

Comune di Bellinzago Novarese

Progetto ESECUTIVO

(ai sensi dell'art. 33 D.P.R. 207/2010)

Lavori di realizzazione nuova palestra ad uso scolastico

(affidamento incarico con determinazione n.228 del 20 giugno 2017)

COMMITTENTE: **COMUNE DI BELLINZAGO NOVARESE**

Piazza Martiri, 13

28043 Bellinzago Novarese (NO)

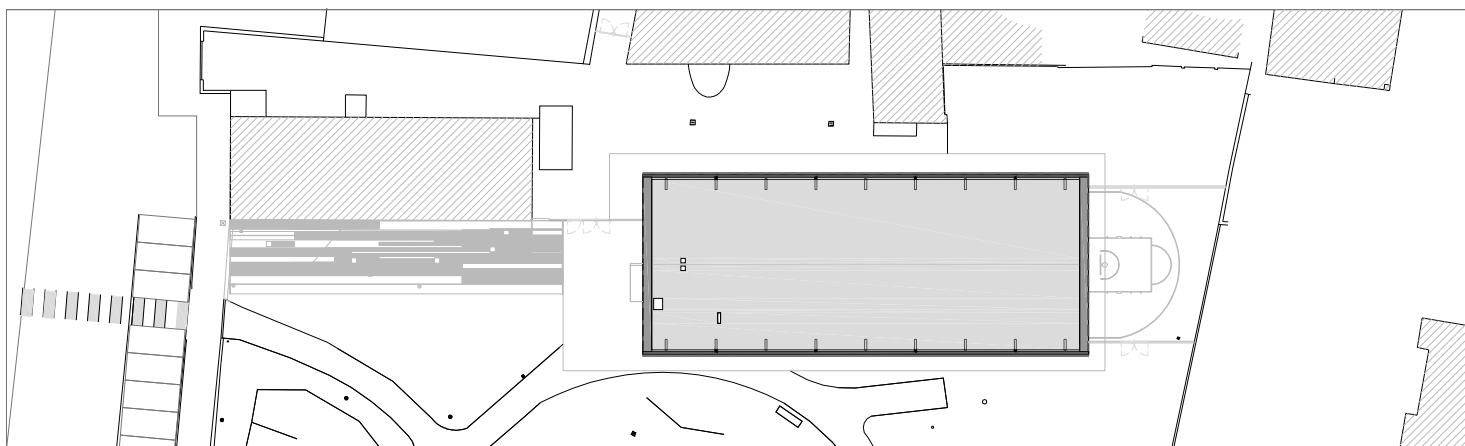


PROGETTO:

SdiA

Studio di Architettura Paolo Pettene

Via Gorizia, 3
10046 Poirino (TO) - ITALY
T +390119430655
F +390119461635
www.studiopettene.com
info@studiopettene.com



ELABORATI

OGGETTO:

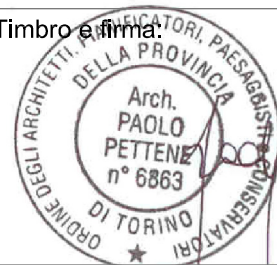
**Relazione tecnica e sismica opere
strutturali**

**EL
2.2**

scala: -

Revis.	Data	Aggiornamenti
0	Agosto 2017	

Timbro e firma:



