

#### Utilizzo

La norma **UNI EN 1329-1** si applica ai tubi e ai raccordi di PVC-U, alle loro giunzioni e alle giunzioni con componenti di altri materiali plastici (marcati con B o BD) destinati ai seguenti utilizzi:

- tubazioni di scarico per acque domestiche a bassa e ad alta temperatura;
- tubi di ventilazione collegati agli scarichi di cui al punto precedente;
- scarichi di acque piovane all'interno della struttura dell'edificio;

I tubi e i raccordi possono essere utilizzati in due aree di applicazione, ovvero all'interno della struttura degli edifici (marcati con sigla B) e nel sottosuolo entro la struttura degli edifici (marcati con sigla BD). La lunghezza dei tubi non comprende il bicchiere.

Per l'uso di tubazioni interrate nell'area interna della struttura dell'edificio, si intendono solamente i componenti (marcati BD) con diametro esterno nominale uguale o maggiore di 75 mm.

#### Caratteristiche geometriche

Le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- il diametro esterno nominale è compreso tra 32-315 mm;
- l'ovalizzazione è  $= 0,024 d_n$ ;
- la lunghezza tubi è definita dal produttore (escluso il bicchiere);
- lo smusso della testata del tubo ha un angolo compreso tra i 15° e i 45°;
- lo spessore della parete varia in funzione del  $d_n$  e dell'area di applicazione;
- la lunghezza, il diametro e gli spessori dei raccordi sono definiti dalla norma **UNI EN 1329-1**, in funzione del tipo di giunto da realizzare e dell'area di applicazione;
- i raccordi sono realizzati con curve, manicotti, riduzioni e deviatori, secondo figure definite.

#### Caratteristiche meccaniche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate dalla resistenza all'urto e per aree fredde con urto a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

#### Caratteristiche fisiche

Le caratteristiche dei tubi sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- ritiro longitudinale;
- resistenza di clorometano;

Le caratteristiche dei raccordi, invece, sono identificate da:

- temperatura di rammollimento Vicat;
- effetti calore.

Tali valori sono riassunti nella tabella 45.8.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il grigio.

#### Raccordi

I raccordi possono essere realizzati con due sistemi di giunzione:

- bicchiere a guarnizione monolabbro;
- bicchiere ad incollare.

#### Guarnizioni di tenuta

La guarnizione di tenuta non deve presentare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non deve provocare la non rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti del prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

I materiali per le guarnizioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 681-1** o alla norma

**UNI EN 681-2**, a seconda dei casi.

Le guarnizioni di elastomeri termoplastici (TPE) devono, inoltre, essere conformi ai requisiti prestazionali a lungo termine specificati nel prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Adesivi

Gli adesivi impiegati devono essere colle a solvente e devono essere specificati dal fabbricante dei tubi o dei raccordi o da un accordo tecnico di parte terza.

Gli adesivi non devono esercitare effetti nocivi sulle proprietà del tubo e del raccordo e non devono causare la mancata rispondenza dell'assemblaggio di prova ai requisiti previsti dal prospetto 21 della norma **UNI EN 1329-1**.

#### Emissione di rumore

I sistemi di tubazioni devono garantire un'emissione di rumore inferiore a quanto previsto dal

D.P.C.M. 5 dicembre 1991, che per impianti a funzionamento discontinuo prevede un limite di 35 dB misurato in opera secondo la norma **UNI EN ISO 16032**. I sistemi di tubazioni devono essere realizzati con materiali che permettano la classificazione al fuoco secondo la norma **UNI EN 13051** e le relative euroclassi di reazione al fuoco. Garantiscono la posa a regola d'arte secondo quanto previsto da D.M 22 gennaio 2008, n. 37.

#### Procedura di controllo della produzione

L'azienda produttrice deve esibire la procedura di controllo della produzione secondo la norma **UNI EN ISO 9001** e con procedure assimilabili ed esibire certificazioni di qualità dei sistemi di tubazioni rilasciate da enti riconosciuti e qualificati Sincert.

#### Marcatura

La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma **UNI EN 1329-1**, con intervalli di massimo 1 m, e contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- spessore di parete minimo;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare per l'area di applicazione BD;
- informazione del fabbricante;

Per impiego a basse temperature (simbolo del cristallo di ghiaccio), la marcatura dei raccordi deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- numero della norma: **UNI EN 1329-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- diametro nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- rigidità anulare nominale per applicazione nell'area BD.

La marcatura per incisione deve ridurre lo spessore per non più di 0,25 mm. In caso contrario, non deve essere ritenuta conforme.

#### Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua

**UNI EN 1452-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità;

**UNI EN 1452-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi;

**UNI EN 1452-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Raccordi;

**UNI EN 1452-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Valvole e attrezzature ausiliarie;

**UNI EN 1452-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI ENV 1452-6** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione;

**UNI ENV 1452-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

b) tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione

**UNI EN 1401-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**UNI ENV 1401-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità;

**UNI ENV 1401-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione; **UNI EN 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**UNI EN 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità;

c) tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati  
– parete piena:

**UNI EN 1329-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;

**UNI ENV 1329-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

– parete strutturata:

**UNI EN 1453-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi e il sistema;

**UNI ENV 1453** – Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

#### Tubazioni di fibrocemento

Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico per sistemi a gravità

I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma **UNI EN 197-1**. La legge 27 marzo 1992, n. 257 – Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto – ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce, oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m<sup>2</sup>. In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma **UNI EN 588-1**, valido per diametro nominale fino a 1000. Per diametri nominali superiori dovrà farsi riferimento a quanto riportato al punto 4.7.1 della norma **UNI EN 588-1**.

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma **UNI EN 588-1**.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma **UNI EN 588-1**.

#### Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dal punto 4.1.1 della norma **UNI EN 588-1** dovrà essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.



In particolare per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- sigla NT.

#### Giunti, raccordi e guarnizioni

I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere ad una pressione idrostatica interna o esterna di  $100 \pm 10$  kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma **UNI EN 681-1** (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

#### Controllo della qualità

I prodotti, con riferimento al punto 7 della norma **UNI EN 588-1**, devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma **UNI EN 588-1**);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma **UNI EN 588-1**);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma **UNI EN 588-1**).

#### Norme di riferimento

**UNI EN 588-1** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità;*

**UNI EN 588-2** – *Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere di ispezione.*

**UNI EN 681-1** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 1: Gomma vulcanizzata;* **UNI EN 681-2** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 2: Elastomeri termoplastici;* **UNI EN 681-3** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata;*

**UNI EN 681-4** – *Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato.*

#### Tubi in polietilene (PE)

##### Polietilene

La norma **UNI EN 1519-1** specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e il sistema di tubazioni di polietilene (PE) nel campo degli scarichi:

- all'interno della struttura dei fabbricati (marcati B);
- nei fabbricati, sia nel sottosuolo sia entro la struttura del fabbricato (marcati BD). La norma **UNI EN 1519-1** è applicabile ai tubi e ai raccordi di PE di seguito indicati:
- a estremità liscia;
- con bicchiere munito di guarnizione elastomerica;
- per giunti per fusione di testa;
- per giunti elettrofusi;
- per giunti meccanici.

#### Composizione del PE

La composizione per tubi e raccordi deve essere costituita da materiale di base polietilene (PE), al quale possono essere aggiunti gli additivi necessari per facilitare la fabbricazione dei componenti conformi ai requisiti della norma **UNI EN 1519-1**. Per esigenze della normativa antincendio possono essere impiegati anche altri additivi.

I raccordi fabbricati, o le parti di raccordi, fabbricati devono essere realizzati partendo da tubi e/o stampati conformi, tranne che per i requisiti dello spessore di parete e/o stampati di PE conformi alle caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale, come richiesto dalla norma **UNI EN 1519-1**.

#### Codice dell'area di applicazione

Nella marcatura i tubi e i raccordi devono essere identificati dai seguenti codici per indicare l'area di applicazione a cui sono destinati (**UNI EN 1519-1**):

- codice B: per l'area di applicazione all'interno del fabbricato e all'esterno per elementi fissati alle pareti;
- codice D: per l'area di applicazione al disotto del fabbricato ed entro 1 m di distanza dal fabbricato per tubi e raccordi interrati e collegati al sistema di scarico del fabbricato;
- codice BD: riferito ad applicazioni in entrambe le aree d'applicazione B e D.

#### Aspetto e colore dei tubi

I tubi all'esame visivo senza ingrandimento devono avere le superfici interne ed esterne lisce, pulite, ed esenti da screpolature, cavità e altri difetti superficiali suscettibili di impedire la conformità alla presente norma. Il materiale non deve contenere alcuna impurità visibile senza ingrandimento. Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi e i raccordi devono essere uniformemente colorati attraverso il loro intero spessore. Il colore raccomandato dei tubi e dei raccordi deve essere il nero.

#### Spessore di parete

Lo spessore di parete  $e$  deve essere conforme rispettivamente ai prospetti 3 e 4 della norma **UNI EN 1519-1**, nei quali per la serie metrica è ammesso uno spessore di parete massimo, in un punto qualsiasi, fino a  $1,25 e_{min}$ , purché lo spessore di parete medio  $e_m$  sia minore o uguale a quello specificato,  $e_{m,max}$ .

#### Tipi di raccordo

La norma **UNI EN 1519-1** si applica ai seguenti tipi di raccordo (ma ne sono ammessi anche altri tipi):

- a) curve:
- senza o con raggio di curvatura;
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere;
  - a segmenti saldati di testa.

Gli angoli nominali preferenziali  $\alpha$  dovrebbero essere da 15°, 22,5°, 30°, 45°, 67,5°, 80°, oppure compresi tra 87,5° e 90°.

- b) iramazioni e diramazioni ridotte (diramazioni singole o multiple):
- angolo senza o con raggio di curvatura;
  - codolo/bicchiere e bicchiere/bicchiere.

L'angolo nominale fissato  $\alpha$  dovrebbe essere da 45°, 67,5°, oppure compreso tra 87,5° a 90°.

- c) riduzioni;
- d) raccordi di accesso. Il diametro interno del foro per pulizia deve essere specificato dal fabbricante;
- e) manicotti:
- a doppio bicchiere;
  - collare per riparazioni;
  - bicchiere per saldatura testa a testa per tubo con estremità lisce;
  - tappi.

#### Marcatura e denominazione

La marcatura sul tubo richiesta dai punti 11.1 e 11.2 della norma **UNI EN 1519-1** deve essere durevole.

Essa deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento **UNI EN 1519-1**;
- dimensione nominale;
- spessore minimo di parete;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- serie di tubo per l'area di applicazione BD;

- tipo di bicchiere;
- informazioni del produttore.

La marcatura dei raccordi deve contenere:

- numero della norma **UNI EN 1519-1**;
- nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
- dimensione nominale;
- angolo nominale;
- materiale;
- codice dell'area di applicazione;
- spessore minimo di parete o serie di tubi per l'area di applicazione BD;
- tipo di bicchiere;
- informazioni del fabbricante.

#### Norme di riferimento

a) tubazioni di materia plastica per scarichi

**UNI EN 1519-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;

**UNI ENV 1519-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Guida per la valutazione della conformità;

**UNI EN 13476-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

**UNI EN 13476-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3:

*Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;*

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

#### Polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C.

I tubi di polietilene reticolato (PE-X) possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda).

Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.

Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile.

I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie, e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).

I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa.

I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.

**UNI 9338** – *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;*

**UNI 9349** – *Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.*

#### 45.6. Tubi in polipropilene (PP)

I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi.

Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100 °C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma **UNI EN ISO 15874-2**.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### Aspetto

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

##### Marcatura

Tutti i tubi e i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza.

##### Stoccaggio, movimentazione e trasporto

Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite, e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0°C.

##### norme di riferimento

a) installazioni di acqua calda e fredda

**UNI EN ISO 15874-1** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1: Generalità;*

**UNI EN ISO 15874-2** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2: Tubi;*

**UNI EN ISO 15874-3** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi;*

**UNI EN ISO 15874-5** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;*

**UNI CEN ISO/TS 15874-7** – *Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.*

b) scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati

**UNI EN 1451-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;*

**UNI ENV 1451-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità;*

**UNI EN 13476-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e*

*collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;*

**UNI EN 13476-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;*

**UNI EN 13476-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;

**UNI CEN/TS 13476-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

#### 45.7. Tubi in polietilene (PE)

I tubi di polietilene (PE), raccordi e valvole, a loro giunzioni e a giunzioni con componenti di altri materiali, devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (**UNI EN 12201-1**):

- pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
- temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma **EN 12201-1**.

#### Caratteristiche dei tubi

Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite, ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma **UNI EN 12201-2**. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.

#### Tubi in rotoli

I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate, come, per esempio, instabilità locali (imbozzamenti) e torsioni (attorcigliamenti).

#### Diametro medio esterno e scostamento dalla circolarità (ovalizzazione)

Il diametro medio esterno  $d_{em}$  e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma **UNI EN 12201-2**.

Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.

**Tabella 45.9. Diametri e spessori dei tubi in PE**

Diametro	Diametro esterno medio		Pressioni nominali																															
	min	max	2,5	4	6	10	16																											
10	12	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	10,0	12,0	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	
75,0	90,0	110,0	125,0	140,0	160,0	180,0	200,0	225,0	250,0	280,0	315,0	355,0	400,0	450,0	500,0																			
40,4	50,5	63,6	75,7	90,9	110,0	126,2	141,3	161,5	181,7	201,8	227,1	252,3	282,6	317,9	358,2	403,6	454,1	504,5														2,0	2,0	2,2
2,7	3,1	3,5	3,9	4,4	4,9	5,6	6,1	6,9	7,7	8,7	9,8	11,0	12,2					2,0	2,0	2,5	2,9	3,5	4,3	4,9	5,4	6,2	7,0	7,7	8,7	9,7	10,8	12,2	13,7	15,4
17,4	19,3			2,0	2,0	2,3	2,0	3,6	4,3	5,1	6,3	7,1	8,0	9,1	10,2	11,4	12,8	14,2	15,9	17,9	20,1	22,7	25,5	28,3			2,0	2,0	2,3	3,0	3,7	3,7	5,8	6,9
8,2	10,0	11,4	12,8	14,6	16,4	18,2	20,5	22,8	25,5	28,7	32,3	36,4	41,0					2,0	2,0	2,3	2,8	3,5	4,5	5,6	5,6	8,7	10,4	12,5	15,2	17,3	19,4			
22,1	24,9	27,6	31,1	34,5																														

#### Marcatura

Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.

In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo. La marcatura minima dovrà riportare (**UNI EN 12201-2**):

- numero della norma **UNI EN 12201**;
- identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
- dimensioni ( $d_n \cdot e_n$ );
- serie SDR;
- materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
- classe di pressione in bar;
- periodo di produzione (data o codice).

#### Norme di riferimento

**UNI EN 12201-1** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Generalità;

**UNI EN 12201-2** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Tubi;

**UNI EN 12201-3** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Raccordi;

**UNI EN 12201-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Valvole;

**UNI EN 12201-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI CEN/TS 12201-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità;

**UNI ISO/TR 7474** – Tubi e raccordi di polietilene ad alta densità (PEad). Resistenza chimica nei confronti dei fluidi;

**UNI EN 12106** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;

**UNI EN 12119** – Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

#### Installazione di tubi in PVC-U, in polietilene PE e in polipropilene PP

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali.

Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni e alle contrazioni.

#### Giunzioni ad anello elastomerico

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici, al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni.

Se gli anelli elastomerici non sono già posizionati nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed, eventualmente, alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore.

Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo.

I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni.

Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento.

Sopra il suolo, invece, dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

#### Giunzioni ad incollaggio

Per la giunzione delle tubazioni mediante incollaggio dovranno essere seguite le istruzioni del fornitore e le seguenti:

- nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare alle estremità e si dovrà effettuare lo smusso del codolo;
- assicurarsi che le superfici da giuntare siano pulite e asciutte;
- applicare l'adesivo in modo uniforme e in direzione longitudinale;
- procedere, nei tempi specificati dal fornitore, alla giunzione delle estremità;
- rimuovere i residui di adesivo;
- lasciare asciugare per almeno cinque minuti;
- non sottoporre la tubazione alla pressione interna prima di quanto indicato dal fornitore.

#### Giunzioni per saldatura

Prima di procedere alla saldatura, si dovrà verificare che le superfici delle tubazioni da saldare di testa siano tagliate perpendicolarmente all'asse, prive di difetti e pulite.

La saldatura dovrà essere effettuata, seguendo le istruzioni del fabbricante, da personale adeguatamente formato e utilizzando idonee apparecchiature.

In ogni caso, le giunzioni e le curvature delle tubazioni in PVC-U non dovranno mai essere realizzate per saldatura o comunque per mezzo del calore.

#### Tubi in rame

##### Impieghi

I tubi in rame devono rispondere alla norma **UNI EN 1057**, che stabilisce i requisiti, il campionamento, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per tubi rotondi di rame senza saldatura. È applicabile ai tubi aventi un diametro esterno compreso fra i 6 mm fino a e i 267 mm inclusi, utilizzabili per:

- reti di distribuzione per acqua calda ed acqua fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda, compresi i sistemi di riscaldamento a pannelli (sotto pavimento, a parete e da soffitto);
- distribuzione del gas domestico e del combustibile liquido;
- scarichi di acqua sanitaria.

La norma è applicabile anche a tubi rotondi di rame senza saldatura destinati ad essere pre- isolati prima del loro uso per ciascuno degli scopi di cui sopra.

Per gli impianti di riscaldamento e raffrescamento a superficie radiante, il tubo di rame deve rispondere ai requisiti della norma **UNI EN 1264** (varie parti).

Per gli impianti domestici e similari per l'utilizzazione di gas combustibile la tubazione di rame deve rispondere alle caratteristiche dimensionali della norma **UNI 7129** (varie parti).

#### Guaina isolante

La guaina isolante di rivestimento del tubo deve avere le seguenti caratteristiche:

- rivestimento in resina speciale di PVC stabilizzato o PE, secondo l'uso specifico del tubo;
- sezione stellare dell'isolante;
- spessore minimo del rivestimento di 1,5 mm;
- elevata resistenza ad agenti chimici esterni;
- temperatura di esercizio – 30°C / 95°C;
- marcatura ad inchiostro ogni metro di tubazione;
- elevate caratteristiche meccaniche e dimensionali;
- colore: ..... (bianca, gialla).

#### Tolleranze

Le tolleranze del diametro esterno deve rispettare i limiti previsti dal prospetto 4 della norma

**UNI EN 1057**.

Le tolleranze dello spessore di parete, espresse in percentuale, sono indicate nel prospetto 5 della citata norma.

#### Condizioni dello stato superficiale

Le superfici esterne e interne dei tubi di rame devono essere pulite e lisce. Il direttore dei lavori dovrà accertarsi che la superficie interna non contenga pellicole nocive, né presenti un livello di carbonio sufficientemente elevato da consentire la formazione di tali pellicole durante la posa in opera.

#### Prove di curvatura, allargamento e bordatura

Prima della posa in opera, il direttore dei lavori dovrà fare eseguire le prove di curvatura, allargamento e bordatura in relazione al diametro del tubo, come previsto dal prospetto 7 della norma **UNI EN 1057**.

La prova di allargamento deve essere eseguita in conformità alle disposizioni della norma **UNI EN ISO 8493**.

#### Verifica di qualità

L'appaltatore dovrà fornire i risultati delle prove di qualità fatte eseguire dal produttore con riferimento al prospetto 8 della norma **UNI EN 1057**.

#### Marcatura

La norma **UNI EN 1057** prescrive che i tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 10 mm, fino a 54 mm compresi, devono essere marcati in modo indelebile sulla lunghezza ad intervalli ripetuti non maggiori di 600 mm, riportando almeno le seguenti indicazioni:

- norma **UNI EN 1057**;

- dimensioni nominali della sezione: diametro esterno per spessore di parete;
- identificazione dello stato metallurgico mediante l'apposito simbolo;
- marchio di identificazione del produttore;
- data di produzione.

I tubi di rame aventi diametro maggiore o uguale a 6 mm fino a 10 mm escluso, oppure di diametro maggiore di 54 mm, devono essere marcati analogamente, in modo leggibile, almeno in corrispondenza di entrambe le estremità.

#### Diametri dei tubi

Le dimensioni dei diametri dei tubi devono essere conformi alla norma **UNI EN 1057**.

Il rivestimento in PVC è inodore, atossico e realizzato senza l'impiego di CFC, ed è idoneo per essere utilizzato in impianti con temperature di esercizio che vanno da  $-80^{\circ}\text{C}$  a  $+100^{\circ}\text{C}$ .

**Tabella 45.10. Valori di tolleranza per i diametri esterni dei tubi in rame (UNI EN 1057)**

**Diametro esterno    Scostamenti limite diametro medio**

6-18 18-28 28-54 54-76,1 76,1-88,9 88,9-108 108-159 159-267  $\pm 0,04 \pm 0,05 \pm 0,06 \pm 0,07 \pm 0,07 \pm 0,07 \pm 0,2 \pm 0,6$

**Tabella 45.11. Tubazioni in rame serie leggera**

**Diametro esterno [mm]    Spessore [mm]    Massa lineica [kg/m]**

6 8 10 12 14 15 16 18 22 28 35 42 54 64 76,1 88,9 108    0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 1 1 1,2 1,2 1,5 2 2 2,5 0,110 0,152  
0,194 0,238 0,278 0,299 0,320 0,362 0,587 0,755 1,134 1,369 2,202 3,467 4,143 4,859 7,374

**Tabella 45.12. Tubazioni in rame serie pesante**

**Diametro esterno [mm]    Spessore [mm]    Massa lineica [kg/m]**

6 8 10 12 14 15 16 18 22 28 35 42 54 76,1 88,9 108    1 1 1 1 1 1 1,5 1,5 1,5 1,2 2,5 2,5 3 0,140 0,198 0,252 0,308 0,363 0,391  
0,419 0,475 0,859 1,111 1,405 1,699 2,908 5,144 6,039 8,807

**Tabella 45.13. Valori di tolleranza sugli spessori dei tubi in rame**

**Diametro nominale    Spessore**

0,75		1,0		1,2		1,5		2,0		2,5		3																			
6	8	10	12	14	15	16	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	-----	-				
																$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,13$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	-----	-----	$\pm 0,17$	$\pm 0,17$	-----	-	
																$\pm 0,21$	$\pm 0,21$	$\pm 0,23$	$\pm 0,23$	$\pm 0,25$	-----	-----	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	$\pm 0,32$	-	-----	$\pm 0,40$	$\pm 0,40$	
																$\pm 0,40$	-----											$\pm 0,50$			

#### Norme di riferimento

**UNI EN 1057** – Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;

**UNI EN ISO 8493** – Materiali metallici. Tubi. Prova di espansione con mandrino;

**UNI EN 1254-1** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare;

**UNI EN 1254-2** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione;

**UNI EN 1254-3** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione;

**UNI EN 1254-4** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi combinanti altri terminali di connessione con terminali di tipo capillare o a compressione;

**UNI EN 1254-5** – Rame e leghe di rame. Raccorderia idraulica. Raccordi per tubazioni di rame con terminali corti per brasatura capillare;

**UNI EN 12449** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per usi generali;

**UNI EN 12451** – Rame e leghe di rame. Tubi tondi senza saldatura per scambiatori di calore; **UNI EN 13348** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto;

**UNI EN 12735-1** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e refrigerazione. Tubi per sistemi di tubazioni;

**UNI EN 12735-2** – Rame e leghe di rame. Tubi di rame tondi senza saldatura per condizionamento e



*refrigerazione. Tubi per apparecchiature.*

#### Tubi e raccordi in ghisa sferoidale

I tubi e i raccordi in ghisa sferoidale secondo la norma **UNI EN 545** presentano i seguenti

diametri nominali (dn): 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Per agevolare l'intercambiabilità tra le forniture di diversi produttori, le tolleranze sul diametro esterno devono rispettare, secondo il tipo, le norme **UNI 9163** e **UNI 9164**.

Per le tolleranze di ovalizzazione relative alle estremità lisce dei tubi e dei raccordi, la norma

**UNI EN 545** prescrive:

- di attenersi ai limiti di tolleranza del prospetto 14 della citata norma per i tubi aventi dn  $40 \div 200$ ;
- una tolleranza = 1% per tubi aventi dn  $250 \div 600$  e = 2% per tubi aventi dn  $> 600$ .

I tubi in ghisa devono essere forniti secondo il prospetto 3 della norma **UNI EN 545**, con i seguenti scostamenti ammissibili rispetto alla lunghezza unificata:

- lunghezza unificata 8,15 m =  $\pm 150$  mm;
- altre lunghezze unificate =  $\pm 100$  mm.

Le tolleranze sulle lunghezze dei tubi secondo la norma **UNI EN 545** (prospetto 6) sono:

- tubi con bicchiere ed estremità liscia:  $\pm 30$  mm;
- raccordi con giunti a bicchiere:  $\pm 20$  mm;
- tubi e raccordi per giunti a flangia:  $\pm 10$  mm.

La lunghezza utile del tubo è quella del tubo escluso il bicchiere.

Per i tubi e i raccordi lo spessore di parete dovrà essere riferito al diametro nominale (dn). Le classi di spessore unificate sono riportate nel prospetto 9 della norma **UNI EN 545**.

#### Norme di riferimento

**UNI EN 545** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 598** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI 9163** – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;* **UNI 9164** – *Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento e accessori di giunto;*

**UNI EN 12729** – *Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile. Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta, famiglia B, tipo A.*

#### Rivestimento interno

Tutti i tubi, raccordi e pezzi accessori per condotte in ghisa sferoidale devono essere rivestiti all'interno e all'esterno. I tubi, dopo la centrifugazione, saranno ricotti, zincati esternamente e rivestiti all'interno con malta e, infine, ricoperti all'esterno con vernici bituminose.

Per le condotte d'acqua il rivestimento interno, secondo la norma **UNI EN 545**, può essere realizzato con malta di cemento di altoforno o alluminoso applicata per centrifugazione, poliuretano e vernice bituminosa.

#### Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno ha la funzione di assicurare una protezione duratura contro l'aggressività chimica dei terreni.

I rivestimenti esterni dei tubi, secondo la norma **UNI EN 545**, devono essere costituiti da zinco con uno strato di finitura di prodotto bituminoso o di resina sintetica. La direzione dei lavori si riserva di accettare tubi con rivestimenti esterni in nastri adesivi, malta di cemento con fibre, poliuretano, polipropilene estruso, polietilene estruso e rivestimento con manicotto di polietilene.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 14628** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di polietilene per tubi. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 15189** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 15542** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi. Requisiti e metodi di prova*

#### 45.10.3.1. Protezione esterna in polietilene

Prima del manicottaggio, i tubi e i raccordi devono essere il più asciutti e puliti possibile, evitando in particolare la presenza di terra tra il tubo e il manicotto.

Il manicotto in polietilene (**UNI EN 14628**) deve essere applicato perfettamente sulla condotta con opportune piegature e legature. La piega deve sempre essere realizzata sulla generatrice superiore del tubo, al fine di limitare i possibili rischi di danneggiamento del manicotto durante il rinterro. È vietato l'impiego di manicotti strappati. I manicotti con piccoli strappi devono essere riparati con nastro adesivo. Quelli con strappi più grandi, invece, devono essere riparati con pezzi di manicotto supplementari in grado di ricoprire tutta la zona danneggiata.

Il rivestimento realizzato dal manicotto della canna e dal manicotto del giunto deve assicurare la continuità totale della protezione.

#### Raccordi

I raccordi in ghisa sferoidale devono essere conformi alle norme **UNI EN 598** e/o **UNI EN 545**. I raccordi per condotte in pressione devono essere sottoposti in stabilimento a collaudo effettuato con aria, ad una pressione di 1 bar, oppure ad altra prova di tenuta equivalente (**UNI EN 598**). Devono inoltre avere le estremità a bicchiere per giunzioni automatiche a mezzo anelli in gomma oppure a flangia.

#### Requisiti di accettazione

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte, non devono presentare alcun difetto o aver subito durante la movimentazione danneggiamenti che possano nuocere al loro impiego.

I tubi, i raccordi e i pezzi accessori per condotte che presentino piccole imperfezioni, inevitabili per i processi di fabbricazione e che non nuociano in alcun modo al loro impiego, o che abbiano subito danneggiamenti durante la movimentazione o in caso di incidenti, potranno essere

accettati, previa riparazione e benessere del committente. La riparazione di alcuni difetti o danni dovrà essere eseguita con i metodi appropriati indicati dal produttore.

#### Valvole

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alle norme

**UNI EN 1074 -1** e **UNI EN 1074-2**.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma **UNI EN 12729**.

Le valvole di sicurezza per apparecchi in pressione devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 4126-1**.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di prestazione, completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

---

#### norme di riferimento

**UNI EN 1074-1** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Requisiti generali;*

**UNI EN 1074-2** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di intercettazione;*

**UNI EN 1074-2** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 2: Valvole di intercettazione;*

**UNI EN 1074-3** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove di verifica idonee. Valvole di ritegno;*

**UNI EN 1074-4** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Sfianti d'aria;*

**UNI EN 1074-5** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica. Valvole di regolazione;*

**UNI EN 1074-6** – *Valvole per la fornitura di acqua. Requisiti di idoneità all'impiego e prove idonee di verifica. Parte 6: Idranti;*

**UNI EN ISO 4126-1** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 1: Valvole di sicurezza;*

**UNI EN ISO 4126-2** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Dispositivi di sicurezza a disco di rottura;*

**UNI EN ISO 4126-3** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 3: Valvole di sicurezza in combinazione con dispositivi di sicurezza a disco di rottura;* **UNI EN ISO 4126-4** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 4: Valvole di sicurezza comandate da pilota;*

**UNI EN ISO 4126-5** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 5: Sistemi di sicurezza controllati (CSPRS);*

**UNI EN ISO 4126-6** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 6: Applicazione, selezione e installazione dei dispositivi di sicurezza a disco di rottura;* **UNI EN ISO 4126-7** – *Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni. Parte 7: Dati comuni.*

#### Marcatura dei tubi e dei raccordi

La marcatura dei tubi dovrà essere eseguita con prodotti indelebili e apposta nella zona centrale dei manufatti, e dovrà comprendere:

- indicazioni che devono essere ottenute direttamente nella fusione del getto:
  - designazione GS;
  - numero di matricola;
  - classificazione delle flange secondo la PN (eventuale);
  - marchio di fabbrica del produttore;
  - anno di fabbricazione;
  - diametro nominale (DN);
- indicazioni che possono essere applicate con qualsiasi metodo (pitturazione) o sull'imballaggio:
  - norma UNI di riferimento;
  - certificazione rilasciata da terzi (eventuale);
  - designazione della classe di spessore dei tubi centrifugati (quando diversa da K 9).

#### Tubi multistrato

##### Generalità

I tubi multistrato (multilayer pipes) devono avere l'anima di alluminio saldato a sovrapposizione in senso longitudinale, in cui sono coestrusi all'interno e all'esterno due strati di polietilene (PE). Tutti gli strati sono uniti tra loro in modo durevole per mezzo di uno strato adesivo intermedio.

La UNI EN ISO 21003 distingue le due tipologie di tubo multistrato:

- multilayer M-pipes: tubazioni costituite da strati stress-designed (progettati per la tenuta della pressione interna) polimerici e metallici (ad es.: PE-Xb/Al/PE-Xb o PE-RT/Al/PE-RT);
- multilayer P-pipes: tubazioni costituite da più strati polimerici stress-designed (ad es.: PVC-C/PE-Xb o PE-Xb/EVOH/PE-Xb).

La UNI EN ISO 21003 definisce anche quattro classi di applicazione (1, 2, 4 e 5) su un periodo di 50 anni di esercizio continuativo. Ogni classe di applicazione deve essere associata a una pressione di progetto  $p_d$  di 4, 6, 8, o 10 bar.

Il tubo multistrato in PEX-b/Al/PEX-b può essere impiegato per:

- distribuzione di acqua calda e fredda per usi sanitari;
- impianti di riscaldamento e raffrescamento a pannelli radianti;
- impianti di riscaldamento tradizionali;
- impianti con corpi scaldanti in ghisa, alluminio o acciaio.

Per il trasporto di acqua potabile deve impiegarsi un tubo multistrato metallico PEX-b/Al/PEX-b con coibentazione termica.

#### Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e i pezzi speciali multistrato metallo-plastici devono essere tutti di tipo prefabbricato secondo il catalogo del costruttore del tubo e conformi alla **UNI 10954-2**.

I raccordi devono essere conformi al D.M. 6 aprile 2004, n. 174, *Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano*.

Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio; deve essere, quindi, disponibile nei diametri assoluti e relativi l'intera gamma di: gomiti flangiati, gomiti maschio e femmina, raccordi a T uguali e ridotti, giunti di collegamento, riduzioni, raccordi diritti filettati maschio o femmina, raccordi svitabili conici, ecc.

*norme di riferimento*

**UNI 10876** – *Alluminio e leghe di alluminio. Tubi multistrato di alluminio saldato e polietilene per adduzione fluidi;*

**UNI 10954-1** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 1: Tubi;*

**UNI 10954-2** – *Sistemi di tubazioni multistrato metallo-plastici per acqua fredda e calda. Parte 2: Raccordi.*

#### 4

### MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

#### Art. 46. Demolizioni e dismissioni

##### Interventi preliminari

L'appaltatore deve assicurarsi, prima dell'inizio delle demolizioni, dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas, e allacci di fognature, nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. I materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

##### Verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato. Piano di demolizione e recupero

L'appaltatore dovrà effettuare una verifica pre-demolizione per determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato. Tali operazioni includono:

- individuazione e valutazione dei rischi di rifiuti pericolosi che possono richiedere un trattamento o un trattamento specialistico, o emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- una stima delle quantità con una ripartizione dei diversi materiali da costruzione;
- una stima della percentuale di riutilizzo e il potenziale di riciclaggio sulla base di proposte di sistemi di selezione durante il processo di demolizione;
- una stima della percentuale potenziale raggiungibile con altre forme di recupero dal processo di demolizione.

La verifica pre-demolizione deve contenere le informazioni specificate e dichiarare che tali prestazioni e requisiti dei materiali, dei componenti e delle lavorazioni saranno rispettati. Deve inoltre essere allegato il piano di demolizione e recupero della ditta e sottoscrizione di impegno a trattare i rifiuti da demolizione o a conferirli ad un impianto autorizzato al recupero dei rifiuti.

##### Allontanamento e/o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato, dovrà essere depositato

entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate, ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

##### Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione

I lavori di demolizione, come stabilito dall'art. 151 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto, e condotti in maniera da non pregiudicare

la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

#### **Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà, pertanto, consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori, e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà, altresì, darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **Proprietà e reimpiego dei materiali da scavi e demolizione**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni restano in proprietà della stazione appaltante. Quando, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere reimpiegati, l'appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli per categorie nei luoghi stabiliti dalla direzione stessa, essendo di ciò compensato con gli appositi prezzi di elenco.

Qualora, in particolare, i detti materiali possano essere usati nei lavori oggetto del presente capitolato speciale d'appalto, l'appaltatore avrà l'obbligo di accettarli. In tal caso verrà ad essi attribuito un prezzo pari al 50% del corrispondente prezzo dell'elenco contrattuale; i relativi importi devono essere dedotti dall'importo netto dei lavori, restando a carico dell'appaltatore le spese di trasporto, accatastamento, cernita, lavaggio, ecc.

### **Art. 47. Scavi e sbancamenti**

#### **Generalità**

Nell'esecuzione degli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

#### **Ricognizione**

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

#### **Smacchiamento dell'area**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità indicata in progetto o preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

#### **Reimpiego dello strato superficiale di terreno naturale asportato**

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

#### **Splateamento e sbancamento**

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti

di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, si deve predisporre la necessaria armatura o provvedere al consolidamento del terreno.

#### Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere

riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione secondo le indicazioni del progetto esecutivo.

Eventuali tubazioni esistenti non funzionanti dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione.

Armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi dei lavori in appalto.

#### Scavi in presenza d'acqua

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

#### Pompe di aggotamento

Le pompe di aggotamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggotamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in calcestruzzo armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

#### Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggotamento con accorgimenti atti ad evitare interrimenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

#### Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

#### **Impiego di esplosivi**

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### **Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### **Manutenzione degli scavi**

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.

Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.

Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

#### **Art. 48. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### **Art. 49. Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese

di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

#### **Art. 50. Rilevati e rinterri**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per riprese successivamente, poi, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in calcestruzzo armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione del calcestruzzo.

##### **50.1. Riutilizzo del materiale di scavo per il rinterro**

Il riutilizzo del materiale delle terre e delle rocce da scavo per il rinterro deve rispettare le prescrizioni del D.P.R. n. 120/2017.

#### **Art. 51. Paratie e diaframmi**

##### **Generalità**

Le paratie e i diaframmi costituiscono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a par-tire dalla superficie del terreno, con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

– .....;

– .....

Devono essere precisate le modalità di esecuzione, con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

#### Palancole infisse

##### Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali:

- adeguata resistenza agli sforzi di flessione;
- facilità di infissione;
- impermeabilità delle giunzioni;
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto);
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palanca. A tale scopo, gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali, non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tollerabili a giudizio della direzione dei lavori, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

Per ulteriori informazioni, si rimanda alle prescrizioni delle norme **UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249 e UNI EN 10249-2.**

#### Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il calcestruzzo impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup> e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato, di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

#### Paratie costruite in opera

##### Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

#### Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale, i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità, con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.



Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta. Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del calcestruzzo, con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adatteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

#### **Prove e verifiche sul diaframma**

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme tecniche, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

### **Art. 52. Fondazioni dirette**

#### **Scavi di fondazione**

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.

La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto esecutivo. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con calcestruzzo magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori. In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

**Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva**

In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

#### **Magrone**

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali esecutivi delle strutture.

### **Art. 53. Pali di fondazione<sup>6</sup>**

#### **53.1. Pali trivellati**

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infilazione di un rivestimento metallico provvisorio.

#### Pali trivellati ad elica continua

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

#### Pali con morsa giracolonna

I pali con morsa giracolonna e i pali trivellati sono realizzati all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio, infisso con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna. Tale tipologia è da utilizzare in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, e ove non fosse possibile l'utilizzo di diversa attrezzatura di perforazione.

<sup>6</sup> Riferimenti: RFI: Capitolato costruzioni opere civili – Sez. VII: Pali.

#### Micropali

I micropali vengono classificati in:

- micropali a iniezione multipla selettiva;
- micropali a semplice cementazione.

##### micropali a iniezione multipla selettiva

I micropali a iniezione multipla selettiva sono quelli ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici dotati di valvole di non ritorno, connessi al terreno circostante mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati.

##### micropali a semplice cementazione

I micropali a semplice cementazione sono quelli realizzati inserendo entro una perforazione di piccolo diametro un'armatura metallica, e solidarizzati mediante il getto di una malta o di una miscela cementizia.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua.

La cementazione può avvenire a semplice gravità o a bassa pressione, mediante un circuito a tenuta facente capo ad un dispositivo posto a bocca foro.

#### Pali di medio e grande diametro

##### Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm).

##### Pali trivellati ad elica continua

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

##### Attrezzature di scavo

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

#### Tolleranze dimensionali

I pali di fondazione dovranno essere realizzati nella posizione e nelle dimensioni di progetto esecutivo; le tolleranze geometriche ammissibili sono quelle stabilite dal punto 7.2 della **UNI EN 1536**, ferme restando le rigorose limitazioni geometriche indicate negli elaborati progettuali esecutivi.

Le eventuali tolleranze diverse da quelle indicate dalla norma **UNI EN 1536** devono essere preventivamente concordate, tramite la redazione di un verbale, con la direzione dei lavori prima dell'esecuzione dei pali.

L'impresa è tenuta ad eseguire, con oneri completamente a suo carico, tutte le opere che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista o il collaudatore statico, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze geometriche ammissibili o preventivamente concordate, compresa l'esecuzione di pali aggiuntivi e di opere di collegamento.

#### Materiali

##### Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm, e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 m di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta *in situ* senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali. Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni 2,5-3 m.

Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

##### Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il

trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

#### **Fanghi bentonitici**

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango = 5%;
- densità = 1,15 t/m<sup>3</sup>.

#### **Modalità esecutive**

**Pali vibro-infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio**

##### **Attrezzatura**

L'energia necessaria per l'infissione sarà applicata in testa al palo utilizzando un battipalo scorrevole su una torre con guide fisse con perfetto allineamento verticale e utilizzando un vibratore a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche del vibratore (momento di eccentricità, numero di vibrazioni per minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza e accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

#### **Infissione del tubo forma**

L'infissione sarà eseguita fino al raggiungimento delle quote previste nel progetto esecutivo. La distanza minima e/o l'intervallo di tempo tra l'infissione di due pali adiacenti sarà definita in relazione alla natura dei terreni attraversati. In ogni caso, la distanza minima non sarà inferiore a 3 diametri.

#### **Posa dell'armatura e getto del calcestruzzo**

La vibrazione deve favorire l'assestamento del calcestruzzo. Per evitare eventuali franamenti del terreno e il conseguente inglobamento di materiale nel getto di calcestruzzo, questo dovrà avere uno slump di 9-10 cm.

L'assorbimento reale di calcestruzzo può eccedere il valore teorico, riferito al diametro nominale del palo, in misura del 10-20%.

#### **Controlli e documentazione**

L'appaltatore deve redigere per ogni palo una scheda tecnica contenente tutti i dati riguardanti il palo, ovvero:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- descrizione di eventuali presunte anomalie stratigrafiche;
- tempo necessario per l'infissione;
- grafico degli assorbimenti di calcestruzzo.

#### **Pali trivellati con fanghi bentonitici**

##### **Attrezzatura**

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

#### Preparazione del fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

#### Perforazione

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano- altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e, comunque, non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati, e per conseguire un adeguato immersionamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e, comunque, dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

#### Armature

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di

dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

#### Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5-0,6 m<sup>3</sup>, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando, altresì, la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura). All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

#### Controlli e documentazione

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

#### Pali trivellati con rivestimento provvisorio

##### Attrezzature

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

---

##### esCavatori

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

---

##### morsa muovi-Colonna

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

---

##### vibromorsa

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

---

##### utensile di sCavo

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

#### Tubi-forma

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/ femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### Perforazione

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento. Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

#### Armature

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

#### Getto del calcestruzzo

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo, altresì, alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

#### Controlli e documentazione

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### Pali trivellati ad elica continua

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

#### Attrezzature

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

#### Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvvitamento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### Armatura

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto

#### Getto del calcestruzzo

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di calcestruzzo. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

#### Controlli e documentazione

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;
- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di preforni, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

#### Pali con morsa giracolonna

La perforazione necessaria all'esecuzione dei pali da realizzarsi in presenza di trovanti, strati lapidei, murature esistenti, ecc., dovrà essere eseguita, per la sola parte interessata, all'interno di tubo-forma provvisorio in acciaio infisso, con movimento rototraslatorio a mezzo di morsa giracolonna.

La tubazione dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi da 2 a 2,5 m, connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento dovrà essere ottenuta imprimendo un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici.

La superficie all'interno del tubo di rivestimento potrà essere realizzata mediante:

- benna automatica con comando a fune o azionata da motore oleodinamico;
- secchione (bucket) manovrato da un'asta rigida telescopica.

In entrambi i casi, si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di fango bentonitico.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno di fango bentonitico con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

In generale, la perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della parte terminale del tubo forma.

#### Pali compenetrati

I pali compenetrati per la realizzazione di paratie impermeabili, dovranno essere realizzati eseguendo con metodi tradizionali una prima serie di pali opportunamente distanziati, e completando la paratia con una seconda serie di pali, che si compenetrano ai precedenti attraverso la tecnica della morsa giracolonna.

#### Micropali

##### Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione, l'impresa dovrà individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante



appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla direzione dei lavori dall'impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### **Micropali a iniezioni multiple selettive**

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- iniezione;
- controlli e documentazione.

##### perforazione

La perforazione deve essere eseguita con sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto esecutivo.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro, si utilizzeranno compressori di adeguata potenza.

Le caratteristiche minime richieste sono:

- portata: = 10 m<sup>3</sup>/min;
- pressione: 8 bar.

##### allestimento del micropalo

Completata la perforazione, si deve provvedere a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Successivamente, si deve inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo deve essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Dopo tali operazioni, si deve procedere immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina). La messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, deve essere eseguita successivamente all'iniezione.

##### iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita, utilizzando una idonea miscela cementizia, in due o più fasi, di seguito descritte e controllando le attrezzature e alcuni parametri:

##### *Formazione della guaina*

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola

più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina, si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

##### *Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati*

Trascorso un periodo di 12-24 ore dalla formazione della guaina, si deve procedere all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione, fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezioni si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione deve essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione all'effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione devono essere non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque

conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12-24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo di armatura.

#### *Caratteristiche degli iniettori*

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione massima di iniezione: ~ 100 bar;
- portata massima: ~ 2 m<sup>3</sup> ora;
- numero massimo pistonate/minuto: ~ 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla direzione dei lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

#### Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume dell'iniezione di guaina;
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti, per ogni valvola e per ogni fase:
  - data;
  - pressioni di apertura;
  - volumi di assorbimento;
  - pressioni raggiunte.
- caratteristiche della miscela utilizzata:
  - composizione;
  - peso specifico;
  - viscosità Marsh;
  - rendimento volumetrico o decantazione;
  - dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.

#### **Micropali a semplice cementazione**

Le fasi esecutive devono essere le seguenti:

- perforazione;
- allestimento del micropalo;
- cementazione;
- controlli e documentazione.

#### perforazione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui all'articolo precedente.

#### allestimento del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui all'articolo precedente), si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

#### Cementazione

##### *Riempimento a gravità*

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori. Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno = 80 mm. Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se il diametro interno è inferiore a 50 mm. In caso diverso, si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto

entro i limiti sopracitati. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie, senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

#### *Riempimento a bassa pressione*

Il foro dovrà essere interamente rivestito. La posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento, come descritto al paragrafo precedente. Successivamente, si applicherà al rivestimento un'idonea

testa a tenuta, alla quale si invierà aria in pressione ( $0,5 \div 0,6$  MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà, allora, la sezione superiore del rivestimento, e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive, fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno, potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fatturazione idraulica degli strati superficiali.

#### Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito, l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria);
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione: utensile, fluido, rivestimenti;
- caratteristiche dell'armatura;
- volume della miscela o della malta;
- caratteristiche della miscela o della malta.

#### **Tolleranze ammissibili**

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto esecutivo, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo:  $\pm 2$  cm;
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico:  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm;
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm.

### **Art. 54. Strutture in muratura portante**

#### **Spessore minimo dei muri**

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni non può essere inferiore ai valori riportati nella tabella 54.1.

**Tabella 54.1. Tipo di muratura e relativo spessore minimo**

<b>Tipo di muratura</b>	<b>Spessore minimo [mm]</b>
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	240
Muratura di pietra squadrata	240
Muratura di pietra listata	400
Muratura di pietra non squadrata	500

#### **Cordoli di piano e architravi**

Ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio, e larghezza almeno pari a quella del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a  $8 \text{ cm}^2$ , le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e, comunque, per non meno di 12 cm, e adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, efficacemente ammortato alla muratura.

#### Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

#### Muratura armata

La muratura armata è costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali, annegate nella malta o nel calcestruzzo.

#### Barre d'armatura

Le barre di armatura possono essere costituite da acciaio al carbonio, da acciaio inossidabile o da acciaio con rivestimento speciale, conformi alle pertinenti indicazioni di cui al paragrafo

11.3 delle norme tecniche delle costruzioni.

È ammesso, per le armature orizzontali, l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato o l'impiego di altre armature conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio, nel rispetto delle pertinenti normative di comprovata validità.

In ogni caso dovrà essere garantita un'adeguata protezione dell'armatura nei confronti della corrosione.

Le barre di armatura devono avere un diametro minimo di 5 mm. Nelle pareti che incorporano armatura nei letti di malta al fine di fornire un aumento della resistenza ai carichi fuori piano, per contribuire al controllo della fessurazione o per fornire duttilità, l'area totale dell'armatura non deve essere minore dello 0,03% dell'area lorda della sezione trasversale della parete (cioè 0,015% per ogni faccia nel caso della resistenza fuori piano).

Qualora l'armatura sia utilizzata negli elementi di muratura armata per aumentare la resistenza

nel piano, o quando sia richiesta armatura a taglio, la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%, e non potrà avere interasse superiore a 60 cm. La percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05%, né superiore all'1,0%. In tal caso, armature verticali con sezione complessiva non inferiore a 2 cm<sup>2</sup> dovranno essere collocate a ciascuna estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e, comunque, ad interasse non superiore a 4 m.

La lunghezza d'ancoraggio, idonea a garantire la trasmissione degli sforzi alla malta o al calcestruzzo di riempimento, deve, in ogni caso, essere in grado di evitare la fessurazione longitudinale o lo sfaldamento della muratura. L'ancoraggio deve essere ottenuto mediante una barra rettilinea, mediante ganci, piegature o forcelle o, in alternativa, mediante opportuni dispositivi meccanici di comprovata efficacia.

La lunghezza di ancoraggio richiesta per barre dritte può essere calcolata in analogia a quanto usualmente fatto per le strutture di calcestruzzo armato.

L'ancoraggio dell'armatura a taglio, staffe incluse, deve essere ottenuto mediante ganci o piegature, con una barra d'armatura longitudinale inserita nel gancio o nella piegatura. Le sovrapposizioni devono garantire la continuità nella trasmissione degli sforzi di trazione, in modo che lo snervamento dell'armatura abbia luogo prima che venga meno la resistenza della giunzione. In mancanza di dati sperimentali relativi alla tecnologia usata, la lunghezza di sovrapposizione deve essere di almeno 60 diametri.

La malta o il calcestruzzo di riempimento dei vani o degli alloggi delle armature deve avvolgere completamente l'armatura. Lo spessore di ricoprimento deve essere tale da garantire la trasmissione degli sforzi tra la muratura e l'armatura, e tale da costituire un idoneo copriferro ai fini della durabilità degli acciai. L'armatura verticale dovrà essere collocata in apposite cavità o recessi, di dimensioni tali che in ciascuno di essi risulti inscrivibile un cilindro di almeno 6 cm di diametro.

#### Architravi, parapetti e elementi collegamento tra pareti

Le prescrizioni normative per la muratura ordinaria si applicano anche alla muratura armata, con alcune eccezioni. Gli architravi soprastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Le barre di armatura devono essere esclusivamente del tipo ad aderenza migliorata e devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali. In alternativa, possono essere utilizzate, per le armature orizzontali, armature a traliccio o conformate in modo da garantire adeguata aderenza e ancoraggio.

Parapetti ed elementi di collegamento tra pareti diverse devono essere ben collegati alle pareti adiacenti, garantendo la continuità dell'armatura orizzontale e, ove possibile, di quella verticale. Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare dal requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 100 cm.

#### Strutture di fondazione

Le strutture di fondazione devono essere realizzate in cemento armato, verificandole utilizzando le sollecitazioni derivanti dall'analisi. Dovranno essere continue, senza interruzioni in corrispondenza di aperture nelle pareti soprastanti.

Qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato in pareti di calcestruzzo armato, esso può essere considerato quale struttura di fondazione dei sovrastanti piani in muratura portante, nel rispetto dei requisiti di continuità delle fondazioni.

#### Murature e riempimenti in pietrame a secco

##### Murature in pietrame a secco

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire, così, con l'accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali.

