



STUDIO BALDI & ASSOCIATI, INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Ing. Franco Baldi - Ing. Alessandro Baldi - Arch. Meri Ascani

via europa 95, 51039 quarrata pistoia, tel 0573 73182 - 0573 736155, fax 0573 779119
e-mail alex@studiobaldiassociati.it - postmaster@studiobaldiassociati.it p.i. 01592780470



Regione Toscana - Provincia di Pistoia

COMUNE di QUARRATA

Piazza della Vittoria n. 1

PROGETTISTA

Ing. ALESSANDRO BALDI

COLLABORATORI

Progetto Architettonico:
Arch. TOMMASO CAPPELLI
Arch. GIULIA BALDI

Progetto Impianti Elettrici e speciali:
Ing. SIMONE ARRIGUCCI

Progetto Impianti Meccanici:
Ing. SIMONE ARRIGUCCI

Progetto Acustica:
Ing. MANUEL GORI

TITOLO DEL PROGETTO

REALIZZAZIONE DI PALESTRA AL SERVIZIO DELLA
SCUOLA PRIMARIA "DE ANDRE" E SCUOLA
DELL'INFANZIA "MADRE TERESA DI CALCUTTA"

FASCICOLO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

UBICAZIONE

via Rubattorno ang. Via del Paradiso - Loc. Santonuovo - Quarrata

DISEGNO N.

A3.1

N.	DATA	OGGETTO REV.
1	15/04/2019	INTEGRAZIONE 1
2		
3		
4		
5		
6		

DATA

DOCUMENTO CAD

ARCHIVIO POSIZ. N.

358

PROGETTISTA

RUP

D.L.

NOTE

Relazione generale illustrativa dell'opera

Il presente intervento ha come oggetto la realizzazione di un nuovo edificio scolastico adibito a palestra per attività ludico-motoria in adiacenza del plesso scolastico di Santonovo, nel Comune di Quarrata, via Rubattorno.



Localizzazione dell'intervento

Il nuovo edificio sarà costituito da un ampio locale destinato all'attività ginnica e da vari locali di servizio. L'immobile si sviluppa su un solo piano fuori terra fatto salvo una porzione, destinata a servizi, che viene realizzata con un mezzanino. L'altezza interna massima è circa 7 m mentre quella dei locali destinati a servizi è 3 m.

L'edificio è costituito da una struttura intelaiata in cemento armato normale con impalcato di copertura realizzato con travi in legno lamellare e pannelli tipo "Timber" della Holz Albertani (o similari), costituiti da due pannelli in lamellare GL28h con interposto materiale isolante, per uno spessore complessivo di 160 mm. Il solaio del mezzanino è realizzato con solaio a travetti tipo bausta di spessore 24 cm, di cui 4 cm di soletta.