INDICE

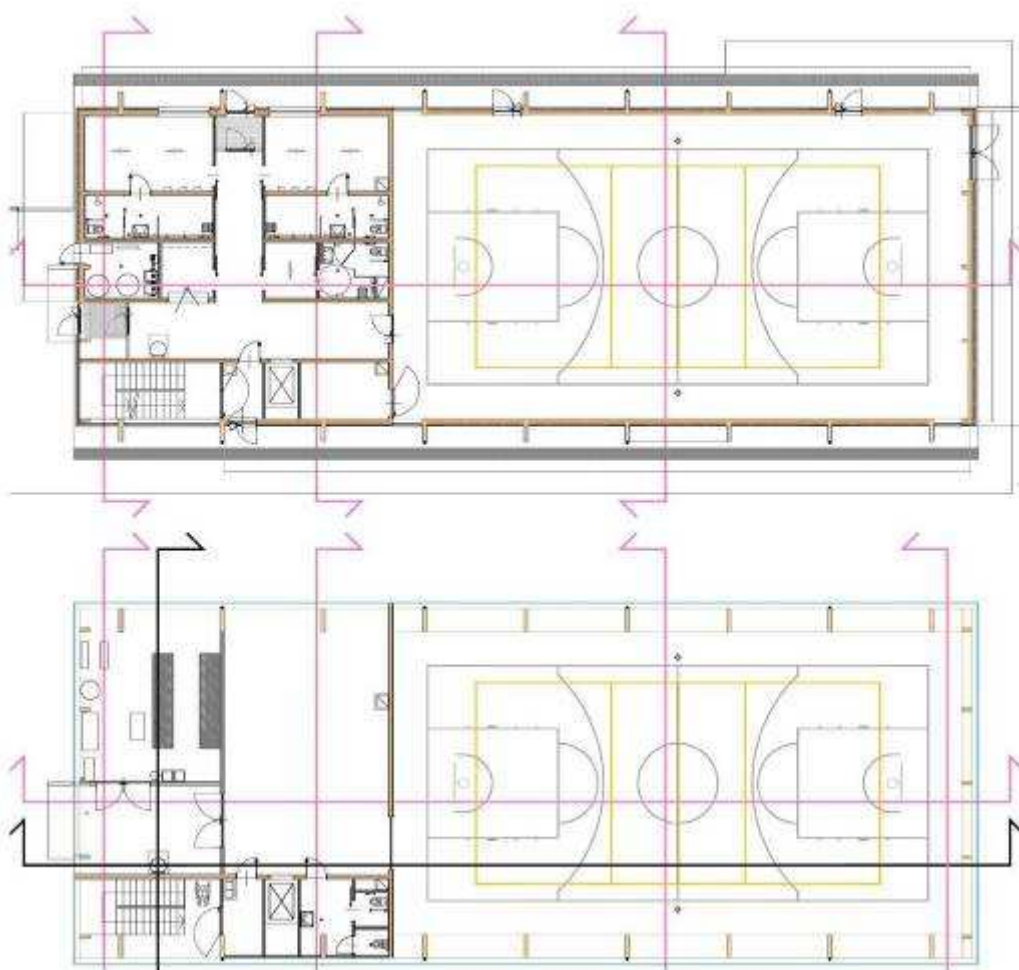
1	PREMESSA	2
2	NORMATIVE.....	3
3	CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI	4
4	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	5
4.1	Rischio sismico.....	5
4.2	Classificazione sismica del comune di Bellinzago Novarese	6
4.3	Vita nominale.....	6
4.4	Classe d'uso.....	6
4.5	Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	6
4.6	Categoria di sottosuolo	6
5	MATERIALI	7
5.1	Calcestruzzo.....	7
5.2	Acciaio per cemento armato	8
5.3	Acciaio da carpenteria metallica.....	8
5.4	Legno lamellare.....	9
5.5	Compensato di tavole.....	9
6	ANALISI DEI CARICHI	10
6.1	Pesi propri	10
6.2	Sovraccarichi permanenti	10
6.3	Sovraccarichi antropici.....	10
6.4	Carichi ambientali	11
6.4.1	Neve	11
6.4.2	Vento.....	11
6.5	Azione sismica	12
6.5.1	Fattore di Struttura	13
6.6	Coefficienti parziali per le azioni.....	13
6.7	Coefficienti di combinazione.....	14
6.8	Combinazione dei carichi	14
7	CARATTERISTICHE PROGRAMMA DI CALCOLO.....	14
8	ANALISI DINAMICA	16

1 PREMESSA

La relazione che segue tratta le le impostazioni di calcolo delle strutture portanti previste nel progetto della realizzazione della nuova palestra ad uso scolastico di Bellinzago Novarese. Nella fattispecie si esporranno i principali dati di ingresso per il progetto strutturale. Per il dettaglio delle analisi e delle verifiche si rimanda alla relazione di calcolo.

Il progetto prevede la realizzazione di un edificio che possa ospitare una palestra scolastica, sarà suddiviso in due zone, la prima destinata alla palestra e la seconda che ospiterà i servizi necessari e costituiti da servizi, spogliatoi e centrali tecnologiche.