Nell'interno della muratura, si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

#### 54.6. Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

I riempimenti in pietrame a secco dovranno essere formati con pietrame, da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Per drenaggi o fognature, si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli.

Negli strati inferiori si dovrà impiegare il pietrame di maggiore dimensione, utilizzando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere, otturando così gli interstizi tra le pietre.

#### Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare, anzitutto, in ciascun ambiente, una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza, e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo, riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto. Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggiati su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da elementi modulari in materiale plastico, ecc.

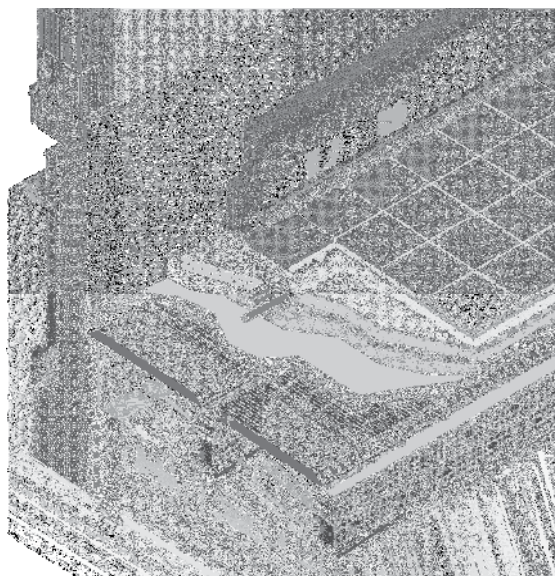


Figura 54.1. Gattaiolato in tavelloni su muricci in laterizio (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### Murature in pietrame e miste proveniente da materiale di recupero

Per le murature per opere di fondazione e opere in elevazione deve impegnarsi, preferibilmente, l'uso di solo materiale di recupero (pietrame e blocchetti).

In fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio e dovrà fornire una dichiarazione firmata dal legale rappresentante della ditta produttrice che attesti la conformità al criterio e che includa l'impegno ad accettare un'ispezione da parte di un organismo di valutazione della conformità volta a verificare la veridicità delle informazioni rese. Tale documentazione dovrà essere presentata al direttore dei lavori in fase di esecuzione dei lavori.

#### 54.7. Criteri generali per l'esecuzione

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro. I giunti di malta (quando previsti) devono essere il più possibile regolari e riempiti con cura fino al bordo esterno; i corsi devono essere orizzontali e paralleli e gli spigoli risultare perfettamente verticali.

Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (calcestruzzo armato, profilati di acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.

#### Superficie di contatto tra muratura e telaio in c.a.

La superficie di contatto fra struttura in calcestruzzo armato e tamponamento in laterizio può essere zona di fessurazioni causate dal diverso coefficiente di dilatazione termica fra i due materiali, soprattutto in presenza di parti soleggiate e con tinteggiatura scura.

Gli effetti delle dilatazioni termiche possono essere ridotti operando secondo due principi distinti:

- 1) evidenziando le zone di distacco, facendo cioè in modo che la fessura si verifichi in punti prestabiliti;
- 2) opponendosi alla fessurazione localizzata.

Nel primo caso, sarà necessario delineare la superficie di contatto fra la struttura e la muratura, appoggiando il tamponamento su di un materiale comprimibile e sigillante e interponendo fra pilastri e muratura un materiale deformabile e ugualmente sigillante: gli strati di sigillatura saranno così in grado di accettare le differenti deformazioni termiche dei materiali e, mantenendosi integri, eviteranno la penetrazione di acqua meteorica.

Nel secondo caso, invece, non volendo che si evidenzii la zona di giunzione fra pilastri e tamponamento, si inserirà nell'intonaco una sottile rete metallica, o in fibra di vetro, estesa fino a 20 ÷ 30 cm oltre la zona interessata da possibili lesioni.

#### Muratura di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per asperione. Essi dovranno mettersi in opera, con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure sarà compresa tra 5 e 8 mm. in relazione alla natura delle malte impiegate.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura, dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

#### Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve essere eseguito con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

#### Muratura di laterizi a faccia vista

Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

#### Pareti di una o due teste e in foglio di mattoni pieni o forati

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso

anziché alla parete, e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

#### Murature a cassa vuota

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto a cassa vuota deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria o materiale isolante in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm. Nel caso deve essere impiegato materiale isolante, l'intercapedine deve avere uno spessore di 5-6cm,

La doppia parete deve essere dotata di idonei collegamenti trasversali. La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna deve essere eseguita un'arriccatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

L'intercapedine deve essere dotata di aerazione nella parte bassa per lo smaltimento di eventuale umidità dovuta a fenomeni di condensa, o a infiltrazioni meteoriche causate da difetti esecutivi. A tale scopo è sufficiente prevedere, nella parte bassa della muratura, degli sfoghi che possono essere realizzati sia mediante griglie metalliche collocate in sostituzione di un mattone (ogni due metri circa), oppure non stilando con malta alcuni giunti verticali della prima fila di mattoni (almeno uno ogni tre).

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

#### Facce a vista delle murature di pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della direzione dei lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene

dentro, comprimendola e lisciandola con apposito strumento, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

#### Paramento cosiddetto con pietra rasa e teste scoperte

Nel paramento cosiddetto *con pietra rasa e teste scoperte* (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore, e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25



mm.

#### Paramento definito a mosaico grezzo

Nel paramento definito *a mosaico grezzo*, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale, e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

#### Paramento cosiddetto a corsi pressoché regolari

Nel paramento cosiddetto *a corsi pressoché regolari*, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa.

I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

#### Paramento definito a corsi regolari

Nel paramento definito *a corsi regolari*, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm.

La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, e, ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

### **Art. 55. Confezionamento, fornitura e posa in opera del calcestruzzo**

Calcestruzzo per strutture semplici e armate

Requisiti della miscela omogenea di calcestruzzo allo stato fresco

Rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento della miscela omogenea di calcestruzzo, non dovrà superare il valore di ....., potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ....., con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione.

La prova deve essere eseguita in cantiere al momento della consegna in conformità alla norma

**UNI 7122** da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

L'acqua impiegata per il confezionamento del calcestruzzo deve essere conforme alla **UNI EN 1008**.

#### Contenuto d'aria inglobata

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel miscela omogenea di calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio della miscela ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere: ..... + .....%. La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **UNI EN 12350-7**.

#### Acqua di bleeding

Il volume di acqua di bleeding, valutato scondo la procedura della norma **UNI 7122**, dovrà risultare inferiore allo 0,1% rispetto al volume di acqua di impasto.

#### Controlli sul calcestruzzo fresco

Il direttore dei lavori dovrà fare effettuare in cantiere al momento della consegna e prima della messa in opera i necessari controlli sulle miscele omogenee di calcestruzzo allo stato fresco, affinché vengano verificate le prescritte caratteristiche progettuali e contrattuali.

Le prove e i controlli dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Caratteristiche delle miscele omogenee calcestruzzo a prestazione garantita

Le miscele omogenee di calcestruzzo a prestazione garantita fornito e posto in opera dall'appaltatore in

riferimento alla norma **UNI EN 206-1** dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

*1) Strutture di fondazione*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....
- e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>
- f) tipo di cemento .....
- g) classe di esposizione ambientale: .....

*2) Strutture in elevazione interne*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....

e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>

f) tipo di cemento .....

g) classe di esposizione ambientale: .....

*3) Strutture in elevazione esterne o perimetrali*

- a) classe di resistenza a compressione minima ..... (per esempio C28/35, Rck 35)
- b) classe di consistenza ..... (per esempio S4)
- c) diametro massimo aggregato ..... (per esempio 32 mm)
- d) rapporto acqua/cemento max: .....
- e) contenuto minimo di cemento ..... kg/m<sup>3</sup>
- f) tipo di cemento .....
- g) classe di esposizione ambientale: .....

**Classe di resistenza minima del calcestruzzo fornito**

Le miscele omogenee di calcestruzzo fornite è poste in opera dall'impresa dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 55.1, rispettivamente verificati su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

**Tabella 55.1. Valori minimi di resistenza meccanica del calcestruzzo**

Stagionatura	A 3 giorni <sup>1</sup>	A 28 giorni
Compressione	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione per flessione	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>
Trazione indiretta	= ..... N/mm <sup>2</sup>	= ..... N/mm <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione dovrà essere determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta dovrà essere determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

Le prove sulla resistenza meccanica dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

**Tabella 55.2. Impiego delle diverse classi di resistenza del calcestruzzo**

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Trasporto e posa in opera del calcestruzzo

Impianto di confezionamento del calcestruzzo

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

#### Trasporto del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### Documenti di consegna

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di prestazione alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza a compressione;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di classe di resistenza ( $N/mm^2$ ), classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento.

norma di riferimento

**UNI EN 206-1** – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.*

#### Armature

##### Realizzazione delle fabbriche delle armature

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile in conformità alle Norme tecniche per le costruzioni.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro minimo previsto dalle Norme tecniche per le costruzioni o previsto in progetto.

##### Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione come indicato nei disegni esecutivi.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di

sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;

- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Deve essere accertata la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali disposte dal direttore dei lavori.

Per le barre di diametro  $\varnothing > 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni delle armature.

#### Getto del calcestruzzo

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione dei componenti.

È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50÷80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta

cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

Nei getti in pendenza devono essere predisposti dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.

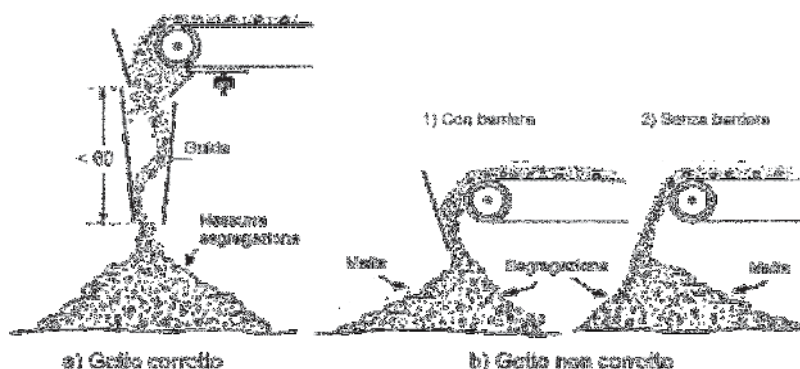


Figura 55.1. Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

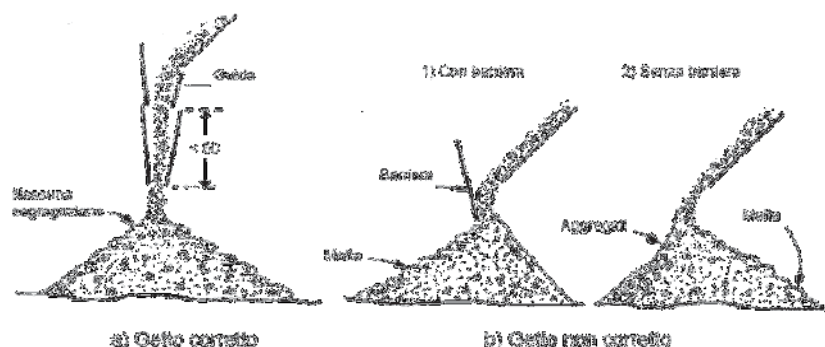


Figura 55.2. Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione

#### Verifiche da parte del direttore dei lavori e modalità esecutive del getto

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10÷15 cm.

Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

#### Programma dei getti

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti della miscela omogenea di calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e la rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e la corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

#### Getto del calcestruzzo autocompattante

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

#### Getti in climi freddi

Si definisce clima freddo una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C;
- la temperatura dell'aria non supera 10 °C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $> + 5$  °C. La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $= 0$  °C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il calcestruzzo può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume di idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 55.3 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto.

**Tabella 55.3. Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

**Dimensione minima della sezione [mm<sup>2</sup>]**

< 300    300 ÷ 900    900 ÷ 1800    > 1800

**Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera**

13 °C    10 °C    7 °C    5 °C

**Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione**

1,15 °C/h    0,90 °C/h    0,70 °C/h    0,45 °C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5 °C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella 55.3. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### Getti in climi caldi

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto del calcestruzzo devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria

continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno

ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

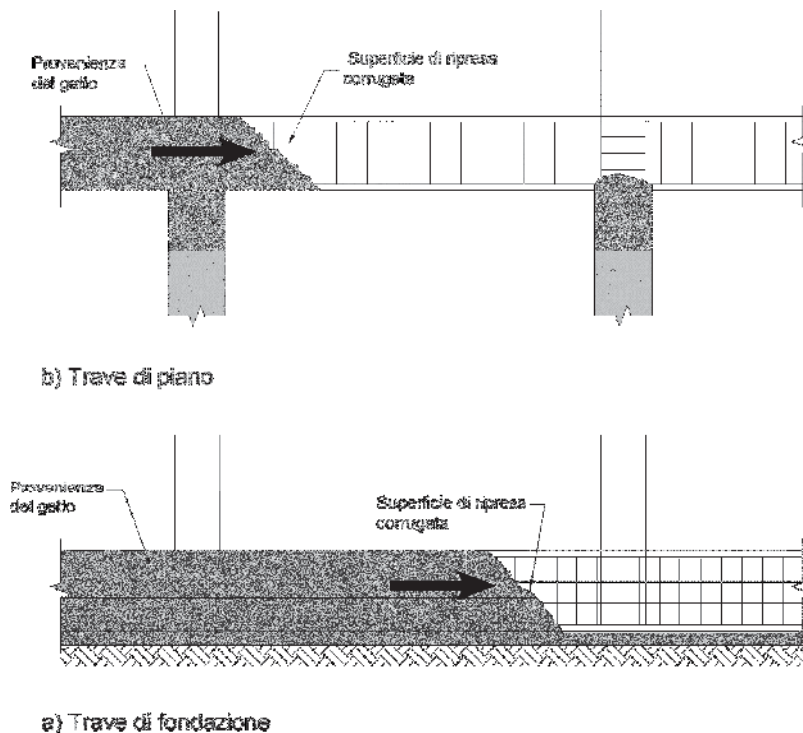


Figura 55.3. Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie. In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Nelle riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

#### Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusi tra gli



aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### Vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratorii possono essere interni ed esterni.

I vibratorii interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e

0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

L'uso dei vibratorii non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

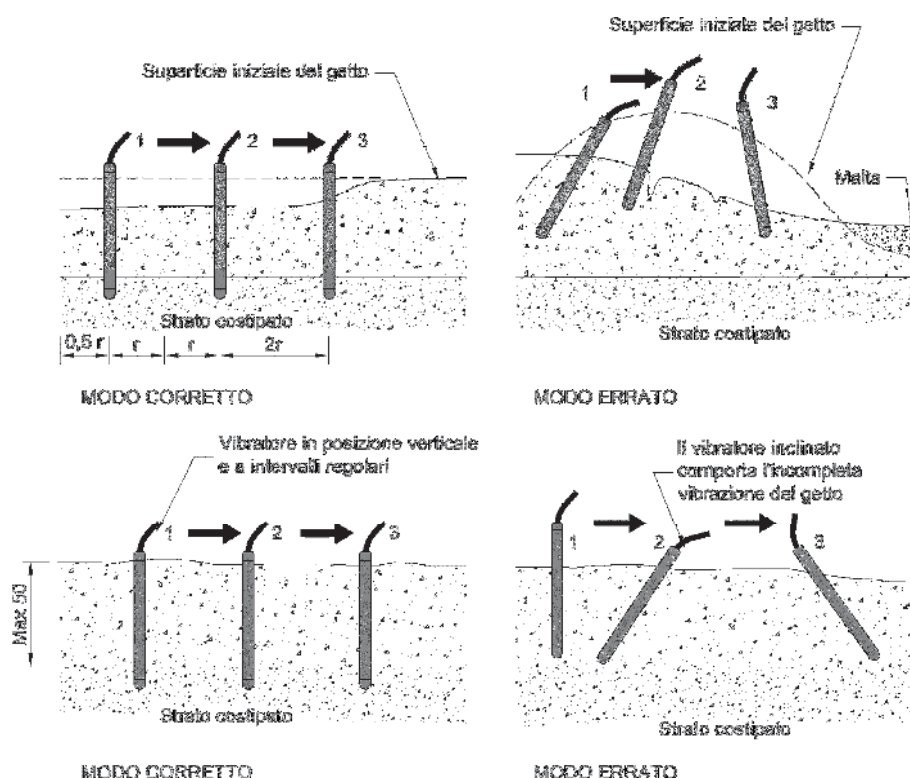


Figura 55.4. Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione

degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.

Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

#### Stagionatura

##### Prescrizioni per la corretta stagionatura

Per la corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- a) prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;

- la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere = 0°C, raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.

b) durante la messa in opera:

- erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
- erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
- proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
- ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.

c) dopo la messa in opera:

- minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
- la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di 70°C;
- la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di 20°C;
- la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di 15°C.

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

#### Protezione in generale

La protezione del calcestruzzo consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre, serve a evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copri ferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in calcestruzzo armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

#### Protezione termica durante la stagionatura

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

##### Cassaforma isolante

Il  $\Delta t = 20^\circ\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore = 2 cm, o se il getto si trova contro terra.

##### sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### immersione in leGGero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo

perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### Coibentazione Con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

#### **Durata della stagionatura**

Con il termine durata di stagionatura si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta.

La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto.

Nella tabella 55.4 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

**Tabella 55.4. Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo [°C]					Durata minima della stagionatura (giorni)	
Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_c / f_{cm28})^{1/2}$						
Rapido $r = 0,50$		Medio $0,50 < r = 0,30$			Lento $0,30 < r = 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t = 25$	1,0	1,5	2,0	3		
$25 > t = 15$		1,0	2,0	3,0	5	
$15 > t = 10$		2,0	4,0	7,0	10	
$10 > t = 5$	3,0	6,0	10	15		

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura  $< 5^\circ\text{C}$  non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievvaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello

strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di *curing* serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### Controllo della fessurazione superficiale

Per le strutture in calcestruzzo armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### Maturazione accelerata con getti di vapore saturo

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80 °C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60 °C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10 °C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R- 80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

#### Norme di riferimento per i prodotti filmogeni

**UNI EN 206-1** – *Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;*

**UNI 8656** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;*

**UNI 8657** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;*

**UNI 8658** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

**UNI 8659** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

**UNI 8660** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

#### Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato

##### Caratteristiche delle casseforme

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice e con guarnizioni monouso.

Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 55.5 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

**Tabella 55.5. Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

<b>Difetti</b>	<b>Conseguenze</b>	<b>Precauzioni</b>
<b>Per le casseforme</b>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiaccia e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
<b>Per i prodotti disarmanti</b>		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo	Presenza di bolle d'aria
omogeneo un film sottile di di-	sarmante Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### **Casseforme speciali**

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta. Inoltre, avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida.

Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### Casseforme in legno

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

#### Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.

Dove e quando necessario, si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

#### Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il calcestruzzo, non devono essere dannosi a quest'ultimo. In particolare, viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo. Dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi, prescrivendo le cautele da adottare. È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici; sono, invece, ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile. Si preferiranno, quindi, forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

#### Strutture di supporto

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (SCC);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle

relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto. Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili

fessurazioni, le strutture di supporto devono sopportare l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

#### Strutture di supporto nel caso del calcestruzzo autocompattante

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (SCC) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto.

Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### Giunti tra gli elementi di cassaforma

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature sulla superficie esterna del calcestruzzo, specie se a facciavista. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici secondo il progetto esecutivo.

#### Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### Prodotti disarmanti per calcestruzzi

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie esterna del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante impiegate non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. Il prodotto deve essere applicato correttamente secondo le indicazioni del produttore.

All'appaltatore è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti come disarmanti per le casseforme (in ferro, alluminio e in materiale plastico, ecc.) per le strutture in calcestruzzo armato.

Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alle norme **UNI 8866-1** e **UNI 8866-2**, norme ritirate senza sostituzione, per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del calcestruzzo indurito, specie se a faccia vista. L'impiego deve rispettare le prescrizioni indicate dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI 8866-1** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;*

**UNI 8866-2** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

#### Disarmo delle strutture in calcestruzzo armato

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza a compressione sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca sollecitazioni dinamiche, sovraccarichi e deterioramenti superficiali come il danneggiamento del copriferro. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme non prima di ..... giorni dalla data di esecuzione del getto, tenendo conto delle condizioni climatiche che possono rallentare lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo. In



ogni caso, il disarmo delle strutture gettate deve essere sempre autorizzato per iscritto e concordato con la direzione dei lavori.

**Tabella 55.6. Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto**

**Struttura Calcestruzzo normale [giorni] Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]**

Sponde dei casseri di travi e pilastri Solette di luce modesta Puntelli e centine di travi, archi e volte Strutture a sbalzo 3 10 24 282 4 12 14

#### Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo armato senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno di 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nella superficie di calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o il trattamento delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### Caricamento delle strutture disarmate

Il caricamento delle strutture in calcestruzzo armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

#### Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

#### Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

---

norme di riferimento

**UNI 8656** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e*

*requisiti;*

**UNI 8657** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d acqua;*

**UNI 8658** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;*

**UNI 8659** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;*

**UNI 8660** – *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.*

#### **Tolleranze geometriche**

Nell'esecuzione della struttura gettata in opera o prefabbricata, le tolleranze dimensionali per la struttura completa e gli elementi strutturali (fondazioni, travi e solette, pilastri e pareti, sezioni trasversali, aperture, allineamenti, ecc.) rispetto al progetto esecutivo devono essere conformi alla UNI EN 13670, in particolare al paragrafo 10 e all'Appendice G.

L'inizio dei lavori deve essere preceduto dall'installazione di caposaldi di riferimento inamovibili dai quali trasferire assi e quote per il tracciamento e i controlli dimensionali previsti dalla citata norma.

#### **Art. 56. sezucione di strutture in cemento armato precompresso**

##### **Compattazione dei getti**

Il getto di calcestruzzo per strutture precomprese deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago o a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

##### **Spessore di ricoprimento delle armature di precompressione**

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del calcestruzzo non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

##### **Testate di ancoraggio dell'armatura di precompressione**

Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi una armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese le eventuali reazioni vincolari.

##### **Posa delle barre dei cavi e loro messa in opera**

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.

Si deve, altresì, prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro, si devono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e

l'allungamento conseguito. I due dati devono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

Il posizionamento delle barre e dei cavi deve essere accuratamente controllato prima del getto.

##### **Operazioni di tiro**

Qualora all'atto del tiro si riscontrino perdite per attrito superiori a quelle previste in progetto, un'aliquota di queste, fino ad un massimo del 7% della tensione iniziale, potrà essere compensata da una maggiore tensione di carattere temporaneo.

I risultati conseguiti nelle operazioni di tiro, ossia le letture ai manometri e gli allungamenti misurati, verranno registrati in apposite tabelle, sulle quali saranno preventivamente indicate le tensioni iniziali delle armature e gli allungamenti teorici.

Il dispositivo di misura dello sforzo deve essere possibilmente indipendente dalle apparecchiature, per indurre la pre-tensione.

I manometri devono essere tarati con frequenza almeno mensile.

Si deve, inoltre, effettuare preventivamente una misura degli attriti che si sviluppano all'interno del martinetto.

All'atto del tiro, devono essere confrontati gli allungamenti rilevati con quelli previsti dal calcolo.

Un'insufficienza di allungamento, conseguenza di un attrito superiore a quello previsto, richiederà l'adozione di idonei accorgimenti come l'assorbimento della tensione iniziale fino al massimo consentito e, se necessari, l'attuazione di procedure specifiche, quali la lubrificazione, che non deve alterare la successiva aderenza tra armatura e la malta delle iniezioni.

Un'eccedenza di allungamento, quando non sia dovuta al cedimento dell'ancoraggio opposto o all'assestamento iniziale del cavo, tratto che deve essere accertato con particolare attenzione, indica un attrito inferiore a quello previsto. In tal caso, si deve ridurre la tensione, per evitare che la tensione finale lungo il cavo sia superiore a quella ammessa.

#### Protezione dei cavi e iniezioni

Le guaine dei cavi devono essere assolutamente stagne e le giunzioni devono essere efficacemente protette.

Alla buona esecuzione delle iniezioni è affidata la conservazione nel tempo delle strutture in cemento armato precompresso a cavi e, pertanto, di seguito vengono fornite apposite indicazioni. L'iniezione nelle strutture a cavi scorrevoli deve:

- prevenire la corrosione dell'acciaio di precompressione;
- garantire un'efficace aderenza fra l'acciaio e il calcestruzzo.

#### Caratteristiche della malta

La malta deve essere fluida e stabile con minimo ritiro e adeguata resistenza, e non deve contenere agenti aggressivi. Deve essere composta da cemento, acqua ed eventuali additivi. Elementi inerti (per esempio farina di sabbia) possono impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso inerti/cemento < 25%.

Gli additivi non devono contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e, comunque, non produrre un aumento di ritiro.

Possono impiegarsi resine sintetiche o bitume o altro materiale, solo dopo averne dimostrato la validità mediante idonea documentazione sperimentale.

La malta deve essere sufficientemente fluida perché la si possa correttamente iniettare nei canali. Si consiglia di controllare la fluidità della malta accertando che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.

La resistenza a trazione per flessione a sette giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm<sup>2</sup>. Il tempo d'inizio della presa a 30 °C deve essere superiore a tre ore.

Il rapporto acqua/cemento, da determinare sperimentalmente per ogni tipo di cemento, deve essere il minore possibile, compatibilmente con la fluidità richiesta e comunque non deve superare 0,40 e 0,38 se con additivi, e, inoltre, deve essere tale che la quantità d'acqua di essudamento alla superficie della pasta, in condizioni di riposo sia inferiore al 2%.

Il ritiro a 28 giorni non deve superare 2,8 mm/m.

#### Operazioni di iniezione

Dopo l'impasto, la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi. Immediatamente prima dell'iniezione di malta, i cavi vanno puliti. L'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 1000 kPa (10 atm). La pompa deve avere un'efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni. Non è ammessa l'iniezione con aria compressa. Quando possibile, l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto. Per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore. La malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non deve contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati, si manterrà una pressione di 500 kPa fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno un minuto. La connessione fra l'ugello del tubo di iniezione e il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria. Appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta, se necessario.

#### Condotti

I punti di fissaggio dei condotti devono essere frequenti, ed evitare un andamento serpeggiante. Per evitare sacche d'aria devono essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo.

I condotti devono avere forma regolare, preferibilmente circolare. In ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm<sup>2</sup>.

Si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

#### Iniezioni

Fino al momento dell'iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione, salvo casi eccezionali di ritardatura, nei quali devono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo, è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali. Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5 °C nelle 48 ore

seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente il 6÷10% di aria occlusa.

Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura e mantenerla calda almeno per 48 ore, in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.

Dopo un periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi da ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

### **Art. 57. Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso**

#### Limiti dimensionali

Le varie parti del solaio devono rispettare i seguenti limiti dimensionali:

- la larghezza delle nervature deve essere non minore di 1/8 del loro interasse, e comunque non inferiore a 80 mm. Nel caso di produzione di serie in stabilimento di pannelli solaio completi, il limite può scendere a 50 mm;
- l'interasse delle nervature deve essere non maggiore di quindici volte lo spessore della soletta;
- la dimensione massima del blocco di laterizio non deve essere maggiore di 520 mm.

#### Esecuzione

##### Bagnatura degli elementi

Prima di procedere ai getti di calcestruzzo, i blocchi di laterizi devono essere convenientemente bagnati.

#### Blocchi

I blocchi per solai con rilevanti difetti di costruzione o danneggiati durante la movimentazione per la posa in opera, devono essere eliminati e sostituiti con altri idonei.

#### Allineamenti e forzature

Si dovrà curare il corretto allineamento dei blocchi evitando la forzatura dei blocchi interposti tra i travetti prefabbricati.

#### Calcestruzzi per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del calcestruzzo in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati nella composizione del calcestruzzo non deve superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature. Il getto di calcestruzzo deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con gli eventuali altri elementi prefabbricati.

#### Puntellamento provvisorio

Ogni campata di solaio deve risultare idoneamente puntellata con un numero di puntelli

rompitratte di numero e sezione adeguata, in funzione del carico da sostenere prima della maturazione del calcestruzzo. Il sistema di sostegno non deve pregiudicare la planarità della superficie di intradosso per effetto della deformazione dovuta ai carichi.

## **Art. 58. Esecuzione di strutture prefabbricate**

### **Programma di montaggio**

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori, e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

### **Identificazione degli elementi**

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

### **Stoccaggio**

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

### **Verifiche preliminari**

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

### **Giunti e unioni**

#### *a) Posa e regolazione*

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi, e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione, per evitare concentrazioni di sforzi.

#### *b) Dispositivi provvisori di vincoli*

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

#### *c) Esecuzione dei giunti e delle unioni*

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo.

I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e, inoltre, devono avere scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

#### *c1) Ggiunti*

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

#### *c2) Unioni*

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo.

Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e la umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua.

Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione.

Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento.

Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.

#### Posa in opera dei pannelli

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli.

Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore

dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

#### Sigillature dei giunti dei pannelli

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione, per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti.

I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista.

La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

#### Tolleranze ammesse per le dimensioni degli elementi strutturali

Nell'esecuzione degli elementi strutturali sono ammesse le seguenti tolleranze dimensionali rispetto al progetto esecutivo:

##### A) Pilastri

- altezza tra base pilastro ed estradosso  $\pm 0,5$  cm
- fuori piombo per metro di altezza  $\pm 0,5$  cm

##### B) Travi

- scostamento asse di appoggio –
- direzione longitudinale  $\pm 0,5$  cm
- direzione trasversale  $\pm 0,5$  cm

##### C) Pannelli di tamponamento

- scostamento ammesso dalle linee di verticalità teorica minore di 0,5 cm
- scostamento delle misure di larghezza teoriche compensato campata per campata.

### Art. 59. Esecuzione di strutture in legno

#### Generalità

Si raccomanda che vengano adottati i necessari provvedimenti in fase di stoccaggio, trasporto e costruzione, affinché i componenti e gli elementi strutturali di legno e a base di legno non subiscano variazioni di umidità conseguenti ad esposizioni climatiche più severe di quelle attese per la struttura finita.

Prima di essere utilizzato nella costruzione, si raccomanda che il legno sia essiccato fino al valore di umidità appropriato alle condizioni climatiche di esercizio della struttura finita, limitatamente ai casi previsti al paragrafo 4.4.15 delle norme tecniche per le costruzioni, per i quali siano accettate umidità maggiori durante la messa in opera.

### Collegamenti

Nelle regioni dei collegamenti di carpenteria e di quelli meccanici, dovrà essere limitata la presenza di nodi, cretti, smussi o altri difetti che possano ridurre la capacità portante del collegamento. Se non diversamente previsto, si raccomanda che i chiodi siano infissi ortogonalmente rispetto alla fibratura e fino a una profondità tale che le superfici delle teste risultino a filo della superficie del legno.

Si raccomanda che il diametro delle preforature non sia maggiore di  $0,8 d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo. Si raccomanda che i fori nel legno per i bulloni abbiano un diametro che non sia più grande di 1 mm rispetto al diametro  $d$  del bullone. Si raccomanda che i fori nelle piastre di acciaio per i bulloni abbiano un diametro non maggiore di max (2 mm;  $0,1 d$ ). Al di sotto della testa del bullone e del dado si raccomanda che siano utilizzate rondelle aventi lunghezza del lato o diametro pari ad almeno  $3 d$  e spessore pari ad almeno  $0 d$ , e che le superfici di contatto tra rondella, legno, dado e testa del bullone siano conformi su tutto il loro contorno. Si raccomanda che bulloni e tirafondi siano serrati in modo tale che gli elementi siano perfettamente accostati. Quando il legno raggiunge l'umidità di equilibrio in fase di costruzione, si deve procedere ad un ulteriore controllo del serraggio, al fine di assicurare il mantenimento della capacità portante e della rigidità della struttura.

Per le unioni con spinotti, si raccomanda che il diametro dello spinotto non sia minore di 6 mm, che le tolleranze sul suo diametro siano entro  $0/+0,1$  mm, che le preforature negli elementi di legno abbiano un diametro non maggiore di quello dello spinotto, e che i fori delle eventuali piastre di acciaio abbiano un diametro non superiore a 1 mm rispetto al diametro dello spinotto.

Per viti infisse in legno di conifera, con diametro del gambo liscio  $d = 6$  mm, non è richiesta la preforatura. Per tutte le viti infisse in legno di latifoglie e per viti in legno di conifere aventi un diametro  $d > 6$  mm, è richiesta la preforatura, rispettando i seguenti requisiti:

- che il foro-guida per il gambo abbia lo stesso diametro del gambo stesso e profondità uguale alla lunghezza del gambo;
- che il foro-guida per la porzione filettata abbia un diametro pari approssimativamente al 70% del diametro del gambo.

Per legno con massa volumica maggiore di  $500 \text{ kg/m}^3$ , si raccomanda che il diametro di preforatura sia determinato tramite prove.

Nei casi in cui la resistenza dell'incollaggio sia un requisito limitativo per la verifica agli stati limite ultimi, si raccomanda che la produzione delle unioni incollate sia sottoposta a controllo di qualità, per assicurare che l'affidabilità e la qualità dell'unione siano conformi alle specifiche tecniche pertinenti.

Si raccomanda che siano seguite le prescrizioni del produttore dell'adesivo, in relazione alla conservazione, miscelazione e applicazione, alle condizioni ambientali necessarie – sia in fase di applicazione sia in fase di indurimento – all'umidità degli elementi e a tutti i fattori pertinenti al corretto utilizzo dell'adesivo. Per gli adesivi per i quali il raggiungimento della piena resistenza richiede un periodo di condizionamento dopo l'indurimento iniziale, si raccomanda che l'applicazione di carichi non avvenga per tutto il tempo necessario.

### Fase di montaggio della struttura

In fase di montaggio della struttura, si raccomanda di evitare sovraccarichi sugli elementi o sulle connessioni, di porre particolare attenzione alla rispondenza degli elementi strutturali alle prescrizioni progettuali, con riferimento alle condizioni di umidità, alla presenza di distorsione, di spaccature, difetti o imprecisioni di lavorazione in corrispondenza dei giunti, prevedendo eventualmente la sostituzione degli elementi difettosi.

### Fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera

Nelle fasi di immagazzinamento, trasporto o messa in opera, si raccomanda che il sovraccarico degli elementi sia accuratamente evitato. Se la struttura è caricata o vincolata provvisoriamente durante la costruzione in maniera differente da quella prevista nelle condizioni di esercizio in opera, si raccomanda che la condizione temporanea sia considerata come uno specifico caso di carico, includendo ogni possibile azione dinamica.

Nel caso di strutture a telaio, archi intelaiati e portali intelaiati, si raccomanda di porre particolare cura nell'evitare distorsioni durante il sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

### Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

#### Requisiti per prevenire l'instabilità laterale

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale, e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a  $1/450$  della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad  $1/300$  della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali, non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

#### Incollaggio

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di

qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

#### Unioni con dispositivi meccanici

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi o altri difetti, in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura, e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3d$  e spessore di almeno  $0,3d$ , essendo  $d$  il diametro del bullone. Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie. Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati, e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone o una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno.

L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso, la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

#### Assemblaggio

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa



in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso, per esempio, di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

#### **Art. 60. Esecuzione di strutture in acciaio**

Composizione degli elementi strutturali

Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

Problematiche specifiche

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza

Serraggio dei bulloni

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, peraltro, devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

Prescrizioni particolari

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

Unioni saldate

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite

da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà, inoltre, essere rispettata la norma **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**. Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817**. Per strutture soggette a fatica, invece, si adotterà il livello B della stessa norma. L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa, e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma

**UNI EN 473**, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 60.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella 60.1. Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture				Strutture soggette a fatica in modo non significativo		Strutture soggette a fatica in modo significativo	
Riferimento				A	B	C	D
<b>Materiale base: spessore minimo delle membrature</b>				S235, s = 30mm S275, s = 30mm S355, s = 30mm S235 S275 S355 S460, s < 30mm			
				S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>			
<b>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834</b>				Elementare EN ISO 3834-4		Medio EN ISO 3834-3	
Medio EN ISO 3834-3				Completo EN ISO 3834-2			
<b>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719</b>				Di base		Specifico	
Completo				Completo			

<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

#### Raccomandazioni e procedure

**UNI EN 288-3** – *Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;*

**UNI EN ISO 4063** – *Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;*

**UNI EN 1011-1** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la*

*saldatura ad arco;*

**UNI EN 1011-2** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici;*

**UNI EN 1011-3** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;*

**UNI EN 1011-4** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;*

**UNI EN 1011-5** – *Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.*

#### Preparazione dei giunti

**UNI EN 29692** – *Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.*

#### Qualificazione dei saldatori

**UNI EN 287-1** – *Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai; UNI EN 1418* – *Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.*

#### Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

#### Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento. Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

#### Norme di riferimento

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 12329** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;*

**UNI EN 12330** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;*

**UNI EN 12487** – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio; UNI EN 12540* – *Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo; UNI EN 1403* – *Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;*

**UNI EN ISO 12944-1** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;*

**UNI EN ISO 12944-2** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 12944-3** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;*

**UNI EN ISO 12944-4** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante*

*verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;*

**UNI EN ISO 12944-6** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;*

**UNI EN ISO 12944-7** – *Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.*

#### **Art. 61. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo**

Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm. L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del piolo,  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima

del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala. Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

#### **Spessori minimi**

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

#### **Colonne composte**

##### **Copriferro e miimi di armatura**

Nelle colonne composte si devono rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di  $1/6$  della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:

- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

#### **Solette composte con lamiera grecata**

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 61.2 (a) e (b));
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento (figura 61.2 (c));
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a

ingranamento per attrito (figura 61.2 (d)).

Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.

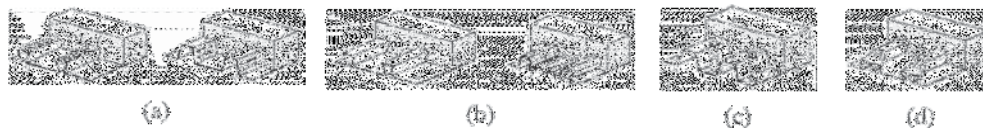


Figura 61.1. Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte

#### Spessore minimo delle lamiere grecate

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

#### Spessore minimo della soletta

L'altezza complessiva  $h$  del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo  $h_c$  al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e  $h_c$  non deve essere minore di 50 mm.

#### Dimensione nominale degli inerti

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

#### Appoggi

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

### Art. 62. Solai in ferro e tavelloni

#### Solai con tavelloni

I solai misti in acciaio e tavelloni sono formati da profilati metallici e laterizi e massetto in calcestruzzo armato, con armatura di ripartizione, e riempimento (cretonato) in calcestruzzo alleggerito o altro materiale, in modo da raggiungere l'altezza del profilato metallico.

Le tipologie più comuni di solai sono:

- solaio con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala inferiore;
- solaio con travi a vista con tavelloni appoggiati lungo l'estradosso dell'ala superiore;
- solaio con camera d'aria.

La funzione dei laterizi e del calcestruzzo non è di essere collaborante con la sezione resistente del profilato, ma quella di struttura secondaria portata dai profilati.

#### Solai ad orditura semplice

Il solaio ad orditura semplice è composto da travi disposte parallelamente al lato minore del vano, aventi interasse solitamente non superiore a 100 cm in relazione all'entità dei carichi gravanti. In caso di dimensioni maggiori, è consigliabile armare i tavelloni con barre di piccolo diametro sigillando i fori con malta cementizia.

È buona regola d'arte disporre lungo il muro perimetrale un profilato su cui fare appoggiare i tavelloni. In questo

caso si può impiegare un profilato a C.

#### Solai ad orditura composta

Il solaio ad orditura composta è impiegato per coprire ambienti con luce netta maggiore di  $6\div 7$

m. A differenza di quello ad orditura semplice, ha la struttura portante composta da due ordini di travi, ovvero travi principali e travi secondarie.

Le travi secondarie sono disposte ortogonalmente a quelle principali e possono essere collegate nei seguenti tre modi:

- poste sopra le principali, e in questo caso si ha un solaio di notevole spessore;
- fissate mediante ferri angolari saldati bullonati alle anime delle travi principali;
- poggiate sulle ali inferiori delle travi principali.

Le travi principali, in presenza di carichi elevati, possono essere costituite anche da due travi accostate.

### Art. 63. Esecuzione delle coperture continue (piane)

#### Definizioni

Si definiscono *coperture continue* quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178** e di seguito descritti.

#### norme di riferimento

---

**UNI 8178** – Edilizia – Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali.

#### Copertura non termoisolata non ventilata

La copertura non termoisolata non ventilata avrà come strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua, con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione, con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

#### Copertura ventilata ma non termoisolata

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igro-termico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

#### Copertura termoisolata non ventilata

La copertura termoisolata non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di pendenza;
- lo strato di schermo o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo), o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- l'elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;

- lo strato filtrante;
- lo strato di protezione.

#### Copertura termoisolata e ventilata

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto, con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

#### Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nei disegni di progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito descritte.

Per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio-calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.:

##### *Elemento termoisolante*

Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

##### *Strato di irrigidimento*

Per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.

##### *Strato di ventilazione*

Lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.

##### *Strato di tenuta all'acqua*

Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovranno curare la corretta realizzazione dei giunti, utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni

sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari, quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire un'esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

##### *Strato filtrante*

Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento, con particolare

attenzione rispetto a possibili punti difficili.

#### *Strato di protezione*

Lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni, curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc., tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

#### *Strato di pendenza*

Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto, si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (o i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza, e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno, inoltre, le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

#### *Strato di barriera o schermo al vapore*

Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (si veda l'articolo sui prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), e, inoltre, saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua. Per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178**, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste in questo capitolo.

### Lucernari

#### Generalità

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura da realizzare con infisso esterno piano o inclinato, per consentire l'illuminazione naturale e/o l'aerazione degli ambienti. Possono essere:

- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:

- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane, ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

#### Lucernari continui

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste.

Proteggono i fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi UV.

I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere:

- meccanismo elettrico;
- manuale;
- a passo d'uomo;
- evacuazione di fumo e calore.

#### Lucernari a piramide

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.



#### Lucernari continui a sesto ribassato

I lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

#### Lucernari continui a vela

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

#### Lucernari a cupola

Sono lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, con morfologia a cupola, a base circolare-ampiezza della curva standard, o secondo specifiche richieste.

#### Norme di riferimento

**UNI 9494** – *Evacuatori di fumo e calore. Caratteristiche, dimensionamento e prove;*

**UNI 10890** – *Elementi complementari di copertura. Cupole e lucernari continui di materiale plastico. Determinazione della resistenza alla grandine e limiti di accettazione;*

**UNI 8090** – *Edilizia. Elementi complementari delle coperture. Terminologia;*

**UNI EN ISO 10077-1** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità.*

### Art. 64. Esecuzione delle coperture discontinue (a falda)

#### Generalità

Si definiscono *coperture discontinue (a falda)* quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

#### Strati funzionali

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178**:

##### a) Copertura non termoisolata e non ventilata

La copertura non termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzione di sopportare i carichi permanenti e i sovraccarichi della copertura;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- l'elemento di supporto, con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- l'elemento di tenuta, con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

La copertura termoisolata e non ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante, con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore, con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

##### b) Copertura non termoisolata e ventilata

La copertura non termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi funzionali:

- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igro- termiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari), eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

#### Realizzazione degli strati

Per la realizzazione degli strati della copertura si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto esecutivo. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per l'elemento portante vale quanto già indicato in questo articolo;
- per l'elemento termoisolante vale quanto indicato nell'articolo sulle membrane destinate a formare strati di protezione;
- per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà, durante l'esecuzione, la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, e l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento portante nel sostenere lo strato sovrastante;
- l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche le prescrizioni previste nell'articolo sui prodotti per coperture discontinue. In fase di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori (ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.). Particolare attenzione dovrà essere prestata nella realizzazione dei bordi, dei punti particolari e, comunque, ove è previsto l'uso di pezzi speciali e il coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
- per lo strato di ventilazione vale quanto già indicato in questo articolo. Inoltre, nel caso di coperture con tegole posate su elemento di supporto discontinuo, la ventilazione può essere costituita dalla somma delle microventilazioni sottotegola;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore dovrà soddisfare quanto prescritto in questo articolo;
- per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, e l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera dovranno essere eseguite prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, le condizioni di carico (frecce), la resistenza ad azioni localizzate, e quanto altro può essere verificato direttamente *in situ*.

### **Art. 65. Impermeabilizzazione di opere interrato**

#### Definizioni

Si definiscono *opere di impermeabilizzazione* quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, ecc.) o, comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

#### Impermeabilizzazione di opere interrato

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare

l'azione del materiale di rinterro (che, comunque, dovrà essere ricollocato con le dovute cautele).

Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione:

##### *a) Soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre*

Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.

##### *b) Soluzioni che adottano intercapedini di aria*

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

##### *c) Soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta*

Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione, ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione – ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza – saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

#### Impermeabilizzazioni di elementi verticali

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.

Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente

con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche

localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

#### **Art. 66. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne**

##### **Definizioni**

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

##### **Strati funzionali**

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

##### **Pareti a cortina (facciate continue)**

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio, si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio, eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature, ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti

secondo il progetto e, comunque, posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti, e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

##### **Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.**

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti similari, saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci e i rivestimenti in genere, si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione, si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

##### **Tramezzi in blocchi di gesso**

Le pareti divisorie saranno realizzate utilizzando blocchi in gesso basso assorbimento di umidità con spessore mm ..... dimensioni ..... x ..... cm. I blocchi sono dotati di maschiatura su quattro lati.

La prima fila a contatto con il pavimento deve essere realizzata sempre con blocco in gesso idrorepellente. Le prove di idrorepellenza, effettuate su campione possono essere eseguite secondo la norma UNI EN 15283-2. Nel

caso di blocchi non idrorepellenti, sotto la prima fila a contatto con il pavimento dovrà essere collocato uno strato bitumato o uno strato di sughero dello spessore di almeno un cm.

I blocchi dovranno essere assemblati fra di loro utilizzando l'apposito collante a base gesso. La parete finita, realizzata secondo le istruzioni del produttore, dovrà essere rifinita con idoneo rasante come consigliato dallo stesso produttore.

#### **Tramezzi in tavelloni monostrato**

I tramezzi possono essere realizzati con tavelloni monostrato e malta cementizia o tavelloni monostrato in laterizio gessato.

I manufatti in laterogesso devono presentare superfici laterali perfettamente piane e teste sagomate con incastro maschio-femmina per semplificare l'allineamento e gli appiombi.

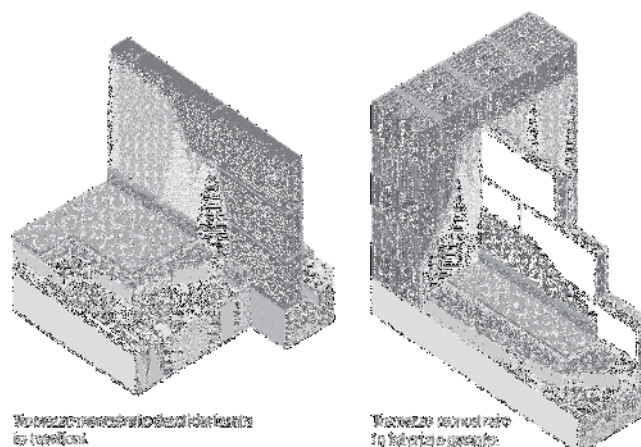


Figura 66.1. Tramezzi monostrato in tavelloni normali e gessati (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### **66.2.4.1. Tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni**

I tramezzi stratificati in tavelle e tavelloni possono essere adottati per suddividere ambienti interni quando il controllo dei fattori termo-acustici sia preminente: per esempio, quando si debbano separare ambienti con diverse condizioni termiche o acustiche o diverse ambienti interni.

A causa del loro peso, i tramezzi stratificati, in particolare quando agiscono parallelamente all'orditura del solaio, possono determinare, su questo, zone localizzate di maggiore inflessione e azioni di punzonamento; per ovviare a tali sollecitazioni improprie, occorre incrementare la rigidità del solaio, aumentando lo spessore della soletta, e prevedere, al di sotto dei tramezzi, nervature trasversali di ripartizione del carico.

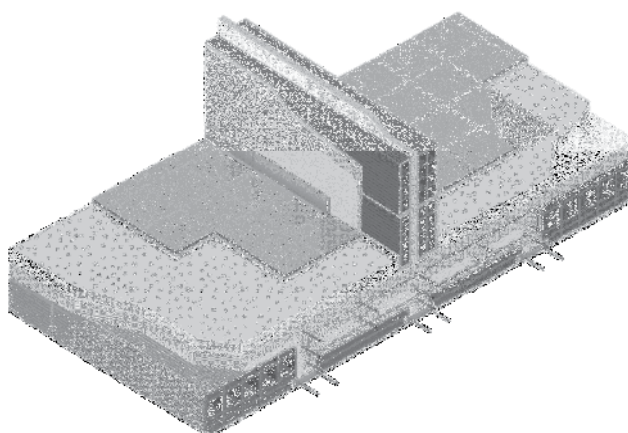


Figura 66.2. Tramezzo stratificato in tavelle e tavelloni (fonte: Andil, Tavelloni e tavelle in laterizio: scenari applicativi)

#### **Applicazione dei pannelli di cartongesso**

I pannelli di cartongesso devono essere fissati alle strutture esistenti mediante tasselli con alette laterali antirotazione e collare per evitare tensioni sui materiali e impedire al tassello di penetrare nel foro.

La stuccatura dei giunti deve essere effettuata con prodotto premiscelato composto da gesso, farina di roccia e additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Tale prodotto può essere anche utilizzato per la rasatura completa e per l'incollaggio (ad esempio su calcestruzzo) di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate. La superficie deve essere asciutta, consistente e libera da polvere, sporco, efflorescenze saline, ecc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, ecc. devono essere preventivamente rimosse. Bisogna verificare che le lastre in cartongesso siano fissate adeguatamente al supporto. Le superfici lisce e non assorbenti devono essere preventivamente trattate con specifico prodotto. Il trattamento deve essere effettuato anche per le superfici molto assorbenti.

La lavorazione del prodotto per stuccatura deve essere effettuata con spatola, frattazzo e cazzuola. Non deve essere utilizzato il materiale che sta indurendo né deve essere aggiunta acqua per tentare di ripristinare la lavorabilità perduta. Bisogna stuccare i giunti avendo cura di annegare apposite retine di armatura e applicando successivamente due mani di rasatura a distanza di almeno 5-7 ore l'una dall'altra.

#### Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto), devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) e approvate dalla direzione dei lavori.

Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto, in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze e i giochi previsti o, comunque, necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.

Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc., che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e siano completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti. Analogamente, si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

#### Parete divisoria modulare

##### Generalità

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC

di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 dB a frequenze di 500 Hz.

L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, ecc.

Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte e i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.

Un distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.

La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione e in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

##### Modulo cieco

Il modulo cieco finito, con spessore totale di ..... cm, può essere composto da due pannelli di spessore ..... mm, in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lavabili, e nelle colorazioni ..... o scelte della direzione dei lavori.

##### Modulo vetrato

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di ..... cm, dovrà essere composto da due lastre di vetro di spessore

non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, bloccate da un doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata .....

#### Modulo porta

Il modulo porta finito, con spessore totale di ..... cm, deve essere composto da un telaio in alluminio verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali di battuta in dutral di colore nero, ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita esternamente in laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche. I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in alluminio verniciato ..... con apertura a 170°.

#### Diffusori e mattoni di vetro

##### Generalità

La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 1051-1**.