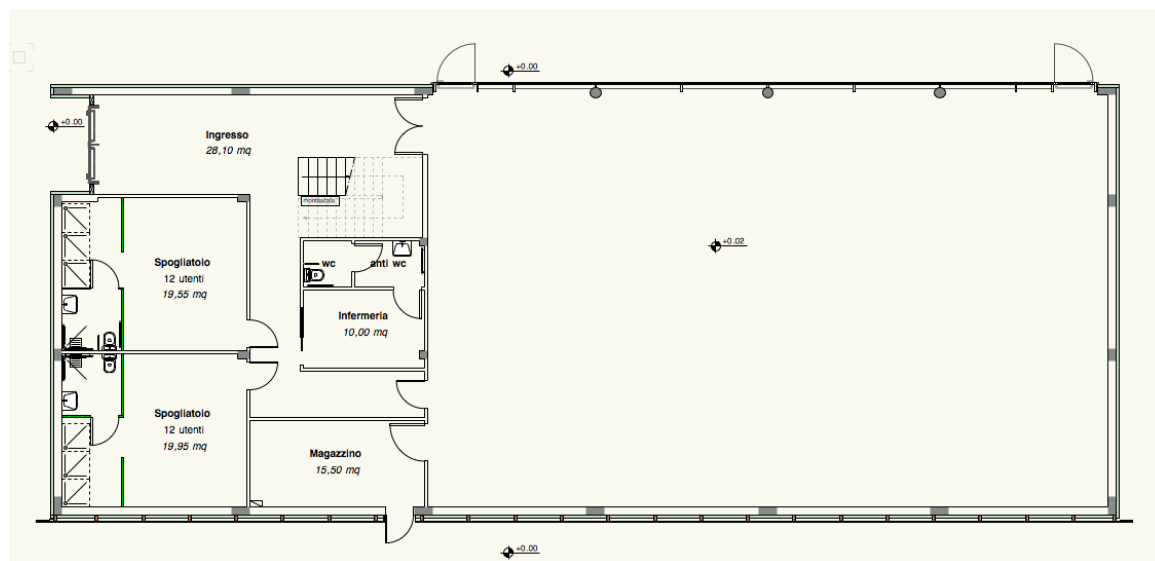


Per quanto riguarda il solaio controterra di calpestio sarà realizzato con vespaio areato, impiegando elementi prefabbricati in materiale plastico e getto di completamento in c.a..

Tutto il complesso sarà appoggiato su un reticolo di travi rovesce aventi impronta a terra di larghezza pari a 65-90 cm,

impostate ad una profondità dal piano di campagna di -100 cm.

Le strutture sono state tutte progettate con una resistenza al fuoco R60.



L'analisi della struttura è stata effettuata mediante una discretizzazione con la tecnica degli elementi finiti. Il programma utilizzato per tale analisi è *Nolian* (lic. 1172), della Softing srl di Roma e da altri post processor sempre della stessa softwarehouse. L'analisi sismica della struttura è stata eseguita con il metodo dell'analisi dinamica modale con spettro di risposta (con solutore dinamico) con gli spettri di progetto definiti dalla Normativa di Riferimento.

Normativa di riferimento

Il progetto in esame è stato svolto in accordo a quanto prescritto dalle normative riportate di seguito:

- D.M. 17.01.2018 – Nuove norme tecniche per le costruzioni
- Circolare Esplicativa n. 617 del 02.02.2009
- D.P.R. 380/2001
- LR 50/2017
- D.P.G.R. n.36/R

Parametri di pericolosità sismica

Ubicazione: **via Rubattorno - Santonuovo – Comune di Quarrata**

Coordinate geografiche:

- | | | |
|----|-------------|----------------|
| 1) | Latitudine | 43,8643 |
| 2) | Longitudine | 10,9380 |

Classe di duttilità: **NON DISSIPATIVO**

Vita nominale e di riferimento:

Vita nominale (anni)	Classe d'uso	C _U	Vita di riferimento (anni)
V _N = 50 anni	III	1,5	V _R = V _N x C _U = 75

Categoria del suolo: **B**

Condizioni topografiche: **T1**

Smorzamento: $\xi = 5\%$

Parametri sismici

SL	P _{ver}	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45	0,054	2,537	0,258
SLD	63.0	75	0,065	2,580	0,271
SLV	10.0	712	0,152	2,414	0,304
SLC	5.0	1462	0,191	2,380	0,312

SL	ag	S	Cc	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g					sec	sec	sec
SLO	0,054	1,2	1,44	2,537	0,796	0,124	0,372	1,816
SLD	0,065	1,2	1,43	2,580	0,888	0,129	0,387	1,860
SLV	0,152	1,2	1,40	2,414	1,271	0,141	0,424	2,208
SLC	0,191	1,2	1,39	2,380	1,408	0,144	0,433	2,364

4. Analisi dei carichi

I carichi e sovraccarichi applicati alla struttura sono quelli ricavabili nei capitoli delle NTC 2018. Di seguito si riportano le tabelle più significative in essa contenute.

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale.			
	Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici.			
	Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento.			
	Cat. C1 – Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 – Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 – Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale.			
	Cat. D1 – Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5,00	5,00	2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
	Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	> 6,00	6,00	1,00*
	Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	-	-	-
F – G	Rimesse e parcheggi.			
	Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	-	-	-
H	Coperture e sottotetti.			
	Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 – Coperture praticabili	Secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	-	-	-

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

Pesi Propri e Carichi Permanenti Definiti G1

1. SOLAIO DI COPERTURA

Peso proprio solaio Timber	0,30	kN/mq
Peso pannello OSB sp. 24 mm	0,10	kN/mq
G1	0,40	kN/mq