L'edificio presenta un ingombro in pianta pari a circa 40 x 16 m ed altezza di gronda di circa 8 m.



Il fabbricato si articola su due piani, il secondo piano tuttavia è limitato alla zona dei servizi, mentre la palestra sarà a tutta altezza.

Le strutture di fondazioni, superficiali in ca, saranno costituite da due travi principali su cui poggeranno i pilastri della copertura, e dei cordoli in ca di collegamento delle travi principali e di appoggio delle pareti in compensato di tavole.

Le strutture portanti in elevazione saranno realizzate in legno lamellare. Per quanto riguarda il blocco servizi le strutture saranno in compensato di tavole tipo x-lam o similare.

2 **NORMATIVE**

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Circ. n.11651 del 14/02/1974

DM 14/01/2008, “Norme Tecniche per le Costruzioni”

Normativa tecnica di riferimento. Essendo un documento generale di carattere prestazionale per la definizione di parametri specifici e per le regole di dettaglio, come previsto dal Decreto stesso, ci si è riferiti alle seguenti normative:

Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, circolare n. 617 del 2 febbraio 2009

ISTRUZIONI per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

UNI EN 1990:2006

Eurocodice – Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-1:2004

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in Generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.

UNI EN 1991-1-4:2005

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in Generale – Azioni del Vento

UNI EN 1991-3:2006

Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 3: Azioni indotte da gru e da macchinari

UNI EN 1992-1-1:2005

Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-1:2005

Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1-1:2005

Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1-2:2005

Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-1: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

UNI EN 1998-1:2005

Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione e conformità.

UNI 11104:2004

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Regolamento Europeo 305/2011

che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE

Per quanto riguarda il dimensionamento delle strutture in X-lam si è fatto riferimento alla guida XLAM DIMENSIONAMENTO della Pro-Holz

Le normative locali che definiscono gli aspetti procedurali e di classificazione sismica del territorio:

L.R. 12 MARZO 1985, n° 19

Snellimento delle procedure di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, in attuazione della legge 10 dicembre 1981, n. 741.

D.G.R. n.11-13058 del 19/01/2010:

Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese.

D.G.R. n.4-3084 del 12/12/2011

DGR n.11-13058 del 19/10/10. Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese.

D.G.R. del 03/02/2012, n° 7-3340

Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011.

D.G.R. del 21/05/2014, n° 65-7656

Individuazione dell'ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084.

3 CRITERI DI PROGETTO E LIVELLI PRESTAZIONALI

L'analisi strutturale è stata effettuata in base alle normative vigenti.

In particolare per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato del D.M. 14/01/08 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto si sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime.

Le verifiche degli elementi sono state svolte seguendo il metodo degli Stati Limite.

Per gli elementi per cui non sono reperibili normative europee riconosciute (pannelli in compensato di tavole), ai sensi di quanto previsto al par. 11.1 delle NTC 2008 si è fatto riferimento a specifico benessere tecnico europeo ETA-06/0009. Tale tipo di certificazione, oltre a definire i criteri di certificazione degli elementi in compensato di tavole dà anche indicazioni sul calcolo e sulla verifica degli stessi.

Tale tipo di certificazione fa esplicito riferimento ai parametri di standardizzazione di un produttore, pertanto in fase di appalto saranno ammissibili anche altri prodotti purchè certificati con relativo benessere tecnico rilasciato da EOTA, dimensionati in modo tale da garantire le medesime prestazioni previste a progetto.

4 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

4.1 Rischio sismico

L'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo per la frequenza dei terremoti che hanno storicamente interessato il suo territorio e per l'intensità che alcuni di essi hanno raggiunto determinando un impatto sociale ed economico rilevante.

La sismicità (frequenza e forza con cui si manifestano i terremoti) è una caratteristica fisica del territorio al pari del clima, dei rilievi montuosi e dei corsi d'acqua. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associate ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo in un certo intervallo di tempo, si può definire la sua pericolosità sismica. Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più probabile sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il verificarsi di un terremoto di una certa magnitudo.

Il rischio sismico è determinato da una combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione ed è la misura dei danni che, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti), ci si può attendere in un dato intervallo di tempo.