È definito *diffusore di vetro* (di forma quadrata, rettangolare o rotonda) per pareti, un elemento cavo di vetro pressofuso ermetico, da utilizzare in pareti o pavimentazioni. Gli elementi per pavimentazioni possono essere solidi o cavi.

I diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni devono essere fabbricati da vetro di silicato sodo-calcico, conforme alla norma **UNI EN 572-1**.

Gli eventuali rivestimenti dei bordi devono essere compatibili e legati ai diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni.

Le tolleranze sulle dimensioni dei diffusori di vetro per pareti/pavimentazioni sono quelle indicate nel prospetto I della norma **UNI EN 572-1**.

Ai fini dell'accettazione i diffusori di vetro devono essere privi di difetti visivi come macchie e inclusioni opache.

##### Diffusori per pavimentazioni

I diffusori di vetro per pavimentazioni devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione, che deve essere eseguita perpendicolarmente alle facce visibili dei diffusori di vetro per pavimentazioni (appendice B, norma **UNI EN 572-1**).

##### Diffusori per pareti

I diffusori di vetro per pareti devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione come descritto dall'appendice B, norma **UNI EN 572-1**.

##### Norme di riferimento

**UNI EN 1051-1** – *Vetro per edilizia. Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 1: Definizioni e descrizione;*

**UNI EN 1051-2** – *Vetro per edilizia. Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.*

### Art. 67. Esecuzione di intonaci

#### Generalità

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzafo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in calcestruzzo che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce

dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

#### Intonaci per interni

##### Intonaco grezzo o rinzafo

Il rinzafo, preparato con inerti a granulometria più grossa e con elevato dosaggio di leganti, regolarizza il supporto e lo prepara in modo da assicurare una buona aderenza agli strati successivi. Prima di essere usato come supporto degli strati successivi, il rinzafo deve avere il tempo necessario per raggiungere le giuste caratteristiche di resistenza e di maturazione. La parete in laterizio deve essere preventivamente bagnata.

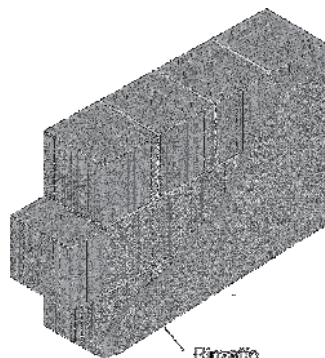


Figura 67.1. Rinzafo

##### Intonaco grezzo fratazzato o traversato

L'intonaco grezzo fratazzato (o traversato) deve essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide (o sestì), su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

##### Intonaci a base di gesso per interni

##### Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato per applicazione manuale

L'intonaco rustico per interni costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato manualmente su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle in ceramica.

##### Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a fratazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella

parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la verticalità delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti. Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e dalla rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc., devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.



#### **Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, per applicazione a macchina**

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotta, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa ed additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage) l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare, e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### **Intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano**

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, rasato con strato di finitura dello stesso prodotto.

#### **Intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina**

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotta a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

#### **Rasatura per interni di tipo monoprodotta per applicazione a mano**

La rasatura per interni di tipo monoprodotta di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1° fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale talocchia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;
- 2° fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente non scenda sotto i +5 °C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità.

Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i +35 °C.

Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifuogo.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincato fissata alla muratura.

#### Paraspigoli in lamiera zincata

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

#### Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura,

sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

**Intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite, applicazione a spruzzo**

L'intonaco per interni per trattamento acustico dei locali, di tipo premiscelato, a base di vermiculite e leganti inorganici, resine e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a spruzzo direttamente su sottofondi in calcestruzzo, laterizio e laterocemento.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici di calcestruzzo, si dovranno eliminare tutte le eventuali sporgenze di elementi metallici per evitare la fuoriuscita di macchie di ruggine e stendere una mano di imprimitura a base di resina.

Prima dell'applicazione dell'intonaco su superfici miste di calcestruzzo e laterizio, per rendere uniformi le superfici dovrà essere steso uno strato sottile di intonaco grezzo.

La finitura verrà realizzata come previsto nei disegni di progetto, secondo una delle tipologie sotto indicate:

- lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di vermiculite (spessore 2 mm), colorata in pasta;
- non lisciato, con sovrapposizione di finitura speciale a base di perlite fine (spessore 1 mm), colorata in pasta;
- non lisciato (naturale).

#### Intonaco per interni per protezione antincendio

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.

Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere, sia sull'eventuale inscatolamento eseguito con l'impiego di una adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

#### Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene, applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granule di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sacchi, si deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seguente:

- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm di intonaco avente funzione di aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro settimane dalla posa dell'intonaco.

#### Intonaci per esterni

##### Gli strati componenti l'intonaco esterno

Un buon intonaco specialmente su pareti in laterizio va applicato nel rispetto dei magisteri tradizionali, indipendentemente dalla tipologia usata (preparato in cantiere o premiscelato in stabilimento).

Devono essere stesi due, o meglio tre strati complessivamente (figura 67.2.), di cui il primo con funzione di aggrappaggio (rinzafo), il secondo per realizzare l'opportuno spessore (corpo o arriccio) e il terzo di finitura (stabilitura o finitura):

- 1) il rinzafo, preparato con inerti a granulometria più grossa e con elevato dosaggio di leganti, regolarizza il

supporto e lo prepara in modo da assicurare una buona aderenza agli strati successivi. Prima di essere usato come supporto degli strati successivi, il rinzafo deve avere il tempo necessario per raggiungere le giuste caratteristiche di resistenza e di maturazione. La parete in laterizio deve essere preventivamente bagnata;

- 2) nel secondo strato, con prevalenti funzioni di tenuta e di impermeabilità, gli inerti sono più fini e il dosaggio di leganti è minore, in modo da limitare il ritiro;
- 3) il terzo strato, infine, avente una funzione estetica di finitura, si deve impiegare sabbia fine, calce e cemento.

L'esecuzione dell'intonacatura deve essere sospesa in caso che pareti eccessivamente calde, soleggiate o battute dal vento e in condizioni di bassa umidità relativa dell'aria.

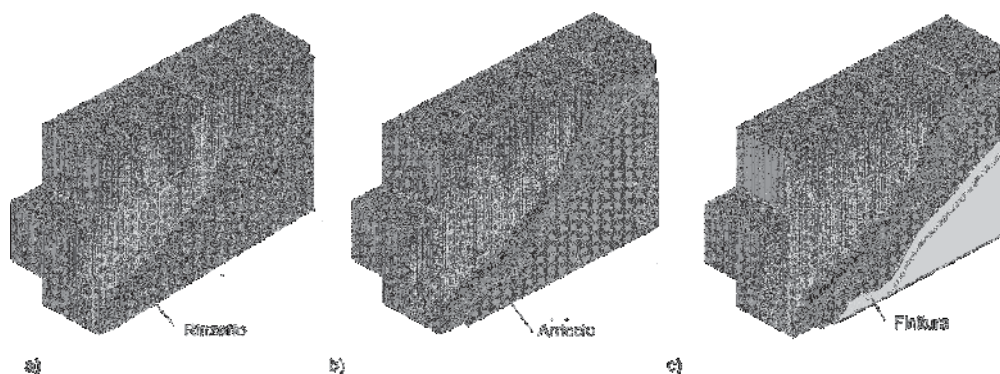


Figura 67.2. Stati componenti l'intonaco su una muratura di compimento in laterizio

#### Intonaco per esterno di tipo plastico

L'intonaco per esterno di tipo plastico sarà costituito da un rinzafo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino, e su elementi prefabbricati in calcestruzzo.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutto, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata.

La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni

L'intonaco tipo Li Vigni, è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocciopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo, e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro,

assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

#### Intonaco civile per esterni tipo Terranova

L'intonaco con lana minerale, detto intonaco Terranova, consiste nell'applicazione di una miscela di legante, inerti quarziferi e coloranti minerali.

La finitura deve essere applicata esclusivamente su supporti minerali assorbenti quali intonaci a base di calce o a base di calce-cemento, di cantiere o premiscelati, e vecchi intonaci tipo Terranova, purché stabili e consistenti, con coefficiente di permeabilità al vapore  $\mu < 12$ , e conduttività termica  $\lambda = 0,4 \text{ W/mK}$ .

Il supporto deve essere regolare e assorbente, privo di grassi e di parti solubili in acqua, solido, omogeneo, perfettamente stagionato e non soggetto a movimenti. Eventuali rappezzi devono accordarsi con il tipo di materiale esistente. Tutte le superfici devono essere preventivamente

bagnate a rifiuto. In caso di sottofondi molto assorbenti o di temperature elevate, occorre bagnare il supporto anche la sera precedente l'applicazione.

Il prodotto deve essere impastato mantenendo costante il rapporto acqua/materiale. Il supporto deve essere bagnato a rifiuto e l'applicazione deve iniziare quando l'acqua è stata completamente assorbita.

L'impasto deve essere applicato con cazzuola, comprimendo bene la superficie con cazzuola e frattazzo, sino a ottenere uno spessore di circa 8 mm. All'inizio della presa occorre lamare con lama o spazzola a chiodi e successivamente spazzolare con spazzola di crine asciutta. L'operazione di lamatura deve ridurre lo spessore a circa  $5 \pm 6 \text{ mm}$ .

L'intonaco non deve essere eseguito sulle pareti in presenza di sole, vento o pioggia battente. In caso di pioggia deve essere protetta la facciata durante il tempo necessario alla presa del prodotto.

Il prodotto non deve essere assolutamente applicato su supporti gelati, in fase di disgelo o con rischio di gelo nelle 24 ore successive l'applicazione.

L'aspetto cromatico può variare in funzione dell'assorbimento del supporto e delle condizioni ambientali. Occorre evitare l'applicazione in facciata in tempi diversi, su supporti disomogenei e su supporti assorbenti non bagnati.

Nell'applicazione dell'intonaco su superfici estese devono essere previste le opportune interruzioni in prossimità di giunti o pluviali, oppure bisogna creare opportuni tagli tecnici.

Le superfici di intonaco non devono essere bagnate nelle 48 ore successive all'applicazione.

#### Intonaco a base di silicati di potassio

L'intonaco a base di silicati di potassio, traspirante per interni ed esterni, in uno o più strati deve essere steso con spatola in acciaio e lisciata a finire con quella in plastica. Tra una mano e l'altra attendere il tempo minimo indicato dal produttore. Lo spessore minimo degli strati deve essere di almeno ..... mm. La finitura deve essere preceduta dall'applicazione di uno strato di idoneo primer

L'intonaco a base di silicati di potassio eseguito in condizioni atmosferiche non idonee influenza negativamente i tempi di essiccazione compromettendo il raggiungimento ottimale delle caratteristiche estetiche e prestazionali.

L'applicazione del prodotto eseguita con temperature elevate ( $> 30^\circ\text{C}$ ), influenza negativamente il processo di silicatizzazione. La conseguente presenza di silicato attivo, può dare origine, a seguito di dilavamenti da parte dell'acqua piovana, alla formazione di antiestetiche macchie o colature biancastre insolubili di silicato, per la risoluzione delle quali si rende necessario, prima di procedere alla riapplicazione del ciclo, un intervento di neutralizzazione.

L'appaltatore per l'applicazione sulle facciate, su un intero prospetto da spigolo a spigolo deve impiegare materiale appartenente allo stesso lotto di fabbricazione. Nel caso di impiego di prodotti provenienti da diversi lotti di fabbricazione è opportuno mescolare fra loro le varie partite, allo scopo di evitare differenze di tonalità. In caso contrario si potrebbero evidenziare disuniformità cromatiche.

Non deve essere utilizzata per una stessa parete un colore riprodotto con sistemi diversi da quelli indicati dal produttore.

L'appaltatore prima dell'applicazione dovrà fornire al direttore dei lavori le schede tecniche della finitura rilasciate dal produttore per la verifica delle caratteristiche rispetto alle prescrizioni progettuali.

#### Intonaco a base silossanica

La finitura dell'intonaco a base silossanica è costituita da una resina silossanica in dispersione acquosa che garantisce una elevatissima idrorepellenza, mantenendo sempre asciutta la superficie dell'intonaco esterno, e un'ottima traspirabilità.

Prima dell'applicazione bisogna accertarsi che il supporto da trattare sia coerente. I supporti devono trovarsi nelle condizioni idonee a ricevere il ciclo di finitura e dovranno essere stati trattati in modo opportuno (spazzolatura, spolveratura, consolidamento). Gli eventuali intonaci esistenti debolmente sfarinanti dovranno essere trattati con l'apposito prodotto per l'aumento della coesione, il prodotto deve essere compatibile con la finitura a base silossanica. Eventuali fessure o cavità presenti nel supporto devono essere idoneamente trattate con prodotti compatibili con la finitura a base silossanica e previa accettazione del direttore dei lavori. Il fondo delle superfici cementizie prima dell'applicazione della finitura deve essere trattato con specifico primer.

L'applicazione della finitura deve essere eseguita mediante spatola americana in acciaio o con spatola di plastica; in genere prima del completo essiccamento, si frattazza con attrezzo di spugna o spatola di plastica. In particolari condizioni climatiche (presenza di vento, temperature elevate) è più indicata la lavorazione della finitura con spatola di plastica.

Nell'applicazione della finitura è opportuno interrompere la lavorazione in corrispondenza di fasce marcapiano, spigoli, grondaie, per evitare soluzioni di continuità nella ripresa tra campiture diverse.

#### Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali  $\text{CO}_2$ - $\text{SO}_2$ .

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere omogeneo e privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia, e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno

spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

#### Esecuzione dell'intonaco su strutture in calcestruzzo armato

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato (travi, pilastri), si prescrive l'impiego di una rete in fibra di vetro fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillatura lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

La rete in fibra di vetro deve essere estesa fino a  $20 \div 30$  cm oltre la zona interessata da possibili lesioni.

La linea di contatto fra le strutture in cemento armato e tamponamento in laterizio può essere zona di fessurazioni causate dal diverso coefficiente di dilatazione termica fra i due materiali, soprattutto in presenza di parti soleggiate e con tinteggiatura scura.

#### Divieti per l'appaltatore

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta.

Alla limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

#### Intonaci e trattamenti su edifici esistenti

##### Intonaci su superfici vecchie

Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaci da eseguire su altri esistenti

Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà ad una adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e, successivamente, alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

#### Intonaco risanante ad azione deumidificante

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni genere e spessore. L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzafo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;
- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indurimento non deve essere aggiunta acqua per ripristinare la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

#### Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil colorato, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio.

Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

#### Protezione degli intonaci realizzati

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

### **Art. 68. Opere di vetratura e serramentistica**

#### Definizioni

Per *opere di vetratura* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### Realizzazione

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto, e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti. Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo

conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono, inoltre, essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI EN 12758** e **UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termo igrometrici, tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve, comunque, essere conforme a quella richiesta dal progetto, o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

#### Posa in opera dei serramenti

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo, e, quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel

tempo. Se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;

- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o dei carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrosioni, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre. Inoltre, si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno, inoltre, le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### Controlli del direttore di lavori

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure), verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà, quindi, prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

### **Art. 69. Esecuzione delle pavimentazioni**

#### **Definizioni**

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.

#### **Pavimentazione su strato portante**

La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;
- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planimetria ed eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

#### **Realizzazione degli strati portanti**

La realizzazione degli strati portanti sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori:

##### *a) Strato portante*

Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

##### *b) Strato di scorrimento*

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione di bordi, risvolti, ecc.



*c) Strato ripartitore*

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico-fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.

*d) Strato di collegamento*

Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

*e) Strato di rivestimento*

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratteristiche di planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione.

*f) Strato di impermeabilizzazione*

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In generale, lo strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.

*g) Strato di isolamento termico*

Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari espansi, e tra tali elementi devono essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.

*h) Strato di isolamento acustico*

Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazione di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti

ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto *galleggiante* i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. sarà verificato il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

*i) Strato di compensazione*

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

### **Pavimentazione su terreno**

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- gli strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

### **Realizzazione degli strati di pavimentazioni su terreno**

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali e gli spessori degli strati indicati nel progetto e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori:

*a) Strato costituito dal terreno*

Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, ecc.

*b) Strato impermeabilizzante o drenante*

Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc., alle norme sulle costruzioni stradali. Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc.

*c) Strato ripartitore dei carichi*

Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme relative costruzioni stradali. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

*d) Strato di compensazione e/o pendenza*

Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore. È ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

*e) Strato di rivestimento*

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione. Durante l'esecuzione si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari.

**Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante**

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi:

- preparazione della superficie di appoggio;
- preparazione del collante;
- stesa del collante e collocazione delle piastrelle;
- stuccatura dei giunti e pulizia.

preparazione della superficie di appoggio

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

preparazione del Collante

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di pisterella da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori. L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione.

Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali, ed in particolare dalla temperatura, conviene, comunque, fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

stesa del Collante e Collocazione delle piastrelle

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo

spessore dello strato legante, e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino ad interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

#### stuccatura dei Giunti e pulizia

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco o prodotto specifico per fughe, deve essere eseguita mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti. Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. In seguito si può procedere a una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

#### **Soglie e davanzali**

Tutti i davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre saranno in marmo (o pietra naturale) tipo

....., colore ....., spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale devono essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite da un unico elemento.

Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia. Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento in alluminio o in PVC rigido.

La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere di almeno 2 cm per quella delle porte interne.

#### **Zoccolino battiscopa**

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) dipendente dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:

- malta cementizia;
- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;
- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:

- altezza ..... cm (8-10 cm per il marmo e 10-15 cm per gli elementi in plastica);
- spessore .....
- finitura superiore .....

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o colla), deve essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco specifico per fughe.

#### **Rivestimento dei gradini**

I gradini e i sottogradi delle scale dovranno essere rivestiti con lastre di marmo ..... colore ....., di spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradi.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Il profilo esterno della pedata deve essere .....

Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di marmo ..... dello spessore di 3 cm.

#### **Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi**

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in marmo (o pietra naturale) tipo ....., colore ....., di spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in opera dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sigillate con specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra di marmo dovrà essere dotata di gocciolatoio.

#### **Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite**

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impiegate per la pavimentazione di:

- marciapiedi, strade, piazze;

- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa del livello di superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.

Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere ad un lavaggio delle stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di fissaggio della piastrella al letto di malta.

Per la posa in opera, si deve procedere come segue:

- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle) (le pendenze da rispettare per lo smaltimento delle acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%);
- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m<sup>3</sup>);
- stesa della malta sul sottofondo;
- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosparso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare

il tutto e, successivamente, riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.

Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiaccia fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma, ovviamente, senza che la boiaccia stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo, e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature dovranno essere immediatamente pulite con stracci, o meglio ancora con spugne inumidite;
- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta. Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette.

Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

#### Controlli del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

### Art. 70. Opere di rifinitura varie

#### Verniciature e tinteggiature

#### Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte. L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

#### Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

#### Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

#### Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

#### Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

#### Esecuzione

##### Tinteggiatura di pareti

La tinteggiatura delle pareti può essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi indicati per ciascun tipo di prodotto dal produttore.

##### Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa.

Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.

Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

##### Tinteggiatura a colla e gesso

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

#### Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

#### Tinteggiatura con idropittura a base di cemento

La tinteggiatura con idropittura a base di cemento deve essere eseguita direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

#### Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche

La tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche deve essere anzitutto applicata,

sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto nelle quantità e modalità consigliate dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

#### Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

#### Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

#### Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli ed difetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere

- omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

#### Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno

L'applicazione di idrorepellente protettivo – ad uno strato dato a pennello – del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente, data su intonaco civile esterno, su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere;
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

#### Verniciatura

##### Generalità

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C, con un massimo di 80% di umidità relativa, in generale devono essere rispettati l'intervallo di tempo indicato dal produttore. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione delle vernici sulle superfici possono essere a pennello e a spruzzo:

- a) l'applicazione a pennello di ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà attendere il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione della mano successiva;
- b) l'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno una mano di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

##### Verniciatura a smalto (tradizionale)

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

#### Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

#### Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 microns);
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due mani di smalto sintetico.

#### Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns.

#### Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretanico

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.



Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash- primer) verniciati con smalto poliuretanico

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:

- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del wash-primer;
- ritocchi a pennello con wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.

Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad air-less di una mano di Wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad air-less di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns.

Applicazione dell'antiruggine

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns.

Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

- preparazione delle superfici con sabbiature SA 2 1/2;
- applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 microns. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5°C e + 40°C;
- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di film secco per le seguenti classi:

- classe REI 30/45: 500 microns;
- classe REI 60: 750 microns;
- classe REI 120: 1000 microns.
- applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 microns, data a pennello, rullo o airless.

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

#### Protezione delle opere verniciate

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

#### Controllo dello spessore degli strati di vernice e metodi di prova

Il direttore dei lavori potrà controllare con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di  $\pm 10\%$ . Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

#### norme di riferimento

**UNI 8754** – Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;

**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione Nazionale Imprese di Verniciatura, Decorazione e Stuccatura (ANVIDES).

#### 70.1.8. Smaltimento rifiuti

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore.

In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore, e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

#### Esecuzione di decorazioni

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e le modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

#### Rivestimenti per interni ed esterni

##### Sistema di rivestimento

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

1. rivestimenti per esterno e per interno;
2. rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
3. rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

#### Sistemi realizzati con prodotti rigidi

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili), si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento, si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili, si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralicci o simili.

I sistemi di fissaggio devono, comunque, garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere alle altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

#### Sistemi realizzati con prodotti flessibili

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessili, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

#### Sistemi realizzati con prodotti fluidi

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali e artificiali:
  - impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi UV, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- su intonaci esterni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche.
- su intonaci interni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
  - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
  - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
- su prodotti di legno e di acciaio:
  - si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto, e, in loro mancanza (o a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori. Le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condizioni per la successiva operazione;

- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente citate per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

#### 70.4. Applicazione di tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, ecc.), deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

##### Superfici e supporti

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

##### Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e, soprattutto, di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

##### Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di

fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

##### Tecnica di applicazione

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare, infine, il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

##### Norme di riferimento

**UNI EN 12149** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;*

**UNI EN 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;*

**UNI EN 12956** – *Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità;*

**UNI EN 13085** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero;*

**UNI EN 15102** – *Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli;*

**UNI EN 233** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica;*

**UNI EN 234** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;*

**UNI EN 235** – *Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli;*

**UNI EN 259-1** – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche;* **UNI EN 259-2** – *Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;*

**UNI EN 266** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.*

#### 70.5. Applicazione di moquette

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

##### Superfici e supporti

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento lisciato fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

##### Stato delle superfici e dei supporti murali

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

##### Preparazione del supporto

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura ecc.), devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

##### Tecnica di applicazione

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

##### Norme di riferimento

**UNI 7956** – *Prove sui tessili. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti;*

**UNI 8013-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

**UNI 8014-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;*

**UNI 8014-2** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;*

**UNI 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione;

**UNI 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio; **UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI SPERIMENTALE 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale); **UNI 9946:1992** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;

**UNI CEN/TS 14472-1** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;

**UNI CEN/TS 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione – Rivestimenti laminati per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-4** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni;

**UNI EN 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;

**UNI EN 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo; **UNI EN 1318** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi;

**UNI EN 13297** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;

**UNI EN 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;

**UNI EN 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;

**UNI CEN/TS 14159** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;

**UNI EN 14215** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;

**UNI EN 14499** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i reversi dei tappeti;

**UNI EN 1470** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo;

**UNI EN 1471** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;

**UNI EN 14900** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleece backing);

**UNI EN 15114** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo;

**UNI EN 15115** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata;

**UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

**UNI EN 1813** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro;

**UNI EN 1814** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato; **UNI EN 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

**UNI EN 1963** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad;

**UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione; **UNI EN 984** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate;

**UNI EN 985** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle;

**UNI EN 986** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura;

**UNI EN 994** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

**UNI EN 995** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi;

**UNI EN ISO 105-X10** – Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile;

**UNI EN ISO 11378-2** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporatura in laboratorio. Prova del tamburo;

**UNI EN ISO 11857** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione.

#### 70.6. Verifiche del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori, e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti, e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, accerterà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare, verificherà:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti, e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi, infine, accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

### Art. 71. Giunti di dilatazione

#### 71.1. Giunti di dilatazione per pavimenti

Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o

in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

#### **Pavimenti**

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, klinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

#### **Pavimenti sopraelevati**

Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

#### **Pavimenti finiti**

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da

– 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale.

Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a testa svasata e tasselli ad espansione.

#### **Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti**

##### **Facciate, pareti e soffitti a faccia vista**

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di

montaggio deve essere di ..... mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da – 30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale.

Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da riempire con idoneo sigillante elastico.

##### **Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco**

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere costituito da profilo



portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da -30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con chiodi d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

#### Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da ..... °C (da -30°C a +120 °C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli ad espansione. La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

#### Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo in duralluminio (UNI 9006-1) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno 70 °C e ai raggi UV. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in acciaio inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata almeno un clip ogni ..... cm, ovvero come previsto dal produttore.

norme di riferimento

**UNI 9006-1** – *Alluminio e leghe di alluminio primarie da lavorazione plastica. Leghe alluminio- magnesio-silicio. Lega Al Mg 0,5 Si 0,4 Fe 0,2 (6060).*

## 5

### MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

#### Art. 72. Sistemi di collegamento degli impianti alle strutture

Gli elementi funzionali degli impianti potranno essere collegati alle strutture principali con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili. I collegamenti di servizio dell'impianto dovranno essere flessibili e non dovranno fare parte del meccanismo di vincolo.

Gli impianti non dovranno essere collocati alle pareti dell'edificio facendo affidamento sul solo attrito.

I corpi illuminanti dovranno essere dotati di dispositivi di sostegno tali impedirne il distacco in caso di terremoto. In particolare, se montati su controsoffitti sospesi, dovranno essere efficacemente ancorati ai sostegni longitudinali o trasversali del controsoffitto e non direttamente ad esso.

Il direttore dei lavori dovrà verificare sia i dispositivi di vincolo che gli elementi strutturali o non strutturali cui gli impianti sono fissati, in modo da assicurare che non si verifichino rotture o distacchi per effetto dell'azione sismica.

#### Art. 73. Impianti idrico-sanitari

##### 73.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali e gli oggetti, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del D.Lgs. n. 31/2001. Inoltre, essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili d'impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto conferendole un carattere nocivo per la salute e/o modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.

I materiali e gli oggetti non devono, nel tempo, modificare le caratteristiche delle acque poste con essi a contatto, in maniera tale da rispettare i limiti vigenti negli effluenti dagli impianti di depurazione delle acque reflue urbane.

##### 73.1.1. Prescrizioni normative

Ai sensi dell'art. 1, lettera d) del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, sono soggetti all'applicazione dello stesso decreto

gli impianti idrosanitari nonché quelli di trasporto, di trattamento, di uso, di accumulo e di consumo di acqua all'interno degli edifici, a partire dal punto di consegna dell'acqua fornita dall'ente distributore.

Per i criteri di progettazione, collaudo e gestione valgono le seguenti norme:

**UNI 9182** – *Edilizia. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;*

**UNI EN 12056-1** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Requisiti generali e prestazioni;*

**UNI EN 12056-2** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-4** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo;*

**UNI EN 12056-5** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.*

Per i disegni tecnici, le norme di riferimento sono le seguenti:

**UNI 9511-1** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico;* **UNI 9511-2** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria;*

**UNI 9511-3** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica;*

**UNI 9511-4** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione;*

**UNI 9511-5** – *Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per sistemi di drenaggio e scarico acque usate.*

#### Contatori per acqua

##### Contatori per acqua fredda

I contatori da impiegarsi normalmente sui circuiti idraulici per temperature dell'acqua non superiori a 35 °C potranno essere dei seguenti tipi:

- tipo a turbina, a getto multiplo o unico, a quadrante asciutto o bagnato;
- a mulinello (Woltmann), in esecuzione chiusa o a revisione.

I contatori a turbina a getto unico saranno di solito impiegati per acque con tendenza a formare incrostazioni, e, in questo caso, si darà la preferenza a contatori a quadrante bagnato.

Per la misura di portate rilevanti e non soggette a notevoli variazioni (condotte prementi, circuiti di raffreddamento e simili) saranno impiegati contatori a mulinello (Woltmann).

Per quanto riguarda definizioni, requisiti e prove di attacchi, si farà riferimento alle seguenti norme (valide per i contatori a turbina; per i contatori a mulinello si ricorrerà alle norme solo in quanto ad essi applicabili):

- definizioni e prove: **UNI 1075-1** e **UNI 1075-2**;
- dimensioni e quadranti: **UNI 1064 -1067**;
- montaggi sulla tubazione: **UNI 1073 – 1074**, **UNI 2223** e **UNI 2229**.

I contatori devono essere costruiti con materiali di note caratteristiche per quanto riguarda la loro resistenza meccanica e strutturale a temperature non inferiori a 35 °C. Detti materiali devono essere tali da non formare tra loro coppie elettrolitiche capaci di causare fenomeni di corrosione apprezzabili, nonché capaci di resistere ad ogni possibile attacco chimico dell'acqua. Le orologerie dovranno essere facilmente smontabili per le operazioni di revisione e riparazione. I quadranti dovranno essere in materiale indeformabile, con scritte inalterabili nel tempo,

anche se immersi nell'acqua. I rulli, nei contatori a lettura diretta, dovranno essere in materiale rigorosamente inossidabile. I vetri, inoltre, dovranno essere ben trasparenti, senza difetti, e idonei a sopportare un'eventuale sovrappressione per colpo d'ariete.

##### Contatori per acqua calda

I contatori per acqua calda avranno caratteristiche analoghe ai precedenti, con l'avvertenza che i materiali impiegati dovranno essere inalterabili per temperature sino a 100 °C. Per le prove d'accettazione si applicherà la norma **UNI 8349** – *Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove.*

#### Criteri di esecuzione

#### Posa in opera delle tubazioni

Per la posa delle tubazioni si applicano le disposizioni previste dal punto 19 della norma **UNI 9182**. In generale, le tubazioni devono essere collocate in modo tale da consentire la corretta esecuzione anche del rivestimento isolante e le necessari operazioni di manutenzione e di ispezione.

Le tubazioni per l'acqua calda devono essere dotate di idonei compensatori di dilatazione. L'appaltatore non deve collocare le tubazioni per adduzione acqua:

- all'interno delle cabine elettriche;
- sopra quadri e apparecchiature elettriche;
- all'interno di locali per deposito rifiuti;
- all'interno di locali per deposito di prodotti inquinanti.

In particolare, le tubazioni in acciaio zincato non devono essere piegate a caldo o a freddo per angoli superiori a 45°, né sottoposte a saldatura. Tali tipi di tubazioni, se interrate devono essere opportunamente protette dalla corrosione, non devono essere impiegate per convogliare acqua avente temperatura superiore a 60 °C e durezza inferiore a 10°F e non devono essere precedute da serbatoi o da tratti di tubazione in rame.

#### Ancoraggi delle tubazioni a vista

Gli ancoraggi e i sostegni delle tubazioni non interrate devono essere eseguiti nei modi seguenti:

- per le tubazioni di ghisa e di plastica: mediante collari in due pezzi fissati immediatamente a valle del bicchiere, con gambo inclinato verso il tubo. Per pezzi uguali o superiori al metro deve applicarsi un collare per ogni giunto;
- per le tubazioni in acciaio e rame: mediante collari di sostegno in due pezzi, nelle tubazioni verticali, e mediante mensole nelle tubazioni orizzontali, poste a distanza crescente al crescere del diametro delle tubazioni, e, comunque, a distanza tale da evitare avvallamenti.

#### Pulizia e disinfezione della rete idrica e dei serbatoi

Le tubazioni per la distribuzione di acqua potabile, come stabilito dal punto 24 della norma

**UNI 9182**, prima della messa in funzione dovranno essere sottoposte a:

- prelavaggio per l'eliminazione dei residui di lavorazione e di eventuali materiali estranei;
- lavaggio prolungato dopo l'ultimazione dell'impianto, compresa l'installazione dei rubinetti e degli apparecchi sanitari;
- disinfezione mediante immissione nella rete idrica di cloro gassoso, miscela di acqua con cloro gassoso, miscela di acqua con ipoclorito di calcio, risciacquando fino a quando necessario con acqua potabile. La miscela disinfettante dovrà permanere in tutti i tratti della rete idrica per almeno otto ore. Deve essere garantita la presenza di almeno 50 ppm di cloro residuo da verificare mediante prelievamento in diversi punti della distribuzione;
- risciacquo finale effettuato con acqua potabile sino a quando necessario, prelevando successivamente i campioni d'acqua da sottoporre ad analisi presso laboratori specializzati. I risultati delle analisi sono fondamentali e indispensabili per l'utilizzazione dell'impianto di distribuzione.

I serbatoi di accumulo acqua devono essere disinfettati allo stesso modo della rete idrica, con la differenza che la soluzione deve fare rilevare almeno 200 ppm di cloro residuo per un tempo minimo di due ore.

Durante la disinfezione, l'impresa appaltatrice deve predisporre tutti i provvedimenti cautelativi (avvisi, segnali, ecc.) per impedire il prelievamento d'acqua potabile da parte di non addetti ai lavori.

In caso di modifiche o di ampliamento dell'impianto di distribuzione, deve essere ripetuta l'operazione di pulizia e di disinfezione.

#### Isolamento termico

Le protezioni termiche (rivestimenti isolanti) delle tubazioni devono essere costituite da materiali aventi bassa conducibilità termica, per due distinti scopi:

- impedire la condensazione del vapore acqueo dell'aria nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua fredda;
- ridurre le dispersioni di calore nelle tubazioni e nelle apparecchiature attraversate da acqua calda.

#### Materiali isolanti

I rivestimenti isolanti, applicati alle tubazioni per impedire la condensazione del vapore acqueo, saranno costituiti da:

- lana di roccia, in materassini aventi spessore non inferiore a 20 mm, trapunta su cartone catramato;
- sughero, in lastre o coppelle, aventi spessore non inferiore a 25 mm e densità non superiore a 120 kg/m<sup>3</sup>.

#### Protezione contro la corrosione

##### Generalità

L'espressione *protezione contro la corrosione* indica l'insieme di quegli accorgimenti tecnici atti a evitare che si verifichino le condizioni per certe forme di attacco dei manufatti metallici, dovute – per la maggior parte – ad una azione elettrochimica.

In linea generale, occorrerà evitare che si verifichi una disimmetria del sistema metallo- elettrolita, per esempio il contatto di due metalli diversi, aerazione differenziale, ecc.

Le protezioni possono essere di tipo passivo, di tipo attivo, o di entrambi i tipi.

La protezione passiva consiste nell'isolare le tubazioni dall'ambiente esterno e fra loro, mediante idonei rivestimenti superficiali di natura organica e inorganica, e/o nell'interrompere la continuità di ciascuna tubazione interponendo speciali giunti dielettrici.

La protezione attiva consiste nel mantenere le tubazioni in particolari condizioni elettrochimiche, in modo da evitare la continua cessione di metallo al mezzo circostante.

##### Mezzi impiegabili per la protezione passiva

I mezzi per la protezione passiva delle tubazioni possono essere costituiti da:

- speciali vernici bituminose, applicate a caldo o a freddo;
- vernici anticorrosive a base di adatte resine sintetiche metallizzate o meno;
- vernici anticorrosive a base di ossidi;
- fasce in fibra di vetro bituminoso;
- fasce sovrapponibili paraffinate in resine sintetiche;
- manicotti isolanti e canne isolanti in amianto, cemento o in resine sintetiche, usabili per l'attraversamento di parti murarie;
- giunti dielettrici.

I rivestimenti, di qualsiasi natura, devono essere accuratamente applicati alle tubazioni, previa accurata pulizia, e non devono presentare assolutamente soluzioni di continuità.

All'atto dell'applicazione dei mezzi di protezione occorre evitare che in essi siano contenute sostanze suscettibili di attaccare sia direttamente che indirettamente il metallo sottostante, attraverso eventuale loro trasformazione.

Le tubazioni interrate dovranno essere posate su un letto di sabbia neutra e ricoperte con la stessa sabbia per un'altezza non inferiore a 15 cm sulla generatrice superiore del tubo.

##### Mezzi impiegabili per la protezione attiva

La protezione attiva delle condotte assoggettabili alle corrosioni per l'azione di corrente esterna impressa o vagante, deve essere effettuata mediante protezione catodica, sovrapponendo alla corrente di corrosione una corrente di senso contrario di intensità uguale o superiore a quella di corrosione.

L'applicazione di questo procedimento sarà condizionata dalla continuità elettrica di tutti gli elementi delle tubazioni e dall'isolamento esterno rinforzato dei tubi.

##### Protezione passiva e attiva

Qualora le tubazioni isolate con uno dei mezzi indicati per la protezione passiva non risultassero sufficientemente difese, dovrà provvedersi anche alla contemporanea protezione attiva, adottando uno dei sistemi già illustrati.

##### Rete di ventilazione

##### Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

Per *ventilazione di un impianto idrosanitario* si intende il complesso di colonne e diramazioni che collegano le colonne di scarico e i sifoni dei singoli apparecchi sanitari con l'aria esterna, al fine di evitare pressioni e depressioni nella rete di scarico. Le diramazioni di ventilazione

sono le tubazioni che collegano i sifoni degli apparecchi con le colonne di ventilazione, ovvero tubazioni verticali parallele alle colonne di scarico.

La ventilazione degli impianti sanitari per lo smaltimento verso l'esterno di cattivi odori può essere realizzata nei seguenti modi:

- *ventilazione primaria*: è ottenuta prolungando la colonna di scarico oltre la copertura dell'edificio, preferibilmente al di sopra del punto più alto dell'edificio, per un'altezza di almeno un metro. Il punto terminale deve essere dotato di cappello esalatore del tipo antipioggia. È consigliabile installare il tipo girevole, in modo che la bocca di aerazione si venga a trovare in posizione riparata rispetto al direzione del vento;
- *ventilazione a gancio*: è impiegata per gli apparecchi in batteria (max 3), tipico dei servizi igienici di edifici pubblici, applicando la ventilazione all'estremità dei collettori di scarico in prossimità della parte terminale fino al di sopra degli apparecchi serviti. Nel caso in cui gli apparecchi sanitari siano più di tre, dovrà effettuarsi la ventilazione anche in una posizione intermedia del collettore di scarico;
- *ventilazione unitaria*: è ottenuta ventilando i sifoni di tutti gli apparecchi sanitari. L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone, senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

In assenza di precise indicazioni progettuali si farà riferimento ai punti 3.3 e 7 della norma **UNI EN 12056-1**. In generale, per i vasi dovranno adoperarsi diametri di almeno 40 mm, e di 32 mm negli altri casi.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti e simili.

**Tabella 73.1. Diametri interni delle diramazioni di ventilazione secondaria**

**Apparecchio sanitario**      **Diametro [mm]**

Bidè Lavabo Vasca da bagno Vaso a cacciata Vaso alla turca Lavello Orinatoï sospesi Orinatoï a stallo Piatto doccia Fontanella Lavapiedi  
Scatola sifonata      35 35 40 50 50 40 40 50 40 25 40 40

**Tabella 73.2. Diametri della diramazione di ventilazione per più apparecchi sanitari**

Gruppo di apparecchi senza vasi		Gruppo di apparecchi con vasi	
Unità di scarico	Diramazione di ventilazione	Unità di scarico	Diramazione di ventilazione
1 2 a 8 9 a 18 19 a 36	35 40 50 60	fino a 17 18 a 36 37 a 60	50 60 70

#### Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete di ventilazione, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con materiale idoneo, o a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena o elettrica;
- pvc con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- fibrocemento;
- polipropilene;
- polietilene ad alta densità.

Altri sistemi di ventilazione degli impianti idrosanitari, diversi da quelli progettuali esecutivi, dovranno essere autorizzati dalla direzione dei lavori, aggiornando successivamente il piano di manutenzione dell'opera.

#### Requisiti minimi delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro della corrispondente colonna di scarico, senza superare i 50 mm.

Nel caso in cui una diramazione di ventilazione raccolga la ventilazione singola di più apparecchi sanitari, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante, e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico e alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.

#### Prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria

La prova di efficienza della rete di ventilazione secondaria consiste nel controllo della tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne da provare, quando venga fatto scaricare contemporaneamente un numero di apparecchi pari a quello stabilito dalla contemporaneità.

#### Rete di scarico delle acque reflue

### Generalità. Classificazioni

Con il nome generico di *scarichi* si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane dovranno essere separate fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili o incrostazioni;
- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo

scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti strutturali;

- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti abitati;
- essere resistente a corrosione per effetto di gas e acidi corrosivi. Le tubazioni di

scarico vengono distinte in:

- diramazioni di scarico, costituite dai tronchi di tubazione (tratti orizzontali con leggera pendenza per facilitare il deflusso) che collegano gli apparecchi sanitari dei singoli piani alla colonna di scarico;
- colonne di scarico, costituite da tronchi di tubazione verticale che intercettano gli scarichi delle diramazioni;
- collettori di scarico, costituiti da tronchi orizzontali di tubazioni con pendenza e diametro adeguati per facilitare il deflusso posti alla base delle colonne di scarico con la funzione di raccogliere le acque delle colonne e convogliarle alla fognatura urbana.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

L'impianto di scarico si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

### Materiali

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali, e a loro completamento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Vale, inoltre, quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**.

I tubi utilizzabili di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua, devono rispondere alla norma **UNI EN 10224**.

Il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose.

Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume ecc.) e, comunque, non deve essere danneggiato o staccato (in tal caso, il tubo deve essere eliminato).

I tubi di ghisa devono essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine. I tubi di grès ceramico devono rispondere alla norma **UNI EN 295** (varie parti) e quelli di fibrocemento devono rispondere alla norma **UNI EN 588-1**.

I tubi di materiale plastico comprendono:

- tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati;
- tubi di pvc per condotte interrato;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato;
- tubi di polipropilene (PP);

Per gli scarichi e i sifoni di apparecchi sanitari si veda l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua.

In generale, i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- impermeabilità all'acqua e ai gas, per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita degli odori;
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;

- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali.

In generale, i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
- stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.

Gli accumuli e i sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.

Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

#### Criteri di esecuzione

Per la realizzazione dell'impianto, si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali, e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti o ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-1**. Nel suo insieme, l'impianto deve:

- essere installato in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia;
- permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti;
- interventi distruttivi di altri elementi della costruzione;
- permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili, o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile, vale il D.M. 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.

I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e orizzontali) e sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente, e in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a non meno di dieci volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma **UNI EN 12056-1**. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;

Devono, inoltre, essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni dieci connessioni nella colonna di scarico.

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili, e a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra, oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. La loro posizione deve trovarsi:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;

- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm, e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere sempre consentite e gli spazi devono essere accessibili, così da consentire di operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm,

bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e, comunque, ogni 40-50 m. I supporti di tubi e apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione. In particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm; ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm; ogni 1 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente, e in quanto a durezza, con il materiale costituente il tubo.

Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente e alla presenza di punti fissi, quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati, con possibilità di un secondo attacco.

#### Diramazioni di scarico

Le diramazioni di scarico possono essere realizzate in tubi di piombo, ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, PEad) o acciaio. Le diramazioni devono convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari, senza eccessive pressioni o formazione di perturbazione nelle colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti

La portata della diramazione di scarico deve essere maggiore o uguale alla somma delle portate dei singoli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione.

Il collegamento delle diramazioni di scarico di piombo con le colonne di scarico di ghisa deve avvenire mediante l'interposizione di anelli di congiunzione (virola) in rame. Nel caso di diramazioni di materiali plastici, il collegamento alle colonne di scarico può essere eseguito con anello elastico a pressione o mediante incollaggio con speciale mastice, in modo da assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Per le diramazioni in tubazioni di policlorigrasso di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa e ad alta temperatura), sia all'interno della struttura degli edifici (marcati B), sia nel sottosuolo entro la struttura dell'edificio (marcati BD), si applicheranno le disposizioni della norma **UNI EN 1329-1**.

La pendenza delle diramazioni deve essere maggiore del 2%. Ai tratti orizzontali deve essere assicurato un minimo di pendenza per facilitare il deflusso delle acque reflue.

**Tabella 73.3. Diametro minimo delle diramazioni di scarico in funzione della pendenza**

Diametro minimo [mm]	Max numero unità di scarico con pendenza									
	1%	2%	4%							
35 (senza vasi)	40 (senza vasi)	50 (senza vasi)	60 (senza vasi)	70 (senza vasi)	80 (senza vasi)	80 (max 2 vasi)	100	125	150	1 2 4 7 12
22 14 80 120 250	1 3 5 10 15 28 16 90 160 300	1 4 6 12 18 34 20 100 200 400								

**Tabella 73.4. Diametro minimo delle diramazioni di scarico interne in funzione delle unità di scarico**

Apparecchio sanitario	Diametro minimo [mm]	Unità di scarico
Lavabo	40	1
Lavello da cucina	50	2
Vaso a cacciata	40	3
Vaso ad aspirazione	50	4
Vaso alla turca	40	6
Vasca da bagno	50	7-8
Doccia	40	3-4
Piletta	40	2-3
Bidet	50	1-2
Orinato	40	2-4
Lavapièdi	40	2 8

#### Colonne di scarico

Le colonne di scarico sono costituite da tubazioni verticali in ghisa, materiale plastico (pvc o polietilene ad alta densità, PEad), acciaio, acciaio smaltato o gres.

Il diametro della colonna di scarico deve essere determinato in funzione delle unità di scarico delle diramazioni servite e dall'altezza della colonna. Tale diametro deve essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna.



Le colonne di scarico devono essere fissate alle strutture portanti mediante collari in acciaio inox o in acciaio zincato. Le tubazioni in plastica, per tenere conto delle dilatazioni termiche, vanno fissate con due ancoraggi (del tipo a manicotti scorrevoli) posti sotto il bicchiere.

Diametro minimo [mm] per ogni piano		Max numero unità di scarico per tutta la colonna		Lunghezza max della colonna [m]
40 (senza vasi)	3	8	14	
50 (senza vasi)	5	18	18	
60 (senza vasi)	8	25	25	
70 (senza vasi)	20	35	30	
80	40	70	50	
100	100	350	80	
125	200	800	100	
150	300	1200	140	

La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

<b>Diametro minimo [mm]</b>		<b>Max numero unità di scarico con pendenza</b>																				
<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>4%</b>																				
35 (senza vasi)	80 (senza vasi)	100	125	150	200	250	300	30	80	80	200	500	1500	3000	5000	40	40	100	250	600	2000	4000
6500	60 60 150 350 800	2500	5000	8000																		

Diametro colonna		Velocità [m/s]		pendenza [%]		Carico US		Pendenza [%]																							
0,5		1		2		4		1		2		4																			
50	65	80	100	125	150	200	250	300	0,31	0,34	0,38	0,44	0,49	0,54	0,62	0,69	0,75	0,44	0,49	0,54	0,62	0,69	0,76	0,88	0,98	1,07					
0,62									0,68	0,76	0,88	1,08	1,24	1,29	1,39	1,47	0,88	0,98	1,08	1,24	1,39	1,52	1,75	1,96	2,06	-	-	20	180	390	700
1600	29900	4600	21	24	27	216	480	840	1920	3500	5600	26	31	36	250	575	1000	2300	4200	6700											

**Apparecchio idrosanitario      Diametro minimo interno del sifone e dello scarico [mm]**

Lavabo Vaso a sedere normale Vaso a sedere ad aspirazione Vaso alla turca Vasca da bagno Bidè Doccia Lavastoviglie, lavatrice Orinatoio  
sospeso Orinatoio a stallo verticale Orinatoio ad aspirazione Lavello da cucina di appartamento Lavello da cucina di ristorante Lavabo da  
ristorante Lavabo da laboratorio Vuotatoio Lavapiedi Lavatoio Fontanella d'acqua da bere Chiusino a pavimento      32 100 75 100 50 32

50 40 40 50 32 40 75 50 40 100 40 40 32 50

**Dispositivo a chiusura idraulica**

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.

**Pozzetti di ispezioni**

Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a ulteriori disposizioni impartite dalla direzione dei lavori.

Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

**Tabella 73.10. Dimensioni indicative di pozzetti di ispezione**

Profondità [cm]	Dimensioni interne del pozzetto [cm]	Muratura	Chiusino	dimensione esterne [cm]
< 90	90-250	> 250	52 · 52 82 · 82 Ø 90	a una testa a due teste
			cls prefabbricato	64 · 64 84 · 84 84 · 84

**Rete di scarico delle acque piovane. Canali di gronda e pluviali****Generalità**

I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:

- canali di gronda: lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, pvc, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (PEad), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, pvc, polietilene ad alta densità (PEad), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

**Materiali e criteri di esecuzione**

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma **UNI EN 124**.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma **UNI EN 12056-3**.

I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm, e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo.

I bocchettone e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

### Canali di gronda

Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per

consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla direzione dei lavori.

Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo.

I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

**Tabella 73.11. Dati dimensionali dei lamierini**

Spessore [mm]	Peso [kg/dm3]		Dimensioni																				
	Larghezza [mm]		Lunghezza [mm]																				
4/10	6/10	8/10	10/10	12/10	14/10	16/10	18/10	22	2 ½	3	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00	20,00	24,00	1000	1100
1300	1400	1500	1500	1500	1500	1500	1600	1800	2000	3000	3000	3500	4000	4000	4000	4000	5000	6000	10.000				

**Tabella 73.12. Dati dimensionali delle lamiere zincate**

Lastre piane 1 · 2

Spessore [mm]	Peso [kg]																		
3/10	4/10	5/10	6/10	8/10	10/10	12/10	15/10	20/10	6,80	8,00	9,50	11,50	14,00	17,00	20,00	25,00	34,00		

**Tabella 73.13. Dati dimensionali dei canali di gronda delle lamiere zincate (peso in kg)**

Spessore [mm]	Per bocca di sviluppo [cm]																								
	15 · 25		18 · 30		19 · 33		20 · 25		22 · 40																
4/10	5/10	6/10	8/10	10/10		1,00	1,20	1,40	1,70	2,20		1,20	1,50	1,70	2,00	2,50		1,30	1,60	1,90	2,30	2,85		1,40	1,70
2,00	2,50	3,10				1,60	1,90	2,20	2,70	3,40															

### Pluviali

I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata.

L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma.

L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, ecc.).

Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.

I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 m da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.

I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili.

I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

**Tabella 73.14. Dati dimensionali dei tubi pluviali in lamiera zincata (peso in kg)**

Spessore [mm]	Per diametro [mm]																								
	80	85	90	95	100	110	120																		
3,5/10	4/10	5/10	6/10	8/10	10/10		1,00	1,15	1,30	1,65	2,00	2,40	1,10	1,20	1,40	1,75	2,15	2,55	1,15	1,30	1,50	1,85	2,30	2,80	
		1,20	1,35	1,60	2,00	2,45	2,90	1,25	1,40	1,70	2,10	2,50	3,00	1,35	1,50	1,80	2,25	2,60	3,15	1,45	1,60	1,90	2,40	2,80	3,40

**Tabella 73.15. Diametro dei canali di gronda e dei pluviali in funzione della superficie del tetto**

**Superficie del tetto in proiezione orizzontale [m<sup>2</sup>]    Diametro minimo del canale di gronda' [mm]    Diametro interno minimo del canale del pluviale [mm]**

fino a 8 9 a 25 26 a 75 76 a 170 171 a 335 336 a 500 501 a 1000    80 100 100 (125) 150 200 250    40 50 75 (90) 100 125 150

<sup>1</sup> Il canale di gronda è considerato di forma semicircolare.**Collettori di scarico**

Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano cantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura può essere desunto dalla tabella 73.16, in funzione della superficie del tetto. Tali valori sono stati ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a:

- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 1;
- canali pieni a metà altezza.