2. SOLAIO MEZZANINO

Peso proprio solaio bausta 20+4 i=60 cm	2,50	kN/mq
Peso intonaco	0,30	kN/mq
G1	3,10	kN/mq

3. SCALA INTERNA

Peso proprio	6,00	kN/mq
Peso intonaco	0,30	kN/mq
G1	6,30	kN/mq

Carichi Permanenti Non Compiutamente Definiti G2

1. SOLAIO DI COPERTURA

Lamiera alluminio + listelli legno	0,05	kN/mq
Isolante + barr. vapore	0,10	kN/mq
Peso pannello OSB sp. 20 mm	0,10	kN/mq
Impianti e/o arredi	0,20	kN/mq
G2	0,45	kN/mq

2. SOLAIO MEZZANINO

Peso pavimento	1,00	kN/mq
Peso tramezzature cartongesso (*)	0,40	kN/mq
G2	1,40	kN/mq

(*) Per determinare l'incidenza di questi si segue quanto riportato nelle NTC al punto 3.1.3.1. Le tramezzature (spessore cm 10/12) hanno un peso proprio di 0,31 kN/m² (peso lastra 12,5 mm pari a 7,5 daN/m² per cui 4 lastre + 1 daN/m² per la struttura si ha 4x7,5+1=31 daN/m²) ed essendo l'altezza di piano pari a 3,20 ml si ottiene un peso proprio per unità di lunghezza $G_{2k} = 0,992$ kN/ml da cui si ricava $g_2 = 0,40$ kN/mq.

3. SCALA INTERNA

Peso pavimento	0,70	kN/mq
Peso accessori	0,50	kN/mq
G2	1,40	kN/mq

Carichi di Esercizio Q_k

1. SOLAIO DI COPERTURA

Neve (**)	Qk2	0,80	kN/mq
(**) vedi nota			

2. SOLAIO MEZZANINO

Accidentale C4		5,00	kN/mq
	Qk1	5,00	kN/mq

3. SCALA INTERNA

Accidentale C4		4,00	kN/mq
	Qk1	4,00	kN/mq

4. SOLAIO DI COPERTURA

Accidentale H		0,50	kN/mq
	Qk3	0,50	kN/mq

Vento:

Zona vento = 3

($v_{b,0} = 27$ m/s; $a_0 = 500$ m; $k_a = 0,020$ 1/s)

Classe di rugosità del terreno: B

Categoria esposizione: tipo IV ($k_r = 0,22$; $z_0 = 0,30$ m; $z_{min} = 8$ m)

Velocità di riferimento = 27,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 46 daN/mq

Angolo di inclinazione delle falde 1 e 2 $\alpha < 15^\circ$

Coefficiente di forma sottovento (C_{p1}) = 0,60

Coefficiente di forma sopravvento (C_{p2}) = $0,80 \cdot (1 + \sin \alpha) = 0,88$

Coefficiente dinamico (C_d) = 1,00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2,00

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1,00

Altezza dell'edificio = 13,60 m

Qk4₁ sottovento ($p = q_b C_e C_{p1} C_d$) = 55,20 daN/m²

Qk4₂ sopravvento ($p = q_b C_e C_{p2} C_d$) = -80,96 daN/m²

Azione della neve

Zona Neve = II

C_e (coeff. di esposizione al vento) = 1,0

$C_t = 1,0$

Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 100 daN/m²

Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione delle falde 1 e 2 $\alpha < 15^\circ$

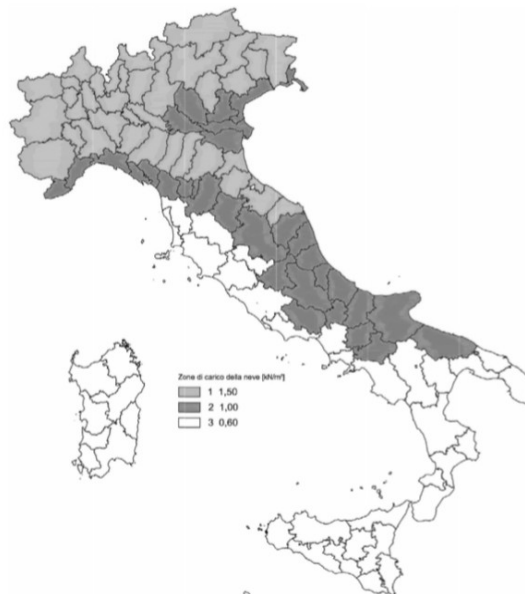
$\mu_1 = 0,80$

Qk2 (carico distribuito unitario) = 80,00 daN/m²

Zona II

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1,00 \text{ kN/m}^2 & a_g &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 0,85 [1 + (a_g/481)^2] \text{ kN/m}^2 & a_g &> 200 \text{ m} \end{aligned} \quad [3.4.4]$$