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che lo interessano, ovvero dalla sua sismicità.

La pericolosità sismica viene definita come la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA) di nostro interesse.

Negli ultimi 30 anni è emersa una maggiore richiesta di conoscenze del livello di pericolosità sismica da parte di Enti e amministrazioni locali, che ha favorito lo sviluppo di metodi di studio e calcolo di tale parametro.

Soprattutto negli ultimi anni, studi di pericolosità sismica sono stati impiegati nelle analisi territoriali e regionali finalizzate a zonazioni (classificazione sismica) o micro zonazioni. In quest'ultimo caso, la valutazione della pericolosità comporta l'individuazione delle aree che, in occasione di una scossa sismica, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione.

Infatti, il terremoto determina effetti diversi in funzione delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali, fornendo utili indicazioni per la pianificazione urbanistica.

4.2 Classificazione sismica del comune di Bellinzago Novarese

Il Comune di Bellinzago Novarese ai sensi è classificato in classe 4.

4.3 Vita nominale

Con riferimento alla tabella 2.4.I delle NTC'08 e all'allegato 1, elenco 2.1 della DGR 21 maggio 2014, n. 65-7656, l'edificio è un'opera rilevante e dunque classificata come tipo di costruzione 2.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

4.4 Classe d'uso

Con riferimento al paragrafo 2.4.2 delle NTC'08, la tipologia di costruzione in progetto rientra nella classe III ($C_u = 1.5$), nella quale sono comprese "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi...".

4.5 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u , definito dalle NTC'08 nella tabella 2.4.II.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame la vita di riferimento è $V_R = V_N \cdot C_u = 50 \cdot 1.5 = 75$ anni.

Sarà quindi questo il periodo di riferimento delle strutture, dato di base per la progettazione degli elementi portanti esposti nella relazione di calcolo di progetto.

4.6 Categoria di sottosuolo

Sulla base delle indagini geognostiche condotte si è giunti a definire la categoria di suolo di tipo C.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

5 MATERIALI

5.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo C25/30

$$R_{ck} = 30 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza cubica caratteristica a compressione})$$

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 0.83 \cdot 30 \approx 25 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza cilindrica caratteristica a compressione})$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \cdot \frac{25}{1.5} = 14.1 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo a compressione})$$

$$f'_{cd} = 0.80 \cdot f_{cd} = 0.80 \cdot 14.1 = 11.3 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo a compressione sp. <50mm})$$

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot 25^{2/3} = 2.56 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 2.56}{1.5} = 1.2 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo a trazione assiale})$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot (1.2 \cdot f_{ctm})}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot (1.2 \cdot 2.56)}{1.5} = 1.4 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo a trazione per flessione})$$

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \frac{2.25 \cdot f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{2.25 \cdot 1.79}{1.5} = 2.7 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{tensione tangenziale di aderenza acciaio-csl})$$

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{ck} + 8}{10} \right)^{0.3} = 31475 \frac{N}{mm^2}$$

5.2 Acciaio per cemento armato

Acciaio in barre: B450C controllato in stabilimento.

$$E = 210000 N/mm^2 \quad (\text{modulo elastico})$$

$$f_{yk} = 450 N/mm^2 \quad (\text{resistenza a rottura})$$

$$f_{yd} = 391.3 N/mm^2 \quad (\text{resistenza di calcolo})$$

5.3 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio per carpenteria: S275J0

- $f_{yk} = 275 \frac{N}{mm^2} \quad (t \leq 40mm) \quad (\text{resistenza caratteristica a trazione})$
- $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1.05} = 261.9 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza di calcolo delle sez. di classe 1-2-3-4})$
- $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1.05} = 261.9 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza all'instabilità delle membrature})$
- $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M2}} = \frac{275}{1.25} = 220 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{resistenza delle sezioni tese indebolite dai fori})$
- $E = 210000 \frac{N}{mm^2} \quad (\text{modulo elastico longitudinale})$
- $\mu = 0.3 \quad (\text{coefficiente di Poisson})$
- $\alpha = 12 \times 10^{-6} \quad (\text{coefficiente di dilatazione termica})$