**Tabella 73.16. Diametro dei collettori di scarico per pluviali**

Diametro minimo del collettore [mm]		Pendenza del collettore	
1%	2%	3%	4%
Superficie della copertura [m <sup>2</sup> ]			
80 100 125 150 200 250 300	50 100 180 300 650 1100 1900	75 135 250 410 900 1650 2700	90 170 310 500 1100 2000 3300
110 190 350 600 1280 2340 3820			

**Pozzetto a chiusura idraulica**

I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori.

I pozzetti possono essere prefabbricati in calcestruzzo armato e vibrato oppure realizzati in opera.

**Verifiche del direttore dei lavori**

Il direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acque meteoriche opererà come segue:

- effettuerà le necessarie prove di tenuta;
- eseguirà la prova di capacità idraulica combinata dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.1) per i sistemi che prevedono una particolare bocca di efflusso rac- cordata al tipo di canale di gronda;
- eseguirà la prova di capacità dei canali di gronda (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.2) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso di diversi tipi;
- eseguirà la prova di capacità delle bocche di deflusso (**UNI EN 12056-3**, appendice A, punto A.3) per i sistemi che prevedono bocche di efflusso utilizzabili per canali di gronda di diversi tipi;
- eseguirà, al termine dei lavori, una verifica finale dell'opera.

In conformità al D.M. n. 37/2008 l'appaltatore dovrà consegnare al direttore dei lavori la dichiarazione di conformità delle opere di scarico realizzate alle prescrizioni del progetto.

norme di riferimento

a) Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato

**UNI EN 607** – *Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato. Definizioni, requisiti e prove.*

b) Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica

**UNI EN 612** – *Canali di gronda e pluviali di lamiera metallica. Definizioni, classificazioni e requisiti.*

c) Supporti per canali di gronda

**UNI EN 1462** – *Supporti per canali di gronda. Requisiti e prove.*

d) Collaudo

**UNI EN 12056-3** – *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.*

**Pompe**

L'installazione delle elettropompe dovrà essere eseguita con notevole cura, per ottenerne il perfetto funzionamento idraulico, meccanico ed elettrico. In particolare, si opererà in modo da:

- assicurare il perfetto livellamento orizzontale (o verticale) dell'asse delle pompe sul basa- mento di appoggio;
- consentire lo smontaggio e il rimontaggio senza manomissioni delle tubazioni di attacco;

- prevenire qualsiasi trasmissione di rumori e vibrazioni agli ambienti, sia mediante inter- posizione di idoneo materiale smorzante, sia mediante adeguata scelta delle caratteristiche del motore elettrico, che dovrà essere comunque del tipo a quattro poli;
- inserire sulla tubazione di mandata valvole di ritegno del tipo ad ogiva silenziosa, o altro eventuale tipo avente uguali o migliori caratteristiche;
- garantire la piena osservanza delle norme CEI, sia per quanto riguarda la messa a terra, come per quanto concerne l'impianto elettrico.

norme di riferimento

**UNI ISO 2548** – *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe C;*

**UNI ISO 3555** – *Pompe centrifughe, semiassiali e assiali. Codice per le prove di accettazione. Classe B.*

**Prove e verifiche della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda**

**Generalità**

Le prove sull'impianto idrico sanitario, in conformità alla **UNI 9182** e delle norme UNI da essa richiamate, devono essere eseguite in corso d'opera dal direttore dei lavori in corso d'opera e a impianto ultimato, con la redazione del regolare verbale in contraddittorio con l'appaltatore. Le prove devono essere eseguite da un laboratorio prove ufficiale o autorizzato che dovrà rilasciare il certificato che dovrà essere acquistato dal direttore dei lavori e allegato al verbale di prova. Le verifiche e le prove dovranno essere eseguite in corso d'opera quando le tubazioni sono ancora in vista, e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce con malta o altro, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

L'accettabilità dell'impianto idrico sanitario è subordinata all'esito positivo delle prove e delle verifiche previste da presente capitolato speciale.

**Prova di tenuta idraulica a freddo delle rete di distribuzione**

La prova di tenuta idraulica a freddo dell'impianto interno (**UNI 9182, punto 26.2.1**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito solo con acqua potabile priva di particelle

=150 µm il circuito stesso, si sottoporrà a pressione in conformità alla norma **UNI EN 806-4**

secondo il tipo di materiale della tubazione) acciaio, acciaio inossidabile, rame, plastica). L'apparecchiatura di prova deve possedere le caratteristiche indicate al paragrafo 6.1.1. della norma **UNI EN 806-4**.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova idraulica a caldo**

La prova di tenuta idraulica a caldo dell'impianto interno (**UNI 9182, punto 26.2.2**) deve essere eseguita prima del montaggio della rubinetteria, e prima della chiusura dei vani, cavedi, ecc., dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso. Dopo aver riempito solo con acqua potabile priva di particelle =150 µm il circuito stesso, si sottoporrà a pressione in conformità alla norma **UNI EN 806-4** secondo il tipo di materiale della tubazione) acciaio, acciaio inossidabile, rame, plastica).

L'apparecchiatura di prova deve possedere le caratteristiche indicate al paragrafo 6.1.1. della norma **UNI EN 806-4**.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova di erogazione di acqua fredda**

La prova di erogazione di acqua fredda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.3**. La prova deve verificare se l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste nel calcolo per una durata minima di 30 minuti consecutivi.

La prova di erogazione di acqua fredda si ritiene superata se, per il periodo prefissato, il valore della portata massima di progetto dell'acqua relativo al tratto considerato dell'impianto ha una tolleranza del 10%.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

**Prova di erogazione di acqua calda**

La prova di erogazione di acqua calda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.4**. La misura della temperatura deve corrispondere alla temperatura prevista dalla norma **UNI EN 806-2** ammettendo una tolleranza di 1 °C.

La prova di erogazione di acqua calda deve essere eseguita nelle seguenti fasi:

- durata minima 60 minuti;
- apertura delle bocche in successione, una per volta;
- misurazione della temperatura dell'acqua in tutte le bocche dopo i primi tre litri di erogazione;
- verifica della portata, con tutte le bocche aperte, sull'utenza più sfavorita con una tolleranza del 10%.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

#### Verifica della capacità di erogazione di acqua calda

La verifica della capacità di erogazione di acqua calda deve essere eseguita in conformità alla norma **UNI 9182, punto 26.2.5**. La verifica deve essere eseguita aprendo contemporaneamente tutte le bocche erogatrici di acqua calda previste nel calcolo.

La verifica della capacità di erogazione di acqua calda sarà ritenuta positiva se l'acqua calda viene erogata con continuità per tutto il tempo prestabilito e non minore di 2 ore alle condizioni di portata e di temperatura previste e con la tolleranza ammessa nella prova di erogazione di acqua calda.

I dettagli della prova devono essere riportati nel verbale di prova redatto dal direttore dei lavori.

#### Misura del livello del rumore e delle vibrazioni

La misura del livello del rumore e delle vibrazioni (**UNI 9182, punto 22**) deve essere effettuata nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997 – Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- 35 dB(A)  $L_{Amax}$  con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- 25 dB(A)  $L_{Aeq}$  per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Gli eventuali provvedimenti correttivi devono essere conformi alla norma **UNI EN 806-5** e degli interventi di desolidarizzazione riportati nell'appendice O della stessa norma.

### Art. 74. Impianti di adduzione del gas

#### Generalità

Il dimensionamento delle tubazioni e degli eventuali riduttori di pressione deve essere tale da garantire il corretto funzionamento degli apparecchi di utilizzazione. L'impianto interno e i materiali impiegati devono essere conformi alla legislazione tecnica vigente.

Possono essere utilizzati esclusivamente tubi idonei. Sono considerati tali quelli rispondenti alle caratteristiche di seguito indicate e realizzati in acciaio, in rame o in polietilene.

#### Norme di riferimento

Impianti a gas di rete: progettazione, installazione, manutenzione

**UNI 7128** – Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni;

**UNI 7129-1** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 1: Impianto interno;

**UNI 7129-2** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione;

**UNI 7129-3** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione; **UNI 7129-4** – Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi;

**UNI 10738** – Impianti alimentati a gas combustibile per uso domestico preesistenti alla data 13 marzo 1990. Linee guida per la verifica delle caratteristiche funzionali;

**UNI 10435** – Impianti di combustione alimentati a gas con bruciatori ad aria soffiata di portata termica nominale maggiore di 35 kW. Controllo e manutenzione;

**UNI 7140** – Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento; **UNI EN 1775** – Trasporto e distribuzione di gas. Tubazioni di gas negli edifici. Pressione massima di esercizio minore o

*uguale a 5 bar. Raccomandazioni funzionali;*

**UNI 9165** – *Reti di distribuzione del gas. Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar. Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;* **UNI 10642** – *Apparecchi a gas. Classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti a combustione.*

**Dispositivi di sorveglianza di fiamma. Termostati**

**UNI EN 125** – *Dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori a gas. Dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento;*

**UNI EN 257** – *Termostati meccanici per apparecchi utilizzatori a gas.*

**Condotte di distribuzione del gas. Tubi. Impianti di derivazione di utenza del gas**

**D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**UNI 9034** – *Condotte di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minore/ uguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione;*

**UNI 9165** – *Reti di distribuzione del gas con pressioni massime di esercizio minori o uguali a 5 bar. Progettazioni, costruzioni e collaudi;*

**UNI EN 969** – *Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggio per condotte di gas. Prescrizioni e metodi di prova;*

**UNI EN 1057** – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento;*

**UNI 9860** – *Impianti di derivazione di utenza del gas. Progettazione, costruzione e collaudo.*

**Impianti a gas GPL**

**UNI 7131** – *Impianti a GPL per uso domestico non alimentati da rete di distribuzione. Progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.*

**Tubazioni**

**Tubi di acciaio**

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura oppure con saldatura longitudinale e devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalla norma **UNI EN 10255** – *Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura.*

I tubi in acciaio con saldatura longitudinale, se interrati, devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non inferiori a quelle indicate dalle norme:

**UNI EN 10208-1** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;*

**UNI EN 10208-2** – *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*

**Tubi di rame**

I tubi di rame, da utilizzare esclusivamente per le condotte del gas della VII specie (pressione di esercizio non superiore a 0,04 bar) devono avere caratteristiche qualitative e dimensionali non minori di quelle indicate dalla norma **UNI EN 1057**.

Nel caso di interrimento lo spessore non può essere minore di 2 mm.

**Tubi in polietilene per impianto interno di distribuzione gas**

I tubi in polietilene per le tubazioni interrate per la distribuzione del gas devono avere lo spessore minimo di 3 mm e rispondere alle caratteristiche delle norme:

**UNI EN 1555-1** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 1: Generalità;*

**UNI EN 1555-2** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 2: Tubi;*

**UNI EN 1555-3** – *Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene*

(PE). Parte 3: Raccordi;

**UNI EN 1555-4** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 4: Valvole;

**UNI EN 1555-5** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;

**UNI CEN/TS 1555-7** – Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili. Polietilene (PE). Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

#### Marcatura

I tubi in polietilene per gli impianti a gas devono essere contraddistinti da marcatura comprendente:

- l'indicazione del materiale e della classe;
- l'indicazione del tipo;
- il valore del diametro esterno;
- l'indicazione della serie di spessore;
- il marchio di fabbrica;
- l'iscrizione GAS;
- il codice riguardante il nome commerciale e il produttore.

La marcatura deve essere indelebile e continua, svilupparsi su almeno due generatrici diametralmente opposte del tubo e ripetersi con intervalli non maggiori di 100 cm. Per i tubi neri la marcatura deve essere di colore giallo. L'altezza dei caratteri deve essere in funzione del diametro del tubo, e non minore di 3,5 mm.

#### Giunzioni, raccordi e pezzi speciali, valvole

##### Tubazioni in acciaio

Le giunzioni dei tubi di acciaio devono essere realizzate mediante raccordi con filettatura, o a mezzo saldatura di testa per fusione.

Per la tenuta delle giunzioni filettate, possono essere impiegati specifici composti di tenuta non indurenti (**UNI EN 751-1**), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore (canapa, lino, fibra sintetica, ecc.) o nastri di fibra sintetica non tessuta impregnati di composto di tenuta (**UNI EN 751-2**). Possono essere impiegati anche nastri di PTFE non sinterizzato, conformi alla norma **UNI EN 751-3**.

È vietato l'impiego di fibre di canapa su filettature di tubazioni convoglianti GPL o miscele di GPL aria.

È vietato l'impiego di biacca, minio o materiali simili.

Tutti i raccordi e i pezzi speciali devono essere di acciaio oppure di ghisa malleabile. I raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (**UNI EN 10241**) o saldate (**EN 10253-1**). I raccordi di ghisa malleabile devono avere estremità unicamente filettate (**UNI EN 10242**).

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma **UNI EN 331**. Essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni di aperto/chiuso devono essere chiaramente rilevabili.

##### Tubazioni in rame

Per le tubazioni in rame si applicano le seguenti prescrizioni:

- le giunzioni dei tubi possono essere realizzate mediante giunzione capillare con brasatura dolce o forte (**UNI EN ISO 4063**), per mezzo di raccordi conformi alla norma **UNI EN 1254-1**, ed esclusivamente mediante brasatura forte per mezzo di raccordi conformi alla norma **UNI EN 1254-5**. I raccordi e i pezzi speciali possono essere di rame, di ottone o di bronzo;
- le giunzioni miste, tubo di rame con tubo di acciaio, e anche quelle per il collegamento di rubinetti, di raccordi portagomma e altri accessori, devono essere realizzate con raccordi misti (a giunzione capillare, o meccanici sul lato tubo di rame e filettati sull'altro lato), secondo la norma **UNI EN 1254-4**.

I rubinetti per installazione fuori terra (installazioni a vista, in pozzetti e in scatole ispezionabili) devono essere, in alternativa, di ottone, di bronzo, di acciaio, di ghisa sferoidale, conformi alla norma **UNI EN 331**.

##### Tubazioni in polietilene

Per le tubazioni in polietilene si applicano le seguenti prescrizioni:

- i raccordi e i pezzi speciali delle tubazioni di polietilene devono essere anch'essi di polietilene, secondo la norma **UNI EN 1555-3**. Le giunzioni possono essere realizzate mediante saldatura per elettrofusione, secondo la norma **UNI 10521** o, in alternativa, mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi



riscaldanti, secondo la norma **UNI 10520**;

- le giunzioni miste, tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene-metallo, avente estremità idonee per saldatura sul lato polietilene e per giunzione filettata o saldata sul lato metallo. In nessun caso tale raccordo speciale può sostituire il giunto dielettrico;
- le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio. In particolare, la sezione libera di passaggio non deve essere minore del 75% di quella del tubo.

Nei cambiamenti di direzione delle tubazioni in polietilene, il raggio di curvatura non deve essere minore di venti volte il diametro del tubo stesso.

I rubinetti per le tubazioni in polietilene devono essere conformi alla norma **UNI EN 331**.

#### 74.5. Posa in opera

Il percorso tra il punto di consegna e gli apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile, ed è ammesso:

- all'esterno dei fabbricati:
  - interrato;
  - in vista;
  - in canaletta;
- all'interno dei fabbricati:
  - in appositi alloggiamenti, in caso di edifici o locali destinati ad uso civile o ad attività soggette al controllo dei vigili del fuoco;
  - in guaina d'acciaio in caso di attraversamento di locali non ricompresi nei punti precedenti, di androni permanentemente aerati, di intercapedini, a condizione che il percorso sia ispezionabile.

Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista. Per le installazioni a servizio di locali o edifici adibiti ad attività industriali, si applicano le disposizioni previste dalle seguenti norme:

**D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*

**D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.*

#### Modalità di posa in opera all'esterno dei fabbricati

##### Posa in opera interrata

Tutti i tratti interrati di tubazioni di acciaio devono essere provvisti di un adeguato rivestimento

protettivo contro la corrosione (secondo le norme **UNI ISO 5256**, **UNI 9099** e **UNI 10191**) e isolati, mediante giunti isolanti monoblocco (secondo le norme **UNI 10284** e **UNI 10285**), da collocarsi fuori terra, in prossimità della risalita della tubazione.

Analogamente i tratti interrati di tubazioni di rame devono avere rivestimento protettivo rispondente alle prescrizioni della norma **UNI 10823**.

I tratti di tubazione privi del rivestimento protettivo contro la corrosione, posti in corrispondenza di giunzioni, curve, pezzi speciali, ecc., devono essere, prima della posa, accuratamente fasciati con bende o nastri dichiarati idonei allo scopo dal produttore.

Le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, con sabbia dello stesso tipo.

È, inoltre, necessario prevedere, ad almeno 300 mm sopra le tubazioni, la posa di nastro di avvertimento di colore giallo segnale. Subito dopo l'uscita fuori terra, la tubazione deve essere segnalata con il colore giallo segnale per almeno 70 mm.

##### Posa in opera in vista

Le tubazioni installate in vista devono essere adeguatamente ancorate per evitare scuotimenti, vibrazioni e oscillazioni. Esse devono essere collocate in posizione tale da impedire urti e danneggiamenti e, ove necessario, adeguatamente protette.

Le tubazioni di gas di densità non superiore a 0,8 kg/m<sup>3</sup> devono essere contraddistinte con il colore giallo, continuo o in bande da 20 cm, poste ad una distanza massima di 1 m l'una dall'altra. Le altre tubazioni di gas devono essere contraddistinte con il colore giallo, a bande alternate da 20 cm di colore arancione.

All'interno dei locali serviti dagli apparecchi le tubazioni non devono presentare giunti meccanici.

##### Posa in opera in canaletta

Le canalette per la posa in opera di tubazioni devono essere:

- ricavate nell'estradosso delle pareti;
- rese stagne verso l'interno delle pareti nelle quali sono ricavate mediante idonea rinzaatura di malta di cemento;
- nel caso siano chiuse, dotate di almeno due aperture di ventilazione verso l'esterno di almeno 100 cm<sup>2</sup> cadauna, poste nella parte alta e nella parte bassa della canaletta. L'apertura alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità superiore a 0,8 kg/m<sup>3</sup>, deve essere ubicata a quota superiore del piano di campagna;
- ad esclusivo servizio dell'impianto.

Modalità di posa in opera all'interno dei fabbricati

Posa in opera in appositi alloggiamenti

L'installazione in appositi alloggiamenti è consentita a condizione che:

- gli alloggiamenti siano realizzati in materiale incombustibile, di resistenza al fuoco pari a quella richiesta per le pareti del locale o del compartimento attraversato, e in ogni caso non inferiore a REI 30;
- le canalizzazioni non presentino giunti meccanici all'interno degli alloggiamenti non ispezionabili;
- le pareti degli alloggiamenti siano impermeabili ai gas;
- siano ad esclusivo servizio dell'impianto interno;
- gli alloggiamenti siano permanentemente aerati verso l'esterno con apertura alle due estremità. L'apertura di aerazione alla quota più bassa deve essere provvista di rete tagliafiamma e, nel caso di gas con densità maggiore di 0,8, deve essere ubicata a quota superiore al piano di campagna, ad una distanza misurata orizzontalmente di almeno 10 m da altre aperture alla stessa quota o a una quota inferiore.

Posa in opera in guaina

Le guaine da collocare a vista devono essere:

- di acciaio di spessore minimo di 2 mm e di diametro superiore di almeno 2 cm a quello della tubazione del gas;
- dotate di almeno uno sfiato verso l'esterno. Nel caso una estremità della guaina sia attestata verso l'interno, questa dovrà essere resa stagna verso l'interno tramite sigillatura in materiale incombustibile.

Le tubazioni non devono presentare giunti meccanici all'interno delle guaine.

Sono consentite guaine metalliche o di plastica, non propagante la fiamma, nell'attraversamento di muri o solai esterni.

Nell'attraversamento di elementi portanti orizzontali, il tubo deve essere protetto da una guaina sporgente almeno 20 mm dal pavimento e l'intercapedine fra il tubo e il tubo guaina deve essere sigillata con materiali adatti (ad esempio asfalto, cemento plastico e simili). È vietato tassativamente l'impiego di gesso.

Nel caso di androni fuori terra e non sovrastanti piani cantinati, è ammessa la posa in opera delle tubazioni sotto pavimento a condizione che siano protette da una guaina corredata di sfiati alle estremità verso l'esterno.

Nel caso di intercapedini superiormente ventilate e attestate su spazio scoperto, non è richiesta la posa in opera in guaina, purché le tubazioni siano in acciaio con giunzioni saldate.

Particolarità costruttive e divieti

L'appaltatore nella realizzazione degli impianti di distribuzione del gas, deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni devono essere protette contro la corrosione e collocate in modo tale da non subire danneggiamenti dovuti ad urti;
- è vietato l'uso delle tubazioni del gas come dispersori, conduttori di terra o conduttori di protezione di impianti e apparecchiature elettriche, telefono compreso;
- è vietata la collocazione delle tubazioni nelle canne fumarie, nei vani e cunicoli destinati a contenere servizi elettrici, telefonici, ascensori o per lo scarico delle immondizie;
- eventuali riduttori di pressione o prese libere dell'impianto interno devono essere collocati all'esterno degli edifici o, nel caso delle prese libere, anche all'interno dei locali, se desti-

nati esclusivamente all'installazione degli apparecchi. Le prese devono essere chiuse o con tappi filettati o con sistemi equivalenti;

- è vietato l'utilizzo di tubi, rubinetti, accessori ecc., rimossi da altro impianto già funzionante;
- all'esterno dei locali di installazione degli apparecchi deve essere installata, sulla tubazione di adduzione

- del gas, in posizione visibile e facilmente raggiungibile, una valvola di intercettazione manuale con manovra a chiusura rapida per rotazione di 90° e arresti di fine corsa nelle posizioni di tutto aperto e di tutto chiuso;
- per il collegamento dell'impianto interno finale e iniziale (se alimentato tramite contatore), devono essere utilizzati tubi metallici flessibili continui;
  - nell'attraversamento di muri, la tubazione non deve presentare giunzioni o saldature e deve essere protetta da guaina murata con malta di cemento. Nell'attraversamento di muri perimetrali esterni, l'intercapedine fra guaina e tubazione gas deve essere sigillata con materiali adatti in corrispondenza della parte interna del locale, assicurando comunque il deflusso del gas proveniente da eventuali fughe mediante almeno uno sfiato verso l'esterno;
  - è vietato l'attraversamento di giunti sismici;
  - le condotte, comunque installate, devono distare almeno 2 cm dal rivestimento della parete o dal filo esterno del solaio;
  - fra le condotte e i cavi o tubi di altri servizi deve essere adottata una distanza minima di 10 cm. Nel caso di incrocio, quando tale distanza minima non possa essere rispettata, deve comunque essere evitato il contatto diretto interponendo opportuni setti separatori con adeguate caratteristiche di rigidità dielettrica e di resistenza meccanica. Qualora nell'incrocio il tubo del gas sia sottostante a quello dell'acqua, esso deve essere protetto con opportuna guaina impermeabile in materiale incombustibile o non propagante la fiamma;
  - è vietato collocare tubi del gas a contatto con tubazioni di adduzione dell'acqua. In prossimità degli incroci il tubo del gas deve essere protetto con apposita guaina impermeabile e incombustibile.

Per altri riferimenti, si rimanda alle prescrizioni della norma **UNI 7129** (varie parti).

#### Gruppo di misurazione. Contatore

Il contatore del gas può essere installato:

- all'esterno in contenitore (armadio) o nicchia aerati;
- all'interno in locale o in una nicchia, entrambi aerati direttamente dall'esterno.

#### Prova di tenuta idraulica

La prova di tenuta idraulica (**UNI 7129**, varie parti) deve essere eseguita dal direttore dei lavori prima di mettere in servizio l'impianto interno di distribuzione del gas e di collegarlo al punto di consegna, e, quindi, al contatore e agli apparecchi dell'impianto non in vista. La prova di tenuta idraulica deve essere eseguita prima della copertura della tubazione utilizzatori.

La prova dei tronchi in guaina contenenti giunzioni saldate deve essere eseguita prima del collegamento alle condotte di impianto.

In caso di perdite, le parti difettose dell'impianto di distribuzione del gas devono essere sostituite e le guarnizioni rifatte; successivamente, dovrà essere ripetuta la prova di tenuta idraulica.

All'appaltatore è vietata la riparazione delle parti difettose con mastici o altri accorgimenti.

#### Sistemi di sicurezza

##### Definizioni

In merito ai sistemi di sicurezza si ritengono utili le seguenti definizioni.

rivelatore di Gas (RG) Dispositivo costituito da almeno un elemento sensore atto a rivelare una determinata concentrazione di gas in aria, da un dispositivo atto a generare il segnale d'allarme, e da elementi per il comando a distanza di altri dispositivi. Il rivelatore di gas può contenere l'alimentatore. Quando il rivelatore di gas non è direttamente alimentato dalla rete di pubblica distribuzione dell'energia elettrica tramite alimentatore incorporato, il costruttore deve specificare l'alimentatore esterno da impiegare, e indicarne tutte le caratteristiche atte ad individuarlo (**UNI CEI 70028**).

apparecchio di utilizzazione a GAS Complesso fornito di uno o più bruciatori muniti dei rispettivi organi di regolazione.

sistema di rilevamento GAS (SRG) Insieme composto dal rivelatore di gas (RG), dal relativo alimentatore e da tutti i dispositivi supplementari come, ad

esempio, allarmi ottici o acustici lontani, ed elementi attuatori per elettrovalvole (**UNI CEI 70028**).

orGano di intercettazione

Dispositivo atto ad interrompere l'afflusso del gas in una conduttura, in seguito a segnale di comando emesso dal sistema di rilevamento gas (SRG).

limite inferiore di esplosività (LIE)

Minima

concentrazione di gas, espressa come percentuale in volume di gas nella miscela aria- gas, al di sotto della quale, anche in presenza di un innesco, non si ha propagazione di fiamma (**UNI CEI 70028**).

seGnale di allarme

Segnale ottico, acustico ed elettrico, emesso dal rivelatore per indicare una concentrazione di gas in aria maggiore di una soglia di intervento prestabilita (**UNI CEI 70028**).

seGnale di Guasto

Segnale ottico o acustico atto ad indicare una condizione di difetto o guasto dei rivelatori di gas (RG) (**UNI CEI 70028**).

I rivelatori di gas che possono installarsi sono dei seguenti tipi:

- sensori ad infrarosso, spettrometri, gas-cromatografi;
- tubi di rilevazione, basati sul cambiamento di colore provocato dalla reazione chimica fra il gas e il contenuto del tubo;
- sensore catalitico, che basa il suo funzionamento sulla variazione di temperatura prodotta dalla combustione catalitica di un rivelatore a filo di platino;
- sensore a semiconduttore, ovvero un semiconduttore sintetizzato, di tipo N, composto per la maggior parte da ossidi, che viene mantenuto ad una temperatura di circa 450 °C da un elemento riscaldante. Se del gas viene assorbito, si produce uno scambio elettronico e una conseguente variazione nella resistenza dinamica del semiconduttore.

In assenza di specifiche indicazioni circa le caratteristiche dei rivelatori di gas del progetto esecutivo dell'impianto, l'appaltatore si uniformerà alle indicazioni impartite dalla direzione dei lavori.

Per i criteri di installazione e i requisiti di accettazione si rimanda alle norme **UNI CEI 70028** e al C.M. 8 agosto 1996, n. 162429.

**Criteri tecnici di riferimento per l'installazione**

Per i criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale o GPL, per uso domestico o similare, si fa riferimento alla norma **UNI CEI 70028**.

**Criteri generali**

Qualora installato, il rivelatore di gas (RG) dovrà essere posizionato nei locali in cui sono previsti uno o più apparecchi utilizzatori del gas combustibile. L'installazione del rivelatore di gas e degli organi di intercettazione non deve alterare le condizioni di sicurezza dell'impianto interno, né il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori del gas combustibile. Quando un rivelatore di gas viene installato in luoghi o ambienti in cui esista un locale presidiato, esso deve essere dotato di ripetizione dei segnali ottici e acustici in tale locale. Il rivelatore di gas deve essere opportunamente collocato lontano da sorgenti di calore. Il collegamento fra i vari elementi di un sistema di rilevamento gas deve essere realizzato secondo le istruzioni fornite dal costruttore, e tale da realizzare un sistema conforme alla norma **UNI CEI 70028**. Nel caso in cui più apparecchi utilizzatori siano collocati in ambienti diversi, ogni ambiente potrà essere protetto da uno o più rivelatori di gas collegati all'organo di intercettazione di cui al successivo punto. L'organo di intercettazione collegato al sistema di rilevamento gas (SRG) deve essere a riarmo manuale e installato possibilmente a valle del punto di ingresso della conduttura del gas dell'ambiente controllato, oppure all'esterno, e di conseguenza adeguatamente protetto dagli agenti atmosferici.

**Criteri di installazione dei rivelatori di gas naturale (metano)**

Il rivelatore di gas va installato al di sopra del livello della possibile fuga di gas a circa 300 mm dal soffitto, in una posizione dove i movimenti dell'aria non siano impediti.

Il posizionamento del regolatore di gas non deve essere troppo vicino alle aperture o ai condotti di ventilazione,

poiché il flusso d'aria nei loro pressi può essere intenso e diminuire localmente la concentrazione dei gas.

Il rivelatore di gas non va installato al di sopra o presso le apparecchiature a gas, poiché piccoli rilasci di gas potrebbero venire all'atto dell'accensione, causando falsi allarmi.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si fa rimando alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### Criteri di installazione dei rivelatori di GPL (gas di petrolio liquido)

Il rivelatore di gas deve essere montato su una parete liscia ad una altezza sul pavimento di circa 300 mm e ad una distanza di non più di 4 m dalla apparecchiatura più usata. Il sito va protetto dagli urti e dai getti d'acqua durante le normali operazioni, quali, ad esempio, quelle di pulizia.

Il rivelatore di gas non va installato:

- in uno spazio chiuso (ad esempio, in un mobile o dietro un tendaggio);
- direttamente sopra un lavandino;
- vicino ad una porta o una finestra;
- vicino ad un ventilatore estrattore d'aria;
- in una zona dove la temperatura è al di fuori dei limiti previsti dal produttore;
- dove sporczia e polvere possono intasare il sensore.

Per interventi immediati in caso di cedimento dei collegamenti flessibili, si rimanda alle apparecchiature previste dalle norme specifiche.

#### 74.9. Conformità degli apparecchi a gas

Per gli apparecchi a gas si farà riferimento al D.P.R. 15 novembre 1996, n. 661. Secondo l'art. 6 di tale decreto i metodi per attestare la conformità degli apparecchi fabbricati in serie sono i seguenti:

- l'esame CE del tipo previsto dall'allegato II, punto 1;
- prima dell'immissione in commercio, a scelta del fabbricante:
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, prevista dall'allegato II, punto 2;
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità della produzione, prevista dall'allegato II, punto 3;
  - la dichiarazione CE di conformità al tipo, a garanzia della qualità del prodotto, prevista dall'allegato II, punto 4;
  - la verifica CE prevista dall'allegato II, punto 5.

Ogni dispositivo deve essere accompagnato da una dichiarazione del fabbricante che attesti la conformità del dispositivo alle disposizioni del regolamento ad esso applicabili, nonché le caratteristiche e le condizioni di montaggio o d'inserimento in un apparecchio, in modo che risulti garantito il rispetto dei requisiti essenziali richiesti per gli apparecchi completi.

### Art. 75. Impianti termici

#### Generalità

Gli impianti termici possono essere alimentati a:

- combustibili gassosi (D.M. 12 aprile 1996);
- combustibili liquidi (D.M. 28 aprile 2005).

#### Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi

Gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi sono impianti di nuova realizzazione, e devono rispettare le prescrizioni del D.M. 12 aprile 1996. Il decreto riguarda la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sottoelencati impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW (convenzionalmente, tale valore è assunto corrispondente al valore di

30.000 kCal/h indicato nelle precedenti disposizioni), alimentati da combustibili gassosi alla pressione massima di 0,5 bar:

- climatizzazione di edifici e ambienti;
- produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore;
- forni da pane e altri laboratori artigianali;
- lavaggio biancheria e sterilizzazione;
- cucine e lavaggio stoviglie.

Più apparecchi termici alimentati a gas, di seguito denominati *apparecchi*, installati nello stesso locale o in locali direttamente comunicanti, sono considerati come facenti parte di un unico impianto, di portata termica pari alla

somma delle portate termiche dei singoli apparecchi. All'interno di una singola unità immobiliare adibita ad uso abitativo, ai fini del calcolo della portata termica complessiva, non concorrono gli apparecchi domestici di portata termica singola non superiore a 35 kW, quali gli apparecchi di cottura alimenti, le stufe, i caminetti, i radiatori individuali, gli scaldacqua unifamiliari, gli scaldabagno e i lavabiancheria.

#### Termini, definizioni e tolleranze dimensionali

Ai fini delle presenti disposizioni si applicano i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali approvati con il D.M. 30 novembre 1983. Inoltre, si definiscono:

- apparecchio di tipo A: apparecchio previsto per non essere collegato ad un condotto o ad uno speciale dispositivo per l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale di installazione;
- apparecchio di tipo B: apparecchio previsto per essere collegato ad un condotto o ad un dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione verso l'esterno. L'aria comburente è prelevata direttamente dall'ambiente dove l'apparecchio è collocato;
- apparecchio di tipo C: apparecchio con circuito di combustione a tenuta, che consente l'alimentazione di aria comburente al bruciatore con prelievo diretto dall'esterno e contemporaneamente assicura l'evacuazione diretta all'esterno di prodotti della combustione;
- condotte aerotermiche: condotte per il trasporto di aria trattata e/o per la ripresa dell'aria degli ambienti serviti e/o dell'aria esterna da un generatore d'aria calda;
- condotte del gas: insieme di tubi, curve, raccordi e accessori uniti fra loro per la distribuzione del gas. Le condotte oggetto della presente regola tecnica sono comprese in una delle seguenti specie definite dai decreti:
  - **D.M. 16 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8;*
  - **D.M. 17 aprile 2008** – *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.*
- gas combustibile: ogni combustibile che è allo stato gassoso alla temperatura di 15 °C e alla pressione assoluta di 1013 mbar, come definito nella norma **UNI EN 437**;
- generatore di aria calda a scambio diretto: apparecchio destinato al riscaldamento dell'aria mediante produzione di calore in una camera di combustione con scambio termico attraverso pareti dello scambiatore, senza fluido intermediario, in cui il flusso dell'aria è mantenuto da uno o più ventilatori;
- impianto interno: complesso delle condotte compreso tra il punto di consegna del gas e gli apparecchi utilizzatori (questi esclusi);
- impianto termico: complesso dell'impianto interno, degli apparecchi e degli eventuali accessori destinato alla produzione di calore;
- modulo a tubo radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione di calore per irraggiamento, costituito da una unità monoblocco composta dal tubo o dal circuito radiante, dall'eventuale riflettore e relative staffe di supporto, dall'eventuale scambiatore, dal bruciatore, dal ventilatore, dai dispositivi di sicurezza, dal pannello di programmazione e controllo, dal programmatore e dagli accessori relativi;
- locale esterno: locale ubicato su spazio scoperto, anche in adiacenza all'edificio servito, purché strutturalmente separato e privo di pareti comuni. Sono considerati locali esterni anche quelli ubicati sulla copertura piana dell'edificio servito, purché privo di pareti comuni;
- locale fuori terra: locale il cui piano di calpestio è a quota non inferiore a quello del piano di riferimento;
- locale interrato: locale in cui l'intradosso del solaio di copertura è a quota inferiore a + 0,6 m al di sopra del piano di riferimento;
- locale seminterrato: locale che non è definibile né fuori terra né interrato;
- piano di riferimento: piano della strada pubblica o privata o dello spazio scoperto sul quale è attestata la parete nella quale sono realizzate le aperture di aerazione;
- portata termica nominale: quantità di energia termica assorbita nell'unità di tempo dall'apparecchio, dichiarata dal costruttore, espressa in kilowatt (kW);
- pressione massima di esercizio: pressione massima relativa del combustibile gassoso alla quale può essere esercito l'impianto interno;
- punto di consegna del gas: punto di consegna del combustibile gassoso individuato in corrispondenza:

- del raccordo di uscita del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita della valvola di intercettazione, che delimita la porzione di impianto di proprietà dell'utente, nel caso di assenza del gruppo di misurazione;
- del raccordo di uscita del riduttore di pressione della fase gassosa nel caso di alimentazione da serbatoio.
- serranda tagliafuoco: dispositivo di otturazione ad azionamento automatico destinato ad interrompere il flusso dell'aria nelle condotte aerotermiche ed a garantire la compartimentazione antincendio per un tempo prestabilito;
- nastro radiante: apparecchio destinato al riscaldamento di ambienti mediante emanazione

di calore per irraggiamento, costituito da una unità termica e da un circuito di condotte radianti per la distribuzione del calore stesso.

L'unità termica è composta da un bruciatore, da un ventilatore-aspiratore, da una camera di combustione, da una camera di ricircolo, dal condotto di espulsione fumi, dai dispositivi di controllo e sicurezza, dal pressostato differenziale ed eventualmente dal termostato di sicurezza positiva a riarmo manuale.

Le condotte radianti, la cui temperatura superficiale massima deve essere minore di 300° C, devono essere realizzate con materiale resistente alle alte temperature e isolate termicamente nella parte superiore e laterale, e devono essere a tenuta ed esercite costantemente in depressione. Tali condotte aerotermiche sono parte integrante dell'apparecchio.

#### I luoghi di installazione degli apparecchi

Gli apparecchi per la climatizzazione possono essere installati:

- all'aperto;
- in locali esterni;
- in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito.

Gli apparecchi, in ogni caso, devono essere installati in modo tale da non essere esposti ad urti o manomissioni.

#### Installazione degli apparecchi all'aperto

##### Disposizioni generali

Gli apparecchi installati all'aperto devono essere costruiti per tale tipo di installazione.

È ammessa l'installazione in adiacenza alle pareti dell'edificio servito alle seguenti condizioni:

- la parete deve possedere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30, ed essere realizzata con materiale di classe 0 di reazione al fuoco, nonché essere priva di aperture nella zona che si estende, a partire dall'apparecchio, per almeno 0,50 m lateralmente e 1 m superiormente (figura 75.1).

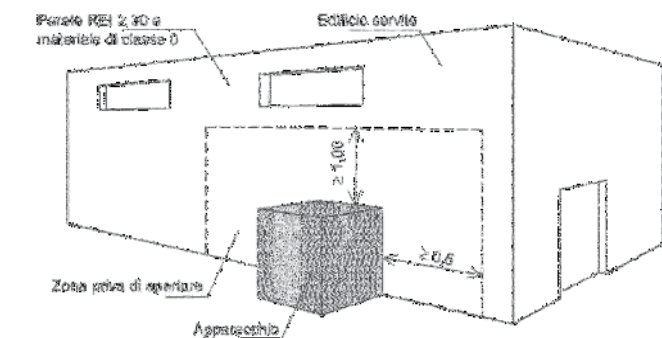
Qualora la parete non soddisfi in tutto o in parte tali requisiti, gli apparecchi devono distare non meno di 0,6 m dalle pareti degli edifici, oppure deve essere interposta una struttura di caratteristiche non inferiori a REI 120 di dimensioni superiori di almeno 0,50 m della proiezione retta dell'apparecchio lateralmente, e 1 m superiormente.

#### Limitazioni per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

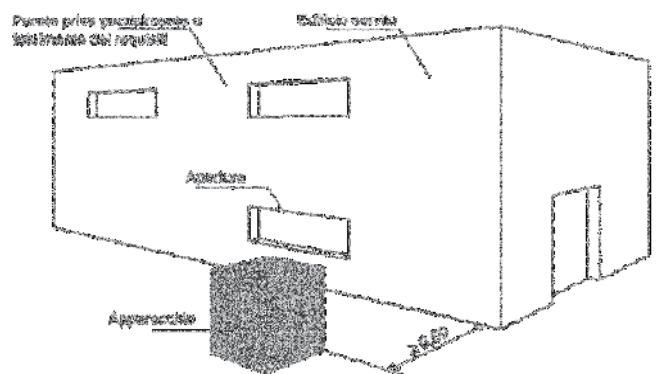
Gli apparecchi con portata termica superiore a 116 kW devono distare non meno di 5 m da (figura 75.2.):

- cavità o depressioni, poste al piano di installazione degli apparecchi;
- aperture comunicanti con locali sul piano di posa degli apparecchi o con canalizzazioni drenanti.

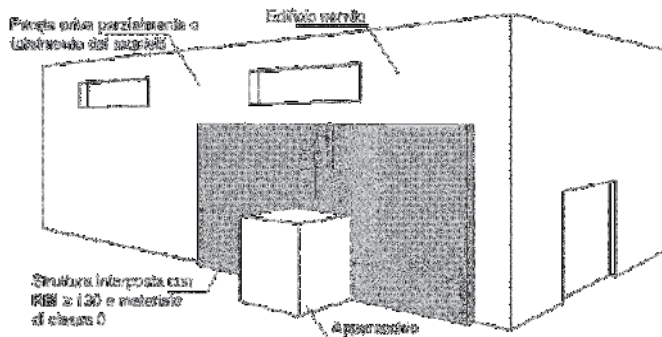
Tale distanza può essere ridotta del 50% per gli apparecchi di portata termica inferiore a 116 kW.



1) Installazione in adiacenza a parete idonea dell'edificio servito



2) Installazione lontano da parete idonea in tutto o in parte del rispetto. RIR > 3,0 e apertura di apertura



3) Installazione in adiacenza a parete idonea in parte o in tutto del rispetto. RIR > 3,0 e apertura di apertura

Figura 75.1. Installazione degli apparecchi all'aperto

Le distanze sono meglio riassunte qui di seguito:

R = 2,50 m per apparecchi con portata termica  $Q = 116$  kW;

R = 5,00 m per apparecchi con portata termica  $Q > 116$  kW.



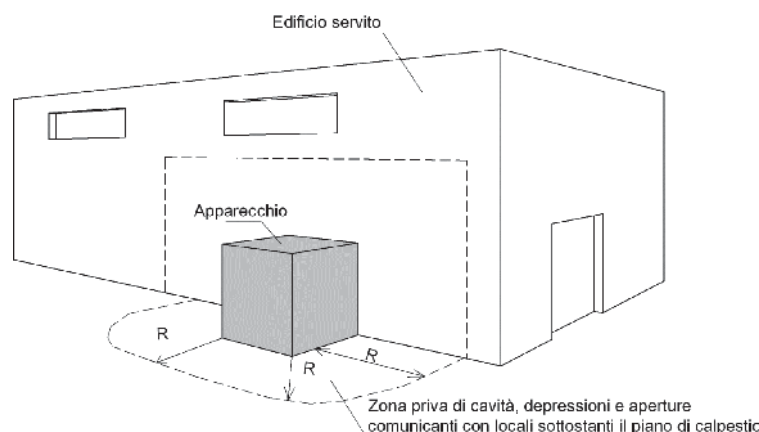


Figura 75.2. Distanze da rispettare per l'installazione all'aperto degli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

### Installazione in locali esterni

#### Generalità

I locali esterni devono essere ad uso esclusivo, realizzati in materiali di classe 0 di reazione al fuoco e ubicati in spazio scoperto (figura 75.3), in adiacenza alla parete esterna dell'edificio servito, purché dotata di caratteristiche non inferiori a REI 30 e materiale di classe 0 di reazione al fuoco e assenza di aperture. Quando la parete non soddisfa in tutto o in parte i requisiti richiesti, il locale può essere:

- ubicato lontano dall'edificio servito e a distanza non inferiore a 0,60 m;
- in adiacenza alla parete, previa interposizione di una struttura con le seguenti caratteristiche che:
  - non inferiore a REI 120;
  - di dimensioni maggiori di 0,5 m lateralmente e di 1 m superiormente.

#### Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

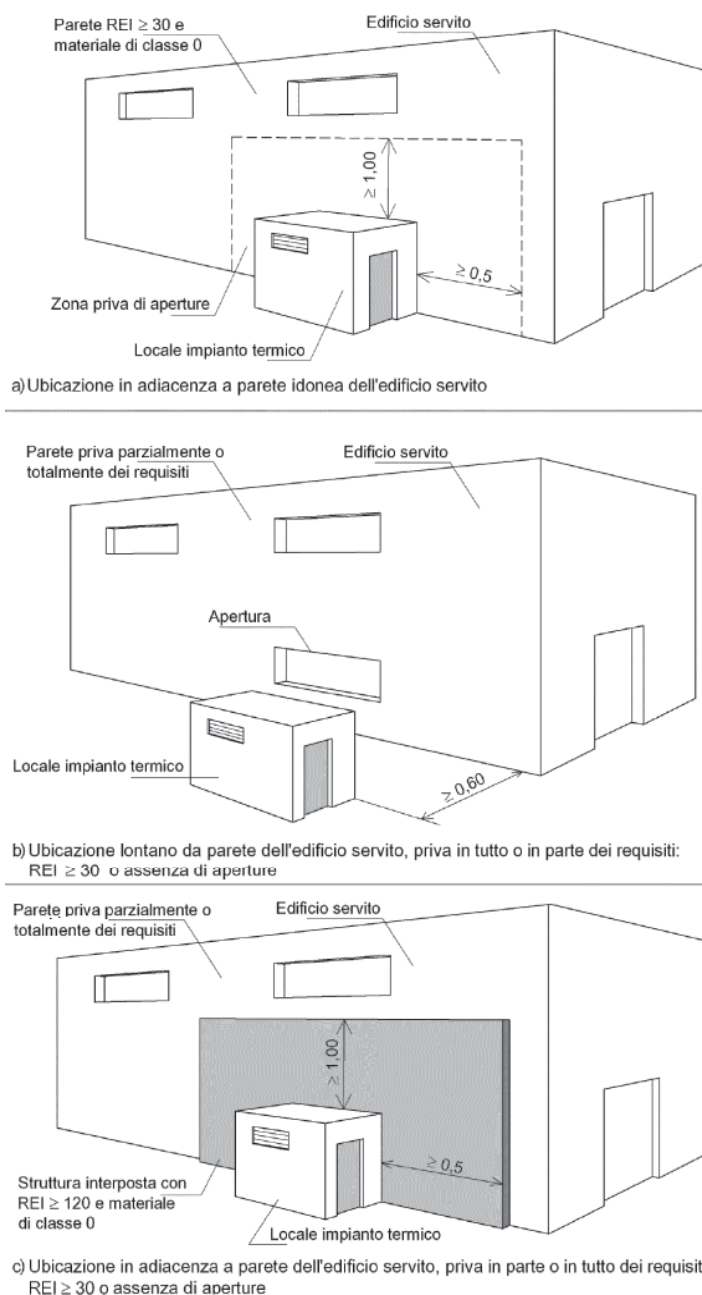


Figura 75.3. Ubicazione dei locali esterni per l'installazione degli impianti

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>:

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 10$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 15$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento (consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S = Q \cdot 20$  (con un minimo di 5000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW, ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

Limitazioni delle aperture di aerazione per gli apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8  
La norma stabilisce che almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di

calpestio, con un'altezza minima di 20 cm.

Le aperture di aerazione devono rispettare le seguenti distanze  $R$  da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali ubicati al di sotto del piano di calpestio o da canalizzazioni drenanti (figura 75.4):

- $R = 2,00$  m, per portate termiche ( $Q$ ) non superiori a 116 kW;
- $R = 4,50$  m, per portate termiche ( $Q$ ) superiori a 116 kW.

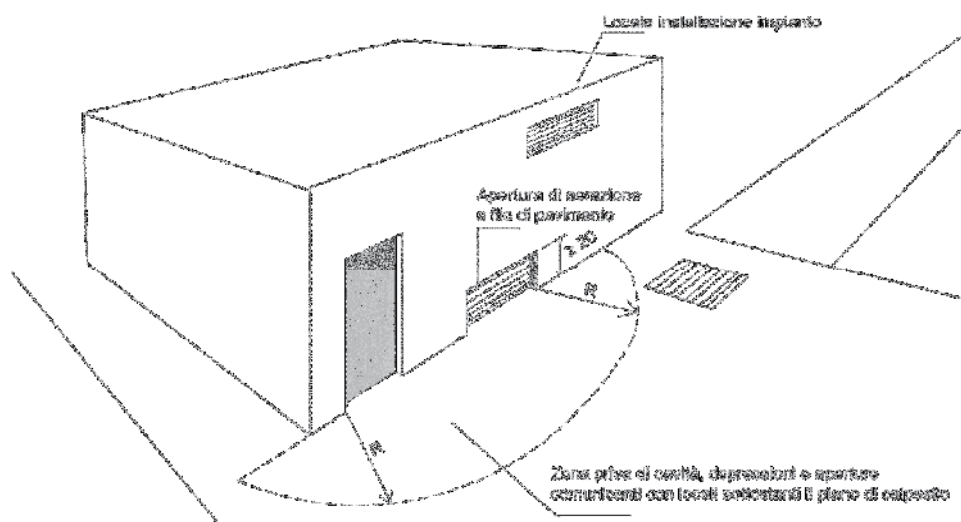


Figura 75.4. Ulteriori prescrizioni per le aperture di aerazione del locale centrale termica fuori terra, alimentato a gas di rete con densità superiore a 0,8, come prescritto dal D.M. 12 aprile 1996

#### Specifiche per le superfici delle aperture di aerazione

La superficie di aerazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a 3000 cm<sup>2</sup>, e, nel caso di densità maggiore, di 0,8, inferiore a 5000 cm<sup>2</sup>.

In caso di locali sottostanti o contigui a locali di pubblico spettacolo o soggetti ad affollamento superiore a 0,4 persone/m<sup>2</sup> o ai relativi sistemi di via di uscita, l'apertura di aerazione si deve estendere a filo del soffitto, nella parte più alta della parete attestata su spazio scoperto o su strada pubblica o privata scoperta, o, nel caso di locali interrati, su intercapedine ad uso esclusivo attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. La superficie netta di aerazione deve essere aumentata del 50% rispetto ai valori indicati per le aperture di aerazione, e, in ogni caso, deve estendersi lungo almeno il 70% della parete attestata sull'esterno, come sopra specificato, per una altezza, in ogni punto, non inferiore a 50 cm. Nel caso di alimentazione con gas a densità superiore a 0,8, tale apertura deve essere realizzata anche a filo del pavimento (figura 75.5).

#### Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

##### Regole generali per l'ubicazione

La norma stabilisce in generale che il piano di calpestio dei locali non può essere ubicato a quota inferiore a 5 m al di sotto del piano di riferimento. In casi particolari può essere ammesso che tale piano sia a quota più bassa e, comunque, non inferiore a - 10 m dal piano di riferimento, ma devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le aperture di aerazione e l'accesso devono essere ricavati su una o più intercapedini antincendio, attestate su spazio scoperto, non comunicanti con alcun locale e ad esclusivo uso del locale destinato agli apparecchi;
- all'esterno del locale e in prossimità di questo, deve essere installata, sulla tubazione di adduzione del gas, una valvola automatica del tipo normalmente chiuso, asservita al funzionamento del bruciatore e al dispositivo di controllo della tenuta del tratto di impianto interno tra la valvola stessa e il bruciatore;
- la pressione di esercizio non deve essere superiore a 0,04 bar.

Almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, deve essere confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione e larga non meno di 60 cm, e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta. Per meglio comprendere alcuni aspetti di cui sopra, si

riportano alcune definizioni del  
D.M. 30 novembre 1983.

interCapedine antinCendi (punto 1.8)

Vano di distacco con funzione di aerazione e/o scarico di prodotti della combustione di larghezza trasversale non inferiore a 60 cm, con funzione di passaggio di persone di larghezza trasversale non inferiore a 90 cm (figura 75.6 (a)).

Longitudinalmente è delimitata dai muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti al fabbricato servito e da terrapieno e/o da muri di altro fabbricato, aventi pari resistenza al fuoco.

Ai soli scopi di aerazione e di scarico dei prodotti della combustione, è inferiormente delimitata da un piano ubicato a quota non inferiore ad 1 m dall'intradosso del solaio del locale stesso.

Per la funzione di passaggio di persone, la profondità dell'intercapedine deve essere tale da assicurare il passaggio nei locali serviti attraverso varchi aventi altezza libera di almeno 2 m. Superiormente, è delimitata da spazio scoperto.

spazio sCoperto (punto 1.12)

Spazio a cielo libero o superiormente grigliato, avente, anche se delimitato su tutti i lati, superficie minima ( $S_{min}$ ) in pianta ( $m^2$ ) non inferiore a quella calcolata moltiplicando per tre l'altezza ( $h_{min}$ ) in metri della parete più bassa che lo delimita:

$$S_{min} = h_{min} \cdot 3$$

La distanza fra le strutture verticali che delimitano lo spazio scoperto deve essere non inferiore a 3,50 m.

Se le pareti delimitanti lo spazio a cielo libero o grigliato hanno strutture che aggettano o rientrano, detto spazio è considerato scoperto se sono rispettate le predette condizioni, e se il rapporto fra la sporgenza o rientranza ( $s$ ) e la relativa altezza di impostazione ( $d$ ) non è superiore ad 1/2 (figura 75.6 (b)).

La superficie minima libera deve risultare al netto delle superfici aggettanti.

La minima distanza di 3,50 m deve essere computata fra le pareti più vicine in caso di rientranze, fra parete e limite esterno della proiezione dell'aggetto in caso di sporgenze, e fra i limiti esterni delle proiezioni di aggetti prospicienti.

Il Ministero dell'Interno, con la lettera circolare 30 novembre 2000, n. P1275/4134, chiarisce che, in via generale, la prescrizione richiedente che almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro del locale caldaia, sia confinante con spazio scoperto, è finalizzata a garantire la collocazione del locale stesso nell'ambito della fascia perimetrale dell'edificio, e ciò allo scopo di conseguire i seguenti obiettivi di sicurezza:

- obbligare a posizione i focolari alla periferia del fabbricato;
- assicurare le necessarie condizioni per la realizzazione delle richieste aperture d'aerazione;
- determinare situazioni di luogo atte a facilitare l'intervento delle squadre di soccorso in caso d'incendio.

La specifica funzione dell'intercapedine è connessa all'aerazione e allo scarico dei fumi, e non già a quella di costituire prolungamento volumetrico a tutta altezza del sovrastante spazio scoperto.

È consigliabile che le aperture di aerazione dei relativi locali siano realizzate nella parte alta della parete esterna, e ciò ai fini di evitare la formazione di sacche di gas. Fatti salvi, pertanto, i casi in cui le aperture d'aerazione devono essere necessariamente realizzate a filo soffitto, si ritiene che, in presenza di travi, la prescrizione normativa sia ugualmente soddisfatta con la collocazione delle aperture di aerazione nell'immediata zona sottotrave e, comunque, mai al di sotto della metà superiore della parete.

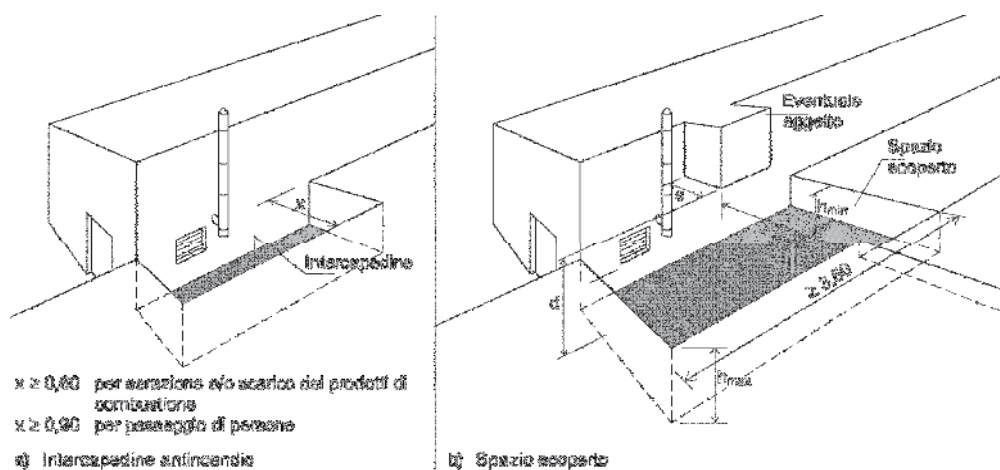


Figura 75.5. Intercapedine antincendio e spazio scoperto secondo il D.M. 30 novembre 1983

#### Limitazioni dell'ubicazione di apparecchi alimentati con gas a densità maggiore di 0,8

L'installazione è consentita esclusivamente in locali fuori terra, eventualmente comunicanti con locali anch'essi fuori terra. In entrambi i casi il piano di calpestio non deve presentare avvallamenti o affossamenti tali da creare sacche di gas che determinino condizioni di pericolo.

#### Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione.

Le aperture di aerazione devono essere realizzate e collocate in modo da evitare la formazione di sacche di gas, indipendentemente dalla conformazione della copertura. Nel caso di coperture piane, tali aperture devono essere realizzate nella parte più alta della parete.

Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore, e al 20% negli altri casi.

Le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>:

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 10$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati e interrati, fino a quota - 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 15$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra - 5 m e - 10 m al di sotto del piano di riferimento

(consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S$

$= Q \cdot 20$  (con un minimo di 5000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

#### Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimenti antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 75.1.

Tabella 75.1. Caratteristiche antincendio

**Portata termica complessiva dell'impianto  
ambienti (resistenza al fuoco)**

Non superiore a 116 kW = R 60 = REI 60

Superiore a 116 kW = R 120 = REI 120

**Strutture portanti Portata termica complessiva**

**Strutture di separazione da altri**

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione). Tale decreto si applica ai prodotti e agli elementi costruttivi per i quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco ai fini della sicurezza in caso d'incendio delle opere in cui sono inseriti. È definito *prodotto da costruzione* qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in elementi costruttivi o opere da costruzione. Le opere da costruzione comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile. Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

- prove;
- calcoli;
- confronti con tabelle.

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B del citato decreto.

L'allegato C, inecce, descrive le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli.

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle, infine, sono descritte nell'allegato D.

Il D.M. 12 aprile 1996 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 75.2.

**Tabella 75.2. Misure minime dell'altezza del locale di installazione**

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
Non superiore a 116 kW	2,00 m
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW	2,30 m
Superiore a 350 kW e sino a 580 kW	2,60 m
Superiore a 580 kW	2,90 m

#### Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo, nonché la manutenzione ordinaria.

Le dimensioni delle caldaie variano in funzione della potenza termica erogata e della casa costruttrice (tabella 75.3).

Gli spazi funzionali minimi sono necessariamente quelli previsti dalla casa costruttrice. Per le caldaie su basamento tra l'apparecchio e le pareti del locale, è consigliabile lasciare uno spazio di almeno 120 cm per potere operare durante gli interventi di manutenzione. L'estrazione laterale del bruciatore può prevedere profondità anche maggiori. Lo spazio frontale, secondo alcuni modelli di caldaie, deve essere di almeno 150 cm. L'uso di sistemi di pulizia mediante apposito kit può richiedere una profondità anche di 300 cm. In caso contrario, la pulizia della caldaia dovrà essere eseguita con apparecchi smontabili o con altri sistemi a umido.

Lo spazio funzionale deve consentire il montaggio dell'apparecchio e la dissipazione acustica mediante l'installazione di particolari basamenti insonorizzati. In quest'ultimo caso deve essere anche considerato che l'altezza d'installazione della caldaia, e di conseguenza la posizione dei collegamenti per le tubazioni, subiranno delle modifiche.

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche, delle tubazioni dell'acqua, gas, vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Il posizionamento dei vari componenti degli impianti deve essere tale da evitare il rischio di formazione di sacche di gas in misura pericolosa.

**Tabella 75.3. Dimensioni di caldaia a gas in ghisa in funzione della potenza termica**

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete			Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]			Raccomandata [mm]		Minima [mm]	
105	750	400	1500	1000	1125	880	
140	750	400	1500	1000	1285	880	

170	750	400	1500	1000	1445	880
200	750	400	1500	1000	1605	880
230	750	400	1500	1000	1765	880
240	900	600	1700	1000	1580	980
295	900	600	1700	1000	1750	980
350	900	600	1700	1000	1920	980
400	900	600	2200	1000	2090	980
455	900	600	2200	1000	2260	980
510	900	600	2200	1000	2430	980

Potenza termica [kW]	Distanza dalla parete			Distanza frontale		Lunghezza [mm]	Larghezza [mm]
	Raccomandata [mm]		Minima [mm]	Raccomandata [mm]			
570	1150	820	2300	1400	1926	1281	
660	1150	820	2300	1400	2096	1281	
740	1150	820	2300	1400	2266	1281	
820	1150	820	2300	1400	2436	1281	
920	1150	820	3000	1500	2606	1281	
1020	1150	820	3000	1500	2776	1281	
1110	1150	820	3000	1500	2946	1281	
1200	1150	820	3000	1500	3116	1281	

### Accesso

L'accesso può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 90 cm.

L'accesso può anche avvenire dall'interno tramite disimpegno, realizzato in modo da evitare la formazione di sacche di gas, e avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 30 e con porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
  - superficie netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
  - aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,5 m<sup>2</sup> e realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso di alimentazione con gas a densità non superiore a 0,8, è consentito l'utilizzo di un camino di sezione non inferiore a 0,1 m<sup>2</sup>.

### Porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpegni devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,60 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 75.4.

**Tabella 75.4. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta**

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 75.5.

**Tabella 75.5. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco**

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

### Impianti termici alimentati da combustibili liquidi

La progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi, deve

rispettare le prescrizioni del D.M. 28 aprile 2005. Tali norme riguardano gli impianti termici di portata termica complessiva maggiore di 35 kW, alimentati da combustibili liquidi. Le disposizioni si applicano agli impianti di nuova realizzazione.

Installazione in fabbricati destinati ad altro uso o in locali facenti parte dell'edificio servito

#### Regole generali per l'ubicazione

Gli impianti termici possono essere installati in un qualsiasi locale del fabbricato che abbia almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 0,6 m ed attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

#### Aperture di aerazione

I locali devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne attestanti su spazi scoperti o intercapedini ad uso esclusivo. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione. Ai fini della realizzazione delle aperture di aerazione, la copertura è considerata parete esterna qualora confinante con spazio scoperto e di superficie non inferiore al 50% della superficie in pianta del locale, nel caso dei locali di installazione degli apparecchi, e al 20% negli altri casi.

Fatto salvo quanto previsto dal D.Lgs. n. 152/2006, le superfici libere minime, in funzione della portata termica complessiva, non devono essere inferiori a quelle calcolate come di seguito indicato. In ogni caso, ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm<sup>2</sup>.

- locali fuori terra:  $S = Q \cdot 6$  (con un minimo di 2500 cm<sup>2</sup>);
- locali seminterrati ed interrati, fino a quota – 5 m dal piano di riferimento:  $S = Q \cdot 9$  (con un minimo di 2500 cm<sup>2</sup>);
- locali interrati, a quota compresa tra – 5 m e – 10 m al di sotto del piano di riferimento

(consentiti solo per i locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione di edifici e ambienti, per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore):  $S = Q \cdot 12$  (con un minimo di 3000 cm<sup>2</sup>).

$Q$  esprime la portata termica in kW, ed  $S$  la superficie in cm<sup>2</sup>.

#### Caratteristiche costruttive

I locali posti all'interno di fabbricati destinati anche ad altri usi devono costituire compartimento antincendio. Le strutture devono essere realizzate con materiale di classe 0 di reazione. Le caratteristiche antincendio sono illustrate nella tabella 75.6.

**Tabella 75.6. Caratteristiche antincendio**

Portata termica complessiva dell'impianto ambienti (resistenza al fuoco)	Strutture portanti	Portata termica complessiva	Strutture di separazione da altri
Non superiore a 116 kW	= R 60	= R 60	
Superiore a 116 kW	= R 120	= R 120	

Per approfondimenti sugli aspetti strutturali e di resistenza a fuoco si rimanda al D.M. 16 febbraio 2007 (*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*).

Il D.M. 28 aprile 2005 stabilisce che, ferme restando le limitazioni sulla disposizione degli impianti all'interno dei locali, l'altezza del locale di installazione deve rispettare le misure minime, in funzione della portata termica complessiva, indicate nella tabella 75.7.

**Tabella 75.7. Misure minime dell'altezza del locale di installazione**

Portata termica complessiva dell'impianto	Altezza minima
Non superiore a 116 kW	2,00 m
Superiore a 116 kW e sino a 350 kW:	2,30 m
Superiore a 350 kW	2,50 m

#### Disposizione degli impianti all'interno dei locali

Lungo il perimetro dell'apparecchio è consentito il passaggio dei canali da fumo e delle condotte aerotermiche,



delle tubazioni dell'acqua, del combustibile, del vapore e dei cavi elettrici a servizio dell'apparecchio.

È consentita l'installazione a parete di apparecchi previsti per tale tipo di installazione.

È consentito che più apparecchi termici a pavimento o a parete, previsti per il particolare tipo di installazione, siano posti tra loro in adiacenza o sovrapposti, a condizione che tutti i dispositivi di sicurezza e di controllo siano facilmente raggiungibili.

Le distanze tra un qualsiasi punto esterno degli apparecchi e le pareti verticali e orizzontali del locale, nonché le distanze fra gli apparecchi installati nello stesso locale, devono permettere l'accessibilità agli organi di regolazione, sicurezza e controllo nonché la manutenzione ordinaria.

#### Accesso

L'accesso alla centrale termica può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,9 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- impianti di portata termica non superiore a 116 kW:
  - resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 30.
- impianti di portata termica superiore a 116 kW:
  - superficie netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
  - resistenza al fuoco delle strutture REI 60 e con porte REI 60;
  - aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine.

Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra indicato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m<sup>2</sup> sfociante al di sopra della copertura dell'edificio.

#### Porte

Le porte dei locali delle centrali termiche e dei disimpieghi devono rispettare le seguenti prescrizioni dimensionali:

- altezza minima 2 m;
- larghezza minima 0,80 m.

Il verso di apertura della porta dipende dalla portata termica complessiva, come indicato nella tabella 75.8.

**Tabella 75.8. Portata termica complessiva dell'impianto e verso di apertura della porta**

Portata termica complessiva dell'impianto	Verso di apertura porta	Congegno di autochiusura
Non superiore a 116 kW	Non vincolato	sì
Superiore a 116 kW	Verso l'esterno	sì

Le porte devono possedere le caratteristiche di resistenza al fuoco, come specificato nella tabella 75.9.

**Tabella 75.9. Portata termica complessiva dell'impianto e caratteristiche di resistenza al fuoco**

Portata termica complessiva dell'impianto	Caratteristiche di resistenza al fuoco
Non superiore a 116 kW	REI 30
Superiore a 116 kW	REI 60

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o

da intercapedine antincendio, non sono richiesti tali requisiti, purché siano in materiale incombustibile.

#### Il deposito di combustibile liquido

##### Ubicazione

Il deposito, costituito da uno o più serbatoi, può essere ubicato all'esterno o all'interno dell'edificio nel quale è installato l'impianto termico.

Nel caso di deposito ubicato all'esterno, i serbatoi possono essere interrati sotto cortile, giardino o strada, oppure installati a vista in apposito e distinto locale oppure all'aperto.

Nel caso di deposito ubicato all'interno dell'edificio, i serbatoi possono essere interrati sotto pavimento, oppure installati a vista, in locali del fabbricato che abbiano almeno una parete, di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga

almeno 0,60 m e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

I locali devono essere destinati esclusivamente a deposito di combustibile liquido a servizio dell'impianto.

#### Capacità

La capacità di ciascun serbatoio non deve essere maggiore di 25 m<sup>3</sup>.

In relazione all'ubicazione dei serbatoi, la capacità complessiva del deposito deve osservare i seguenti limiti:

- 100 m<sup>3</sup>, per serbatoi ubicati all'esterno del fabbricato;
- 50 m<sup>3</sup>, per serbatoi interrati all'interno del fabbricato;
- 25 m<sup>3</sup>, per serbatoi installati a vista all'interno del fabbricato.

#### Modalità di installazione

I serbatoi devono essere saldamente ancorati al terreno. In base alle modalità di installazione dei serbatoi, si distinguono le seguenti tipologie di deposito:

- deposito all'esterno con serbatoi interrati;
- deposito con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno;
- deposito all'aperto con serbatoi fuori terra;
- deposito con serbatoi interrati all'interno di un edificio;
- deposito con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio.

##### deposito all'esterno Con serbatoi interrati

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiati da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio.

##### deposito Con serbatoi fuori terra in apposito locale esterno

I serbatoi devono essere installati in apposito locale realizzato in materiale incombustibile, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale

da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume non inferiore alla metà della capacità complessiva dei serbatoi.

##### deposito all'aperto Con serbatoi fuori terra

I serbatoi devono essere dotati di una tettoia di protezione dagli agenti atmosferici realizzata in materiale incombustibile, e di un bacino di contenimento impermeabile realizzato in muratura, cemento armato, o altro materiale idoneo allo scopo, avente capacità pari ad almeno un quarto della capacità complessiva dei serbatoi. È vietata l'installazione su rampe carrabili e su terrazze.

##### deposito Con serbatoi interrati all'interno di un edificio

Le pareti e i solai del locale devono presentare caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 90.

##### deposito Con serbatoi fuori terra all'interno di un edificio

I serbatoi devono essere installati in apposito locale avente caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 120, su apposite selle di resistenza al fuoco REI 120, posizionati ad una distanza reciproca, nonché dalle pareti verticali e orizzontali del locale, tale da garantire l'accessibilità per le operazioni di manutenzione e ispezione. La porta di accesso deve avere, in ogni caso, la soglia interna sopraelevata, onde il locale possa costituire bacino di contenimento impermeabile, di volume almeno pari alla capacità complessiva dei serbatoi.

#### Accesso e le comunicazioni

L'accesso al locale deposito può avvenire dall'esterno da:

- spazio scoperto;
- strada pubblica o privata scoperta;
- porticati;
- intercapedine antincendio di larghezza non inferiore a 0,90 m.

L'accesso può avvenire anche dall'interno, tramite disimpegno avente le seguenti caratteristiche:

- superficie in pianta netta minima di 2 m<sup>2</sup>;
- resistenza al fuoco delle strutture e delle porte REI 60;
- aerazione a mezzo di aperture di superficie complessiva non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> realizzate su parete attestata su spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta o intercapedine. Nel caso in cui l'aerazione non sia realizzabile come sopra specificato, è consentito l'utilizzo di un condotto in materiale incombustibile di sezione non inferiore a 0,10 m<sup>2</sup> sfociente al di sopra della copertura dell'edificio.

È consentito di utilizzare lo stesso disimpegno per accedere al locale di installazione dell'impianto termico e al locale deposito.

I locali all'interno di un edificio adibiti a deposito possono comunicare tra loro esclusivamente a mezzo di porte REI 90 provviste di dispositivo di autochiusura.

Non è consentito che il locale adibito a deposito abbia aperture di comunicazione dirette con locali destinati ad altro uso.

#### Aperture di aerazione

Il locale deposito deve essere dotato di una o più aperture permanenti di aerazione, realizzate su pareti esterne di lunghezza non inferiore al 15% del perimetro, confinante con spazio scoperto o strada pubblica o privata scoperta o, nel caso di locali interrati, con intercapedine ad uso esclusivo, di sezione orizzontale netta non inferiore a quella richiesta per l'aerazione, larga almeno 60 cm e attestata superiormente su spazio scoperto o strada scoperta.

La superficie di aerazione non deve essere inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale. È consentita la protezione delle aperture di aerazione con grigliati metallici, reti e/o alette antipioggia, a condizione che non venga ridotta la superficie netta di aerazione prevista.

#### Porte

Le porte del locale deposito devono avere altezza minima di 2 m, larghezza minima di 80 cm, essere apribili verso l'esterno ed essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte di accesso al locale deposito devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco di almeno REI 60.

Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata scoperta, intercapedine antincendio ovvero alle porte di accesso a locali esterni all'edificio, non è richiesto il requisito della resistenza al fuoco, purché siano in materiale incombustibile.

#### Caratteristiche dei serbatoi

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti e alle disposizioni vigenti in materia.

I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio e avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e, comunque, ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e, comunque, non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,50 m dal piano praticabile esterno e a distanza non inferiore a 1,50 m da finestre e porte. L'estremità del tubo deve essere protetta con sistema antifiamma;
- dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
- idonea messa a terra;
- targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:
  - il nome e l'indirizzo del costruttore;
  - l'anno di costruzione;
  - la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

#### Impianto elettrico

L'impianto elettrico deve essere realizzato in conformità alla legge 1° marzo 1968, n. 186, e tale conformità deve essere attestata secondo le procedure previste dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

L'interruttore generale a servizio dei locali deve essere installato all'esterno dei locali stessi, in posizione segnalata e facilmente accessibile. Negli altri casi deve essere collocato lontano dall'apparecchio utilizzatore, in posizione

segnalata e facilmente raggiungibile e accessibile.

#### Mezzi di estinzione degli incendi

In prossimità di ciascun apparecchio e/o serbatoio fuori terra, deve essere installato, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, un estintore portatile avente carica nominale non minore di 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 21A-113B.

Gli impianti termici con portata termica complessiva installata superiore a 1160 kW, devono essere protetti da un estintore carrellato a polvere avente carica nominale non minore di 50 kg e capacità estinguente pari ad A-B1.

#### Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, e deve richiamare l'attenzione sui divieti e sulle limitazioni imposti, nonché segnalare la posizione della valvola esterna di intercettazione e dell'interruttore elettrico generale.

### Art. 76. Impianti di riscaldamento ad acqua calda

#### Generalità

La norma **UNI EN 12828** specifica i criteri di progettazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua con una temperatura massima di esercizio minore o uguale a 105 °C. Per gli impianti funzionanti ad una temperatura massima di esercizio maggiore di 105 °C possono essere richiesti altri aspetti legati alla sicurezza oltre a quelli descritti nel punto 4.6 della stessa norma.

#### norme di riferimento

- UNI EN 12828** – Impianti di riscaldamento negli edifici – Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua;  
**UNI EN 12098-1** – Regolazioni per impianti di riscaldamento – Parte 1: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;  
**UNI 8061** – Impianti di riscaldamento a fluido diatermico a vaso aperto. Progettazione, costruzione ed esercizio;  
**UNI 8065** – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile;  
**UNI 8211** – Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici;  
**UNI 8364-1** – Impianti di riscaldamento – Parte 1: Esercizio;  
**UNI 8364-2** – Impianti di riscaldamento – Parte 2: Conduzione;  
**UNI 8364-3** – Impianti di riscaldamento – Parte 3: Controllo e manutenzione;  
**UNI EN 12831** – Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto;  
**UNI EN ISO 11855-1** – Progettazione dell'ambiente costruito – Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati – Parte 1: Definizioni, simboli e criteri di benessere;  
**UNI EN ISO 11855-5** – Progettazione dell'ambiente costruito – Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati – Parte 5: Installazione;  
**UNI EN 15502-1** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 1: Requisiti generali e prove; **UNI EN 15502-2 -2** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 2-2: Norma specifica per gli apparecchi di tipo B1;  
**UNI EN 15502-2-1** – Caldaie per riscaldamento a gas – Parte 2-1: Norma specifica per gli apparecchi di tipo C ed apparecchi di tipo B2, B3 e B5 di portata termica nominale non maggiore di 1 000 kW;  
**UNI EN 12309-1** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 1: Termini e definizioni;  
**UNI EN 12309-3** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 3: Condizioni di prova;  
**UNI EN 12309-4** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 4: Metodi di prova;  
**UNI EN 12309-5** – Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW – Parte 5: Requisiti;  
**UNI EN 16430-1** – Radiatori ventilati, convettori e convettori a pavimento – Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti;  
**UNI EN 442-1** – Radiatori e convettori – Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti;  
**UNI 10412-1** – Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Requisiti di sicurezza – Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con

generatori di calore elettrici;

**UNI 10412-2** – Impianti di riscaldamento ad acqua calda – Prescrizioni di sicurezza – Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW.

#### Coibentazione delle reti di distribuzione dei fluidi caldi

Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici, ai sensi dell'allegato B del D.P.R. n. 412/1993, devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato dalla tabella 76.1, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

**Tabella 76.1. Conduttività termica utile dell'isolante e diametro esterno della tubazione**

Conduttività termica utile dell'isolante [W/m °C]	Diametro esterno della tubazione [mm]					
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 76.1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato, e i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 76.1 vanno moltiplicati per 0,5.

Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella 76.1 vanno moltiplicati per 0,3.

Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme UNI di seguito meglio indicate.

Il materiale isolante deve essere applicato in maniera uniforme senza variazioni di spessore o strozzature con particolare attenzione alle curve, i raccordi, le saracinesche e quant'altro possa costituire ponte termico.

I canali dell'aria calda per la climatizzazione invernale posti in ambienti non riscaldati devono essere coibentati con uno spessore di isolante non inferiore agli spessori indicati nella tabella 76.1, per tubazioni di diametro esterno da 20 a 39 mm.

#### norme di riferimento

**UNI 5634** – Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi;

**UNI 6665** – Superficie coibentate. Metodi di misurazione;

**UNI EN 14114** – Prestazioni igrotermiche degli impianti degli edifici e delle installazioni industriali. Calcolo della diffusione del vapore acqueo. Sistemi di isolamento per le tubazioni fredde.

#### Sistema di termoregolazione

Il sistema termoregolazione e contabilizzazione è previsto dall'art. 7 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Negli impianti termici centralizzati adibiti al riscaldamento ambientale per una pluralità di

utenze, qualora la potenza nominale del generatore di calore o quella complessiva dei generatori di calore sia uguale o superiore a 35 kW, è prescritta l'adozione di un gruppo termoregolatore dotato di programmatore che consenta la regolazione della temperatura ambiente almeno su due livelli a valori sigillabili nell'arco delle 24 ore. Il gruppo termoregolatore deve essere pilotato da una sonda termometrica di rilevamento della temperatura esterna. La temperatura esterna e le temperature di mandata e di ritorno del fluido termovettore devono essere misurate con una incertezza non superiore a  $\pm 2$  °C.

Il sistema di termoregolazione di cui sopra, può essere dotato di un programmatore che consenta la regolazione su un solo livello di temperatura ambiente, qualora in ogni singola unità immobiliare sia effettivamente installato e funzionante un sistema di contabilizzazione del calore e un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente dell'unità immobiliare e dotato di programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura almeno su due livelli nell'arco delle 24 ore.

Gli impianti termici per singole unità immobiliari, destinati, anche se non esclusivamente, alla climatizzazione invernale devono essere parimenti dotati di un sistema di termoregolazione pilotato da una o più sonde di misura della temperatura ambiente con programmatore che consenta la regolazione di questa temperatura su almeno due livelli di temperatura nell'arco delle 24 ore.

Al fine di non determinare sovrariscaldamento nei singoli locali di una unità immobiliare per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni, è opportuna l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Nel caso di installazione in centrale termica di più generatori di calore, il loro funzionamento deve essere attivato in maniera automatica in base al carico termico dell'utenza.

#### norme di riferimento

**UNI 7939-1** – *Terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere. Impianti di riscaldamento degli ambienti;*

**UNI 9577** – *Termoregolatori d'ambiente a due posizioni (termostati d'ambiente). Requisiti e prove;*

**UNI EN 12098-1** – *Regolazioni per impianti di riscaldamento. Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda.*

#### Camini e canali da fumi

##### Caratteristiche dei camini

I camini devono rispettare le prescrizioni del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Ogni impianto termico civile di potenza termica nominale superiore al valore di soglia, deve disporre di uno o più camini tali da assicurare una adeguata dispersione in atmosfera dei prodotti della combustione.

Ogni camino deve avere, al di sotto dell'imbocco del primo canale da fumo, una camera di raccolta di materiali solidi ed eventuali condense, di altezza sufficiente a garantire una completa rimozione dei materiali accumulati e l'ispezione dei canali. Tale camera deve essere dotata di un'apertura munita di sportello di chiusura a tenuta d'aria realizzato in materiale incombustibile.

I camini devono garantire la tenuta dei prodotti della combustione e devono essere impermeabili e termicamente isolati. I materiali utilizzati per realizzare i camini devono essere adatti a resistere nel tempo alle normali sollecitazioni meccaniche, al calore e all'azione dei prodotti della combustione e delle loro eventuali condense. In particolare tali materiali devono essere resistenti alla corrosione. La sezione interna dei camini deve essere di forma circolare, quadrata o rettangolare, con rapporto tra i lati non superiore a 1,5.

I camini che passano entro locali abitati o sono incorporati nell'involucro edilizio devono essere dimensionati in modo tale da evitare sovrappressioni durante l'esercizio.

L'afflusso di aria nei focolari e l'emissione degli effluenti gassosi possono essere attivati dal tiraggio naturale dei camini o da mezzi meccanici.

Più generatori di calore possono essere collegati allo stesso camino soltanto se fanno parte dello stesso impianto termico. In questo caso, i generatori di calore dovranno immettere in collettori dotati, ove necessario, ciascuno di propria serranda di intercettazione, distinta dalla valvola di regolazione del tiraggio. Camino e collettore dovranno essere dimensionati secondo la regola dell'arte.

Gli impianti installati o che hanno subito una modifica relativa ai camini successivamente all'entrata in vigore della parte quinta del presente decreto, devono essere dotati di camini realizzati con prodotti su cui sia stata apposta la marcatura CE. In particolare, tali camini devono:

- essere realizzati con materiali incombustibili;
- avere andamento verticale e il più breve e diretto possibile tra l'apparecchio e la quota di sbocco;
- essere privi di qualsiasi strozzatura in tutta la loro lunghezza;
- avere pareti interne lisce per tutta la lunghezza;
- garantire che siano evitati fenomeni di condensa;
- essere adeguatamente distanziati, mediante intercapedine d'aria o isolanti idonei, da materiali combustibili o facilmente infiammabili;

- avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, se di sezione quadrata o rettangolare;
- avere un'altezza correlata alla sezione utile secondo gli appropriati metodi di calcolo riportati dalla normativa tecnica vigente (norme UNI e norme CEN).

Le bocche possono terminare con comignoli di sezione utile d'uscita non inferiore al doppio della sezione del camino, conformati in modo da non ostacolare il tiraggio e favorire la dispersione dei fumi nell'atmosfera.

Le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire un'adeguata evacuazione e dispersione dei prodotti della combustione e da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio attraverso qualsiasi apertura. A tal fine, le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti e a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di dieci metri.

Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta.

La parete interna del camino deve risultare per tutto il suo sviluppo, ad eccezione del tronco terminale emergente dalla copertura degli edifici, sempre distaccata dalle murature circostanti, e deve essere circondata da una controcanna continua formante intercapedine, per consentire

la normale dilatazione termica. Sono ammessi nell'intercapedine elementi distanziatori o di fissaggio necessari per la stabilità del camino.

norme di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX;

**UNI 10640** – *Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica;*

**UNI 10641** – *Canne fumarie collettive e camini a tiraggio naturale per apparecchi a gas di tipo C con ventilatore nel circuito di combustione. Progettazione e verifica.*

#### 76.5. Canali da fumo

I canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

I canali da fumo degli impianti termici devono avere in ogni loro tratto un andamento suborizzontale ascendente con pendenza non inferiore al 5%. I canali da fumo al servizio di impianti di potenzialità uguale o superiore a 1.000.000 di kcal/h possono avere pendenza non inferiore al 2%.

La sezione dei canali da fumo deve essere, in ogni punto del loro percorso, sempre non superiore del 30% alla sezione del camino e non inferiore alla sezione del camino stesso.

Per quanto riguarda la forma, le variazioni e i raccordi delle sezioni dei canali da fumo e le loro pareti interne, devono essere osservate le medesime norme prescritte per i camini.

I canali da fumo devono essere costituiti con strutture e materiali aventi le medesime caratteristiche stabilite per i camini.

I canali da fumo devono avere, per tutto il loro sviluppo, un efficace e duraturo rivestimento coibente tale che la temperatura delle superfici esterne non sia in nessun punto mai superiore a 50 °C. È ammesso che il rivestimento coibente venga omesso in corrispondenza dei giunti di dilatazione e degli sportelli d'ispezione dei canali da fumo, nonché dei raccordi metallici con gli apparecchi di cui fanno parte i focolari.

I raccordi tra i canali da fumo e gli apparecchi di cui fanno parte i focolari devono essere esclusivamente metallici, rimovibili con facilità e avere spessore non inferiore ad 1/100 del loro diametro medio, nel caso di materiali ferrosi comuni, e spessore adeguato, nel caso di altri metalli.

Sulle pareti dei canali da fumo devono essere predisposte aperture per facili ispezioni e pulizie ad intervalli non superiori a dieci metri, e una ad ogni testata di tratto rettilineo. Le aperture dovranno essere munite di sportelli di chiusura a tenuta d'aria, formati con doppia parete metallica.

Nei canali da fumo dovrà essere inserito un registro, qualora gli apparecchi di cui fanno parte i focolari non possiedano propri dispositivi per la regolazione del tiraggio.

Al fine di consentire con facilità rilevamenti e prelievi di campioni, devono essere predisposti sulle pareti dei canali da fumo due fori, uno del diametro di 50 mm e uno del diametro di 80 mm, con relative chiusure metalliche, in vicinanza del raccordo con ciascun apparecchio di cui fa parte un focolare.

La posizione dei fori rispetto alla sezione e alle curve o raccordi dei canali, deve rispondere alle stesse prescrizioni date per i fori praticati sui camini.

norma di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX.

#### 76.5.1. Dispositivi accessori per camini e canali da fumo. Depuratori di fumo

I dispositivi accessori per camini e canali da fumo devono rispettare le prescrizioni del del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

È vietato l'uso di qualunque apparecchio o impianto di trattamento dei fumi funzionante secondo ciclo ad umido che comporti lo scarico, anche parziale, delle sostanze derivanti dal processo adottato, nelle fognature pubbliche o nei corsi di acqua.

Gli eventuali dispositivi di trattamento possono essere inseriti in qualunque punto del percorso dei fumi, purché l'ubicazione ne consenta la facile accessibilità da parte del personale addetto alla conduzione degli impianti e a quello preposto alla loro sorveglianza.

L'adozione dei dispositivi di cui sopra non esime dall'osservanza di tutte le prescrizioni contenute nel regolamento di cui al D.Lgs. n. 152/2006.

Gli eventuali dispositivi di trattamento, per quanto concerne le altezze di sbocco, le distanze, le strutture, i materiali e le pareti interne, devono rispondere alle medesime norme stabilite per i camini.

Il materiale che si raccoglie nei dispositivi suddetti deve essere periodicamente rimosso e smaltito secondo la normativa vigente in materia di rifiuti.

Tutte le operazioni di manutenzione e di pulizia devono potersi effettuare in modo tale da evitare qualsiasi accidentale dispersione del materiale raccolto.

---

##### norme di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX;

**UNI 7550** – *Requisiti delle acque per generatori di vapore e relativi impianti di trattamento*;

**UNI 8065** – *Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile*.

#### Apparecchi indicatori

Gli impianti termici devono essere dotati degli apparecchi indicatori di cui appresso, allo scopo di consentire il rilevamento dei principali dati caratteristici relativi alla conduzione dei focolari. Un termometro indicatore della temperatura dei fumi deve essere installato stabilmente alla base di ciascun camino. Le indicazioni del termometro, nel caso di focolari, aventi potenzialità superiore ad un milione di kcal/h, devono essere registrate con apparecchio a funzionamento continuo.

Devono essere installati due apparecchi misuratori delle pressioni relative (riferite a quella atmosferica), che regnano rispettivamente nella camera di combustione e alla base del camino, per ciascun focolare di potenzialità superiore ad un milione di kcal/h.

Un apparecchio misuratore della concentrazione volumetrica percentuale dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) nonché dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno (CO + H<sub>2</sub>) contenuti nei fumi, deve essere inserito in un punto appropriato del loro percorso. In sostituzione dell'apparecchio

misuratore della concentrazione dell'ossido di carbonio e dell'idrogeno, può essere adottato un apparecchio misuratore dell'ossigeno in eccesso o anche un indicatore dell'opacità dei fumi. È richiesta un'apparecchiatura composta dei due dispositivi, come sopra specificato, solamente

per ogni focolare di potenzialità superiore a 1.000.000 di kcal/h. Essa deve essere integrata con un dispositivo di allarme acustico riportato in un punto riconosciuto idoneo all'atto del collaudo dell'impianto termico. Le indicazioni di questi apparecchi, nel caso di focolari aventi potenzialità superiore a due milioni di kcal/h, devono essere registrate in maniera continua.

I dati forniti dagli apparecchi indicatori a servizio degli impianti termici aventi potenzialità superiore a 5.000.000 di kcal/h, anche se costituiti da un solo focolare, devono essere riportati su di un quadro raggruppante i ripetitori e i registratori delle misure, situato in un punto riconosciuto idoneo per una lettura agevole da parte del personale addetto alla conduzione, al collaudo dell'impianto termico.

Tutti gli apparecchi indicatori, ripetitori e registratori delle misure devono essere installati in maniera stabile e devono essere tarati e riconosciuti idonei con il collaudo del relativo impianto termico e con ogni successivo controllo.

---

##### norma di riferimento

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152**, parte V, allegato IX.



### Sistemi di espansione

Nel circuito dell'impianto deve essere previsto un sistema per tenere conto dell'aumento di volume dell'acqua per effetto del riscaldamento. Tale sistema è costituito dal vaso di espansione, che può essere chiuso o aperto.

#### Vaso di espansione aperto

Il vaso di espansione aperto deve essere costituito da un recipiente adeguato, in ferro zincato, fibrocemento, dotato di coperchio collocato nella parte più alta dell'impianto e allacciato alla rete di distribuzione mediante:

- tubo di sfogo, per mantenere la pressione atmosferica all'interno del vaso;
- tubo di sicurezza, in funzione della potenza nominale della caldaia e della sua lunghezza virtuale, per trasferire al vaso gli aumenti progressivi di volume del fluido entro il circuito. La lunghezza virtuale del tubo di sicurezza è data dallo sviluppo del tubo fino alla sezione di scarico del tubo di sfogo, aumentata della lunghezza equivalente del tubo per tenere conto delle perdite di carico concentrate. Il tubo di sicurezza deve avere diametro interno minimo di 18 mm. Il tubo di sicurezza deve partire dalla caldaia e scaricare sopra il vaso di espansione;
- tubo di raccordo installato nella parte superiore del vaso, eventualmente dotato di saracinesca per le operazioni di manutenzione, però da mantenere aperta durante il funzionamento dell'impianto;
- tubo di troppo-pieno, per scaricare il volume di acqua in eccesso dovuto a varie cause. Il condotto deve essere collocato in posizione visibile;
- tubo di alimentazione automatica, per ripristinare il volume del fluido perso per evaporazione o attraverso il troppo-pieno.

Il vaso di espansione aperto deve essere dotato di alimentazione automatica con valvola a galleggiante, per garantire circa 100 mm di acqua all'interno del serbatoio, quando il sistema è

freddo. Il volume utile d'espansione, alla temperatura massima di regime, deve posizionarsi a circa 50 mm dal tubo di troppo-pieno.

Il vaso di espansione  $n$  deve essere collocato direttamente sulla distribuzione di mandata o di ritorno, ovvero secondo le indicazioni impartite dalla direzione dei lavori. I vasi di espansione installati all'esterno devono essere opportunamente protetti dal gelo.

**Tabella 76.2. Diametri minimi del tubo di sicurezza in funzione della lunghezza virtuale**

Lunghezza virtuale [m]	Diametro interno [mm]
50 40-60 60-80 80-100	18 25 32 40

#### Vaso di espansione chiuso

Il vaso di espansione chiuso è costituito da un recipiente chiuso, di cui una parte del volume interno è occupata dall'acqua e l'altra dall'aria. Esso può essere:

- a membrana, e in questo caso i volumi di gas e d'acqua sono separati da una membrana;
- senza membrana autopressurizzato, e in questo caso i volumi d'aria e d'acqua non sono separati da membrana;

Il vaso di espansione chiuso può essere collocato in qualsiasi parte dell'impianto.

### 76.8. Tubazioni

Le tubazioni per impianti di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia. I materiali utilizzati per tali tubazioni saranno dei tipi seguenti:

- tubazioni in acciaio nero;
- tubazioni in rame ricotto fornite in rotoli;
- tubazioni in rame crudo fornite in barre;
- tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad P N 16).

La distribuzione del fluido verrà affidata a collettori di opportuno diametro, completi di manometro, termometro e rubinetto di scarico atti a sezionare l'impianto in oggetto in più zone. Dai collettori saranno ripartiti, quindi, più circuiti nei vari diametri occorrenti per i diversi tronchi; tutte le condutture dovranno avere nei percorsi orizzontali, passaggi in traccia o sotto il solaio ove possibile (secondo le indicazioni del progetto dell'impianto di riscaldamento o della direzione dei lavori).

Le condutture si staccheranno dalle colonne montanti verticali e dovranno essere complete di pezzi speciali, giunzioni, derivazioni, materiali di tenuta, staffe e collari di sostegno.

#### Accorgimenti per la posa in opera

Tutte le tubazioni e la posa in opera relativa dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate dal presente capitolato e alle ulteriori prescrizioni del direttore dei lavori, alle specifiche espressamente richiamate dalle norme unificabili e indicazioni del produttore.

Si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo, il più possibile, il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifonpozzetti, ecc.; sono tassativamente da evitare l'utilizzo di spezzoni e conseguente sovrannumero di giunti.

Nel caso di attraversamento di giunti strutturali saranno predisposti, nei punti appropriati, compensatori di dilatazione preventivamente approvati dalla direzione dei lavori.

#### Tubazioni interrate

Le tubazioni interrate dovranno essere poste ad una profondità tale che lo strato di copertura delle stesse sia di almeno 1 metro.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con particolare riguardo alla natura del terreno, al diametro delle tubazioni ed alla sicurezza durante le operazioni di posa. Il fondo dello scavo sarà sempre piano e, dove necessario, le tubazioni saranno poste in opera su un sottofondo di sabbia di 10 cm. di spessore su tutta la larghezza e lunghezza dello scavo.

Nel caso di prescrizioni specifiche per gli appoggi su letti di calcestruzzo o sostegni isolati, richieste di contropendenze e di qualsiasi altro intervento necessario a migliorare le operazioni di posa in opera, si dovranno eseguire le varie fasi di lavoro, anche di dettaglio, nei modi e tempi richiesti dalla direzione dei lavori.

Dopo le prove di collaudo delle tubazioni saranno effettuati i rinterrati con i materiali provenienti dallo scavo ed usando le accortezze necessarie ad evitare danneggiamenti delle tubazioni stesse e degli eventuali rivestimenti.

#### Tubazioni non interrate

Le tubazioni non interrate dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo da garantire un perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

#### Tubazioni in vista o incassate

Le tubazioni in vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm. (misurati dal filo esterno del tubo o del suo rivestimento) dal muro; le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con materiali idonei.

Le tubazioni metalliche in vista o sottotraccia, comprese quelle non in prossimità di impianti elettrici, dovranno avere un adeguato impianto di messa a terra funzionante su tutta la rete.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta; nel caso di giunzioni miste la direzione dei lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi.

#### Protezioni delle tubazioni

L'appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Nelle interruzioni delle fasi di posa è obbligatorio l'uso di tappi filettati per la protezione delle estremità

#### Disegni particolareggiati forniti dall'appaltatore

L'appaltatore, se necessario, dovrà provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto esecutivo occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'appaltatore dovrà, inoltre, fornire dei grafici finali con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni dell'impianto realizzato.

#### Unità terminali a convenzione naturale

##### Radiatori

I radiatori (ghisa, acciaio, alluminio) conformi alle prescrizioni contrattuali, devono essere installati a distanza non inferiore a 5 cm dalla parete e a 10-12 cm da pavimenti o davanzali di finestre, al fine di consentire una buona circolazione dell'aria e la facile pulizia e manutenzione. La porzione di parete alle spalle del radiatore deve essere

realizzata con idoneo strato di materiale isolante.

norme di riferimento

**UNI 8464** – *Valvole per radiatori. Prescrizioni e prove;*

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità;*

**UNI EN 215-1** – *Valvole termostatiche per radiatori. Requisiti e metodi di prova.*

#### Piastre radianti

Le piastre radianti sono costituite da piastre metalliche saldate fra di loro in modo da costituire una serie di condotti entro i quali circola il fluido scaldante. Il riscaldamento dell'aria avviene per convezione naturale. Per l'installazione valgono le stesse considerazioni dei radiatori.

#### Tubi alettati

I tubi alettati entro cui circola il fluido scaldante possono essere collocati a vista o entro appositi contenitori protettivi in lamiera opportunamente sagomata.

norme di riferimento

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*

#### Termoconvettori

I termoconvettori sono dei corpi scaldati composti da tubi alettati, all'interno dei quali circola il fluido scaldante. L'aria fredda attraverso delle aperture entra dal basso e fuoriesce dall'alto, per effetto del movimento ascensionale dovuto alla differenza di temperatura dell'aria stessa.

norme di riferimento

**UNI EN 442-1** – *Radiatori e convettori. Specifiche tecniche e requisiti; UNI EN 442-2 – Radiatori e convettori. Metodi di prova e valutazione; UNI EN 442-3 – Radiatori e convettori. Valutazione della conformità.*

#### Pannelli radianti

I pannelli radianti sono costituiti da una serpentina di tubo (acciaio, rame, materiali plastici) entro cui circola il fluido scaldante.

I pannelli radianti devono essere collocati:

- a parete;
- a pavimenti, inseriti nel sottofondo o in apposita intercapedine;
- a soffitto, collocati nell'intradosso del solaio.

In tutti i casi, devono essere collocati in posizione orizzontale, per evitare la formazione di sacche di gas che possano ostacolare la circolazione del fluido scaldante.

Nei pannelli radianti a pavimento bisogna:

- prevedere giunti e fughe nelle pavimentazioni per consentire le prevedibili dilatazioni termiche senza danni;
- ricoprire i tubi con caldana di spessore sufficiente.

Il massetto entro cui sono alloggiati i tubi del fluido scaldante deve essere privo di bolle d'aria tra malta e tubazione. Le pavimentazioni devono essere del tipo a bassa resistenza termica per non limitare l'efficacia dei pannelli radianti.

Sopra o sotto lo strato di alloggiamento dei tubi deve essere posto uno strato di isolante termico, per evitare la propagazione del calore verso altri ambienti con diversa destinazione o a svantaggio rispetto a quelli interessati.

Il direttore dei lavori potrà impartire altre indicazioni in merito all'installazione dei pannelli radianti, qualora non espressamente indicate nel progetto esecutivo.

#### Verifiche e prove

Il collaudo di un impianto termico con riferimento alla norma Uni 5364 si articola nelle seguenti fasi distinte:

- a) verifiche qualitative e quantitative;
- b) prove preliminari;
- c) collaudo definitivo con verifica del funzionamento dell'impianto e delle parti che lo costituiscono.

#### Le verifiche qualitative e quantitative

Le verifiche quantitative e qualitative devono essere effettuate dal direttore dei lavori e/o dal collaudatore in corso d'opera a impianto ultimato preferibilmente prima del ricoprimento delle tubazioni, in generale prima del completamento delle opere murarie, per potere meglio controllarlo, evitando così rifacimenti per errori esecutivi o contestazioni.

Nello specifico devono essere controllati:

- a) che i materiali impiegati siano conformi alle prescrizioni contrattuali e privi di difetti e posti in opera correttamente;
- b) che i diametri delle tubazioni, le dimensioni e il numero dei corpi scaldanti, ecc. corrispondano quantitativamente al progetto esecutivo.

#### Le prove preliminari

Le prove preliminari come quelle quantitative e qualitative devono essere effettuate dal direttore dei lavori e/o dal collaudatore in corso d'opera a impianti di riscaldamento ultimato preferibilmente prima del ricoprimento delle tubazioni, in generale prima del completamento delle opere murarie, per verificare eventuali perdite, evitando così rifacimenti dopo le opere murarie.

Le prove preliminari possono essere eseguite anche per parti dell'impianto durante l'esecuzione dei lavori, riguardano:

- a) prova di circolazione dell'acqua calda nei vari circuiti;
- b) prova di dilatazione termica del contenuto di acqua dell'impianto;
- c) prova di dilatazione termica dei materiali metallici che compongono l'impianto;
- d) prova di tenuta idraulica.

Le prove di tenuta idraulica, in base al materiale utilizzato per le tubazioni, possono essere eseguite in conformità alle norme Uni 9182 e Uni En 806-4.

L'esecuzione delle prove e verifiche preliminari richiede la redazione di un verbale da parte del collaudatore e/o del direttore dei lavori con tutte le eventuali osservazioni del caso.

#### Il periodo di esecuzione del collaudo definitivo

Il collaudo deve essere eseguito durante un periodo di un anno a decorrere dalla data di ultimazione dei lavori per tutti i periodi stagionali nei quali è previsto che l'impianto debba funzionare.

L'impianto termico deve essere messo in funzione per almeno due mesi prima del collaudo.

#### La misura del rendimento della combustione

La misura del rendimento della combustione deve essere eseguita con riferimento alla norma Uni 10389-1. *Generatori di calore – Analisi dei prodotti della combustione e misurazione in opera del rendimento di combustione – Parte 1: Generatori di calore a combustibile liquido e/o gassoso*. La norma si applica a tutti i generatori di calore alimentati a combustibile liquido e/o gassoso, destinati al riscaldamento degli ambienti e/o alla produzione di acqua calda sanitaria.

### Art. 77. Impianti di climatizzazione

#### Requisiti dell'impianto di climatizzazione

L'impianto di climatizzazione, conformemente al progetto esecutivo, deve assicurare negli ambienti specifici:

- una determinata temperatura;
- una determinata umidità relativa;
- un determinato rinnovo dell'aria.

L'aria immessa, sia essa esterna, di rinnovo o ricircolata, è di regola filtrata. La climatizzazione può essere:

- soltanto invernale, nel qual caso la temperatura ambiente è soggetta alle limitazioni previste dalle vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici;
- soltanto estiva;

- estiva e invernale.

Qualunque sia il sistema di climatizzazione, deve essere assicurata la possibilità di una regolazione locale, almeno della temperatura e per i locali principali.

Qualora l'impianto serva una pluralità di unità immobiliari, ciascuna di tali unità deve essere servita separatamente, ai fini della possibilità della contabilizzazione dell'energia utilizzata.

Per quanto concerne le prescrizioni in vigore e le normative da osservare, si fa espresso riferimento alle prescrizioni valide per gli impianti di riscaldamento.