Azione Sismica

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- - accelerazione massima attesa in superficie;
- - accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- - accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani. Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Combinazioni delle azioni

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili;
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili;
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine;
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E;
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum \psi_{2i} Q_{kj}.$$

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

L'analisi della struttura è stata effettuata mediante una discretizzazione con la tecnica degli elementi finiti. Il programma utilizzato per tale analisi è **Nolian** (lic. 1172), della Softing srl di Roma. L'analisi sismica della struttura è stata eseguita con il metodo dell'analisi dinamica modale con spettro di risposta (con solutore dinamico) con gli spettri di progetto definiti dalla Normativa di Riferimento. Si è assunto il regime di linearità del materiale (proporzionalità tra tensioni e deformazioni) e di linearità geometrica (proporzionalità tra carichi e spostamenti). Incognite del problema (metodo degli spostamenti) sono assunte le 6 componenti di spostamento di ogni nodo, riferite alla terna globale (traslazioni secondo X,Y,Z, rotazioni attorno X,Y,Z) escluse naturalmente quelle impediti dai vincoli imposti alla struttura. Il metodo permette di giungere all'impostazione di un sistema di equazioni algebriche lineari, nelle sopra citate componenti di spostamento (gradi di libertà) i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati nei nodi:

$$K * u = F$$

dove K = matrice di rigidità
u = vettore spostamenti nodali
F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti risultanti dalla risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni in punti caratteristici di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

A questo programma, processore, sono affiancati due post-processor **Easy Beam** (per gli elementi bidimensionali), **Easy Wood** (per gli elementi lignei) e **Nuans** (per il dimensionamento e verifiche geotecniche) sempre della Softing srl, i quali hanno permesso di elaborare le combinazioni dei risultati, derivanti dal solutore, e successivamente fare tutte le verifiche imposte dalla normativa (NTC 2008).

Le strutture sono state rappresentate da un modello numerico del tipo "a fil di ferro" rappresentante cioè la struttura principale costituita dalle travi e dai pilastri in cemento armato. Le travi in lamellare sono state considerate incernierate alle estremità, come travi su doppio appoggio. Il solaio di copertura sarà realizzato con pannelli in legno di spessore 160 mm costituiti da due regoli di sezione mm 52x120h e due pannelli OSB di 12 mm ai lati. Nel modello tale pannello è stato considerato un pannello pieno di altezza tale da avere caratteristiche equivalenti. Il modello si presenta quindi costituito da una serie di aste tra loro rigidamente collegate le quali formano i vari telai di cui è composto il fabbricato. I pilastri e le travi a sezione rettangolare sono rappresentati con l'elemento TRAVE mentre quelli a sezione diversa dalla precedente sono rappresentati con l'elemento TRAVE GENERICA. Le strutture bidimensionali (pannelli di copertura) sono stati rappresentati con l'elemento GUSCIO. Le fondazioni sono state calcolate congiuntamente alla struttura fuori terra. Trattandosi in questo caso di travi rovesce, questa è stata schematizzata con gli elementi TRAVE WINKLER, che rappresenta un elemento lineare poggianti su uno strato elastico con costante di sottofondo K cioè con un comportamento tipo "Winkler".

I pesi sono stati calcolati in automatico, in base alle dimensioni e alle densità reali; i carichi portati dai solai, sia permanenti che variabili, sono stati definiti come proprietà di quest'ultimi e quindi distribuiti automaticamente alle membrature. Altri carichi di tipo generico, sia permanenti che variabili, tipo peso dei tamponamenti, sono stati applicati direttamente sugli elementi interessati.