5.4 Legno lamellare

Legno lamellare: GL 28H

Valori caratteristici di resistenza e modulo elastico		GL24h	GL24	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c
Resistenze (MPa)									
flessione	$f_{m,gk}$	24		28		32		36	
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,gk}$	16.5	14.0	19.5	16.5	22.5	19.5	26	22.5
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,gk}$	0.40	0.35	0.45	0.40	0.50	0.45	0.60	0.50
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,gk}$	24.0	21.0	26.5	24.0	29.0	26.5	31.0	29.0
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,gk}$	2.7	2.4	3.0	2.7	3.3	3.0	3.6	3.3
taglio	$f_{v,gk}$	2.7	2.2	3.2	2.7	3.8	3.2	4.3	3.8
Modulo elastico (GPa)									
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,g,mean}$	11.6	11.6	12.6	12.6	13.7	13.7	14.7	14.7
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,g,05}$	9.4	9.4	10.2	10.2	11.1	11.1	11.9	11.9
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,g,mean}$	0.39	0.32	0.42	0.39	0.46	0.42	0.49	0.46
modulo di taglio medio	$G_{g,mean}$	0.72	0.59	0.78	0.72	0.85	0.78	0.91	0.85
Massa volumica (kg/m ³)									
Massa volumica caratteristica	ρ_{gk}	380	350	410	380	430	410	450	430

5.5 Compensato di tavole

I pannelli in compensato di tavole devono possedere caratteristiche almeno pari a quelle riportate di seguito.

Materiale	Legno di conifera
Materiale ligneo ai sensi di EN 338 ²⁰ Strati di rivestimento / longitudinali (disposti nel senso delle fibre degli strati di rivestimento) strati trasversali (strati perpendicolari al senso delle fibre dello strato di rivestimento)	≥90% C 24; < 10% C 16* ≥30% C 24; < 70% C 16**
Spessore	da 18 a 45 mm
Larghezza	da 80 a 250 mm
Rapporto spessore - larghezza per le assi degli strati trasversali	≥ 4:1
Umidità del legno ai sensi di EN 13183-2 ²¹	12 ± 2 %
Giunto in zinco a bietta	ai sensi di EN 385

Flessione	$f_{m,k}$	16	24
Trazione	$f_{t,0,k}$	10	14
	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4
Compressione	$f_{c,0,k}$	17	21
	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5
Taglio	$f_{v,k}$	1,8	2,5
Sforzo di scorrimento "formato di sistema"	$f_{R,k}$	1,0	

Modulo elastico flessione	E ₀ , media	8000	11000
	E ₉₀ , media	270	370
Modulo di scorrimento	G _{media}	500	690
Modulo dello sforzo di scorrimento	GR, media	50	

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 Pesì propri

I pesi propri degli elementi strutturali sono:

Peso specifico utilizzato per il c.a.: $\rho_{c.a.}=25\text{kN/m}^3$

Peso specifico utilizzato per l'acciaio da carpenteria: $\rho_{acc.}=78.5\text{kN/m}^3$

Peso specifico utilizzato per il legno lamellare: $\rho_{legno}=4.1\text{kN/m}^3$

Peso specifico utilizzato per i pannelli in compensato di tavole: $\rho_{xlam}=4.1\text{kN/m}^3$

Il Peso proprio delle strutture è calcolato dal programma di calcolo considerando tali densità.

6.2 Sovraccarichi permanenti

Si riporta una tabella riepilogativa dei sovraccarichi previsti.

Primo solaio

Massetti e pareti in falso sul solaio: 4.00 kN/mq

Copertura

Lamiera microforata, coibentazione e strati di finitura: 0.40 kN/mq

6.3 Sovraccarichi antropici

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

Cat.	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 Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	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
C	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 e relative tribune	5,00	5,00	3,00

6.4 Carichi ambientali

6.4.1 Neve

Zona Neve = I Mediterranea

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo (q_{sk} Ce) = 150 daN/mq

Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_1 = 0,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120$ daN/mq

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_2 = 0,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 120$ daN/mq

Accumuli in corrispondenza di sporgenze:

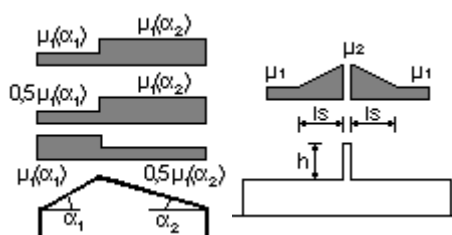
$h = 0,5$ m

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120$ daN/mq

$\mu_2 = 1,00 \Rightarrow Q_2 = 150$ daN/mq

$l_s = 5,0$ m

Schemi di carico:



6.4.2 Vento

Zona vento = 1 ($V_{b.o} = 25$ m/s; $A_o = 1000$ m; $K_a = 0,010$ 1/s)

Classe di rugosità del terreno: C (Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D)

Categoria esposizione: tipo III ($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10$ m; $Z_{min} = 5$ m)

Velocità di riferimento = 25,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 39 daN/mq

Coefficiente di forma (C_p) = 1,00

Coefficiente dinamico (C_d) = 1,00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 2,07

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1,00

Altezza dell'edificio = 9,00 m

Pressione del vento ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 81 daN/mq

6.5 Azione sismica

Per l'azione sismica vale quanto definito ai punti precedenti. E' stato definito uno spettro di riferimento come previsto dalle NTC per edificio con Vita nominale 50 anni e Coefficiente di utilizzo 1.5.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.5)

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale

T_b è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T_d è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	8.642	45.571	
11809	8.641	45.538	3.658
11810	8.712	45.541	6.369

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
11588	8.708	45.590	5.536
11587	8.637	45.588	1.924

SL	P _{ver}	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.017	2.520	0.170
SLD	63.0	75.0	0.021	2.570	0.180
SLV	10.0	712.0	0.041	2.610	0.290
SLC	5.0	1462.0	0.049	2.670	0.310

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.017	1.500	2.520	0.445	0.107	0.320	1.668
SLD	0.021	1.500	2.570	0.503	0.111	0.333	1.684
SLV	0.041	1.500	2.610	0.716	0.153	0.458	1.765
SLC	0.049	1.500	2.670	0.795	0.160	0.479	1.795

6.5.1 Fattore di Struttura

Il fattore di struttura considerato è pari a 1.0. Il progetto delle strutture sarà finalizzato ad ottenere una risposta perfettamente elastica alle azioni sismiche a tutto vantaggio della sicurezza della costruzione.

In quest'ottica quindi non si considereranno i dettami della gerarchia delle resistenze.

6.6 Coefficienti parziali per le azioni

Per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della tabella 2.6.I delle NTC'08:

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

6.7 Coefficienti di combinazione

Per i coefficienti di combinazione si impiegano i valori riportati nella tabella 2.5.I delle NTC'08:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

6.8 Combinazione dei carichi

I carichi agenti vengono combinati secondo quanto prescritto dalle norme tecniche ed in particolare:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi_{02} \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi_{02} \cdot Qk2 + \psi_{03} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \psi_{23} \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Qk1 + \psi_{22} \cdot Qk2 + \dots$$

7 CARATTERISTICHE PROGRAMMA DI CALCOLO

Il programma impiegato nella modellazione è il PROSAP vers. 2016-04-174 che implementa i calcoli e le verifiche secondo il DM2008. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso deformativo indotto da carichi

statici. L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K * u = F$ dove K = matrice di rigidezza; u = vettore spostamenti nodali; F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso. Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

