

Nuovo Campus Scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la socialità permanente dei minori

SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

CUP F15E21000070006

Realizzato con il contributo di:

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Istruzione, Università, Ricerca, Innovazione e Semplificazione

UNITA' ORGANIZZATIVA EDILIZIA SCOLASTICA,

ASSE I POR FESR 2014-2020 E INTERVENTI PER LA RIPRESA ECONOMICA

PIANO LOMBARDIA - BANDO "SPAZIO ALLA SCUOLA"

(Decreto n. 17935 del 21/12/2021)



Regione
Lombardia



R.U.P.

Ing. Fabio Carminati

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA



FRN_F_STR_002

RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTISTI

SETTANTA7 s.r.l

arch. Daniele Rangone

arch. Elena Rionda



Digierre3

ing. Fabio Corbani

ing. Ferruccio Galmozzi



Goggia & Associati Studio di Ingegneria

ing. Bruno Naldini



OPERA MISTA s.r.l

ing. Carlo Micheletti



COLLABORATORI E CONSULENTI

arch. Luca Fontana

arch. Rosa Del Giudice

dott. arch. Alice Raminelli

REV.

Data

Descrizione



SOMMARIO

1 // MODALITA' DI CALCOLO	2
2 // DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
3 // DESCRIZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI	2
4 // ANALISI DELLA STRUTTURA	8
4.1 // Normativa, metodo di calcolo, assunzioni per l'analisi e il calcolo delle azioni	8
4.2 // Carichi considerati	8
 5 // CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO	 26
6 // MODELLO DI CALCOLO VERIFICHE ELEMENTI MODELLATI.....	27
7 // VERIFICHE	33
7.1 // Verifica al fuoco pannelli xlam	78



1 // MODALITA' DI CALCOLO

I calcoli sono stati eseguiti secondo le regole della scienza delle costruzioni, nel rispetto delle norme vigenti in materia. La sicurezza della struttura è stata valutata nei confronti degli stati limite SLU secondo quanto indicato nel D.M. 17/01/2018.

2 // DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione è redatta ai sensi dell'Allegato 1.7 al D.L. 31 marzo 2023 n.36 "Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della Legge 21 giugno 2022 n. 78 recante delega al Governo in materia di contratti pubblici" e si costituisce quale relazione generale per l'intervento della realizzazione del nuovo plesso scolastico da destinare alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado di Fornovo San Giovanni.

L'intervento in oggetto prevede difatti la realizzazione del nuovo plesso scolastico da destinare alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado, compresa di palestra e spazio mensa con cucina. Il progetto si affiancherà al limitrofo intervento per la realizzazione di uno spazio adibito ad asilo nido e a scuola dell'infanzia. Le due realizzazioni, condividendo il lotto di progetto, permetteranno la realizzazione del nuovo campus scolastico con strutture sovracomunali per l'aggregazione, lo sviluppo e la socialità permanente dei minori. Creando così per il comune di Fornovo San Giovanni un nuovo polo di aggregazione, da utilizzare anche nei mesi di chiusura della scuola.

L'intero edificio ha uno sviluppo curvilineo definito da una piano terra e piano primo di circa 2000 mq ciascuno che raggruppa le aule didattiche, gli spazi comuni, mensa, cucina e palestra.

L'altezza massimo della struttura è circa 8,10 m ed è caratterizzato da zone con sbalzi di circa 4,00 m del piano primo rispetto al piano terra. All'interno dell'edificio è situata anche la palestra a doppia altezza con ballatoio al piano primo a sbalzo rispetto il piano terra ed appeso alle travi principali di copertura.

3 // DESCRIZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI





La struttura principale portante è costituita da pareti in legno Xlam integrate da pilastri in legno lamellare gl24 h e acciaio di classe S275; le pareti perimetrali sono a 5 strati di sp. 120 mm (30+20+20+20+30) mentre quelle che separano locali interni sono a 5 strati di sp. 140 mm (30+20+40+20+30).

I pilastri di legno hanno sezioni 16x18 cm e 22x36 (zona palestra).

I pilastri in acciaio sono realizzati con profili circolari cavi che hanno rispettivamente sezione 177,8x8 mm, profili HEA/HEB/HEM 120, HEA140.