La tipologia è quella di edificio regolare in pianta e non regolare in altezza, con funzionamento a **pendolo inverso**. La struttura è stata progettata come **non dissipativa**, ipotizzando che i materiali rimangano in campo elastico. A tal proposito è stato utilizzato un fattore di struttura corrispondente a **q = 1**.

Tutte le verifiche effettuate sono state condotte coi valori massimi di sollecitazione involuppati mediante procedura automatica dai post-processor **Easy Beam** (per gli elementi bidimensionali) e con **Nuans** (per il dimensionamento e

verifiche geotecniche), a partire dai valori di sforzo calcolati per i singoli casi di carico statici e con l'analisi dinamica modale. Si osserva che per l'analisi dinamica modale si è proceduto alla combinazione quadratica completa della risposta di tutti i modi calcolati e successivamente alla sovrapposizione degli effetti secondo quanto precisato al punto 7.3.5 delle NTC. Il tipo di verifica effettuato per ciascuna membratura è identificato nel report di calcolo dal numero.

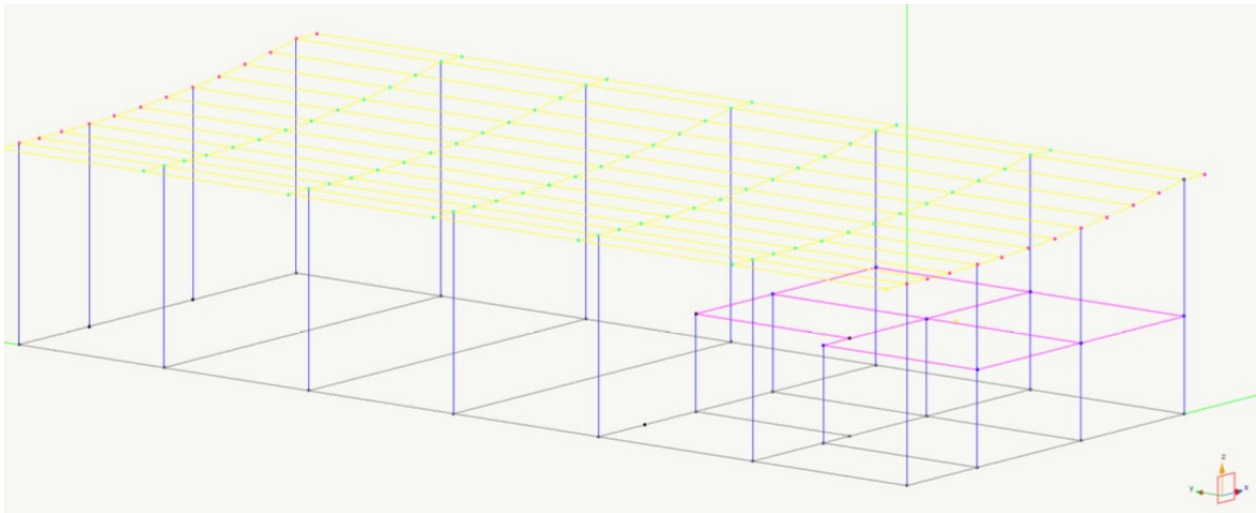


Immagine della struttura a “fil di ferro”