#### Sistemi di climatizzazione

##### Classificazione

La climatizzazione viene classificata secondo uno dei criteri seguenti:

- impianti cosiddetti *a tutt'aria*, in cui l'aria, convenientemente trattata centralmente, viene immessa nei singoli locali con caratteristiche termo-igrometriche tali da assicurare le condizioni previste;
- impianti in cui l'aria viene trattata localmente nella, o nelle, batterie di apparecchi singoli. Tali batterie, se riscaldanti, sono alimentate con acqua calda o con vapore; se raffreddanti, invece, sono alimentate con acqua refrigerata, oppure si prevede l'evaporazione di un fluido frigorifero entro le batterie in questione;
- impianti cosiddetti *ventilconvettori*, in cui l'aria ambiente viene fatta circolare mediante un elettroventilatore. Nei cosiddetti *induttori* l'aria ambiente viene richiamata attraverso le batterie, per l'effetto induttivo creato dall'uscita da appositi ugelli (eiettori) di aria, cosiddetta *primaria*, immessa nell'apparecchio ad alta velocità.

Il rinnovo dell'aria negli impianti con ventilconvettori può avvenire:

- per ventilazione naturale dell'ambiente e quindi in misura incontrollabile;
- per richiamo diretto dall'esterno, da parte di ciascun apparecchio, attraverso un'apposita apertura praticata nella parete;
- con l'immissione, mediante una rete di canalizzazioni, di aria cosiddetta primaria trattata centralmente.

Negli impianti con induttori, il rinnovo avviene mediante l'aria ad alta velocità trattata centralmente, che dà luogo all'effetto induttivo e che, in parte o totalmente, è aria esterna.

Negli impianti con aria primaria questa, di regola, soddisfa essenzialmente le esigenze igrometriche, mentre gli apparecchi locali operano, di regola, sul solo calore sensibile.

#### Gestione

L'impianto di climatizzazione può essere dal punto di vista gestionale:

- autonomo, quando serve un'unica unità immobiliare;
- centrale, quando serve una pluralità di unità immobiliari di un edificio, o di un gruppo di edifici.

Gli impianti e i condizionatori autonomi destinati alla climatizzazione di singoli locali devono rispondere alle norme CEI e UNI loro applicabili.

#### Componenti degli impianti climatizzazione

Tutti i componenti destinati al riscaldamento dei locali devono avere la prescritta dichiarazione di prestazione.

I componenti degli impianti di condizionamento dovranno, comunque, essere conformi alle norme UNI, mentre gli apparecchi di sicurezza e di protezione dovranno essere provvisti di dichiarazione di prestazione, come indicato per gli impianti di riscaldamento. Inoltre, i componenti degli impianti in questione:

- devono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza, ai fini della loro revisione, o dell'eventuale sostituzione;
- devono essere in grado di non provocare danni alle persone o alle cose, se usati correttamente e assoggettati alla manutenzione prescritta.

La rumorosità dei componenti, in corso di esercizio, deve essere contenuta, eventualmente con l'ausilio di idonei apprestamenti, entro limiti tali da non molestare né gli utilizzatori né i terzi. Di tutti i dispositivi di sicurezza, di protezione e di controllo, devono essere rese chiaramente individuabili le cause di intervento, onde renderne possibile l'eliminazione.

#### Gruppi frigoriferi

I gruppi frigoriferi possono fornire all'evaporatore acqua refrigerata da far circolare nelle batterie di raffreddamento dell'aria, oppure prevedere l'espansione nelle batterie di raffreddamento del fluido frigorifero (batterie ad espansione diretta).

I gruppi frigoriferi possono essere:

- azionati meccanicamente (di regola mediante motori elettrici), e si tratta di compressori alternativi, di compressori a vite, e di compressori centrifughi, oppure possono utilizzare energia termica, sotto forma di vapore o acqua surriscaldata, e si tratta dei gruppi frigoriferi veri e propri;
- ad assorbimento (di regola al bromuro di litio), nei quali la potenza meccanica assorbita è trascurabile rispetto alla potenza frigorifera prodotta.

In ogni caso, la potenza frigorifica resa deve corrispondere alla potenza massima richiesta dall'impianto e la potenza meccanica o termica assorbita deve essere compatibile con quella sicuramente disponibile.

Salvo il caso di piccole potenze (5 kW), la potenza frigorifica deve essere parzializzabile così da far fronte alla variabilità del carico.

Oltre alle valvole di sicurezza, applicate al condensatore e all'evaporatore, prescritte per tutti gli apparecchi a pressione di capacità superiore a 25 litri (e pertanto provviste di dichiarazione di prestazione), ogni refrigeratore deve essere provvisto di idonei apparecchi per il controllo del funzionamento (manometri sull'alta e sulla bassa pressione, manometro per la misura della pressione dell'olio, termometri sulla mandata e sul ritorno dell'acqua refrigerata, nonché sull'ingresso e sull'uscita del fluido di raffreddamento), e, altresì, di apparecchiature di protezione atte ad arrestare il gruppo in caso di:

- pressione temperatura troppo alta (pressostato di massima);
- pressione temperatura troppo bassa (pressostato di minima);
- pressione troppo bassa dell'olio lubrificante (pressostato sul circuito dell'olio);
- temperatura troppo bassa dell'aria refrigerata (termostato antigelo);
- arresto nella circolazione del fluido raffreddante.

Nei gruppi ad assorbimento a bromuro di litio, l'apparecchiatura deve essere idonea ad intervenire in tutti i casi in cui può verificarsi la cristallizzazione della soluzione.

#### Raffreddamento del gruppo frigorifero

Qualunque sia il tipo del gruppo frigorifero, è indispensabile l'impiego di un fluido per il raffreddamento del condensatore nei gruppi azionati meccanicamente, e del condensatore e dell'assorbitore nei gruppi di assorbimento.

A tale scopo si deve impiegare acqua fredda, proveniente dall'acquedotto, o da altre fonti, oppure acqua raffreddata per evaporazione nelle cosiddette *torri di raffreddamento*.

Nel caso di gruppi frigoriferi azionati meccanicamente, il raffreddamento per evaporazione può avvenire all'interno dello stesso condensatore (condensatore evaporativo).

Occorre, in ogni caso, assicurarsi della portata disponibile e, se si tratta di acqua prelevata dall'acquedotto o da altre sorgenti, occorre poter contare su temperature determinate.

L'acqua proveniente da fonti esterne quali sorgenti, fiumi, laghi e mare, deve essere assoggettata ad accurata filtrazione e ad eventuali trattamenti, onde evitare fenomeni di corrosione, incrostazioni e intasamenti.

È necessario, in ogni caso:

- prevedere un adeguato spurgo dell'acqua in circolazione onde evitare eccessiva concentrazione di sali disciolti;
- prevedere la protezione invernale dal gelo delle torri (vuotamento del bacino o riscaldamento dell'acqua in esso contenuta).

Il raffreddamento del condensatore può essere attuato mediante circolazione di aria esterna (condensatore ad aria), nel qual caso occorre assicurarsi che l'aria esterna possa affluire nella misura necessaria e che l'aria espulsa possa defluire senza mescolarsi con la prima e senza arrecare danni in conseguenza del notevole contenuto di vapore acqueo.

Ogni qualvolta venisse meno la circolazione del fluido raffreddante, deve avvenire l'arresto automatico del gruppo frigorifero.

#### Circolazione dei fluidi

##### Pompe di circolazione

L'acqua di raffreddamento, nei gruppi frigoriferi raffreddati ad acqua, deve circolare in quanto condotta sotto pressione oppure per opera di pompe. Questo secondo caso vale anche per quanto riguarda condensatori evaporativi e torri di raffreddamento.

L'acqua refrigerata deve circolare unicamente per opera di pompe. Tenendo conto della temperatura dell'acqua, della caduta di temperatura (circa 5 °C) e dell'attraversamento, rispettivamente, del condensatore e dell'evaporatore, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in 1/150 della potenza frigorifera resa per le

pompe di raffreddamento e in 1/100 per le pompe dell'acqua refrigerata.

Per quanto concerne caratteristiche e accessori delle pompe, si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

Per quanto concerne le pompe impiegate per il refrigerante e per la soluzione nei gruppi ad assorbimento, si devono usare pompe ermetiche speciali che fanno parte integrante del gruppo.

#### Ventilatori

Negli impianti ad induzione il ventilatore centrale deve fornire aria a pressione sufficientemente elevata per vincere la resistenza nei condotti, percorsi ad alta velocità, e per determinare l'effetto induttivo uscendo dagli appositi eiettori.

La potenza assorbita varia, ovviamente, secondo la portata e la prevalenza necessarie. In impianti a tutt'aria, la potenza assorbita dovrebbe essere contenuta in un valore dell'ordine di 1/50 della potenza frigorifera.

#### Distribuzioni dei fluidi termovettori

##### Tubazioni

Per quanto concerne il riscaldamento si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento. Per quanto riguarda la climatizzazione estiva, invece, la rete di tubazioni deve comprendere:

- le tubazioni della centrale frigorifera;
- la rete dell'acqua di raffreddamento nel caso in cui il gruppo frigorifero sia raffreddato ad acqua;
- le tubazioni di allacciamento alle batterie dei gruppi condizionatori; e, nel caso di apparecchi locali;
- la rete di distribuzione dell'acqua refrigerata che, a sua volta, comprende:
  - la rete orizzontale principale;
  - le colonne montanti;
  - eventuali reti orizzontali;
  - gli allacciamenti ai singoli apparecchi locali.
- la rete di scarico di eventuali condensazioni;
- la rete di sfogo dell'aria.

Di regola, la temperatura dell'acqua refrigerata che alimenta le batterie raffreddanti dei gruppi condizionatori è più bassa di quella dell'acqua che alimenta gli apparecchi locali, qualora alla

deumidificazione dei locali serviti da tali apparecchi si provveda con aria primaria. In tal caso, vi sono reti separate, a temperatura diversa.

Le reti di distribuzione possono essere:

- a quattro tubi (di cui due per il riscaldamento e due per il raffreddamento);
- a due tubi, alimentati, alternativamente, con acqua calda e con acqua refrigerata, secondo le stagioni.

Ferme restando le prescrizioni per gli impianti di riscaldamento, le tubazioni di acqua fredda per il raffreddamento del gruppo frigorifero e le tubazioni di acqua refrigerata devono essere coibentate affinché l'acqua giunga agli apparecchi alla temperatura prevista e non si verifichino fenomeni di condensazione. Va, inoltre, applicata una valida barriera al vapore, senza soluzione di continuità, onde evitare che la condensazione si verifichi sulla superficie dei tubi con conseguenti danneggiamenti ai tubi stessi e alla coibentazione.

Tubazioni particolari sono quelle impiegate per il collegamento alle batterie ad espansione diretta in cui circola il fluido frigorifero liquido. Fornite di regola dai produttori degli apparecchi già precaricate, tali tubazioni devono essere a perfetta tenuta, coibentate e sufficientemente elastiche, affinché le vibrazioni del gruppo non ne causino la rottura.

#### Canalizzazioni

Salvo il caso in cui si impieghino apparecchi locali a ventilazione (ventilconvettori) senza apporto di aria primaria, le reti di canali devono permettere, negli impianti a tutt'aria, la distribuzione dell'aria trattata e la ripresa dell'aria da ricircolare e/o espellere.

Le canalizzazioni di distribuzione possono essere costituite:

- da un unico canale;
- da due canali con terminali per la miscelazione;
- da due canali separati.

Per ciò che concerne le caratteristiche delle canalizzazioni e delle bocche di immissione e di ripresa, si rimanda alle prescrizioni per gli impianti di riscaldamento.

I canali di distribuzione dell'aria devono essere coibentati nei tratti percorsi in ambienti non climatizzati, per

evitare apporti o dispersioni di calore. I canali che condottano aria fredda devono essere coibentati anche nei locali climatizzati e completati con barriera al vapore, allo scopo di impedire fenomeni di condensazione che oltretutto danneggiano i canali stessi e la coibentazione.

Di massima, l'aria non deve essere immessa a temperatura minore di 13 °C o maggiore di 16 °C rispetto alla temperatura ambiente.

*norma di riferimento*

**UNI EN 12237** – *Ventilazione degli edifici. Reti delle condotte. Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.*

#### Apparecchi per la climatizzazione

##### Gruppi di trattamento dell'aria (condizionatori)

I gruppi di trattamento dell'aria sono gli apparecchi, allacciati alle reti di acqua calda e di acqua

refrigerata, nei quali avviene il trattamento dell'aria, sia quella destinata alla climatizzazione dei locali, negli impianti a tutt'aria, sia quella primaria, impiegata negli impianti con apparecchi locali.

Se destinato a servire più zone (gruppo multizone), il gruppo potrà attuare due diversi trattamenti dell'aria, e alimentare i vari circuiti di canali, previa miscelazione all'ingresso mediante coppie di serrande.

Se destinato a servire un impianto a doppio canale, la miscela dell'aria prelevata dai due canali avverrà mediante cassette miscelatrici terminali.

Dei filtri occorre stabilire il grado di filtrazione richiesto, che può essere assai spinto nei cosiddetti *filtri assoluti*.

I filtri devono poter essere rimossi e applicati con facilità, e se ne deve prescrivere tassativamente la periodica pulizia o sostituzione.

Le batterie devono avere la potenza necessaria tenendo conto di un adeguato fattore di sporco, e devono essere dotate di organi di intercettazione e di regolazione.

Il complesso di umidificazione può essere del tipo cosiddetto *ad ugelli nebulizzatori*, alimentati direttamente da una condotta in pressione, oppure con acqua prelevata da una bacinella all'interno del gruppo e spinta con una pompa ad hoc (umidificazione adiabatica). In tal caso, deve essere reso agevole l'accesso agli ugelli e alla bacinella per le indispensabili operazioni periodiche di pulizia.

Nel caso di impiego di vapore vivo, questo deve essere ottenuto da acqua esente da qualsiasi genere di additivi.

In corrispondenza ad eventuali serrande, automatiche o manuali, deve essere chiaramente indicata la posizione di chiuso e aperto.

A monte e a valle di ogni trattamento (riscaldamento, umidificazione, raffreddamento, deumidificazione), si devono installare termometri o prese termometriche ai fini di controllare lo svolgimento del ciclo previsto.

#### Unità terminali a convenzione forzata. Ventilconvettori

Le unità terminali a convenzione forzata possono essere costituite da una batteria unica, alimentata alternativamente da acqua calda e acqua refrigerata secondo le stagioni, oppure da due batterie, l'una alimentata con acqua calda e l'altra con acqua refrigerata.

Il ventilatore deve poter essere fatto funzionare a più velocità, così che nel funzionamento normale la rumorosità sia assolutamente trascurabile.

La regolazione può essere del tipo cosiddetto *tutto o niente* (col semplice arresto o messa in moto del ventilatore), oppure può operare sulla temperatura dell'acqua.

In ogni caso, l'apparecchio deve poter essere separato dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.

In caso di uso per raffrescamento, il ventilconvettore dovrà essere dotato di opportuno tubo di plastica (con diametro interno di 30÷40 mm), per lo smaltimento della condensa per gravità.

*norme di riferimento*

**UNI EN 1397** – *Scambiatori di calore. Ventilconvettori ad acqua. Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni.*

#### Induttori

Negli induttori l'aria viene spinta attraverso ugelli eiettori, e occorre, pertanto, che la pressione necessaria sia limitata (5-10 mm cosiddetta *aria*), onde evitare una rumorosità eccessiva.

Delle batterie secondarie alimentate ad acqua calda e refrigerata, occorre prevedere la separazione dall'impianto mediante organi di intercettazione a tenuta.



#### Espansione dell'acqua dell'impianto

Nel caso di acqua refrigerata, deve essere previsto un vaso di espansione per prevenire i danni della, sia pur limitata, dilatazione del contenuto, passando dalla temperatura minima ad una temperatura maggiore, che può essere quella dell'ambiente.

#### Regolazioni automatiche. Tolleranze massime

Le regolazioni automatiche devono essere in grado di assicurare i valori convenuti entro le tolleranze massime previste. Si considerano accettabili tolleranze:

- di 1 °C, soltanto in più, nel riscaldamento;
- di 2 °C, soltanto in meno, nel raffreddamento;
- del 20%, in più o in meno, per quanto concerne l'umidità relativa (a meno che non sia stato previsto diversamente nel progetto esecutivo).

Ove occorra, le regolazione deve poter essere attuata manualmente con organi adeguati, accessibili e agibili.

#### Alimentazione e scarico dell'impianto

A servizio delle batterie di raffreddamento ovunque installate (nei gruppi centrali o negli apparecchi locali), deve essere prevista una rete di scarico del condensato.

Negli apparecchi locali con aria primaria, la temperatura dell'acqua destinata a far fronte a carichi di solo calore sensibile è abbastanza elevata (circa 12 °C), e l'aria primaria mantiene un tasso di umidità relativa abbastanza basso. Tuttavia, la rete di scarico si rende parimenti necessaria, in quanto, soprattutto all'avviamento, si presentano nei locali condizioni atte a dar luogo a fenomeni di condensazione sulle batterie.

#### Verifiche finali del direttore dei lavori

Il direttore dei lavori, dopo la realizzazione dell'impianto di climatizzazione deve eseguire la verifica finale dell'opera, e farsi rilasciare dall'esecutore la dichiarazione di conformità dell'impianto, come prescritto dal D.M. n. 37/2008.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

L'appaltatore dovrà curare gli impianti di climatizzazione fino alla conclusione del collaudo tecnico-amministrativo o all'emissione del certificato di regolare esecuzione, prevenendo eventuali danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori.

La fase di collaudo o verifica finale con riferimento alla norma **UNI 11169** prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- a) la verifica della documentazione progettuale e contrattuale;
- b) l'acquisizione delle informazioni (per esempio schede tecniche) fornite dall'appaltatore al direttore dei lavori e/o al collaudatore in corso d'opera;
- c) l'esecuzione del controllo di completezza;
- d) l'esecuzione dei controlli funzionali;
- e) l'effettuazione delle misure funzionali e delle eventuali misure speciali;
- g) l'interpretazione delle misure rilevate.

Le condizioni climatiche per l'esecuzione delle prove di collaudo sono indicate dalla norma

#### **UNI 11169.**

Le operazioni suddette devono essere documentate da un verbale visita di redatto dal direttore dei lavori.

#### Le condizioni per l'esecuzione del collaudo

L'esecuzione del collaudo o della verifica finale deve essere conforme alla norma **UNI 11169**, in particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) 15 giorni continuativi di funzionamento dell'impianto di climatizzazione e degli altri servizi dell'edificio prima del collaudo con i cicli di attenuazione o spegnimento previsti dal contratto;
- b) insieme edificio/impianto in condizioni di regime stabilizzato su base giornaliera. Nei primi cinque giorni di accensione dell'impianto aerulico dopo una prolungata disattivazione non devono essere eseguite prove;
- c) per gli edifici di nuova costruzione o edifici esistenti ristrutturati per tenere conto dell'evaporazione dell'umidità di costruzione – si considerano collaudabili nel corso della prima stagione invernale utile gli

- edifici ultimati entro il 31 luglio dello stesso anno;
- d) nel periodo estivo, presenza di condizioni di irraggiamento solare su base giornaliera non inferiore ai valori medi di periodo;
  - e) nel periodo invernale ventosità non superiore ai valori medi di periodo;
  - f) condizioni di affollamento ed altri carichi interni non inferiori a quelle medie.

norme di riferimento

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;*

**UNI 8199** – *Acustica. Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;*

**UNI 8852** – *Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo;*

**UNI 11169** – *Impianti di climatizzazione degli edifici. Impianti aeraulici ai fini di benessere. Procedure per il collaudo;*

**UNI EN 15240** – *Ventilazione degli edifici. Prestazione energetica degli edifici. Linee guida per l'ispezione degli impianti di climatizzazione;*

**UNI EN 15243** – *Ventilazione degli edifici. Calcolo delle temperature dei locali, del carico termico e dell'energia per edifici dotati di impianto di climatizzazione degli ambienti;*

**UNI EN ISO 13791** – *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Criteri generali e procedure di validazione;*

**UNI EN ISO 13792** – *Prestazione termica degli edifici. Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione. Metodi semplificati;*

**UNI EN 13779** – *Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.*

### **Art. 78. Impianti elettrici**

#### **Materiali e prescrizione di qualità dei materiali elettrici**

I materiali elettrici dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia, ove queste, per detti materiali e apparecchi, risultassero pubblicate e corrispondessero alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente. I materiali forniti e posti in opera devono essere dotati del prescritto marchio CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.



Figura 78.1. Marchio IMQ

norme di riferimento

**CEI 64-7** – *Impianti elettrici di illuminazione pubblica;*

**CEI 64-8** – *Impianti elettrici utilizzatori. Norme generali;*

**CEI 23-17** – *Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico autoestinguente;*

**CEI 17-13/1** – *Quadri elettrici;*

**CEI 20-15** – *Cavi isolati con gomma GI con grado d'isolamento non superiore a 4 (per sistemi elettrici con tensione nominale sino a 1kV);*

**CEI 20-19** – Cavi isolati con gomma con tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 450/750V, fasc. 662;

**CEI 20-22** – Prova dei cavi non propaganti l'incendio;

**CEI 20-35** – Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale;

**CEI 20-37** – Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici;

**CEI 20-38** – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV;

**CEI 23-8** – Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori, fasc. 335;

**CEI 23-51** – Quadri di uso domestico e similari;

**CEI 64-9** – Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare, fasc. 1020;

**CEI 34-2** – Apparecchi d'illuminazione, fasc. 1348.

**Legge 1° marzo 1968, n. 186** – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;

**Legge 18 ottobre 1977, n. 791** – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;

**D.M. 10 aprile 1984** – Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**Legge 17 aprile 1989, n. 150** – Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – Norme per la sicurezza degli impianti;

**D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447** – Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti;

**D.M. 22 febbraio 1992** – Modello di dichiarazione di conformità;

**D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626** – Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

**D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** – Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;

**D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;

**D.M. 10 marzo 2005** – Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;

**D.M. 15 marzo 2005** – Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;

**D.M. 28 aprile 2005** – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi;

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. **Regolamento sui Prodotti da Costruzione (UE)** (CPR, Construction Product Regulation) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011.

Oneri specifici per l'appaltatore e campioni da fornire

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire depliant e, ove possibile, campioni di almeno tre marche di ogni componente dell'impianto, per consentire la scelta al direttore dei lavori.

Per i corpi illuminanti, l'appaltatore dovrà fornire appositi campioni, da conservare in appositi locali. I materiali non accettati dovranno essere sostituiti e allontanati dal cantiere.

Eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali dovranno essere segnalate al direttore dei

lavori.

Le eventuali difformità degli impianti rispetto alle prescrizioni progettuali esecutive dovranno essere segnalate tempestivamente al direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà fornire al direttore dei lavori tutta la documentazione integrativa per l'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

#### Modalità di esecuzione degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale specializzato alla tipologia degli impianti, e dotato delle necessarie attrezzature.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968. Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare la prevista dichiarazione di conformità dell'impianto come previsto dal **D.M. 22 gennaio 2008, n. 37**.

#### Caratteristiche tecniche degli impianti

##### Canalizzazioni

##### Posa in opera in generale e in condizioni particolari

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- sottotraccia nelle murature o nei massetti delle pavimentazioni;
- annegamento nelle strutture in calcestruzzo prefabbricate;
- interrimento.

In condizioni particolari, devono essere rispettate le seguenti norme e materiali:

- a) sottotraccia nelle pareti o in murature:
  - PVC flessibile leggero;
  - PVC flessibile pesante.
- b) sottotraccia nel massetto delle pavimentazioni:
  - PVC flessibile pesante;
  - PVC rigido pesante.
- c) tubo da collocare in vista (ambienti ordinari):
  - PVC flessibile pesante;
  - PVC rigido pesante;
  - tubo PVC rigido filettato;
  - guaine guida cavi.
- d) tubo da collocare in vista (ambienti speciali):
  - PVC rigido pesante;
  - in acciaio;
  - in acciaio zincato;
  - tubo PVC rigido filettato;
  - guaine guida cavi.
- e) tubo da interrare:
  - PVC rigido pesante;
  - PVC flessibile pesante;
  - cavidotti;
  - guaine guida cavi.

Il tracciato dei tubi protettivi sulle pareti deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Nel caso di andamento orizzontale, deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi, prima della ricopertura con malta cementizia, dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati, in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

#### Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa deve prevedere le seguenti misure di

sicurezza:

- il canale battiscopa, la cornice, le scatole di smistamento e le derivazioni a più vie, devono garantire la separazione di differenti servizi;
- gli accessori destinati all'installazione di apparecchi elettrici devono essere ancorati in modo indipendente dal battiscopa e dalla cornice e, comunque, esternamente ai canali stessi.
- la derivazione dei cavi dal battiscopa deve avvenire mediante canali accessori, secondo la norma **CEI 23-19**, o canali portacavi rispondenti alla norma **CEI 23-32**.

Il canale battiscopa installato deve assicurare che i cavi siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Le scatole destinate all'installazione delle prese di corrente devono assicurare che l'asse orizzontale si trovi ad almeno 70 mm dal pavimento finito (**CEI 64-8**).

Le prese telefoniche devono esserle collocate a distanza di almeno 120 mm tra l'asse orizzontale della presa e il pavimento.

#### Canalizzazioni interrate

Per le canalizzazioni interrate dovranno essere utilizzati cavidotti a doppio strato destinati appositamente alla protezione di cavi elettrici in Bassa Tensione.

La canalizzazione dovrà essere costituita da due elementi tubolari coestrusi, quello esterno corrugato e quello interno liscio. Dovrà essere di polietilene e dovrà presentare una resistenza allo schiacciamento maggiore di 450 N con una deformazione del diametro interno pari al 5%. Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del fascio dei cavi in esso contenuto, e il raggio di curvatura minimo non dovrà superare di 15 volte il diametro esterno.

Eventuali giunti o raccordi con scatole o altri tubi, dovranno essere eseguiti tramite l'utilizzo di appositi manicotti, raccorderie e guarnizioni tali da garantire il grado di protezione richiesto. La profondità di posa dovrà essere maggiore di 0.5 metri.

Lungo il percorso dei cavidotti si dovranno posare pozzetti carrabili con dimensioni come da schemi planimetrici ad intervalli non superiori di 15 metri e rigorosamente ad ogni variazione di direzione.

#### Canalizzazioni incassate a muro e/o pavimento

Le canalizzazioni incassate dovranno essere realizzate con tubi in pvc flessibile di tipo pesante in conformità alle norme del comitato CEI 23.

Per la separazione dei circuiti di potenza dai circuiti ausiliari e da quelli elettronici (impianto citofonico, telefonico e antintrusione) dovranno essere realizzate tubazioni separate ed esclusive per ogni tipo di impianto; saranno ammesse cassette di derivazione comuni a più impianti solo se previste di apposite separatori in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

Il diametro interno delle tubazioni dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in essi contenuti.

#### Canalizzazioni in tubo a vista in materiale plastico

Dovranno essere utilizzati tubi a vista in pvc con accessori in pvc entrambi di tipo rigido autoestinguente conforme alle norme del Comitato CEI 23.

I tubi dovranno essere fissati a parete o a soffitto con appositi supporti a collare o a scatto ad intervalli tali da non permettere la flessione della tubazione con qualsiasi condizione climatica. Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1.3 volte il diametro del fascio dei cavi in esso contenuto.

#### Canalizzazioni in canalina a vista in materiale plastico

Dovranno essere utilizzate canaline in pvc di tipo autoestinguente conforme alle norme del Comitato CEI 23.

Le canaline di distribuzione dovranno essere fissate a parete o a soffitto con tasselli sul fondo ad intervalli e posizioni tali da rendere la canalizzazione ben stabile e gradevole dal punto di vista estetico.

Per le variazioni di direzione o nei raccordi con apparecchiature o cassette di derivazione, dovranno essere adoperati appositi accessori certificati dal costruttore che garantiscano il grado di protezione richiesto in progetto.

Dovranno avere traversine fermacavi a intervalli tali da permettere la facile apertura con attrezzo e la facile chiusura.

Eventuali raccordi canalina-tubo incassato o canalina-tubo a vista dovranno essere realizzati con cassetta di derivazione per canalina; eventuali raccordi canalinaapparecchiature elettriche dovranno essere realizzati con appositi raccordi.

Per la separazione, come indicato nella relazione tecnica, dei circuiti appartenenti a categorie diverse, dovranno essere utilizzate canaline previste di appositi separatori.

La sezione delle canaline dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuta.

#### Canalizzazioni in passerella a filo

Canalizzazioni a passerelle a filo metallico per la creazione di infrastrutture porta cavidotti per la realizzazione di impianti elettrici, rispondente ai più elevati standard di qualità costruttiva nonché alle norme tecniche internazionali e a quanto previsto dalla norma vigente CEI EN 61537.

Costituita da elementi rettilinei elettrozincati galvanicamente a freddo dopo la saldatura. Particolarmente indicata per ambienti interni con bassa aggressività ambientale.

Dovranno essere fissate a parete o a soffitto con appositi sistemi di supporto ad intervalli e posizioni tali da rendere la canalizzazione ben stabile e gradevole dal punto di vista estetico. Per le variazioni di direzione o nei raccordi con apparecchiature o cassette di derivazione, dovranno essere adoperati appositi accessori certificati o dovranno essere eseguite tutte le modalità di corretto montaggio fornite dal costruttore.

La sezione delle passerelle/canali dovrà essere doppia di quella interessata dai cavi in essa contenuta.

#### Maggiorazione del diametro interno dei tubi

Il diametro interno dei tubi per consentire variazioni impiantistiche deve:

- negli ambienti ordinari: essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circo- scritto ai cavi che deve contenere, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali: essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circo- scritto ai cavi che devono essere contenuti, con un minimo di 16 mm.

#### Componenti del sistema di canalizzazione

Il sistema di canalizzazione, per ogni tipologia, deve prevedere i seguenti componenti:

- a) sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione;
  - elementi di continuità elettrica.
- b) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione.
- c) sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso battiscopa:
  - canale battiscopa portacavi;
  - canale cornice per stipite;
  - giunzioni piana lineare;
  - deviazione:
  - angolo;
  - terminale.
- d) sistemi di condotti a sezione non circolare in materiale isolante sottopavimento:
  - condotto;
  - elementi di giunzione;
  - elementi di derivazione;
  - elementi di incrocio;
  - cassette e scatole a più servizi;

- torrette.
- e) sistemi di passerelle metalliche e loro accessori ad uso portacavi:
  - canale;
  - testata;
  - giunzione piana lineare;
  - deviazioni;
  - derivazione;
  - accessori complementari;
  - elementi di sospensione;
  - elementi di continuità elettrica.

#### Indicazioni per la sicurezza in materiale plastico isolante e loro accessori

Il sistema di canali in materiale plastico e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi deve prevedere le seguenti misure di sicurezza:

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere facilmente asportabili per mezzo di attrezzi (**CEI 64-8**);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

#### Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

**CEI EN 50086-1** – *Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;*

**CEI EN 50086-2-1** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;* **CEI EN 50086-2-2** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;* **CEI EN 50086-2-3** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;* **CEI EN 50086-2-4** – *Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;*

**CEI EN 60529** – *Gradi di protezione degli involucri.*

#### Morsetti e connessioni

Le giunzioni dovranno essere realizzate esclusivamente all'interno delle cassette di derivazione e utilizzando morsetti trasparenti del tipo a vite unica conformi alle norme CEI.

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle, a mezzo di apposite morsettiere e morsetti con grado di protezione non inferiore a IP 20.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme EN 50022 e EN 50035. I morsetti di derivazione volanti possono essere:

- a vite;
- senza vite;
- a cappuccio;
- a perforazione di isolante.

#### norme di riferimento

---

**CEI EN 60947-7-1;**

**CEI EN 60998-1;**

**CEI EN 60998-2-2;**

**CEI EN 60998-2-3;**

**CEI EN 60998-2-4.**

#### Cavi e conduttori

Si premettono le seguenti definizioni:

- con il termine *cavo* si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- con il termine *condutture* si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- condutture di distribuzione attraverso montante, a sviluppo prevalentemente verticale;
- condutture di distribuzione attraverso dorsali, a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- condutture di distribuzione diretta agli utilizzatori.

I cavi per posa in cavidotti dovranno essere di tipo per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi.

Dovranno rispondere alle normative CEI 20-13/20-22II/20-35 (EN50265)/20-37/20-52, tabelle UNEL 35375 – 35376 – 35377.

Nel caso di posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche, durante l'installazione si deve impedire che il cavo, quando tirato, giri sul proprio asse.

I cavi per posa in canalizzazioni o tubazioni plastiche/metalliche, o direttamente poggiate in controsoffittature, dovranno essere di tipo per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in polivinilcloruro, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, tipo FROR 450/750V.

Dovranno rispondere alle normative CEI 20-13/20-22II/20-35 (EN50265)/20-37/20-52, tabelle UNEL 35375 – 35376 – 35377.

I cavi utilizzati entro tubazioni incassate potranno invece essere di tipo non propagante l'incendio e la fiamma, in conformità alle norme CEI 20-22 e CEI 20-35.

Si potranno utilizzare cavi tipo N07V-K, isolati in PVC, avente conduttore a corda flessibile in rame ricotto.

Non sono ammessi cavi di colore giallo o verde ed in ogni punto dell'impianto dovranno essere riconoscibili i conduttori di neutro e di protezione. Per la distinzione dei cavi dovrà essere prevista la seguente colorazione, in conformità con la norma CEI-UNEL 00722 e CEI 16-4:

- bicolore giallo-verde: conduttore di terra, di protezione e di equipotenzialità;
- color blu chiaro: conduttore di neutro;
- color nero/marrone/grigio: conduttore di fase.

Le sezioni minime dei conduttori, qualunque sia il carico da alimentare, non dovranno mai risultare inferiori a 1,5 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di neutro dovranno avere la stessa sezione dei conduttori di fase.

Tutti i circuiti dovranno essere riconoscibili all'interno della scatole di derivazione e all'interno del quadro generale. A questo scopo dovranno essere utilizzate apposite fascette e cartellini identificativi o numerati con targhette indelebili.

#### Posa in opera delle condutture

La posa in opera delle condutture può essere in:

- tubo, ovvero costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo, il quale può essere incassato, in vista o interrato;
- canale, ovvero costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista, nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (per esempio, graffette o collari);
- condotto, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute dalla costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle, ovvero costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria, ovvero costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

#### Comportamento al fuoco

I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:

- cavi non propaganti la fiamma, conformi alla norma **CEI 20-35 (EN 60332)**, che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
- cavi non propaganti l'incendio, conformi alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)**, che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio e in posizione verticale, in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 kg/m oppure 5 kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m);
- cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti alla norma **CEI 20-22 (EN 50266)** per la non propagazione dell'incendio, e alle norme **CEI 20-37 (EN**



**50267 e EN 61034)** per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;

- cavi LS0H resistenti al fuoco conformi alle norme della serie **CEI 20-36 (EN 50200- 50362)**, che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

L'appaltatore deve utilizzare esclusivamente cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative non obbligatoriamente previste dalla norme.

#### Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
  - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
  - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.
- conduttori di protezione: devono avere sezioni di: .....

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>:

- conduttore di terra:
  - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
  - non protetto contro la corrosione, e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
  - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella **CEI-UNEL 3502**. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame);
- conduttori equipotenziali supplementari:
  - fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
  - fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
  - fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

#### Distinzione dei cavi attraverso i colori

I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00722 (HD 308)**.

Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:

- bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;

- colore blu per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).

Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma **CEI UNEL 00721**. Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:

- il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;
- sono vietati i singoli colori verde e giallo.

#### 78.4.4. Quadri elettrici di distribuzione

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc. In generale, i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature, con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti, con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

I quadri elettrici utilizzati dovranno essere di tipo a parete o da incasso costruito in materiale plastico autoestinguente o in materiale metallico, facenti parte della categoria di quelli destinati a impianti civili e similari che rientrano nell'applicazione della Norma CEI 23-51 che semplifica gli adempimenti normativi.

La norma è applicabile in quanto il quadro è destinato a una installazione fissa, la temperatura ambiente in genere non è superiore ai 25° C, non sono presenti correnti nominali in entrata superiori a 125A e la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione non è superiore a 10 KA.

Il grado di protezione non dovrà essere mai inferiore a IPXXB.

#### Tipologie di quadri elettrici

In generale, i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo, e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

#### Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e

per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti, e gli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una condotta dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

#### Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto,

centrali tecnologiche, ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

#### Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione, ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

#### Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

#### Quadri speciali (sale operatorie, centrale di condizionamento, centrale termica, ecc.)

Si definiscono *quadri speciali* quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature

necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione, ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

#### Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. La classificazione è regolata dalla norma **CEI EN 60529 (CEI 70-1)**, che identifica, nella prima cifra, la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e, nella seconda, la protezione contro l'ingresso di liquidi.

I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55. In ogni caso, il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

#### Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. È comunque preferibile, nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

#### Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione devono essere conformi alle norme **CEI EN 60439-1**, **CEI EN 60439-3** e **CEI 23-51**.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale isolante, metallico o composto. I quadri devono rispettare le seguenti dimensioni minime:

- a) quadri di distribuzione di piano:

- larghezza: ..... cm;

- altezza: ..... cm;

- profondità: ..... cm.

b) quadri per ambienti speciali:

- larghezza: ..... cm;

- altezza: ..... cm;

- profondità: ..... cm.

Il portello deve essere del tipo ..... (non trasparente, trasparente) con apertura

..... (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante. Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio devono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, e devono

essere saldati e accuratamente verniciati a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, muniti alle estremità di capicorda a compressione ad occhio.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o con rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

#### Targhe

Ogni quadro dovrà essere munito di apposita serratura chiusa a chiave e riportare una targa indelebile, che potrà essere posta anche dietro lo sportello, con i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore;
- elemento di identificazione del quadro (tipo, numero o altro mezzo);
- tensione nominale di funzionamento;
- corrente nominale del quadro e frequenza;
- natura e frequenza della corrente;
- grado di protezione (se superiore a IP2XC).

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore i devono avere la marcatura CE.

#### Identificazioni dei singoli circuiti

Ogni quadro elettrico deve essere munito di un proprio schema elettrico, nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti e i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, nonché le caratteristiche previste dalle relative norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

#### Dimensioni per ampliamenti futuri

I quadri dovranno essere muniti di sportello e avere un numero di moduli tali da permettere un aumento delle apparecchiature pari ad almeno il 30% di quelle previste negli schemi elettrici, mantenendo una sovratemperatura interna del quadro più bassa di almeno il 20% della temperatura massima ammessa.

#### Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, e possono essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità e il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 (per i modelli a parete), con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio e ricoprenti abbondantemente il giunto- muratura.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da parete sono le seguenti:

– larghezza: ..... cm;

– altezza: ..... cm;

– profondità: ..... cm.

Le dimensioni delle cassette di derivazione da incasso sono le seguenti:

– larghezza: ..... cm;

– altezza: ..... cm;

– profondità: ..... cm.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti. Lo spazio occupato dai morsetti utilizzati non deve essere superiore al 70% del massimo disponibile.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

I coperchi delle cassette devono essere rimossi solo con attrezzo. Sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza normalizzata.

norma di riferimento

**CEI 23-48.**

### Supporto, frutto e placca

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza viti e facile rimozione con attrezzo, nonché il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti, e consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli. I frutti devono possedere le seguenti caratteristiche:

- comando: sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del **D.P.R. n. 503/1996 e D.M. n. 236/1989**) e le norme **CEI 23-9** e **CEI EN 60669-1**;
- interruttori uni e bipolari, deviatori e invertitori, con corrente nominale non inferiore a 10A;
- pulsanti e pulsanti a tirante con corrente nominale non inferiore a 2A (**CEI EN 60669-2-1**) e infrarosso passivo (IR);
- controllo: regolatori di intensità luminosa (**CEI EN 60669-2-1**);
- prese di corrente: 2P+T, 10A – tipo P11; 2P+T, 16A – tipo P17, P17/11, P30 (**CEI 23-16** o **CEI 23-50**);
- protezione contro le sovracorrenti: interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A (**CEI EN 60898**);
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati RJ45, TV terrestri e satellitari (**CEI EN 50083-4**), prese telefoniche (**CEI EN 60603-7**).

Gli apparecchi complementari devono presentare le seguenti caratteristiche:

- comando: .....
- prese di corrente: .....
- prese per trasmissione dati: .....
- allarmi: .....
- ricezione: .....
- controllo: .....
- interruttori differenziali: .....

### Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a

valutarne il grado d'efficienza.

**Impianti a tensione nominale = 1000 V corrente alternata**

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma **CEI 64-8**, tenendo conto delle raccomandazioni della *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario (CEI 64-12)*.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche, ecc.).

**Impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata**

Per quanto riguarda questi impianti, la norma di riferimento è la **CEI 11-1**.

**Elementi dell'impianto di terra 78.4.7.3.1. Dispersore**

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra, ed è generalmente costituito da elementi metallici quali tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma **CEI 64-8**.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione e alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori, e fra il dispersore e il conduttore di terra, devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena, o con robusti morsetti o manicotti, purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

**Conduttore di terra**

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente, è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata, e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno. Il conduttore di terra deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego. Possono essere impiegati corde, piattine o elementi strutturali metallici inamovibili. Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella tabella 78.1.

**Tabella 78.1. Sezioni minime del conduttore di terra**

**Caratteristiche di posa del conduttore    Sezione minima [mm<sup>2</sup>]**

Protetto contro la corrosione (ad esempio, con una guaina) ma non meccanicamente 16 (rame) 16 (ferro zincato)

Non protetto contro la corrosione 25 (rame) 50 (ferro zincato)

**Collettore (o nodo) principale di terra**

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure), almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;

- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

#### Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra). Può anche essere collegato direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella 78.2, tratta dalle norme **CEI 64-8**.

**Tabella 78.2. Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)**

**Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio [mm<sup>2</sup>]**      **Conduttore di protezione appartenente allo stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm<sup>2</sup>]**      **Conduttore di protezione non appartenente allo stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase [mm<sup>2</sup>]**

Minore o uguale a 16      Uguale a 35      16      16

Maggiore di 35      Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme      Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

#### Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee, ovvero le parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma **CEI 64-8/5**).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione. È opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda, infine, la misurazione della resistività del terreno.

#### Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC e muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

#### Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente: se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali: questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

#### Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma **CEI 64-8**, alla parte 7: ambienti particolari, art. 701 (locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

- zona 0;
- zona 1;
- zona 2;
- zona 3.

zona 0 È il volume della vasca o del piatto doccia. Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.

zona 1 È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.

zona 2 È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (classe II).

zona 3 È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1) – come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso – quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre, l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono, comunque, essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina o scatole di derivazione. Possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone, e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

#### Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1, 2 e 3 così come definite al paragrafo precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma **CEI 64-8**. In particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a pa- rete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres.



#### Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatola passa-cordone.

#### Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per particolari utilizzatori elettrici usati, sia per determinate condizioni ambientali di umidità (si pensi a cantine, garage, portici, giardini, ecc.), le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### Interruttori di comando e protezione, apparecchi di segnalazione e accessori modulari

Tutti gli interruttori di comando e protezione, gli apparecchi di segnalazione e gli accessori da abbinare a tali componenti dovranno essere modulari, adatti per il montaggio su guida DIN 35. Gli interruttori magnetotermici dovranno essere dimensionati sulle indicazioni riportate nella relazione tecnica. Dovranno essere conformi alle normative CEI EN 60898 e CEI 23-3.

Le caratteristiche nominali di ogni interruttore sono riportate negli schemi unifilari.

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia passante  $I_2 \cdot t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Gli interruttori magnetotermici differenziali dovranno essere conformi alle normative CEI EN 61009-1; le caratteristiche nominali di ogni interruttore sono riportate negli schemi unifilari. Gli accessori modulari dovranno essere conformi alle normative vigenti; per i contatti ausiliari o di allarme dovranno essere compatibili e abbinabili con gli interruttori di comando e protezioni.

#### Apparecchiature di comando, prese e componenti terminali d'impianto

Tutti gli interruttori, pulsanti, prese e componenti terminali di impianto facenti parte delle categorie ad uso civile e similare, dovranno essere installati a scatto su telai isolanti fissati a vite su scatole isolanti da incasso o di tipo a vista. In quest'ultimo caso il contenitore da parete dovrà essere munito di calotta stagna per garantire il grado di protezione desiderato.

Interruttori, pulsanti o qualsiasi tipologia di comando funzionale dovranno essere adatte a una tensione nominale pari a 250 V e corrente nominale pari a 16A.

Le prese dovranno essere di tipo con alveoli protetti.

#### Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

##### Generalità

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della norma **CEI 81-1**. Le norme **CEI 81-1** prevedono quattro livelli di protezione.

**Tabella 78.3. Livelli di protezione contro le scariche atmosferiche**

Livello di protezione	Efficienza
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

### Composizione dell'impianto

In generale, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base), costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche e limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (quali, ad esempio, tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

### Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione di aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2 della norma **CEI 81-1**, e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che, ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma **CEI 81-1**:

- coperture metalliche dei tetti;
- componenti metalliche costruttive di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

### Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

- LPS esterno;
- LPS interno.

#### LPS esterno

L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni e interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni e interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto, ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini. I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatori a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o in rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

#### LPS interno

L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:

- organi di captazione (normali o naturali);

- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni e interni, e ai corpi metallici esterni e interni.

#### Verifiche e dichiarazione di conformità

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche deve essere verificato per accertare che:

- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica, come disposto dalla norma **CEI 81-1**.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto secondo le disposizioni del **D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Secondo l'art. 2 del citato decreto la messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore, che deve rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.

Entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro deve inviare la dichiarazione di conformità all'ISPESL e all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, secondo le indicazioni del piano di manutenzione dell'opera, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali la periodicità è biennale.

Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro deve rivolgersi all'ASL, all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.

Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica deve rilasciare il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Le verifiche suddette saranno a totale carico del datore di lavoro.

Le verifiche straordinarie da parte del datore di lavoro dovranno essere, comunque, effettuate nei casi di:

- esito negativo della verifica periodica;
- modifica sostanziale dell'impianto;
- richiesta del datore del lavoro.

Il datore di lavoro ha l'obbligo di comunicare tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio, la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

#### Norme di riferimento

**CEI 81-1** – *Protezione di strutture contro i fulmini;*

**CEI 81-3** – *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;*

**CEI 81-4** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;*

**CEI 81-5** – *Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);*

**CEI 81-6** – *Protezione delle strutture contro i fulmini. Linee di telecomunicazione;*

**CEI 81-7** – *Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;*

**CEI 81-8** – *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.*

#### Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la norma **CEI 64-8**. La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi SELV e PELV);

- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi FELV);
- protezione totale;
- protezione parziale;
- protezione addizionale;
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente;
- protezione per separazione elettrica;
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione (sistema TT);
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione (sistema TN).

#### Protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti e i cortocircuiti

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma **CEI 64-8**.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi devono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura. Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura, purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che, anche in caso di corto circuito, sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli (per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri).

In tali casi, bisogna verificare che il pericolo di cortocircuito sia minimo e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

#### Impianto citofonico

L'impianto citofonico dovrà essere di tipo 4+n fili e dovrà essere così composto:

a) stazione esterna costituita da:

- una pulsantiera citofonica in acciaio satinato con 10 pulsanti;
- un posto esterno per la comunicazione;
- una serratura elettrica su cancello o portone, azionata da uno o più pulsanti interni;
- scatola da incasso

b) stazioni interne ai singoli appartamenti, costituite ciascuna da:

- un apparecchio citofonico in comunicazione con la coppia esterna.

c) alimentatore audio

L'alimentazione microfonica sarà a 6/12V in corrente continua (SELV) mentre per l'alimentazione sarà prevista una tensione alternata di 12V (SELV).

Il pulsante e la tastiera esterni saranno in materiale non igroscopico, le targhette dovranno essere sostituibili.

L'apparecchiatura installata all'esterno dovrà essere di tipo tale che non sia possibile lo smontaggio di nessuna parte di essa, senza l'ausilio di attrezzi.

Essa dovrà essere protetta da una piastra con fessure che non ostacolino la trasmissione del suono sia per il

microfono sia per il ricevitore.

Microfoni e ricevitore saranno del tipo a chiusura stagna o comunque protetto in modo da impedire che l'infiltrazione di acqua o di umidità danneggi le caratteristiche di trasmissione.

#### **Impianto antieffrazione e antintrusione**

I sistemi proposti dovranno essere, conformi a quanto previsto dalle norme CEI 79-2 per gli impianti di antintrusione.

L'impianto antintrusione dovrà essere previsto solo a protezione degli ingressi a piano terreno. Il sistema dovrà essere composto da una centrale di allarme a ..... zone espandibile, alloggiata in un involucro metallico di opportuna robustezza ed installata nel locale indicato negli schemi planimetrici che dovrà dialogare con gli apparati periferici.

L'impianto anti-intrusione deve essere dotato di:

- alimentazione propria basata su batterie in grado di alimentare l'impianto per un periodo di ..... ore;
- sistema di alimentazione primaria supplementare è in grado di alimentare il sistema di allarme intrusione per ..... ore, senza avere effetti sul periodo di autonomia di alimentazione secondaria.

Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla legge 1° marzo 1968 n. 186. Inoltre, devono essere rispettate le disposizioni della legge n. 818/1984, per quanto applicabili.

#### norme di riferimento

**CEI 79-2** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature;*

**CEI 79-3** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antirapina e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione;*

**CEI 79-4** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi;*

**CEI 79-5** – *Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni di sicurezza (allarmi). Parte 1: Livello di trasporto;*

**CEI 79-6** – *Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni di sicurezza (allarmi). Parte 2: Livello applicativo;*

**CEI 79-11** – *Centralizzazione delle informazioni di sicurezza. Requisiti di sistema;*

**CEI 79-13** – *Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature. Linee guida per l'installazione di sistemi di controllo accessi;*

**CEI 64-8** – *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;*

**CEI 64-9** – *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare;*

**CEI 64-10** – *Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o di intrattenimento;*

**CEI 64-2** – *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio;* **CEI S/423** – *Impianti di terra negli edifici civili. Raccomandazioni per l'esecuzione;* **CEI 103-1** – *Impianti telefonici interni;*

**CEI 64-50:UNI 9620** – *Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

**CEI 12-13** – *Apparecchi elettronici e loro accessori collegati alla rete per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza;*

#### **78.9.1. Verifiche**

Le verifiche da effettuare a cura del direttore dei lavori degli impianti antieffrazione, antintrusione e antifurto sulla base della documentazione fornita sono:

- controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
- controllo a vista del posizionamento, fissaggio e accessibilità della centrale di gestione, dei singoli rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello di prestazione richiesta;
- controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, e verifica della completezza della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
- calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo delle batterie, e del dimensionamento degli alimentatori installati;

- controllo operativo delle funzioni concordate, e in particolare:
  - risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
  - risposta dell'impianto ad eventi temporali;
  - risposta dell'impianto ad interventi manuali.

#### 78.10. Verifiche sull'impianto elettrico

Le verifiche dell'impianto elettrico realizzato dall'impresa hanno lo scopo di accertare la rispondenza dell'impianto elettrico alle prescrizioni progettuali riguardo ai componenti e alle eventuali caratteristiche prestazionali richieste. Le verifiche in generale debbono essere condotte secondo le indicazioni della norma CEI 64-8/6, in particolare:

- a) art. 61.2 – esame a vista;
- b) art. 61.3 – prove.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.

In linea generale, fermo restando la discrezionalità del collaudatore, le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista;
- 2) rilievi strumentali;
- 3) calcoli di controllo.

#### Esame a vista

L'esame a vista (norma CEI 64-8/6, art. 61.2.) che può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto, sia alla fine dei lavori con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto al progetto, partendo dall'esame della documentazione: schemi a blocchi, elaborati grafici planimetrici, schemi quadri elettrici, manuali d'uso, ecc.