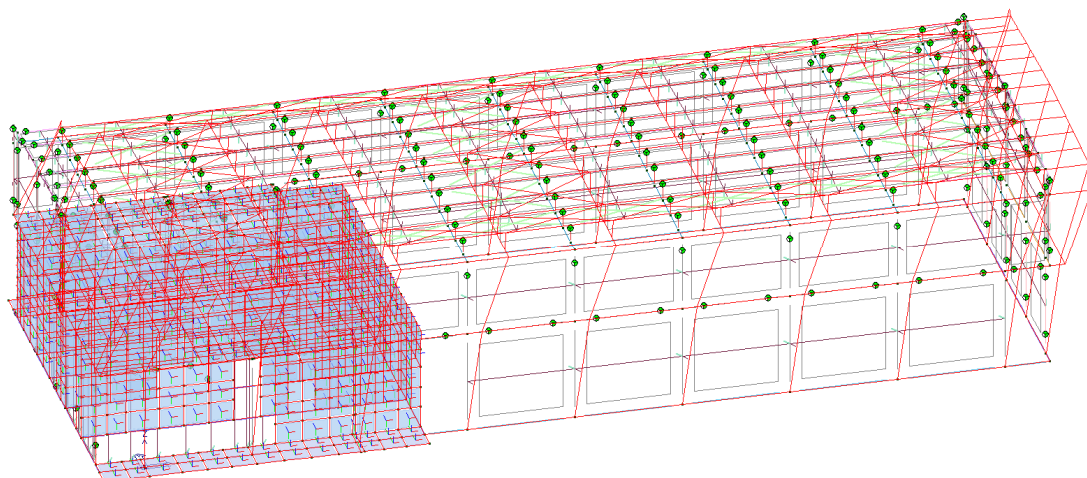
Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo TRUSS (biella)	Elemento tipo BEAM	(trave)
Elemento tipo MEMBRANE (membrana)	Elemento tipo PLATE	(piastra-guscio)
Elemento tipo BOUNDARY (molla)	Elemento tipo STIFFNESS	(matrice di rigidezza)

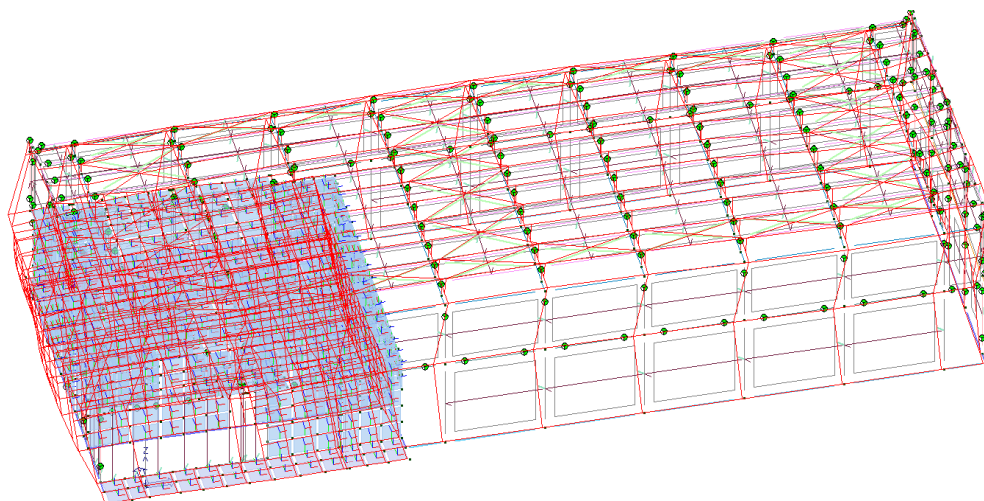
8 ANALISI DINAMICA

Si riportano i risultati dell'analisi dinamica condotta. Come si evince dai risultati i modi Il primo modo è il modo fondamentale per la struttura di copertura in direzione longitudinale. Il modo 8 è il modo fondamentale longitudinale delle strutture in Xlam, il modo 4 e il modo 5 sono i modi fondamentali in direzione trasversale. principali della struttura risultano essere il numero 1 e il numero 3. In particolare il modo 1 riguarda le strutture al disopra del livello 1, oltre il quale non abbiamo più il contributo irrigidente dei pannelli Xlam, in tal senso, anche in considerazione del vincolo di cerniera in testa ai pilastri, la struttura gode di una certa flessibilità che ne abbassa la frequenza propria.