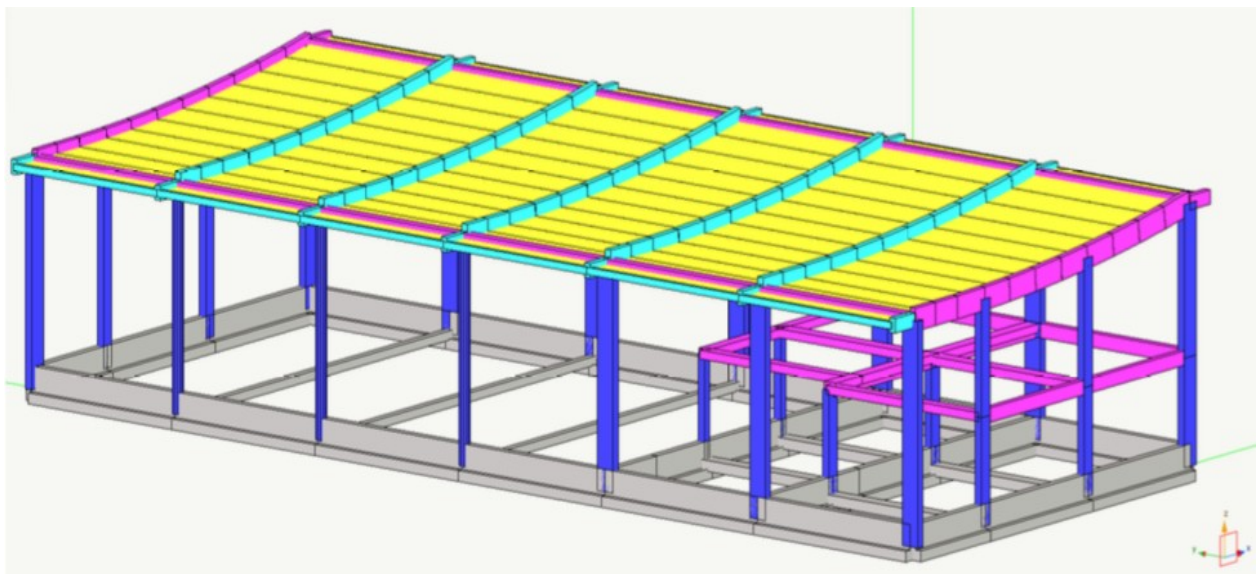
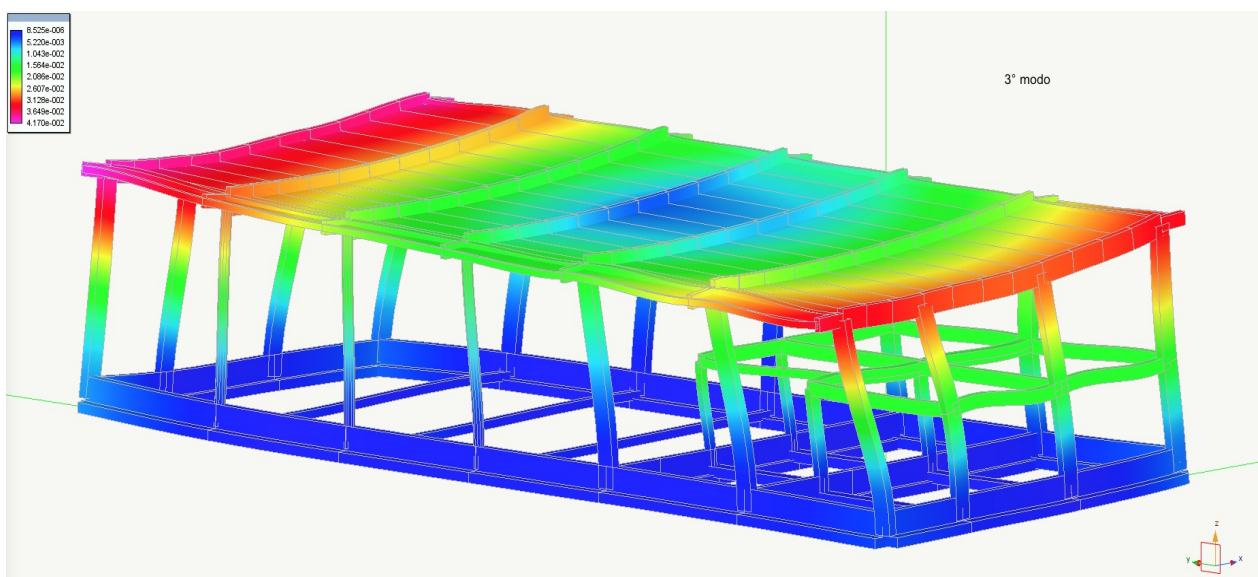
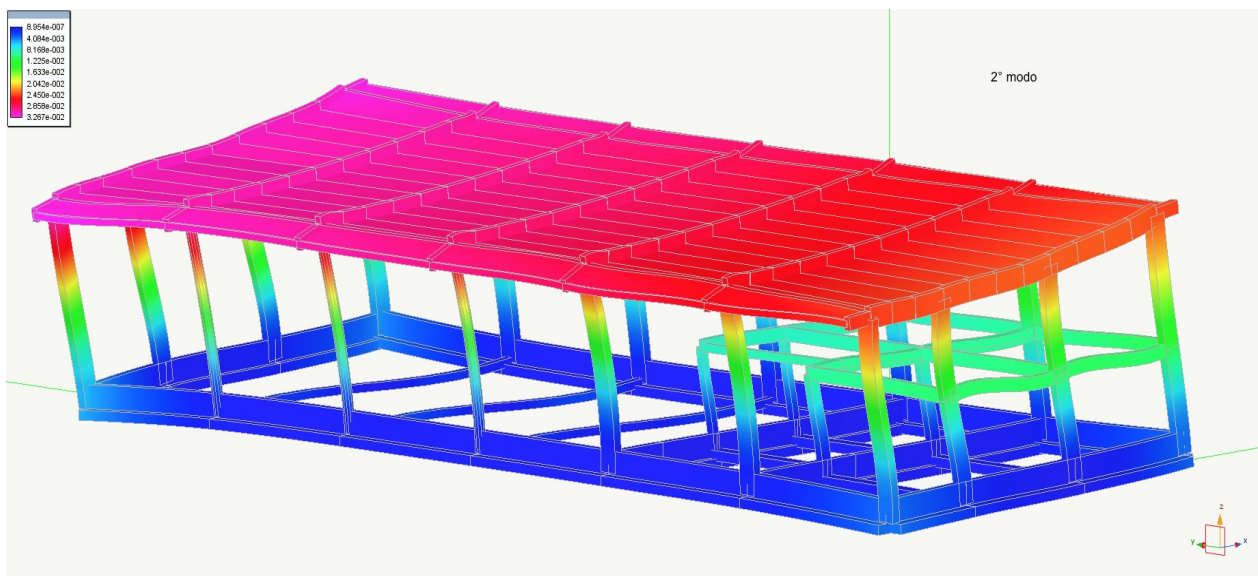