L'esame a vista deve accertare che i componenti elettrici siano (norma CEI 64-14):

- a) conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;
- b) scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni delle norme CEI applicabili, ed eventuali prescrizioni del produttore;
- c) non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza. Gli esami a vista secondo la norma CEI 64-14 possono essere di due tipi:
  - 1) ordinario: senza l'uso di utensili o di mezzi di accesso, per individuare difetti dei componenti allo sguardo (mancanza di ancoraggi e dati di targa, involucri rotti, ecc.) e la scelta corretta dei componenti in relazione al luogo d'installazione;
  - 2) approfondito: con l'uso di attrezzi che consentono l'apertura di scatole di derivazione, quadri, ecc. (connessioni non effettuate, morsetti lenti, grado di protezione IP corretto, ecc.). L'esame approfondito richiede necessariamente il controllo dei componenti in funzione:
    - dello stato di conservazione dell'impianto;
    - delle condizioni ambientali;
    - della gravosità dell'uso;
    - del livello della documentazione di progetto o esecutiva.

#### Misure e le prove strumentali

La prova strumentale consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. Le prove con riferimento previste al paragrafo 61.3. della norma CEI 64-8/6 sono quelle di seguito riportate da eseguire preferibilmente nell'ordine indicato nella tabella 78.4.

**Tabella 78.4. Misure e prove strumentali**

N.	Tipo di prova o misura	Paragrafo CEI 64-8/6
a)	Continuità dei conduttori di protezione	61.3.2
b)	Resistenza di isolamento dell'impianto elettrico	61.3.3
c)	Protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica	61.3.4
d)	Resistenza dei pavimenti e delle pareti	61.3.5
e)	Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione	61.3.6
f)	Protezione addizionale	61.3.7
g)	Prova di polarità	61.3.8
h)	Verifica della sequenza delle fasi	61.3.9

- i) Prove di funzionamento 61.3.10  
 j) Verifica della caduta di tensione 61.3.11

Gli strumenti di misura e gli apparecchi di controllo devono essere conformi alle norme della serie CEI EN 61557. La norma CEI 64-8/6 stabilisce che nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso,

#### Calcoli di controllo

I calcoli di controllo per la verifica degli impianti elettrici possono riguardare:

- 1) controllo dei coefficienti di stipamento dei tubi;
- 2) controllo del coordinamento fra correnti d'impiego, portate dei conduttori e caratteristiche d'intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico;
- 3) controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, poteri d'interruzione degli apparecchi e correnti di picco e di breve durata massime ammissibili;
- 4) controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di joule e sollecitazioni termiche specifiche ammissibili nelle linee durante il corto circuito;
- 5) calcolo di verifica delle cadute di tensione nelle linee;
- 6) accertamenti dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione;
- 7) controllo del coordinamento fra dispersore di terra e dispositivi d'interruzione del guasto a terra;
- 8) controllo del coordinamento fra impedenza totale dell'anello di guasto e dispositivo d'interruzione del guasto;
- 9) verifica delle sezioni del conduttore di terra e dei conduttori di protezione.

Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, i pulsanti di comando e i citofoni, devono essere – per tipo e posizione planimetrica e altimetrica – tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote. Devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori, inoltre, devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti elettrici e telefonici siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento (tabella 78.5).

**Tabella 78.5. Altezze previste e altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione**

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
Interruttori	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
Campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
Pulsanti bottoniere ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto: 120 cm
Prese luci	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
Citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
Telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, devono essere collocati in una posizione facilmente percettibile visivamente e acusticamente.

#### Verifiche illuminotecniche

##### Generalità

Le verifiche illuminotecniche devono comprendere:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

Le norme di riferimento per il progetto dell'impianto di illuminazione sono le norme:

- **UNI 10380. Illuminazione d'interni con luce artificiale;**
- **CEI EN 60598-1 (CEI 34-21). Apparecchi di illuminazione. Parte I: prescrizioni generali e prove.**

##### Esami a vista

L'esame a vista deve essere condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto esecutivo; deve essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, alle prescrizioni progettuali.

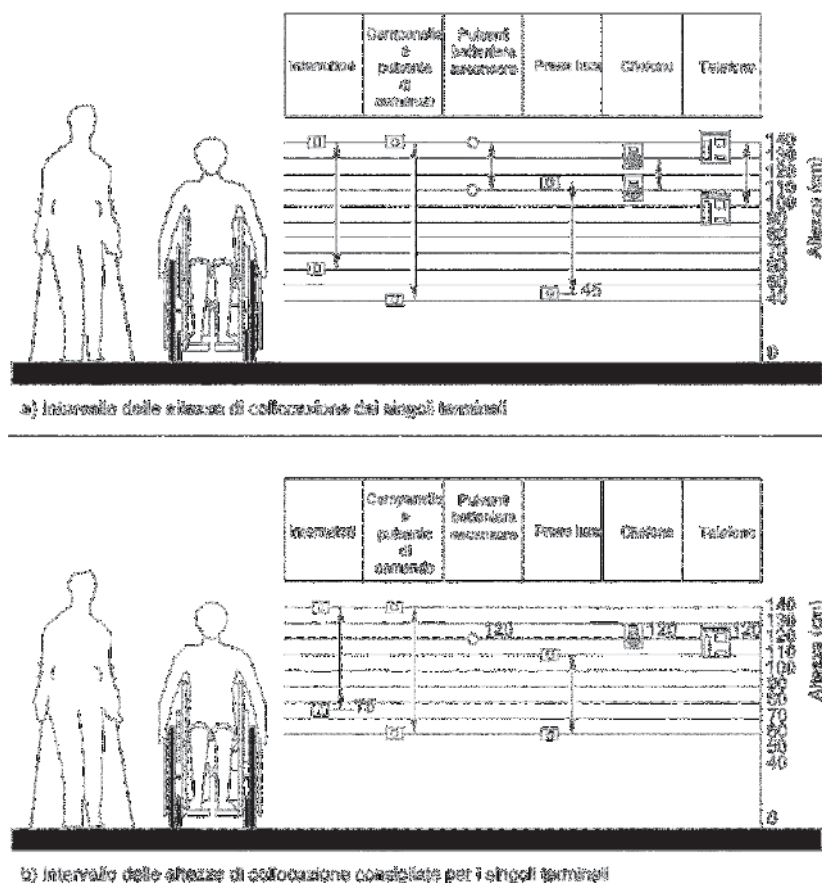


Figura 78.2. Altezze consigliate per i terminali degli impianti elettrici e telefonici

#### Rilievi strumentali

I rilievi strumentali dipendono dall'importanza e complessità dell'impianto di illuminazione, in generale è consigliato l'impiego di strumenti di misura non inferiore alla classe B (tabella 78.6).

Gli strumenti di misura devono essere tarati almeno ogni 2 anni.

I rilievi strumentali possibili di un impianto illuminotecnico sono:

- misure di illuminamento;
- misure di luminanza;
- misure di abbagliamento;
- misure di CRF (illuminazione di interni).

Le misurazioni devono essere eseguite alla tensione nominale di esercizio.

Tabella 78.6. Precisioni richieste agli strumenti di misura in relazione alle classi di impiego

Classe	Impiego	Limite di incertezza (%) dello strumento	
		Luxmetri	Luminanzometri
A	Misure di precisione	5	7,5
B	Misure su impianti in esercizio	10	10
C	Misure orientative	20	20



#### Impianti di illuminazione interna

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure strumentali finalizzate alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto;
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

### Art. 79. Impianti di ascensori

#### Requisiti

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal **D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162** recante il regolamento contenente norme per l'attuazione della **direttiva 95/16/CE** sugli ascensori, e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.

Tutto l'impianto e la strumentazione annessa deve essere di nuova produzione e corredato dalla documentazione necessaria ad attestarne il rispetto di tutta la normativa vigente, ivi compreso manuali d'uso e manutenzione.

Il sistema di sollevamento deve essere fornito con tutte le predisposizioni necessarie all'allaccio con le utenze richieste per renderlo pienamente funzionale e funzionante, ivi compreso tutto quanto necessario per l'installazione dell'ascensore all'interno del vano corsa e relativo collegamento al locale macchine.

Il sistema richiesto deve essere costituito dalla fornitura e posa in opera di una quantità pari a n.

..... impianti ascensori oledinamici automatici, rispondente alle norme di cui sopra.

Gli impianti di sollevamento devono avere una portata tale da consentire il trasporto di almeno

n. .... persone, realizzando un totale di n. .... fermate tra il piano ..... ed il piano .....

#### Caratteristiche tecniche generali

Portata [kg]	630
Persone trasportabili [q.tà]	8
Velocità [m/s]	0,5/0,10
Fermate [q.tà]	.....
Servizi totali [q.tà]	.....
Forza motrice [V]	380
Luce [V]	220

#### Vano di corsa

Corsa [mm]	4800
Fossa [mm]	1500
Testata [mm]	3600
Larghezza [mm]	1600
Profondità [mm]	1800
Realizzazione in calcestruzzo armato	

#### Caratteristiche della cabina

Larghezza [mm]	1100
Profondità [mm]	1400
Altezza [mm]	2100

#### Porte di cabina

Luce netta [mm]	800
Altezza [mm]	2000

#### Porte di piano

Luce netta [mm]	800
Altezza [mm]	2000

#### Caratteristiche della pulsantiera di cabina

Presenza di pulsanti di piano	
Allarme	
Riapertura porte	
Iscrizioni in rilievo e Braille	
Segnalazione acustica arrivo al piano	
Citofono vivavoce con alimentatore	
Luce di emergenza – Autonomia [h]	= 3
Display su colonnetta in acciaio inox	

#### **Caratteristiche delle pulsantiere di piano**

Presenza di pulsante di chiamata con segnale luminoso di occupato  
Placca segnapiano  
Pulsante luminoso di allarme  
Inscrizioni in rilievo e Braille Piastra in acciaio inox

#### **Opere e forniture a carico del fornitore**

Montaggio di tutte le apparecchiature  
Livellatore di piano  
Guide scorrimento della cabina  
Intelaiatura della cabina  
Collegamento delle parti metalliche dell'impianto alla linea di "terra" realizzata dal Committente  
Interruttore salvamotore  
Batteria di accumulatori per l'alimentazione del segnale di allarme

Verniciatura con una mano di vernice antiossidante di tutte le parti in ferro dell'impianto (tranne parti zincate)  
Olio di primo riempimento  
Imballo dei materiali

#### **Considerazioni generali e osservazioni preliminari**

Applicazione della **direttiva 89/392/CEE**, modificata dalle **direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE**.

Allorquando sussiste un rischio che non è trattato nell'allegato I del **D.P.R. n. 162/1999**, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della **direttiva 89/392/CEE**.

Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.

Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto. Devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

#### **Aspetti specifici**

##### **Cabina**

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.

Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili, e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

#### **Elementi di sospensione e elementi di sostegno**

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.

Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi, né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

#### **Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)**

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti, qualora il carico superi il valore nominale.

Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.

Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.

Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

#### Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina. L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

#### Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.

La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.

I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi. Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

#### Requisiti per prevenire rischi alle persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile. L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema. Tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.

Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste.

Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite, a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

#### Requisiti per prevenire rischi alle persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti (ad eccezione di aperture di ventilazione), e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.

Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano. In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati ad impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.

Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.

Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina. In questo caso, lo spazio libero deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi. Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero.

Gli ascensori devono essere costruiti in modo da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

#### Requisiti tecnici per le cabine

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine, o l'insieme di esse, devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento. Quando devono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, devono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).

Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.

Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.

Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.

Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo che, se la temperatura nel locale

del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.

Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.

Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta. Inoltre, deve esistere un'illuminazione di emergenza.

I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza devono essere costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.

Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

#### Targa riportante il carico nominale, numero max di persone e numero di matricola

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile, nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di persone che possono prendervi posto, nonché il numero di matricola. Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

#### Libretto di istruzioni per i componenti di sicurezza

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato **D.P.R. n. 162/1999**, devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore, di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.

Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

#### Marcatura CE di conformità

La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile, conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve, altresì, essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. n. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.

È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o

sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio, purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.

Quando sia accertata una apposizione irregolare di marcatura CE, l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea, devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.

In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.

I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

#### 79.9. Componenti di sicurezza

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1 e all'art. 8, comma 1 del D.P.R.

n. 162/1999 è il seguente:

- dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- dispositivi paracadute (di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1) che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- ammortizzatori ad accumulazione di energia a caratteristica non lineare o con smorzamento del movimento di ritorno;
- ammortizzatori a dissipazione di energia;
- dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

##### 79.9.1. Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal **D.M. n. 236/1989** per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:

- a) negli edifici di nuova edificazione non residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,40 m di profondità e 1,10 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,80 m, posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 m x 1,50 m.
- b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 x 1,50 m.
- c) l'ascensore, in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:
  - cabina di dimensioni minime di 1,20 m di profondità e 0,80 m di larghezza;
  - porta con luce netta minima di 0,75 m posta sul lato corto;
  - piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,40 x 1,40 m.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento, la porta di piano può essere ad anta incernierata, purché dotata di sistema per l'apertura automatica.

In tutti i casi le porte devono rimanere aperte per almeno otto secondi, e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a quattro secondi.

L'arresto ai piani deve avvenire con auto livellamento, con tolleranza massima  $\pm 2$  cm. Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.

La botoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni ad una altezza massima compresa tra 1,10 m e 1,40 m; per ascensori del tipo a), b) e c) la botoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.

Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m, e una luce d'emergenza con autonomia minima di tre ore. I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in braille (in adiacenza alla botoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri braille).

Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile

con ritorno automatico.

#### Impianto elettrico<sup>7</sup>

L'impianto elettrico degli ascensori, oltre alle norme specifiche, deve fare riferimento alle seguenti norme riguardanti:

- il quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore);
- gli impianti elettrici di alimentazione e gli impianti ausiliari per gli ascensori;
- gli ascensori antincendio e di soccorso.

#### quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore)

Il quadro elettrico di sezionamento locale ascensore può essere di competenza:

- dell'installatore elettrico;
- dell'installatore dell'impianto di ascensore.

Il quadro elettrico di sezionamento delle linee di energia e luce, e di protezione delle linee luce, deve avere struttura in materiale isolante o lamiera, posizionato all'interno del locale sala macchina ascensori, immediatamente vicino alla porta d'ingresso.

Per impianti senza locale macchina (Machine Room Less, MRL) le apparecchiature del quadro devono essere posizionate all'interno del pannello di manutenzione posto all'esterno del vano corsa. Il grado di protezione deve essere di almeno IP 30.

Il quadro deve contenere indicativamente un interruttore di sezionamento della linea di energia per ciascun ascensore, con protezione magnetotermica del tipo:

<sup>7</sup> <http://www.capitolatitecnici.it>, a cura della federazione ANIE, aderente a Confindustria, che rappresenta le principali imprese elettrotecniche ed elettroniche che operano in Italia.

- con protezione differenziale (di tipo B in presenza di circuiti in corrente continua: IEC 60755);
- con sensibilità massima di 1,0 A e sensibilità minima di 0,3 A per impianti dotati di variatore di frequenza.

Per gli ascensori dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

#### impianti elettrici di alimentazione e impianti ausiliari per Gli ascensori

La linea di alimentazione di un ascensore deve partire dall'interruttore di protezione differenziale posto sul quadro elettrico generale, che può essere posizionato:

- nel locale contatore;
- nel locale portineria o piano.

L'interruttore generale posto sul quadro interruttori del locale del macchinario deve poter togliere tensione all'impianto, salvo che alle linee di illuminazione. In alcuni casi, per impianti senza locale del macchinario, può essere richiesto un sezionatore sottocarico da posizionarsi all'interno del vano corsa all'ultimo piano dell'edificio servito dall'ascensore.

La sensibilità dell'interruttore differenziale del quadro elettrico di distribuzione dell'energia (posto all'inizio della linea di alimentazione) deve essere tale da garantire la protezione dai contatti indiretti e consentire la continuità di servizio dell'impianto.

Se gli ascensori devono essere dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori, non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati in posizione accessibile dall'ingresso:

- una presa protetta;
- un interruttore per l'accensione dell'illuminazione;
- un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore.

Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di

comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

#### asCensori antinCendio e di soCCorso

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acqua in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.

I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati una presa protetta, un interruttore per l'accensione dell'illuminazione e un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore accessibili dall'ingresso.

Il tetto della cabina deve essere dotato di una botola delle dimensioni minime di 0,50 · 0,70 m. Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

La linea di alimentazione deve essere distinta dalle linee di alimentazione di altri ascensori e deve essere suddivisa in:

- alimentazione ordinaria;
- alimentazione secondaria di sicurezza.

I montanti dell'alimentazione elettrica secondaria del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria del macchinario e devono avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano corsa, e comunque non inferiore a REI 60.

In caso di incendio il passaggio dall'alimentazione primaria a quella secondaria di sicurezza deve essere automatico per cui occorre prevedere un dispositivo di tele-commutazione, ubicato:

- all'interno del locale macchina (qualora esistente);
- in armadio posto in corrispondenza nell'ultima fermata in alto in prossimità del pannello di manutenzione (qualora non esista il locale macchina).

Regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi

I vani degli impianti di sollevamento devono essere conformi al **D.M.15 settembre 2005**.

#### Caratteristiche costruttive del vano corsa e dell'intelaiatura di sostegno della cabina

Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituite da materiale non combustibile.

Le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se poste in alto e se esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.

I setti di separazione tra vano di corsa e locale del macchinario (se esiste) o locale delle pulegge di rinvio (se esiste), devono essere realizzati con materiale non combustibile. I fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.

All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e delle aree di lavoro destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto, come prescritto dalla **direttiva 95/16/CE**.

L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile.

Le pareti, il pavimento e il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento e il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile. Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse.

### Vano di corsa

In relazione alle pareti del vano di corsa, si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:

- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

### Vano aperto

Si considera *vano aperto* un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio. In tal caso, è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano, e le eventuali altre porte o portelli di soccorso e ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

### Vano protetto

Si considera *vano protetto* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'im- pianto, che debbono attra-versare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al punto 85.4.1;
- tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica e avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

### Vano a prova di fumo

Si considera *vano a prova di fumo* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le e porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'im- pianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco;
- le porte di piano, di ispezione e di soccorso, possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

**Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario**

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), e/o degli spazi del macchinario, devono essere fra loro separate e aperte direttamente, o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti, a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.

L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio (se esistono), deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti. Le aperture realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare devono essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili, ecc.). Tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.

La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio. Allo stesso modo, la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario (se esiste), può attraversare il vano di corsa e il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

### Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa per un ascensore antincendio deve possedere almeno le seguenti caratteristiche:

- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario (se esiste), gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio, devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e appartenere a



- compartimenti differenti;
- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- l'accesso al locale macchinario (se esiste), agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro, deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio, o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m<sup>2</sup> aperta, esterna all'edificio, oppure protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento, e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'auto salvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime di 0,50 m · 0,70 m, di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere di almeno 1,10 m · 2,10 m, con accesso sul lato più corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio, e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria e avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio, il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio (se esistono), e il tetto di cabina, devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensità luminosa di almeno 5 lux, ad 1 m di altezza sul piano di calpestio, e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno un'ora e, comunque, non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario (se esiste), e alle aree di sbarco;
- il materiale elettrico all'interno del vano di corsa (nella zona che può essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio) e l'illuminazione del vano, devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio.

### 79.11.3. Cartello indicatore di divieto di uso in caso d'incendio

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione "Non usare l'ascensore in caso d'incendio". In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.

## Art. 80. Scavi per la posa in opera delle tubazioni

### 80.1. Posa in opera delle tubazioni interrate

La posa in opera delle tubazioni con riferimento al punto 2.1.2. del D.M. 12 dicembre 1985 deve tenere conto delle interazioni tubazioni-terreno di posa.

La posa in opera di collettori per fognatura interrati in trincee, e delle tubazioni interrate in generale, deve rispettare le prescrizioni della norma **UNI EN 1610** e le ulteriori raccomandazioni del produttore dei tubi. Per le condotte non in trincea si rimanda alla **UNI EN 12889** (Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami). Per la posa in opera delle tubazioni funzionanti a pressione si rimanda alla norma **UNI EN**

### 805. Altri aspetti sulla condotte in pressione e sul reinterro sono trattate dalla norma **UNI EN 1295-1**.

La larghezza minima della trincea deve rispettare il valore indicato nella tabella 80.1. con riferimento alla norma **UNI EN 1610**, determinate in funzione del diametro esterno  $D_e$  della tubazione; nella tabella 80.1. sono indicate anche le misure minime per trincee supportate e trincee non supportate. In generale deve essere lasciata una larghezza minima  $x/2$  tra la parete della trincea e il tubo o tra il supporto della trincea e il tubo (figura 80.1).

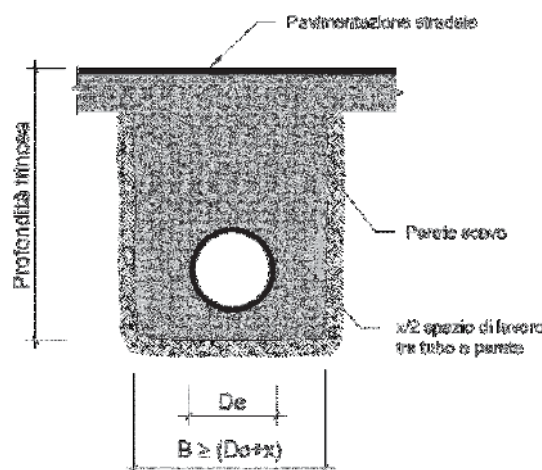


Figura 80.1. Larghezza minima della trincea

La trincea deve avere anche una larghezza minima B in funzione della profondità; al di sotto di 1 m non è richiesta alcuna larghezza minima per la trincea, per profondità maggiore di 100 cm è richiesta una larghezza minima di 80 cm.

**Tabella 80.1. Larghezza minima della trincea in funzione del diametro esterno della tubazione**

Diametro nominale tubazione (DN) misure in mm	Pareti trincea supportate		Pareti trincea non supportate	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta = 60^\circ$	$\beta > 60^\circ$	$\beta = 60^\circ$
$\leq 225$	$De + 40$	$> (De + 40)$	$De + 40$	$De + 40$
$da > 225$ a $= 350$	$De + 50$	$De + 50$	$De + 40$	$De + 40$
$da > 350$ a $= 700$	$De + 70$	$De + 70$	$De + 40$	$De + 40$
$da > 700$ a $= 1200$	$De + 85$	$De + 85$	$De + 40$	$De + 40$
$da > 1200$	$De + 100$	$De + 100$	$De + 40$	$De + 40$

$\beta$  è l'angolo della parete della trincea senza casserratura misurato rispetto all'orizzontale.

L'inclinazione  $\beta$  delle pareti della trincea può influire sull'entità del carico del materiale di riempimento sulla tubazione, tali aspetti sono oggetto di calcoli specifici progettuali previsti dalla norma **UNI EN 1295-1** (figura 80.2).

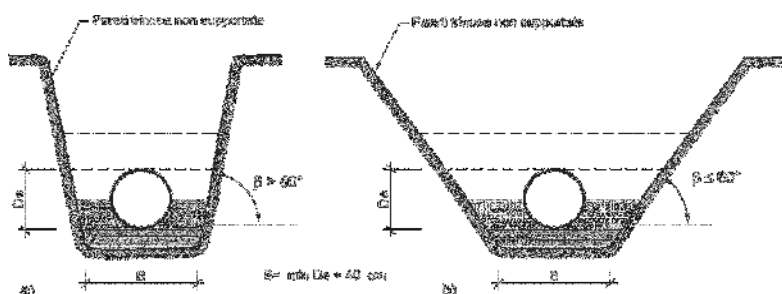


Figura 80.2. Angolo della parete della trincea senza casserratura rispetto all'orizzontale

#### Letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale

Il punto 7.2.1. della norma **UNI EN 1610** per il letto d'appoggio e il ricoprimento iniziale raccomanda i seguenti spessori minimi (figura 80.3):

- letto di posa  
= 10 cm condizioni di terreno normale  
= 10 cm terreno duro o roccia
- riempimento iniziale  
= 15 cm sopra il tubo

= 10 cm sopra la giunzione.

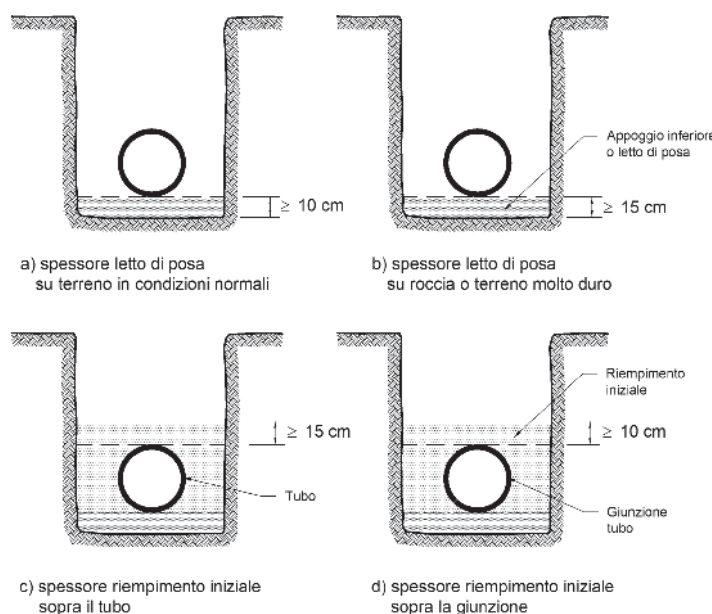


Figura 80.3. Spessori minimi per il letto di posa e il ricoprimento iniziale del tubo

#### Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti, quali impiego di giunti adeguati, rattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso, la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

#### Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati in modo da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna. Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie, e a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

#### Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri e le guarnizioni devono essere integre. Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), e pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

#### Protezione catodica delle tubazioni metalliche

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezione catodica e in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

#### Reinterro delle tubazioni

### Reinterro delle condotte in PVC

Il riempimento della trincea e in generale dello scavo per le tubazioni in PVC, quindi tubazioni flessibili, deve essere eseguito nelle ore meno calde della giornata. Si deve procedere sempre a zone e di  $20 \div 30$  m, avanzando in una sola direzione e possibilmente dal basso verso l'alto<sup>8</sup>. In generale può farsi riferimento alle indicazioni della norma **UNI 11149**.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della

<sup>8</sup> Sarplast Iniziative Industriali S.p.A., Manuale tubi in Prfv. Gennaio 2000.

trincee. Il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro  $10 \div 15$  mm oppure di sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere la densità in situ stabilita dal capitolato speciale d'appalto. L'altezza minima del letto di posa solitamente è 10 cm oppure  $D/10$ .

Il materiale di rinfiango deve essere costipato a mano evitando che rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiango tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto (strato  $L_1$ ) (figura 80.4)

Il secondo strato di rinfiango  $L_2$  deve avere spessore fino alla generatrice superiore del tubo.

Il terzo strato  $L_3$  deve avere una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo e mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati  $L_4$  ed  $L_5$ ) deve essere effettuato con col materiale prescritto dal capitolato speciale d'appalto.

Occorre lavorare su tre tratte consecutive e in questo caso devono essere eseguiti contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a  $15 \div 20$  cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata.

La compattazione deve avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla verticale, deve essere lasciato, infine, uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno. Per il materiale di sottofondo e di rinfiango è consigliato l'impiego di tessuto geotessile.

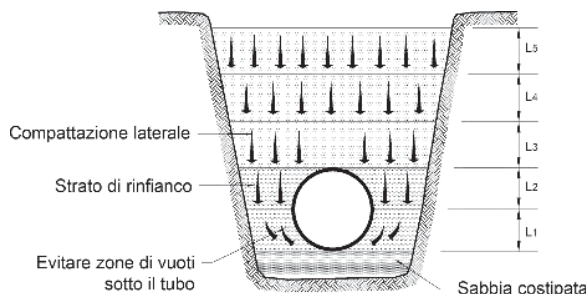


Figura 80.4. Riempimento per strati successivi della trincea per una tubazione in PVC

### Reinterro delle condotte in PE

La posa in opera delle tubazioni in polietilene in pressione si ricorda che deve essere eseguita secondo le indicazioni della norma **UNI 11149** (Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione).

Il produttore dei tubi in PE raccomanda le seguenti prescrizioni per la posa in opera delle condotte in pressione in PE (figura 80.5):

- rinfiango effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi;
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi;
- può essere aggiunto uno strato di 15 cm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo;
- il rinfiango ed il reinterro fino a 15 cm sopra la generatrice superiore del tubo, possono essere effettuati in un'unica soluzione quando viene usato materiale come sabbia o terra sciolta e vagliata;

- e) il materiale di risulta per il restante reinterro può essere utilizzato compattato in strati di spessore non maggiore di 25 cm, purché non compattati direttamente sopra il tubo fino al raggiungimento di 30 cm di altezza dalla generatrice superiore del tubo;
- f) il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie.

Il punto 11.1. della norma **UNI 11149** raccomanda una profondità minima di interramento di un 100 cm misurata dalla generatrice superiore del tubo. In caso di profondità inferiori è raccomandata la protezione del tubo con guaine tubolari, manufatti in calcestruzzo, ecc.

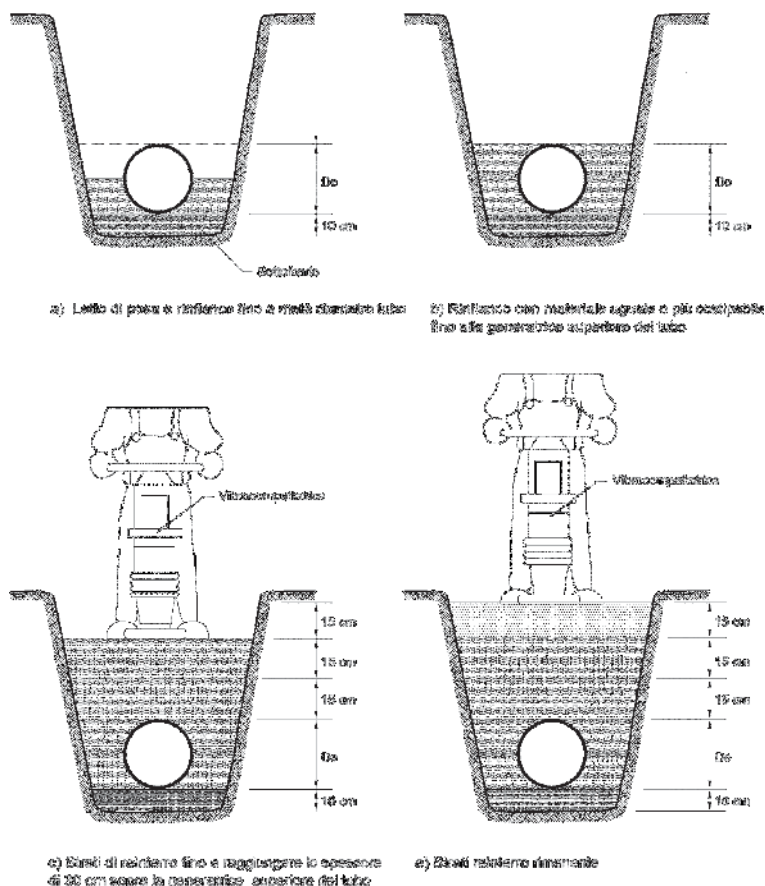


Figura 80.5. Fasi di posa in opera e reinterro di una tubazione in pressione in PE

Il reinterro per i primi 50 cm sopra la generatrice superiore del tubo devono essere eseguiti alle stesse condizioni di temperatura esterna e, preferibilmente, nel periodo meno caldo della giornata. Il riempimento deve essere effettuato avanzando in una sola direzione per tratte di condotta di 20÷30 m.

La compattazione deve essere eseguita generalmente con mezzi meccanici azionati a mano (mazza vibrante, vibratore piatto, rullo vibrante, ecc.). Il grado di compattazione dipende dall'energia meccanica applicata, dal grado di umidità del materiale da compattare, dalla sua natura.

Per prevenire danneggiamenti alla tubazione in caso di successivi lavori di scavo da parte altre imprese è consigliato porre un nastro blu continuo con la dicitura “Tubazione Acqua” sulla generatrice superiore della condotta a una distanza da essa di 30 cm, per indicare la presenza della tubazione.

#### Prove di tenuta idraulica

I controlli in opera da parte del direttore dei lavori oltre a verificare la rispondenza contrattuale delle caratteristiche dei materiali impiegati (tubi, giunti, raccordi, apparecchi vari) hanno lo scopo di verificare la perfetta esecuzione delle giunzioni e di riscontrare se i tubi, giunti, raccordi o apparecchi abbiano subito danni durante le operazioni di trasporto e di posa in opera. Le norme di riferimento per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo

delle tubazioni sono:

- D.M. 12 dicembre 1985. *Norme tecniche relative alle tubazioni*;
- C.M. 20 marzo 1986, n. 27291. *D.M. 12 dicembre 1985. Istruzione relative alla normativa per le tubazioni*.

#### Condotte in PEad

Il procedimento della prova di tenuta idraulica di una condotta posata realizzata con tubazioni in polietilene è descritto dal punto 15 della norma:

- **UNI 11149** – *Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi a pressione*.

#### Condotte in PVC per fognature

Il D.M. 12 dicembre 1985 impone, anche per le opere di fognatura, l'esecuzione di collaudi in opera a 0,5 bar per verificare sia la qualità dei materiali che la buona esecuzione dei lavori di posa in opera.

Il decreto indica di eseguire preferibilmente, quando le condizioni di scavo lo consentono, il collaudo idraulico a giunti scoperti in modo che essi possano essere ispezionati visivamente durante il collaudo. Inoltre, esso deve essere condotto su tratti con una pendenza che non ecceda 0,5 metri circa.

La procedura di prova di tenuta idraulica è descritta dalla norma:

- **UNI EN 1610** – *Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura*.

## 6

### ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE

#### Art. 81. Controlli di accettazione del calcestruzzo

##### Resistenza caratteristica

Agli effetti delle Norme tecniche per le costruzioni un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

##### Controlli di qualità del calcestruzzo

Il controllo di qualità consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del calcestruzzo, garantendone, così, la conformità alle prescrizioni di progetto e contrattuali.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

Le prove sul calcestruzzo fornito e messo in opera dall'impresa devono essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, il direttore dei lavori sulla base dei dati forniti dovrà redigere la relazione finale sul controllo di qualità del calcestruzzo.

##### valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il calcestruzzo (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre calcestruzzi conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

##### Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### prove Complementari

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

#### Valutazione preliminare della resistenza caratteristica

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di accettazione di cui al punto seguente.

#### Controllo di accettazione

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del calcestruzzo messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee e deve articolarsi, in funzione del quantitativo di calcestruzzo accettato, per l'opera in appalto deve eseguirsi esclusivamente il controllo di tipo B.

#### Prelievo ed esecuzione della prova a compressione

##### Prelievo di campioni

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito esclusivamente da un laboratorio ufficiale incaricato di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 dalla direzione dei lavori, che deve provvedere ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura. Il prelievo deve essere documentato da fotografie.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità della miscela omogenea di calcestruzzo stesso.

#### Dimensioni dei provini

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **UNI EN 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

- cubetti di calcestruzzo:
  - lato  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .
- provini cilindrici:
  - diametro  $d$  (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
  - altezza pari a due volte il diametro;
  - tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.
- provini prismatici:
  - lato di base  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
  - lunghezza maggiore o uguale a  $3,5 b$ ;
  - tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
  - tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm. La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d(b)$ .

#### Confezionamento dei provini

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm · 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\varnothing$  16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con rigello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

#### Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **UNI EN 12390-1**.

#### Marcatura dei provini

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove al laboratorio ufficiale incaricato. Il certificato dei risultati della prova a compressione dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

#### Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo



numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);

- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura;
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice e dal laboratorio ufficiale incaricato che ha eseguito materialmente il prelievo.

#### Domanda di prova al laboratorio ufficiale

La domanda di prove al laboratorio ufficiale prova deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### Conservazione e maturazione

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni od essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

#### Controllo d'accettazione

Sulla base dei certificati di prova a compressione il direttore dei lavori dovrà elaborare le misurazioni e redigere il relativo controllo d'accettazione delle miscele omogenee calcestruzzo fornite e messe in opera dall'appaltatore secondo le prescrizioni contrattuali.

Il solo certificato a compressione di prova non costituisce controllo d'accettazione della miscela omogenea di calcestruzzo.

### **Art. 82. Controlli sul calcestruzzo fresco**

#### Misura della consistenza

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

Tali metodi non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato; il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto.

In riferimento alla norma Uni En 206-1 si raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono: = 10 mm e = 210 mm;
- tempo Vebè: = 30 secondi e > 5 secondi;
- indice di compattabilità: = 1,04 e < 1,46;
- spandimento: > 340 mm e = 620 mm.

Le prove per la misura della consistenza deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata con il cono di Abrams.

**Tabella 82.1. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1 da 10 a 40	Umidità	
S2 da 50 a 90	Plastica	
S3 da 100 a 150	Semifluida	
S4 da 160 a 210	Fluida	
S5 > 210	–	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante il metodo Vebé.

**Tabella 82.2. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebé (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Tempo Vebé [s]
V0 $\leq 31$	
V1 da 30 a 21	
V2 da 20 a 11	
V3 da 10 a 6	
V4 da 5 a 3	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante la misura dello spandimento.

**Tabella 82.3. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1 = 340	
FB2 da 350 a 410	
FB3 da 420 a 480	
FB4 da 490 a 550	
FB5 da 560 a 620	
FB6 $\geq 630$	

Il calcestruzzo fresco fornito e posto in opera dall'impresa per le opere di ..... dovrà avere classe di consistenza ..... misurata mediante l'indice di compattabilità.

**Tabella 82.4. Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0 $\leq 1,46$	
C1 da 1,45 a 1,26	
C2 da 1,25 a 1,11	
C3 da 1,10 a 1,04	

### Controllo della composizione del calcestruzzo fresco

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1** a cura di un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

La prova per la composizione del calcestruzzo fresco deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come

volume d'acqua essudata per unità di superficie:  $\text{cm}^3/\text{cm}^2$ ) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

La prova della quantità d'acqua d'impasto essudata deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### **Art. 83. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera**

#### La non conformità dei controlli d'accettazione

Le indagini per la valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791** fermo restando le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni. Le indagini sulle strutture in opera devono essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 sulla base della pianificazione delle prove in opera stabilite dal direttore dei lavori e dell'eventuale collaudatore statico in corso d'opera.

Le spese per la valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera, sulla base di adeguata motivazione, sono a carico dell'esecutore.

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al paragrafo 10 della norma **UNI EN 13791**.

#### Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

#### Carotaggio

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c = 20 \text{ N/mm}^2$ ), o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione ecc.. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **UNI EN 13791**.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Linee generali

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erranei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme uni.

#### Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è ritenuto sia stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla **UNI EN 12504-1**:

- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontano dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura,

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

#### norme di riferimento

**UNI EN 12504-1** – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

**UNI EN 12390-1** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

**UNI EN 12390-2** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

**UNI EN 12390-3** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;* **UNI EN 13791** – *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

#### verbale di prelevamento dei Campioni di Calcestruzzo indurito

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la **UNI EN 12504-1**, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

#### 83.4. Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Devono essere presi in considerazione i metodi indiretti più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi per esempio: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione e metodi combinati.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della **UNI EN 13791** mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura durante la prova di compressione.

Il direttore dei lavori e/o il collaudatore statico in corso d'opera devono condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità della miscela di calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

##### 83.4.1. Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura durante la prova di compressione. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

#### 83.5. Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

Le indagini dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

### **Art. 84. Prove di carico sui pali di fondazione**

#### Prove di verifica in corso d'opera

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo- terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del

D.P.R. n. 380/2001.

La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

#### Preparazione dei pali da sottoporre a prova

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di ~ 50 cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto.

L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.

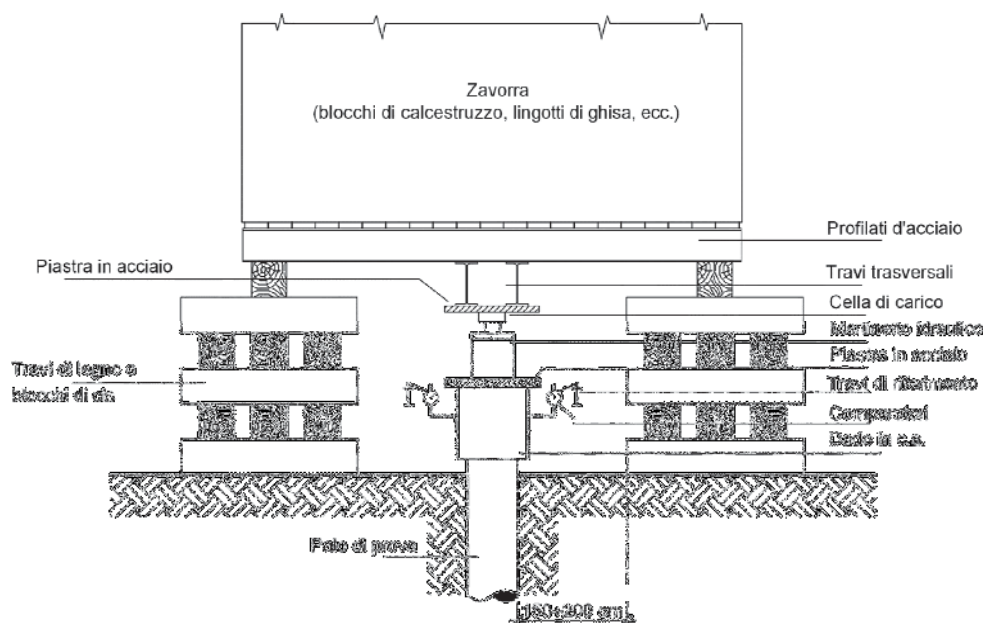


Figura 84.1. Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato

#### Prove di carico verticali

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle norme tecniche per le costruzioni.

La prova di carico deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

I risultati della prova di carico su palo di fondazione eseguita da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si deve aggiungere la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

### **Art. 85. Controlli d'integrità dei pali di fondazione**

#### **Criteri generali**

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;
- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali:

- metodo Cross-hole;
- prova di eco sonico;
- prova di ammettenza meccanica verticale.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d = 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dei pali devono essere eseguiti da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi, per esempio carotaggio meccanico) per le successive determinazioni della stazione appaltante in accordo con le disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni riguardo alla non conformità del calcestruzzo in opera rispetto alle prescrizioni contrattuali.

#### **Metodo Cross-hole**

Ai fini dell'esecuzione del controllo Cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35÷42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo non distruttivo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di fare eseguire la prova Cross-hole in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico, al fine di indagare la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde, per ottenere informazioni sulle caratteristiche del getto; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

Il controllo deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### **Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio continuo meccanico del palo deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del calcestruzzo e, se richiesto, del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del calcestruzzo e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio si deve provvedere a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio continuo meccanico del palo deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni del presente capitolato.

#### Scavi attorno al fusto del palo

Gli scavi attorno al fusto del palo potranno essere richiesti all'appaltatore ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua, e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e al suo costipamento, in modo da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### Art. 86. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio

#### Generalità

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano correttamente serrati;
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

I controlli devono essere eseguiti da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 17635**.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati.

#### norme di riferimento

**UNI EN ISO 17635** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici:*

a) Esame visivo

**UNI EN ISO 17637** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Esame visivo di giunti saldati per fusione;*

**UNI EN ISO 5817** – *Saldatura. Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia). Livelli di qualità delle imperfezioni.*



b) Controllo mediante ultrasuoni

**UNI EN ISO 17640** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Tecniche di controllo, livelli di prova e valutazione;*

**UNI EN ISO 13588** – *Prove non distruttive delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Tecnologia “phased array” automatizzata;*

**UNI EN ISO 11666** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Livelli di accettabilità;*

**UNI EN ISO 23279** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.*

c) Controllo radiografico

**UNI EN ISO 17636-1** – *Prove non distruttive delle saldature – Controllo radiografico. Parte 1: Tecniche a raggi -X e gamma mediante pellicola;*

**UNI EN ISO 17636-2** – *Prove non distruttive delle saldature. Controllo radiografico. Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale;*

**UNI EN ISO 10675-1.** *Controlli non distruttivi delle saldature. Livelli di accettazione per il controllo radiografico. Parte 1: Acciaio, nichel, titanio e loro leghe;*

**UNI EN ISO 10675-2** – *Controlli non distruttivi delle saldature. Livelli di accettazione per il controllo radiografico. Parte 2: Alluminio e sue leghe.*

d) Esame con liquidi penetranti

**UNI EN ISO 3452-1** – *Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Parte 1: Principi generali;*

**UNI EN ISO 3452-2** – *Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Parte 2: Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti;*

**UNI EN ISO 23277** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità.*

**Esecuzione e controllo delle unioni bullonate**

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno.

**Art. 87. Controlli sulle strutture in legno massiccio e lamellare**

**Legno strutturale con giunti a dita**

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per:

- le prove effettuate sui giunti a dita, effettuate sottoponendo a prova l'intera sezione giuntata e in conformità alla norma **UNI EN 408**;
- i valori della resistenza a flessione e della resistenza a flessione caratteristica di ogni singolo giunto a dita (norma **UNI EN 385**, punto 7.1.4).

norma di riferimento

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**Legno lamellare incollato**

Il direttore dei lavori deve acquisire le certificazioni relative alle prove per il controllo di qualità effettuate dal produttore dell'elemento strutturale in legno lamellare per ciascuna partita di produzione, in particolare per i giunti di testa (norma **UNI EN 386**).

I giunti di testa delle lamelle devono essere sottoposte a prove di flessione di piatto in conformità alla norma **UNI**

## EN 385.

### norme di riferimento

**UNI EN 385** – *Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 386** – *Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;*

**UNI EN 390** – *Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili;*

**UNI EN 391** – *Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio;* **UNI EN 392** – *Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio;*

**UNI EN 408** – *Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche;*

**UNI EN 1193** – *Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura;*

**UNI EN 1194** – *Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.*

## Art. 88. Prove sugli infissi

### Generalità

Il direttore dei lavori potrà eseguire prove di accettazione su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali.

Sui campioni devono essere effettuate almeno le seguenti prove, alcune specifiche per gli infissi esterni:

- permeabilità all'aria (norma **UNI EN 1026**);
- tenuta all'acqua (norma **UNI EN 1027**);
- resistenza al carico del vento (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza all'apertura e alla chiusura ripetuta (norma **UNI EN 1191**);
- calcolo della trasmittanza termica (norma **UNI EN ISO 10077-1**);
- isolamento termico (norma **UNI EN ISO 12567-1**).

I campioni di prova devono essere perfettamente funzionanti e devono essere prelevati in contraddittorio con l'esecutore. La prova deve essere eseguita da un laboratorio ufficiale.

Le prove, a discrezione della direzione dei lavori, possono essere sostituite da certificati di prove effettuate su serramenti identici a quelli oggetto della fornitura.

### Norme di riferimento

#### a) Prove in laboratorio

**UNI EN 1026** – *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova;*

**UNI EN 1027** – *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Metodo di prova;*

**UNI EN 12211** – *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova;*

**UNI EN 1191** – *Finestre e porte. Resistenza all'apertura e la chiusura ripetuta. Metodo di prova.*

#### b) Prove di resistenza al fuoco

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttive. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura*

#### c) Trasmittanza termica

**UNI EN ISO 10077-1** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;*

**UNI EN ISO 10077-2** – *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai;*

**UNI EN ISO 12567-1** – *Isolamento termico di finestre e porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Finestre e porte complete;*

**UNI EN ISO 12567-2** – *Isolamento termico di finestre e di porte. Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda. Parte 2: Finestre da tetto e altre finestre sporgenti.*

#### d) Resistenza all'effrazione

**UNI ENV 1628** – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico statico;*

**UNI ENV 1629** – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza sotto carico dinamico;*

**UNI ENV 1630** – *Finestre, porte, chiusure oscuranti. Resistenza all'effrazione. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'azione manuale di effrazione.*

e) Resistenza all'esplosione

**UNI EN 13123-1** – *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Tubo da onda d'urto (shock-tube);*

**UNI EN 13123-2** – *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Requisiti e classificazione. Parte 2: Prova all'aperto;*

**UNI EN 13124-1** – *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Tubo da onda d'urto (shock-tube);*

**UNI EN 13124-2** – *Finestre, porte e chiusure oscuranti. Resistenza all'esplosione. Metodo di prova. Parte 2: Prova all'aperto.*

f) Classificazioni in base alle prestazioni

**UNI EN 12207** – *Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione;*

**UNI EN 12208** – *Finestre e porte. Tenuta all'acqua. Classificazione;*

**UNI EN 12210** – *Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione.*

## 9

### NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

#### Art. 89. Criteri di valutazione dei lavori

##### Lavori a corpo

La contabilizzazione del lavoro a corpo è effettuata applicando all'importo netto di contratto le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate nella tabella 2.2. di cui all'articolo 2, e valutando per ciascuna categoria la percentuale di lavoro eseguito. Secondo tale criterio saranno corrisposti gli oneri di sicurezza.

##### Lavori a misura

I lavori a misura previsti in appalto si intenderanno eseguiti con le modalità, i materiali, i mezzi d'opera e la mano d'opera necessari alla loro completa realizzazione e rispondenza alle prescrizioni progettuali e contrattuali, in particolare del presente capitolato speciale d'appalto, e alle ulteriori indicazioni eventualmente impartite dal direttore dei lavori, senza altri oneri aggiuntivi di qualunque tipo a carico della stazione appaltante.

La misurazione vuoto per pieno si considera al lordo della superficie della parete, pavimento senza alcuna detrazione dei vuoti, solo se questi sono di piccola entità.

##### Regole comuni

Il pagamento dei materiali e delle categorie di lavoro è comprensivo degli oneri indicati nel relativo articolo dell'elenco prezzi, dell'onere per la posa in opera, anche in periodi di tempo diversi, per i materiali forniti dall'appaltatore indipendentemente dall'ordine di arrivo degli stessi in cantiere previa loro accettazione da parte del direttore dei lavori.

L'unità di misura (metro lineare, metro cubo, numero, ecc.) ai fini del pagamento è quella stabilita dall'articolo dell'elenco prezzi allegato al contratto.

##### Scavi e demolizioni

##### Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni ragguagliate, basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.

Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

#### Scavi a sezione obbligata

Gli scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

#### Scavi in presenza d'acqua

Si considerano cavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggotamento delle acque di falda col sistema *well-point* sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiana, controllo e assistenza nelle 24 ore.

#### Oneri aggiunti per gli scavi

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### Demolizioni

Le demolizioni sono computate:

- nel caso di interi edifici conteggiando gli effettivi volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati dal filo delle pareti esterne e della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, comignoli e simili;
- nel caso di demolizione parziale di singoli elementi strutturali, conteggiando solo gli effettivi volumi da demolire.

#### Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata. Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

#### Rilevati, rinterri e vespai

#### Rilevati

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

#### Rinterri

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### Preparazione del piani di posa dei rilevati

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

#### Riempimento con misto granulare. Vespai

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

#### Murature e tramezzi

##### Murature

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente

in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sginci, spigoli e strombature.

##### Tramezzi

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>.

Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sginci, spigoli e strombature.

#### Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc. di qualsiasi oggetto sul paramento murario, deve essere valutata a corpo.

#### Strutture in calcestruzzo armato

##### Miscele omogenee di calcestruzzo

Le miscele omogenee di calcestruzzo per fondazioni e le strutture in elevazione costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Si computa il volume effettivamente realizzato detraendo dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a 0,20 m<sup>2</sup>; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche.