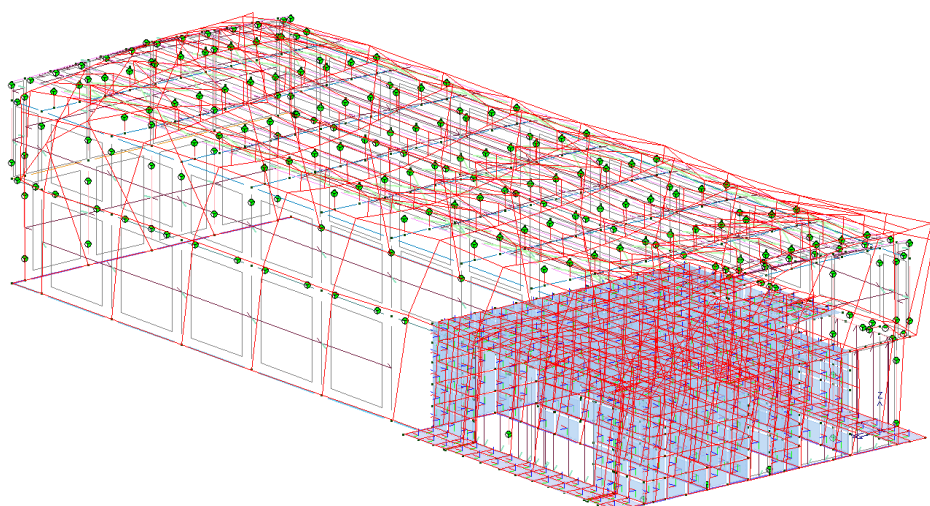
Modo	Frequenza Hz	Periodo sec	Acc. Spettrale g	M efficace X x g daN	%	M efficace Y x g daN	%
1	0.822	1.216	0.061	5.204e+04	25.7	0.11	5.21e-05
2	0.998	1.002	0.074	0.16	7.81e-05	2282.81	1.1
3	2.054	0.487	0.152	5.09	2.52e-03	2.857e+04	14.1
4	3.475	0.288	0.162	136.04	6.72e-02	6.080e+04	30.0
5	4.395	0.228	0.162	965.41	0.5	6.713e+04	33.2
6	4.520	0.221	0.162	8.98	4.44e-03	6853.91	3.4
7	5.809	0.172	0.162	1340.34	0.7	1.567e+04	7.7
8	7.200	0.139	0.152	1.446e+05	71.4	50.13	2.48e-02
9	14.082	0.071	0.108	17.11	8.46e-03	773.97	0.4
Risulta				1.991e+05		1.821e+05	
In percentuale				98.38		90.01	



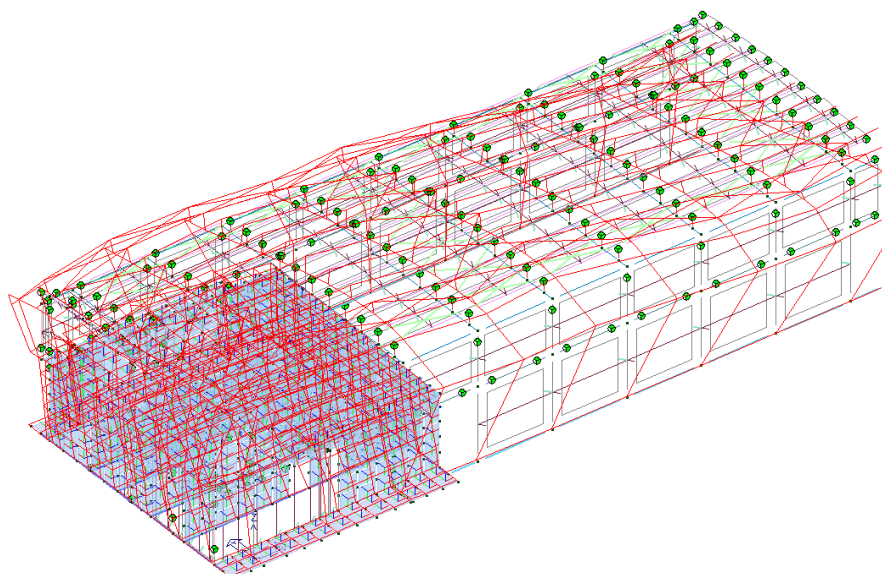
Modo 1: $f = 0.82 \text{ Hz}$; $T = 1.22 \text{ s}$



Modo 8: $f = 7.20 \text{ Hz}$; $T = 0.14 \text{ s}$



Modo 4: $f = 3.48 \text{ Hz}$; $T = 0.29 \text{ s}$



Modo 5: $f = 4.39 \text{ Hz}$; $T = 0.23 \text{ s}$