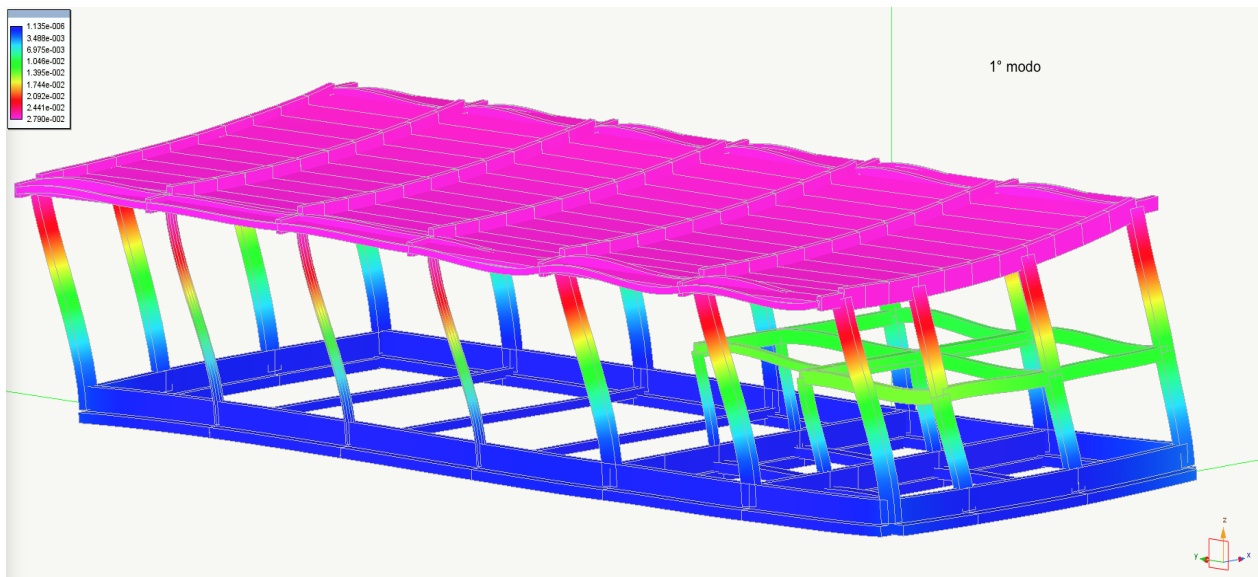


Immagine 3D della struttura

Primi tre modi di vibrare



Rappresentazione 3D fondazioni