Nei prezzi delle miscele omogenee calcestruzzo sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di calcestruzzo armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata per gli elementi strutturali deve essere compensata a parte.

#### Casseforme

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del calcestruzzo, saranno computate a metro quadrato.

#### **Acciaio per strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso**

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di calcestruzzo armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in calcestruzzo armato, saranno valutate secondo il peso effettivo.

Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

L'acciaio ad aderenza migliorata impiegato nelle strutture in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura,

della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

La misurazione del peso dell'acciaio per calcestruzzo armato sarà effettuata senza tener conto degli aumenti di trafila rispetto ai diametri commerciali ed assumendo il peso specifico convenzionale di  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera e ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori in appalto.

#### **Pali di fondazione**

La misurazione della lunghezza palo di fondazione verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra struttura di collegamento.

#### **Solai**

I solai interamente di calcestruzzo armato (senza laterizi) saranno valutati a metro cubo, come ogni altra opera di calcestruzzo armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

#### **Impermeabilizzazioni**

Tutte le impermeabilizzazioni (per esempio malta di asfalto, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc.) eseguite sui vari tipi di superfici, piane o inclinate, saranno valutate sulla base dei metri quadrati effettivamente realizzati senza ulteriori oneri per la sovrapposizione dei teli o per raccordi vari; dal calcolo verranno dedotti i vuoti o le parti non impermeabilizzate superiori ad  $0,50 \text{ m}^2$ .

I risvolti da realizzare per l'impermeabilizzazione del raccordo con le superfici verticali verranno computati a metro quadrato solo quando la loro altezza, rispetto al piano orizzontale di giacitura della guaina, sia superiore a 15 cm.

Il prezzo stabilito comprenderà tutti i lavori di preparazione, i mezzi, i materiali e la mano d'opera richiesti, la sigillatura a caldo delle sovrapposizioni, la creazione di giunti e connessioni e quanto ulteriormente richiesto dal direttore dei lavori.

#### **Isolamento termo-acustico**

**Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.**

Il calcolo delle superfici di materiale isolante verrà effettuato in base all'estensione effettiva dei solai o delle pareti di appoggio di tali materiali e sarà espresso in metri quadrati; nel caso di rivestimenti isolanti di tubazioni, la valutazione sarà in metri lineari. Dal computo delle superfici di materiale isolante installato si dovranno detrarre i vuoti maggiori di  $0,30 \text{ m}^2$ .

I pannelli di materiale isolante vengono computati sviluppando la superficie da cubatura qualunque sia la forma, non si terrà conto delle sovrapposizioni.

#### **Massetto isolante**

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

#### Misurazione delle coibentazioni

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

Per gli isolanti da applicare su tubazioni la valutazione sarà effettuata nei modi seguenti:

- a) nel caso di isolanti costituiti da guaina flessibile, per metro lineare;
- b) nel caso di isolanti costituiti da lastre, per metro quadro di superficie esterna;
- c) l'isolamento di valvole, curve ed accessori rivestiti con lastra è conteggiato con il doppio della superficie esterna.

#### Coperture a tetto

Le coperture a tetto saranno computate a metro quadrato effettivo escludendo da tale calcolo le aperture o altri elementi di superficie superiore ad 1 m<sup>2</sup>.

Il prezzo stabilito includerà tutti i materiali, mezzi e mano d'opera necessari per la completa esecuzione comprese le tegole, i pezzi speciali e la struttura secondaria.

Sono esclusi dalla valutazione: la struttura primaria (capriate, arcarecci, ecc.), l'isolamento termico, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte, l'impermeabilizzazione, le gronde ed i pluviali che verranno valutati a parte.

#### Manto di copertura

Il manto di copertura si deve computare misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaio, lucernari, ed altre parti sporgenti della copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di 1 m<sup>2</sup>, nel qual caso si devono dedurre per intero. Non si deve tenere conto delle sovrapposizioni a ridosso dei giunti.

#### Lavori in metallo

##### Ringhiere e cancellate semplici

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

##### Ringhiere e cancellate con ornati

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

#### Controsoffitti e soppalchi

##### Soppalchi

I soppalchi devono essere valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

##### Controsoffitti piani

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. Sono compresi e compensati nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, e tutti i magisteri e mezzi d'opera necessari per dare controsoffitti finiti in opera, come prescritto dal presente capitolato speciale d'appalto. È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale collegata alla struttura portante.

##### Lavorazioni particolari sui controsoffitti

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali per esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc., devono essere compensati a corpo.

#### Pavimenti e rivestimenti

##### Pavimenti

La misurazione dei pavimenti, di qualunque genere, deve essere eseguita secondo le superfici in vista e perciò senza tenere conto delle parti comunque incassate o effettivamente sotto intonaco; devono essere detratte le zone non pavimentate, purché di superficie non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> ciascuna.

Nei prezzi al metro quadrato è compresa la stuccatura finale delle fughe

#### **Zoccolino battiscopa**

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, deve essere valutata a metro lineare, compresa la stuccatura delle eventuale fughe.

#### **Rivestimenti di pareti**

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva in vista, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire.

Nei prezzi al metro quadrato sono compresi la fornitura in opera di tutti i pezzi speciali inerenti ai singoli tipi di rivestimento e la stuccatura finale delle fughe.

#### **Marmi, pietre naturali e artificiali**

La valutazione della fornitura e posa in opera di marmi, pietre naturali e artificiali sarà effettuata a volume, a superficie, a metro lineare, secondo i criteri stabiliti o fissati di volta in volta.

Il prezzo comprenderà i tagli, la lavorazione dei raccordi o degli spigoli, gli incassi, i giunti, gli ancoraggi metallici, i sigillanti, gli strati di fissaggio, la preparazione delle superfici.

Dovranno essere incluse nel prezzo tutte le lavorazioni per la movimentazione del materiale in cantiere, il deposito, il trasporto e l'eventuale scalpellamento delle strutture murarie con ripresa e chiusura di tali interventi.

Nel caso di cordolature per marciapiedi o lavori particolari la cui messa in opera comporterà l'uso di massetti o strati di fissaggio con spessore superiore a 4 cm, le quantità di materiale di supporto eccedenti quelle indicate verranno valutate a parte come previsto nel presente capitolato.

#### **Intonaci**

La valutazione degli intonaci verrà fatta in base alla superficie effettivamente eseguita; il prezzo sarà comprensivo di tutte le fasi di preparazione e di applicazione includendo le riprese, la chiusura di tracce, i raccordi, i rinzaffi ed il completo trattamento di tutte le parti indicate:

- l'intonaco civile per interni con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>;
- l'intonaco civile per esterni con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>;
- lo strato di finitura per esterni, su superfici già intonacate, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi applicato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere degli spigoli sarà valutato a 1 m<sup>2</sup>.

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili.

L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolatura e serramenti.

Nel computo delle quantità saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

#### **Coloriture e verniciature**

Fermo restando le dettagliate indicazioni dell'elenco prezzi e le ulteriori prescrizioni esecutive del presente capitolato speciale si riportano le seguenti specifiche.

##### *a) Coloriture per interni*

1) La tinteggiatura per interni su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici con idoneo fondo isolante sarà valutata a metro quadrato.

##### *b) Coloriture per esterni*

2) La tinteggiatura per esterni con pittura idonea (a base di silicati di potassio, acrilossilossanica, farina di quarzo, soluzione di silice e silicati potassio, ecc.) su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o



a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici con idoneo fondo isolante sarà valutata a metro quadrato.

### c) Verniciature

3) La verniciatura di cancellate, ringhiere e simili, con mano di antiruggine e due mani di colore su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura e scartavetratura delle superfici sarà valutata a metro quadrato.

4) Il trattamento anticorrosivo, per interni ed esterni di superfici di acciaio o in ferro non trattate, con base di antiruggine coprente su superfici orizzontali e verticali, rette o curve, applicata a pannello o a rullo in due mani, previa pulitura, spolveratura e successivo trattamento delle superfici sarà valutata a metro quadrato.

Si applicheranno le seguenti regole:

- per le opere di ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi e vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata come indicato al periodo precedente;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura della superficie non in vista.

I coefficienti di computo sono riportati nella tabella 89.1.

**Tabella 89.1. Coefficienti per i vari tipi di manufatti**

N.	Elemento da verniciare	Modalità di computo
1	Finestre e portefinestre	1 volta e mezzo
2	Ante d'oscuro 2 volte	
3	Porte a vetri e cieche 2 volte	
4	Persiane a battente 3 volte	
5	Scatolati 1 volta	
6	Cassonetti per avvolgibili	1 volta
7	Persiane avvolgibili 2 volte e mezza	
8	Cancellate, parapetti ed inferriate: superficie in proiezione verticale (in funzione della complessità dell'opera)	da 1 e mezzo a 4 volte
9	Saracinesche in lamiera ondulata	2 volte e mezza
10	Saracinesche a maglia e cancelletti articolati: superficie del foro	3 volte
11	Radiatori ed elementi scaldanti: superficie radiante	1 volta
12	Tubazioni in genere dei vari diametri a metro lineare	1 volta
13	Canali, pluviali, scossaline ed opere in lamiera: superficie effettiva	1 volta
14	Cassette di scarico, mensole di sostegno, cappe (escluso il tubo), portine e sifoni: a numero	1 volta

### Infissi e vetri

#### Infissi

Tutti gli infissi interni ed esterni, realizzati in legno, alluminio o PVC, saranno valutati sulla

base della superficie misurata sul filo esterno dei telai ed il prezzo includerà tutti i coprifili, le guide, il controtelaio, guarnizioni di tenuta ed i vetri del tipo e dello spessore fissato.

Per i serramenti da valutarsi a superficie questa viene misurata su una sola faccia, in base alle dimensioni esterne del telaio fisso, qualora non sia indicato diversamente; anche per le parti centinate si assumono le superfici effettive geometriche; nelle misurazioni non si considerano invece le sporgenze (zampini e simili) da incassare per il fissaggio dei singoli serramenti.

Gli infissi di superficie inferiore a 2,00 m<sup>2</sup> andranno computati in base alla suddetta superficie considerata minima.

Per gli elementi da valutarsi a sviluppo lineare questi si misurano sul perimetro esterno (linea di massimo sviluppo).

La fornitura e la posa in opera degli infissi dovrà comprendere, nel prezzo indicato in elenco, anche tutta la ferramenta necessaria al fissaggio con gli ancoraggi, le maniglie, le cerniere, i sistemi di chiusura e quant'altro occorrente al completo funzionamento ed alla perfetta tenuta degli infissi stessi.

Le serrande di sicurezza avvolgibili, i cancelletti ad estensione, le porte basculanti verranno valutate a superficie secondo i criteri suddetti.

Il prezzo fissato per ogni tipo di infisso sarà comprensivo di quanto necessario alla completa installazione degli

elementi richiesti per la sua completa funzionalità.

#### **Vetri**

Le misure delle opere in vetro si intendono riferite alle superfici effettive di ciascun elemento all'atto della posa in opera, salvo diversa misurazione contenuta nelle voci di elenco prezzi.

Sagome differenti da quelle quadrate o rettangolari andranno computate considerando il parallelogramma in possono essere iscritte e le dimensioni ottenute dovranno essere incrementate con il seguente fattore percentuale:

+ 20% per sagome trapezie o triangolari;

+ 30% per sagome semicircolari;

+ 50% per sagome circolari.

#### **Tubazioni**

##### **Condotte**

Le tubazioni in generale saranno valutate in metri lineari misurato lungo l'asse della tubazione e in base al diametro esterno con tutti gli oneri (curve, giunzioni, pezzi speciali, staffe di ancoraggio o di sostegno, ecc.) previsti dall'elenco prezzi allegato al contratto. La misurazione sarà effettuata sulla rete effettivamente installata a posa in opera ultimata. Dal prezzo è escluso lo scavo e il rinterro.

Per le tubazioni non previste nella fornitura e posa in opera degli impianti dell'opera da realizzare, queste verranno calcolate, salvo casi particolari, a peso od a metro lineare e saranno costituite dai materiali indicati nelle specifiche relative agli impianti stessi.

Il prezzo per le tubazioni resterà invariato anche nel caso che i vari elementi debbano venire inglobati in getti di calcestruzzo e comprenderà ogni onere relativo al fissaggio provvisorio nelle casseforme.

##### **Tubazione per impianti termici o idro-sanitari**

Le tubazioni in rame con rivestimento in PVC per impianti termici o sanitari, tubazioni multistrato saranno valutate in metri lineari misurati dopo la messa in opera, il prezzo dovrà comprendere anche i pezzi speciali, le giunzioni, i raccordi e le staffe di sostegno.

#### **Pluviali e grondaie**

I tubi pluviali e le grondaie in PVC devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elementi di ancoraggio (in acciaio o in rame).

I tubi di rame o in lamiera zincata necessari per la realizzazione di pluviali o gronde saranno valutati secondo il peso sviluppato dai singoli elementi prima della messa in opera ed il prezzo dovrà comprendere anche le staffe e le cravatte di ancoraggio che saranno dello stesso materiale.

#### **Pozzetti e caditoie prefabbricati**

##### **Pozzetti prefabbricati**

I pozzetti prefabbricati devono essere pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

##### **Caditoie prefabbricate**

Le caditoie prefabbricate devono essere pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

#### **Impianto termico e di condizionamento dell'aria, antincendio**

La valutazione delle tubazioni utilizzate per la realizzazione e messa in opera degli impianti termici, idrosanitari, gas, antincendio sarà effettuata, salvo altre prescrizioni, separatamente per ciascun elemento dei suddetti impianti secondo i seguenti criteri, fermo restando le specifiche dettagliatamente indicate nell'elenco prezzi allegato al contratto, si riportano alcune specifiche:

##### *1) Tubazioni e canalizzazioni*

La quantificazione delle tubazioni sarà eseguita secondo i criteri già fissati per tali opere e riportati espressamente nell'articolo relativo dell'elenco prezzi.

Il prezzo per le tubazioni resterà invariato anche nel caso che i vari elementi debbano venire inglobati in getti di calcestruzzo e comprenderà ogni onere relativo al fissaggio provvisorio nelle casseforme.

*2) Caldaie e bruciatori*

Le caldaie ed i bruciatori saranno valutati a numero in relazione alle caratteristiche costruttive, alla potenzialità ed alla portata del combustibile.

*3) Radiatori, gli strumenti di misura e controllo*

I radiatori, gli strumenti di misura e controllo, gli accessori e le parti del circuito e terminali saranno valutati a numero e comprenderanno, incluso nel prezzo, la verniciatura antiossidante degli elementi, i pezzi speciali, i giunti, gli ancoraggi e le rubinetterie di controllo.

*4) Ventilconvettori*

I ventilconvettori saranno valutati a numero in funzione delle caratteristiche costruttive e delle portate d'aria.

*5) Scambiatori di calore, elettropompe, vasi d'espansione, riduttori di pressione, filtri e addolcitori*

Tutti gli scambiatori di calore, le elettropompe, vasi d'espansione, riduttori di pressione, filtri e addolcitori saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere i pezzi speciali, i giunti e i raccordi necessari al completo funzionamento.

*6) Serbatoi autoclave*

I serbatoi autoclave o i gruppi completi autoclave saranno valutati a numero ed in relazione alle caratteristiche costruttive, alle portate ed alla prevalenza di esercizio includendo anche i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*7) Griglie di aereazione, anemostati, bocchette, silenziatori*

Le griglie di aereazione, gli anemostati, le bocchette, i silenziatori saranno misurati in metri quadrati effettivamente installati ed il prezzo dovrà includere i pezzi speciali, i giunti, i telai, i raccordi e gli ancoraggi.

*8) Cassette riduttrici della pressione dell'aria, lettoventilatori, valvole, saracinesche e rubinetterie*

Le cassette riduttrici della pressione dell'aria, gli elettroventilatori, le valvole, le saracinesche e le rubinetterie saranno valutate a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*9) Batterie di scambio termico*

Le batterie di scambio termico saranno valutate in base alla misurazione della superficie frontale per il numero dei ranghi.

*10) Apparecchi per impianti di condizionamento dell'aria*

I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori d'aria calda, i gruppi di refrigerazione, le torri di raffreddamento saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*11) Apparecchi per il trattamento dell'acqua, i gruppi antincendio*

Tutti gli apparecchi per il trattamento dell'acqua, i gruppi antincendio UNI 45 e UNI 70, gli attacchi motopompa e gli estintori portatili saranno valutati a numero ed il prezzo dovrà comprendere tutti i pezzi speciali, i giunti, i raccordi e gli ancoraggi.

*12) Rivestimenti isolanti per tubazioni*

I rivestimenti isolanti per tubazioni realizzati con schiume poliuretatiche espanse ed installati intorno alla superficie esterna delle tubazioni stesse saranno valutati a metro lineare, gli isolamenti di piastre o superfici piane saranno valutati a metro quadro.

**Impianti elettrici**

I seguenti criteri di valutazione debbono essere applicati agli impianti elettrici, telefonici, citofonici, televisivi, antintrusione, diffusione sonora, rilevamento incendi e trasmissione dati, tutti i componenti devono essere rispondenti alle norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, inoltre devono essere provvisti del marchio di qualità IMQ; si riportano alcune specifiche fermo restando le specifiche caratteristiche dell'elenco prezzi:

- 1) Le derivazioni per punto luce semplice, interrotto o commutato, realizzato con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 2) Il punto di comando per punti luce semplice, interrotto, deviato, a pulsante realizzato con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 3) Il punto di presa di corrente con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero secondo la sezione del conduttore.
- 4) Il punto di presa televisiva con tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale sarà valutato a numero.
- 5) Tutti i tubi di protezione e le canalette portacavi saranno valutati a metro lineare secondo lo sviluppo

misurato in opera; nel prezzo saranno compresi i raccordi, i morsetti ed il fissaggio delle singole parti.

Le opere murarie, nel caso di impianto sottotraccia, dovranno essere valutate a seconda della natura del tipo di muratura.

- 6) I cavi unipolari o multipolari, i cavi trasmissione dati, i cavetti telefonici ed i cavi schermati per antenne od usi speciali saranno valutati a metro lineare misurato in opera con l'aggiunta di un metro per ogni quadro o centralina presente nell'impianto; tale valutazione comprenderà anche i capicorda, i marca cavi mentre resteranno esclusi i terminali dei cavi di MT che saranno computati a parte. La lunghezza dei cavi unipolari dovrà essere incrementata di 30 cm per ogni scatola o cassetta installata e di 20 cm per ogni scatola da frutto.
- 7) Le scatole, le cassette di derivazione, le scatole a tenuta stagna saranno valutate a numero in base alla dimensione comprendendo nel prezzo anche i raccordi, le eventuali guarnizioni di tenuta e le parti di fissaggio.
- 8) I quadri elettrici da incasso o da parete in materiale isolante conformi alle norme CEI e grado di protezione stabilito contrattualmente, completi di sportelli trasparenti/fumé, guide DIN, pannelli cingheri e firati, copri foro, barra equipotenziale e morsettiera saranno valutati a numero secondo la dimensione data dal numero dei moduli.
- 9) Tutti i terminali dei vari impianti installati quali i citofoni o videocitofoni, le centraline antintrusione, i diffusori sonori, i segnalatori audiovisivi e di controllo saranno valutati a numero e secondo le caratteristiche di realizzazione.
- 10) I corpi illuminanti (per esempio plafoniera compatta stagna, plafoniera prismatizzata, plafoniera lamellare, plafoniera di emergenza) saranno valutati a numero e in base al tipo di lampada installata (FLC, FL, ecc.) includendo nel prezzo i vari raccordi e accessori.
- 11) I campanelli elettrici per porta d'ingresso completi di suoneria e trasformatore, cassetta di

derivazione ad incasso, pulsante a parete ad incasso di tipo modulare con linea sottotraccia, saranno valutati a numero.

- 12) L'impianto di citofono con apparecchio citofonico da interno cinesole di suoneria e chiamata e pulsante di azionamento serratura elettrica, ecc. sarà valutato per ogni punto di ricezione.

#### Impianti d'ascensore

Gli impianti d'ascensore devono essere valutati a corpo per ciascun impianto.

### **Art. 90. Lavori in economia non previsti in contratto**

#### Lavori eventuali non previsti. Concordamento nuovi prezzi

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi secondo le prescrizioni dell'art. 106, comma 1, lett. a) del Codice dei contratti, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'appaltatore o da terzi. Gli oneri relativi alle assicurazioni del personale addetto all'utilizzo e/o al trasporto dei mezzi sono a carico dell'appaltatore, il quale si impegna sin d'ora al relativo adempimento.

#### Manodopera

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

#### Noli

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Il prezzo di noleggio comprende gli oneri relativi ai conducenti, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. Sono a carico dell'appaltatore la manutenzione ordinaria e straordinaria degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio e allontanamento dei detti meccanismi.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia devono essere forniti in pieno stato di efficienza.

**RECUPERO DELLE STRUTTURE IN C.A..**

-I prodotti da applicare per il consolidamento delle strutture in c.a. dovranno fare riferimento alla tabella riportata di seguito ed alle normative, ivi indicate.

CATEGORIA	NORMA DI RIFERIMENTO	PRODOTTI	TIPOLOGIA
Protettivi da applicare sulla superficie del calcestruzzo	EN 1504-2	1) IDROREPELLENTI (H)	1) Liquido pronto all'uso (Silossani)
		2) IMPREGNANTI (I)	2) Liquido pronto all'uso (Sificonati, resine acriliche)
		3) RIVESTIMENTI (C)	3) Liquidi pronto all'uso, resine acriliche in emulsione o malte polimero/cemento mono (polvere) o bicomponenti (polvere/liquido)
Prodotti per la ricostruzione e la rasatura di elementi in c.a.	EN 1504-3	4) MALTE PER RASATURA (MR)	4) Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)
		5) MALTE TISSOTROPICHE (MT)	5) Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)
		6) MALTE COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (MC o MSC)	6) Premiscelato in polvere monocomponente
		7) BETONCINI COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (BC o BSC)	7) Premiscelato in polvere monocomponente con aggiunta di aggregato grosso $D_{max}$ 8-12mm
		8) CALCESTRUZZI SUPERFLUIDI O AUTOCOMPATTANTI (CS o SCC)	8) Legante premiscelato in polvere con aggiunta di sabbia e aggregato grosso $D_{max} \geq 16mm$
Adesivi strutturali e primer per riprese di getto	EN 1504-4	9) PASTE O STUCCHI EPOSSIDICI (SE)	9) Sistemi bicomponenti (resina/indurente)
Sistemi per l'iniezione di strutture fessurate	EN 1504-5	3) SISTEMI INIETTANTI A BASSA VISCOSITÀ DI NATURA EPOSSIDICA (SI)	10) Sistemi bicomponenti (resina/indurente)
Prodotti per l'ancoraggio di tondini e tirafondi metallici o in materiale composito	EN 1504-6	3) MALTE COLABILI O AUTOCOMPATTANTI (MC o MSC/MSC)	11) Premiscelato in polvere monocomponente
Prodotti per la protezione dei ferri di armatura	EN 1504-7	3) MALTE TISSOTROPICHE (Steel Protective Mortar: MSP)	Premiscelato mono (polvere) o bicomponente (polvere/liquido)

-Per quanto attiene invece alle operazioni di esecuzione si farà riferimento a quanto di seguito indicato:

**PILASTRI E TRAVI IN CALCESTRUZZO ARMATO**  
*Ripristino localizzato con conservazione della sezione originaria*  
*Spessori di riporto minori di 60-70 mm*

**CICLO DI RIPRISTINO**

1. Asportazione parti incoerenti e delimitazione dell'area di intervento.
2. Martellinatura/bocciardatura.
3. Pulizia (e protezione eventuale) dei ferri d'armatura.
4. Ricostruzione con malta MT.
5. Rasatura con malta MR.
6. Protezione e decorazione con rivestimento acrilico colorato (AE).

**MATERIALI**

- Protettivo MSP (EN1504-7).
- Malte MT-R3 o MT-SB-R4 (EN1504-3, PCC).
- Malte MR-R2 o MT-SB-R4 (EN1504-3, PCC).
- Rivestimento AE (EN 1504-2/C-PI).

**MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Asportare le parti incoerenti del calcestruzzo con strumenti manuali (picozzatura con martellina leggera) e delimitare l'area di intervento eseguendo tagli perpendicolari alla superficie utilizzando un flessibile per una profondità sufficiente (almeno di 10 mm) a rimuovere, successivamente, il calcestruzzo degradato e a mettere a nudo i ferri di armatura corrosi. A tergo del ferro si dovrà garantire una luce libera pari almeno al diametro del tondino. Mediante getto di acqua in pressione rimuovere il lattice superficiale su tutta la superficie dell'elemento fino ad ottenere un grado di irruvidimento con asperità di  $\pm 1-2$  mm.
2. Scarificare la superficie del calcestruzzo nell'area delimitata con demolitori leggeri alimentati ad aria compressa, fino a raggiungere un grado di irruvidimento con asperità di  $\pm 5$  mm.
3. Spazzolare (o sabbiare dove necessario) i ferri di armatura fino al grado St2 o SA2,5 dello standard ISO 8501-1 ed, eventualmente, inte-

grare l'armatura con la saldatura di monconi e/o con staffe aggiuntive.

4. Eventualmente passivare e proteggere i ferri di armatura applicando in due mani, a pennello, in spessore non superiore a 1.5 mm, un protettivo a base cementizia (MSP), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-7.
5. Dopo aver atteso almeno 24 ore dall'eventuale applicazione del protettivo MSP, ripristinare le superfici in calcestruzzo degradato nell'area delimitata applicando a cazzuola una malta premiscelata tixotropica (MT) provvista di marcatura CE, conforme ai requisiti prestazionali R3, prospetto 3, definiti dalla EN 1504-3, di tipo PCC. In alternativa, utilizzare una malta MT-SB, conforme ai requisiti prestazionali R4, prospetto 3, di tipo PCC.
6. Prima dell'applicazione della malta MT o MT-SB, saturare le superfici in calcestruzzo con getto d'acqua.
7. Dopo aver atteso almeno 24 ore (per le malte MT-SB rapide l'attesa è di circa 2 ore) dall'ultimazione della ricostruzione, saturare le superfici con getto d'acqua e regolarizzare tutte le superfici in calcestruzzo e le parti ricostruite applicando a spatola una malta per rasatura MR-R2 (se la ricostruzione è avvenuta con malte MT), conforme ai requisiti prestazionali R2, prospetto 3, definiti dalla EN 1504-3, oppure (se la ricostruzione è stata effettuata con malta MT-SB R4) utilizzando la malta MT-SB R4. Rifinire con fratazzo di spugna.
8. Applicare a pennello, rullo o a spruzzo un primer a solvente. Proteggere le superfici in calcestruzzo applicando a pennello, rullo o a spruzzo in due mani successive un rivestimento protettivo a base di resine acriliche in dispersione acquosa (AE), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-2, tipologia di prodotto C (rivestimenti) - PI.

## **RINFORZO DELLE STRUTTURE IN C.A. CON MATERIALI COMPOSITI.**

-I prodotti da applicare per il rinforzo delle strutture in c.a. con materiali compositi, le certificazioni da produrre, i controlli di accettazione, le prove da eseguire, ogni e qualsiasi altra operazione per eseguire e certificare a regola d'arte gli interventi, dovranno fare riferimento a quanto contenuto nei seguenti documenti:

-“Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti” CSLP72015.

“Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a matrice inorganica”  
CNR DT215-2018”

“Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie”  
CNR DT200R1-2013”

-Per quanto attiene invece alle operazioni di esecuzione si farà riferimento a quanto di seguito indicato:

### **ADEGUAMENTO STRUTTURALE MEDIANTE SISTEMI COMPOSITI**

I materiali compositi nel settore del ripristino sono applicati principalmente per:

- rinforzare a flessione elementi strutturali quali travi, solai a travetti e pignatte e a soletta piena;
- rinforzare a taglio travi;
- rinforzare a torsione elementi strutturali;
- confinare elementi verticali in c.a.;
- reintegrare l'armatura in elementi strutturali che presentano ferri fortemente corrosi;
- migliorare il comportamento antisismico eliminando i meccanismi di collasso fragile e di piano (*soft floor*), aumentando la capacità deformativa globale della struttura ed evitando il ribaltamento dei pannelli di tamponamento al di fuori del piano (*Scheda D.8*).

Dal punto di vista pratico per utilizzare i sistemi compositi di rinforzo strutturale bisogna rispettare alcune regole e accorgimenti quali:

- non è possibile applicare i materiali compositi su elementi in calcestruzzo con resistenza a compressione in opera (resistenza strutturale) inferiore a  $15 \text{ N/mm}^2$ ;
- l'utilizzo delle resine epossidiche deve essere sospeso quando la temperatura ambientale è al di fuori dall'intervallo  $5\text{-}30^\circ\text{C}$ ;
- per migliorare l'efficienza di interventi di rinforzo effettuati mediante incollaggio di tessuti, ad impregnazione ultimata, è possibile applicare il vuoto per eliminare le bolle d'aria;
- prima di procedere all'esecuzione su larga scala dell'intervento è sempre opportuno individuare delle aree campione sulle quali simulare tutte le fasi del processo ed alla fine eseguire delle prove di strappo;
- utilizzando compositi in carbonio è indispensabile evitare il contatto del sistema con i ferri di armatura in quanto l'accoppiamento condurrebbe a fenomeni di corrosione per contatto galvanico.

### **RINFORZO CON LAMINE IN CARBONIO**

#### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a flessione di travi, solai a travetti e pignatte e a soletta piena e a pressoflessione (sforzo normale di grande eccentricità) di elementi verticali.
- Reintegro armatura.

#### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di applicare le lamine pultruse in carbonio sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attenersi alle indicazioni del produttore relativamente ai tempi di asciugatura prima di procedere con il rinforzo mediante FRP.

#### **MATERIALI**

- Primer epossidico bicomponente.
- Stucco epossidico bicomponente (SE) a consistenza tissotropica, marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013;
- Lamine pultruse in fibra di carbonio.

#### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il lattice di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie

scabra con asperità di  $\pm 2 \text{ mm}$ . Mediante aria compressa rimuovere i residui di polvere. Questa operazione non è necessaria se la lamina viene integralmente applicata su elementi ricostruiti con malte tixotropiche.

2. Tagliare le lamine in accordo agli elaborati di progetto con un flessibile a lama diamantata e rimuovere la pellicola protettiva.
3. Applicare a rullo o a pennello un primer epossidico bicomponente fluido sulla superficie di calcestruzzo ove verrà incollata la lamina.
4. Applicare, con una spatola piana, uno strato uniforme di  $1.0\text{-}1.5 \text{ mm}$  di spessore di adesivo epossidico bicomponente tissotropico (SE) sulla lamina pultrusa sul lato dove è stata rimossa la pellicola protettiva e lasciarlo.
5. Applicare, con una spatola piana, uno strato uniforme di  $1.0\text{-}1.5 \text{ mm}$  di spessore di adesivo epossidico tissotropico (SE) sulla superficie dell'elemento in calcestruzzo.
6. Applicare la lamina sull'elemento in calcestruzzo esercitando una pressione costante su tutta la sua estensione.
7. Eliminare la resina in eccesso con una spatola, non spostando la lamina.
8. Se necessario applicare più strati di lamina attendere l'indurimento dell'adesivo e riprendere dal punto 4.



## **RINFORZO CON TESSUTI IN CARBONIO O IN ACCIAIO IN MATRICE EPOSSIDICA**

### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a taglio e torsione di travi.
- Confinamento elementi verticali o pressoinflesse (con piccola eccentricità).
- Reintegro armatura.
- Miglioramento del comportamento antisismico.

### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di procedere all'incollaggio dei tessuti sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attenersi alle indicazioni del produttore relativamente ai tempi di asciugatura prima di procedere all'incollaggio dei tessuti.

### **MATERIALI**

- Primer epossidico bicomponente;
- Stucco epossidico bicomponente (SE) a consistenza tissotropica, marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013;
- Adesivo epossidico bicomponente (EA), marcato CE, conforme alla EN 1504-4 e CNR-DT 200 R1/2013.
- Tessuto in fibra di acciaio o carbonio.
- Pittura elastomerica (AE) marcata CE, conforme alla EN 1504-2 (C).

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Nel caso di rinforzo a taglio, torsione o confinamento, riprofilare gli spigoli vivi della sezione in c.a., in corrispondenza delle zone dove sarà applicato il rinforzo, a mano o con idonei utensili meccanici non battenti garantendo un raggio di curvatura  $r_{\min} \geq 20\text{ mm}$ .
2. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il lattice di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie scabra con asperità di  $\pm 2\text{ mm}$ . Questa operazione non è necessaria se il tessuto deve essere integralmente incollato su un elemento ricostruito con malte tixotropiche.
3. Taglio delle fasce di tessuto secco secondo progetto. Le fasce saranno conservate a piè d'opera ed ordinate secondo la sequenza applicativa, assicurando un'adeguata protezione dal contatto diretto con polveri.
4. Applicazione a rullo o a pennello di un primer epossidico bicomponente fluido sulla superficie di calcestruzzo pulita ed asciutta per una larghezza almeno pari a quella del tessuto da applicare.

5. Realizzazione di uno strato di rasatura con stucco epossidico (SE), in spessore di circa 2-4 mm sulla superficie del calcestruzzo, precedentemente impregnata con primer, e prima che quest'ultimo gelifichi (fresco su fresco).
6. Lisciatura dello stucco epossidico (SE) con spatola piana, per uniformare e regolarizzare tutte le difformità sulla superficie. Per rinforzo a taglio, torsione o confinamento, con lo stesso prodotto si procederà ad arrotondare gli spigoli vivi esterni e a raccordare gli spigoli vivi interni (concavità) mediante riporto diretto del prodotto ( $r_{\min} = 20\text{ mm}$ ).

7. **TESSUTO IN ACCIAIO:** inglobamento del tessuto in acciaio nella matrice esercitando una energica pressione con spatola o rullo di acciaio. Applicazione di uno strato ulteriore di stucco epossidico (SE) in spessore di 1-3 mm fino a totale ricoprimento del tessuto. Se previste giunzioni delle fasce nella direzione delle fibre realizzare una sovrapposizione di almeno 15-20 cm.

**TESSUTO IN CARBONIO:** applicazione dell'adesivo epossidico (EA) sulla rasatura in stucco prima che quest'ultima gelifichi (fresco su fresco) mediante un pennello o un rullo a pelo corto, per uno strato di circa 0.50 mm. Posizionamento delle fasce di tessuto immediatamente dopo l'applicazione del primo strato di adesivo, stendendole con le mani protette da guanti di gomma impermeabili, senza formare grinze. Passare con apposito rullino metallico sopra il tessuto incollato per favorire la penetrazione dell'adesivo e della resina attraverso le fibre (impregnazione) ed eliminare grinze o bolle d'aria formatesi. Applicazione del secondo strato di adesivo epossidico (EA) a pennello o a rullo a pelo corto (fresco su fresco), in spessore uniforme, di circa 0.50 mm a completa ricopertura della fascia di tessuto. Ripassare più volte sul tessuto impregnato il rullino metallico. Se previste giunzioni delle fasce nella direzione delle fibre, realizzare una sovrapposizione di almeno 15-20 cm tra fasce contigue.

8. Se si dovesse interrompere l'applicazione o sia prevista una finitura e/o protezione, "spolverare" (a mano o meccanicamente) della sabbia fine di quarzo sull'ultimo strato di resina applicato per garantire l'adesione dei materiali applicati successivamente.
9. Eventuale pittura elastomerica protettiva o realizzazione di intonaco e tinteggiatura.

### **RINFORZO CON TESSUTI IN ACCIAIO IN MATRICE INORGANICA**

#### **OBIETTIVI**

- Rinforzo a flessione di travi, solai a travetti e pignatelli e a soletta piena.
- Rinforzo a taglio e torsione di travi.
- Confinamento elementi verticali o pressoinflessi.
- Reintegro armatura.
- Miglioramento del comportamento antisismico.

#### **AZIONI PRELIMINARI**

Prima di procedere all'incollaggio dei tessuti sarà necessario:

- a) Sigillare le lesioni di ampiezza  $> 0.3\text{mm}$  (*Scheda D.7.B*);
- b) Ripristinare le porzioni di sezione che si presentano degradate (*Scheda D.4*). Dopo la ricostruzione attendere 24 ore prima di procedere all'incollaggio dei tessuti in acciaio con malta.

#### **MATERIALI**

- Malta MT-SB-R4 (EN1504-3).
- Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato.
- Rivestimento elastomerico acrilico (AE), marcato CE, conforme EN 1504-2/C-PI.

#### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

1. Nel caso di rinforzo a taglio, torsione o confinamento, riprofilare gli spigoli vivi della sezione in c.a. in corrispondenza delle parti dove sarà applicato il rinforzo a mano o con idonei utensili meccanici non battenti garantendo un raggio di curvatura  $r_{\min} \geq 20\text{ mm}$ ;
2. Mediante sabbiatura o idropulizia in pressione eliminare il latte di cemento sull'elemento da trattare per ottenere una superficie scabra con asperità di  $\pm 2\text{ mm}$ . Questa operazione non è necessaria se la ricostruzione è avvenuta mediante malte tixotropiche.
3. Applicare un primo strato di malta (MT-SB-R4) per uno spessore minimo 3-5 mm, dopo aver bagnato il substrato.
4. Tagliare e presagomare il tessuto in fibra d'acciaio secondo quanto riportato nelle tavole di progetto. Le fasce saranno conservate a piè d'opera ed ordinate secondo la sequenza applicativa, avendo cura di assicurare un'adeguata protezione dalla polvere.
5. Applicare sulla matrice ancora fresca il tessuto. Per un perfetto inglobamento nella matrice esercitare energica pressione con la spatola e verificare che la malta stessa fuoriesca dai trefoli per garantire un'ottima adesione.
6. Sovrapporre due strati di tessuto in fibra d'acciaio per almeno 30 cm nei punti di giunzione longitudinale.
7. Rasare con malta MT-SB-R4 per uno spessore di circa 2-3mm per inglobare completamente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti.
8. Se si devono applicare più strati sovrapposti, si ripetano le azioni dal punto 3 al punto 7.
9. Nel caso si voglia garantire una maggiore aderenza del tessuto, inserire dei connettori metallici manualmente o con idoneo utensile meccanico, per il fissaggio del tessuto in aderenza alla superficie in c.a. e per la conservazione del corretto posizionamento del tessuto.
10. Qualora si dovesse interrompere la sequenza applicativa lasciare la superficie della rasatura scabra, non lisciata;
11. Proteggere le superfici applicando a pennello, rullo o a spruzzo in due mani successive un rivestimento protettivo a base di resine acriliche in dispersione acquosa (AE), provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali definiti dalla EN 1504-2, tipologia di prodotto C (rivestimenti) - PI.

***Voci di capitolato per prodotti e sistemi  
per il restauro e la manutenzione***

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO						
		BC-R4 BC-SB-R4		BC-RI-R4 BC-SB-RI-R4		CS-R4		
Spessore di applicazione	-	60-80 mm	80-100 mm	60-80 mm	80-100 mm	100-130 mm	130-160 mm	160-200 mm
Diámetro massimo dell'aggregato*	EN 12620	8 mm	12 mm	8 mm	12 mm	16 mm	22 mm	32 mm
Lavorabilità: spandimento*	EN 13395-1 (BC) EN 206 (CS)	250-280 mm [2]					F5-F6	
Modulo elastico secante a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	SIA 262 (G) DIN 1048 Parte 5 UNI 6556	$\leq 32000 \text{ N/mm}^2$ $\geq 25000 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 12390-5 EN 196-1 (BC-RI)	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$		$\geq 6 \text{ N/mm}^2$		$\geq 2 \text{ N/mm}^2$		
Resistenza a trazione per flessione a 7 giorni in acqua (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 196-1 (BC-RI)	-		$\geq 8 \text{ N/mm}^2$		-		
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	EN 12390-5 EN 196-1 (BC-RI)	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$		$\geq 10 \text{ N/mm}^2$		$\geq 4 \text{ N/mm}^2$		
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza alla carbonatazione in condizioni CC e/o PCC (non richiesta se è previsto un rivestimento protettivo conforme alla EN 1504-2)	EN 13295	$dk \leq$ del calcestruzzo di controllo (MC 0.45)						
Espansione contrastata a 1 giorno all'aria (T=20°C; U.R. = 50%) [1]	UNI 8148	$> 20 \mu\text{m/m}$						
Contenuto di cloruri	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$						
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo in condizioni CC e/o PCC	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$						
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC*	EN 12390-3	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (definito dal progettista strutturale)		[3]		$\geq 45 \text{ N/mm}^2$ (definito dal progettista strutturale)		

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per betoncini colabili (BC) e calcestruzzo superfluido (CS)

[1] Dato da fornire su espresa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche.

[2] Valore puramente indicativo purché il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia colabile e si possa gettare entro cassero.

\* Da verificare con controllo di accettazione in cantiere.

Resistenza a compressione	
Dopo 4h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 15/20/30 \text{ N/mm}^2$
Dopo 8h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 20/25/35 \text{ N/mm}^2$
Dopo 24h (U.R. = 95%) alla T di 5/20/35 °C	$\geq 30/50/50 \text{ N/mm}^2$
A 7 gg. in condizioni CC e/o PCC alla T di 5/20/35 °C	$\geq 40/60/55 \text{ N/mm}^2$
A 28 gg. in condizioni CC e/o PCC alla T di 5/20/35 °C	$\geq 55/70/60 \text{ N/mm}^2$

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per malte per la rasatura tradizionale (MR o MT-SB) o per rasature e intonaci armati (MRA)

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO			
		MR-R2	MR-R3	MT-SB-R4	MRA-R2
Modulo elastico (statico) secante a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 13412	$\leq 12000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 18000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 28000 \text{ N/mm}^2$ $\geq 20000 \text{ N/mm}^2$	$\leq 12000 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 12190	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni in condizioni CC e/o PCC	EN 1542	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$			
Resistenza alla carbonatazione in condizioni CC e/o PCC	EN 13295	$dk <$ del calcestruzzo di controllo (MC 0.45)			
Contenuto di cloruri	EN 1015-17	$\leq 0.05\%$			
Compatibilità termica cicli di gelo-disgelo in condizioni CC e/o PCC; valore di adesione	EN 13687-1	$\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$			
Assorbimento capillare in condizioni CC e/o PCC	EN 13057	$\leq 0.5 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0.5}$			
Resistenza a trazione per flessione a 1 giorno (T= 18-22°C e U.R.=95%)	EN 196-1	$\geq 2 \text{ N/mm}^2$	$\geq 3 \text{ N/mm}^2$	$\geq 7 \text{ N/mm}^2$	$\geq 4 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione per flessione a 28 giorni in condizioni CC e/o PCC		$\geq 4 \text{ N/mm}^2$	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$	$\geq 11 \text{ N/mm}^2$	$\geq 9 \text{ N/mm}^2$
Lavorabilità: spandimento [1]	EN 13395-2	140-160 mm		150-180mm	140-160 mm

[1] Valore puramente indicativo purché il premiscelato confezionato con la percentuale di acqua suggerita dal produttore sia applicabile a mano e/o spruzzo senza sfridi e/o rimbalzi eccessivi.

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per protettivi per ferri d'armatura (MSP)

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO
		MSP
Spessore di applicazione [1]	-	1-2 mm
Lavorabilità	Metodo Brookfield	15000-20000 mPa.s
Protezione dalla corrosione	EN 15183	Nessuna corrosione
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$\geq 45^\circ\text{C}$
Adesione per taglio	EN 15184	$\leq 80\%$ del ferro non trattato

[1] Spessore secco del rivestimento per l'ottenimento dei requisiti prestazionali richiesti.

## VOCI DI CAPITOLATO PER PRODOTTI E SISTEMI PER IL RESTAURO E LA MANUTENZIONE

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		TI	AG [1]
Perdita di massa dopo cicli di gelo-disgelo in presenza di sali disgelanti (solo per strutture in classe XF)	EN 13581	La perdita di massa della superficie del provino impregnato deve verificarsi 20 cicli più tardi rispetto a quella del provino non impregnato	-
Profondità di penetrazione del trattamento idrofobico su provini di calcestruzzo C (0.70) di 100 mm di lato secondo la EN 1766	Pr EN 14630	Classe I < 10 mm	
		Classe II > 10 mm	
Assorbimento d'acqua e resistenza agli alcali	EN 13580	Rapporto d'assorbimento < 7.5% rispetto al provino non trattato	
		Rapporto d'assorbimento (dopo l'immersione in soluzione di alcali) < 10%	
Coefficiente di velocità di essiccazione	EN 13579	Classe I > 30%	
		Classe II > 10%	
Diffusione degli ioni cloruro	Regolamenti nazionali	Non richiesto se l'assorbimento capillare di acqua è < 0.01 kg/m <sup>2</sup> ·h <sup>0.5</sup>	

[1] Prima dell'inizio dei lavori è obbligatorio eseguire una prova di idropulizia con acqua calda su superficie di 50x50 cm<sup>2</sup> sottoposta a trattamento con vernice spray in colore e quantità prefissata che deve dare esito positivo.

## Tabella

Prescrizione di capitolato per trattamenti idrorepellenti (TI) e antigraffiti (AG)

## Tabella

Prescrizione di capitolato per rivestimenti protettivi

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO			
		AE	AC	ASC	PC
Spessore di applicazione [1]	EN ISO 2808	≥ 0.15 mm	≥ 0.10 mm	≥ 0.05 mm	≥ 2.0 mm
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-1/2	≤ 2.5 m	≤ 1.0 m	≤ 0.5 m	≤ 5.0 m
Permeabilità alla CO <sub>2</sub>	EN 1062-6	≥ 300 m	≥ 200 m	> 50 m	≥ 300 m
Prova di aderenza per trazione diretta su substrato MC (0.40) come specificato nella EN 1766, dopo 7 giorni all'aria (T= 23°C e U.R.=50%)	EN 1542	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 1.8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 0.8 N/mm <sup>2</sup>
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	< 0.1 kgm <sup>2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>
Capacità di crack-bridging	Metodo A – Apertura continua della fessura [2]	0.5 < A3 ≤ 1.25 mm (T=-10°C)	0.25 < A2 ≤ 0.5 mm (T=-10°C)	0.1 < A1 ≤ 0.25 mm (T=-10°C)	0.5 < A3 ≤ 1.25 mm (T=-10°C)
	Metodo B – Apertura ciclica della fessura [2]	B1 (T=-10°C)	-	-	B1 (T=-10°C)

[1] Spessore secco del rivestimento per l'ottenimento dei requisiti prestazionali richiesti.

[2] Dato da fornire su espressa richiesta del committente per particolari lavori e/o condizioni climatiche. Il requisito richiesto si riferisce alla temperatura di prova suggerita dalla norma EN 1062-7. Sono ammesse anche altre temperature di prova purché più restrittive rispetto a quella indicata nei "Requisiti prestazionali".

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		SI	
Aderenza mediante forza di trazione	EN 12618-2	Rottura del substrato	
Aderenza mediante resistenza al taglio inclinato	EN 12618-2	Rottura monolitica	
Ritiro volumetrico	EN 12617-2	< 3.0%	
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	> 40°C	
Iniettabilità in un mezzo asciutto	1) Apertura della lesione ≤ 0.3 mm	Classe di iniettabilità < 8 min per fessure di ampiezza > 0.2 mm Splitting test > 7 N/mm <sup>2</sup> Fessure riempite > 90 % Rottura coesiva del substrato	
	2) Apertura della lesione > 0.3 mm		
Iniettabilità in un mezzo non asciutto (se necessario)	1) Apertura della lesione ≤ 0.3 mm	EN 1771	
	2) Apertura della lesione > 0.3 mm		
Durabilità	EN 12618-2	Rottura coesiva del substrato	
Viscosità	EN ISO 3219	< 500 mPa·s	
Sviluppo di resistenza alla trazione per i polimeri	EN 1543	> 3 N/mm <sup>2</sup> entro 72 h o entro 10 h per movimenti giornalieri della fessura maggiori del 10% o di 0.03 mm	

## Tabella

Prescrizione di capitolato per sistemi epossidici iniettanti a bassa viscosità (SI)

**Tabella**

Prescrizione di capitolato per adesivo epossidico per l'incollaggio di tessuti in carbonio (EA) e per sistemi epossidici a "stucco" (SE) per sigillatura di lesioni, incollaggio di lamine in carbonio e tessuti in acciaio e rasatura di superfici prima dell'incollaggio di tessuti in carbonio con l'adesivo EA

PRESTAZIONE	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	
		SE	EA
Viscosità	Metodo Brookfield	700-900 Pa·s	6.0-7.0 Pa·s
Adesione per trazione diretta	EN 12188	$\geq 14 \text{ N/mm}^2$	
Adesione per taglio inclinato	50°	$\geq 50 \text{ N/mm}^2$	
		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	
		$\geq 70 \text{ N/mm}^2$	
Resistenza al taglio	EN 12188	$\geq 12 \text{ N/mm}^2$	
Ritiro	EN 12617-1	$\leq 0.1\%$	
Lavorabilità	EN ISO 9514	> 30 min. a 20°C	
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$	
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	$\leq 100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (misurato tra -25°C e +60°C)	
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$\geq +40^\circ\text{C}$	
Durabilità	EN 13733	Taglio a compressione > della resistenza a trazione del calcestruzzo	
		Nessuna rottura nei provini acciaio/adesivo/acciaio	

**Controlli in opera**

PRESTAZIONE	PRODOTTO	NORMA DI RIFERIMENTO	REQUISITO	FREQUENZA
Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni (valore medio)	MT-R3	EN 1542	$\geq 1.2 \text{ N/mm}^2$	1 prova (5 strappi su 1 m <sup>2</sup> ) ogni 50 m <sup>2</sup>
	MT-R4 e MT-SB-R4 MC-R4 e MC-SB-R4 MC-RI-R4 MC-RI-SB-R4 BC-R4 e BC-SB-R4 BC-RI-R4 e BC-SB-RI-R4 MR-R2 e MR-R3 MRA-R2		$\geq 1.6 \text{ N/mm}^2$	
	AE AC ASC		$\geq 1.4 \text{ N/mm}^2$	
	PC		> 0.5 N/mm <sup>2</sup>	
Adesione di lamine (5x5 cm) al calcestruzzo dopo 7 giorni all'aria (T=23°C e U.R.=50%): valore medio/minimo	SE		Rottura coesiva del substrato	
Resistenza caratteristica in opera	BC-R4 e BC-SB-R4 BC-RI-R4 e BC-SB-RI-R4 CS-R4	EN 1504-1	$> 0.85 \cdot R_{ck-progetto}$	A discrezione D.L.
Spessore secco (valore medio)	AE AC ASC	EN ISO 2808	$\geq$ di quello indicato per il superamento dei requisiti prestazionali richiesti	1 prova ogni 100 m <sup>2</sup>
Profondità di penetrazione del trattamento idrofobico (secondo EN 13579)	TI AG	Pr EN 14630	Classe I < 10 mm Classe II > 10 mm	Prima dell'inizio dei lavori e ogni 50 m <sup>2</sup>
Assorbimento d'acqua (Tubo di Karsten)	TI AG	-	$\leq 50\%$ rispetto al calcestruzzo non idrofobizzato	
Velocità di propagazione delle onde ultrasonore a discrezione della D.L.	SI	-	> 90% di quella nel calcestruzzo non fessurato	A discrezione D.L.
Spessore minimo di applicazione	SE	EN ISO 2808	3mm	1 prova ogni 100 m <sup>2</sup>

**Tabella**

Controlli in opera da eseguirsi su materiali e prodotti per il restauro di elementi in c.a.