Il solaio è costituito da travi principali in acciaio S275 con profili HEA200, HEA360, HEA 500, HEA 600, IPE400, IPE500, che poggiano direttamente sui pilastri in acciaio e in alcuni casi escono a sbalzo (HEA 500 e HEA 600), travi in legno lamellare gl24h di sezioni 18X72, 12X76, 14X40, 18X44, 16X44, 14X116, 16X24, 16X32, 22x48 (zona palestra) e architravi in xlam sp. 12 cm altezza 113 cm.

Il solaio è completato con pannelli nervati costituiti da travetti in legno lamellare gl24h e xlam 3 strati di sp. 100mm (35+30+35) collaboranti. La sezione dei travetti è in relazione alla luce del solaio, ed in particolare:

- Solai con $L < 450$ cm: sezione 16x24 cm
- Solai con $450 < L < 550$ cm: sezione 16x28 cm
- Solai con $550 < L < 650$ cm: sezione 16x36 cm
- Solai con $650 < L < 750$ cm: sezione 16x40 cm

La collaborazione tra travetti e xlam è solo per la verifica a deformata e vibrazione del solaio. La verifica agli sls e al fuoco è garantita dal travetto stesso.

Il pannello in xlam sp. 100 mm garantisce al solaio adeguata rigidezza membranale per costituire piano rigido e ridistribuire opportunamente gli sforzi sismici di piano.

Il solaio di copertura rispecchia all'incirca l'andamento del solaio di interpiano con sezioni differenti; è costituito da travi principali in acciaio S275 con profili HEA180, HEA 280, HEA 500, HEA 600, IPE400, IPE450, IPE500, che poggiano direttamente sui pilastri in acciaio e in alcuni casi escono a sbalzo (HEA400 e HEA 600), travi in legno lamellare gl24h di sezioni 12x40, 12x32, 12X96, 14x28, 14x32, 16x36, 14x40, 14x52, 16x44, 22X48, 22x152 (zona palestra) e architravi in xlam sp. 12 cm altezza 125 cm. Le travi in legno 22x152 della zona palestra escono a sbalzo e sorreggono il ballatoio a piano primo che risulta appeso tramite pilastri in legno lamellare di sezione 12x14.

Il solaio di copertura è completato con pannelli nervati costituiti da travetti in legno lamellare gl24h e xlam 3 strati di sp. 60mm (20+20+20) collaboranti. La sezione dei travetti è in relazione alla luce del solaio, ed in particolare:

- Solai con $L < 350$ cm: sezione 14x14 cm
- Solai con $350 < L < 500$ cm: sezione 14x20 cm
- Solai con $500 < L < 600$ cm: sezione 14x24 cm





- Solai con $600 < L < 750$ cm: sezione 14x28 cm
- Solai con $750 < L < 800$ cm: sezione 14x32 cm
- Solai con $960 < L < 1100$ cm: sezione 14x36 cm

La collaborazione tra travetti e xlam è solo per la verifica a deformata e vibrazione del solaio. La verifica agli sli e al fuoco è garantita dal travetto stesso.

Il pannello in xlam sp. 60 mm garantisce al solaio adeguata rigidezza membranale per costituire piano rigido e ridistribuire opportunamente gli sforzi sismici di piano.

La fondazione è una platea di sp. 30 cm in calcestruzzo armato con cemento di classe C25/30 e armature in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C, nervata con cordoli in calcestruzzo armato in corrispondenza delle pareti interne e perimetrali al fine di sopraelevare il legno al di sopra dei massetti e del livello del terreno al fine di garantirne maggiore durabilità e protezione.

Il controvento alle azioni orizzontali di sisma e vento è garantito dal comportamento a parete dell'xlam connesso opportunamente alla fondazione con angolari a trazione e taglio.

All'interno dell'edificio sono presenti n. 3 scale in acciaio denominate Scala A, Scala B e Scala C. La Scala A, in posizione centrale ha uno sviluppo ad una rampa composta da cosciali UPN 300 in acciaio S275 che poggiano sulla platea e sulla trave IPE 500. I gradini vengono realizzati con tubolati 80x80x4 con lamiera sp. 3 mm.

Le scale B e C laterali vengono realizzate con profili UPN 220 in acciaio S275 poggianti sulla platea e sull'xlam di parete. I gradini vengono realizzati con con tubolati 80x80x4 con lamiera sp. 3 mm.

Il legno lamellare di travi e pilastri è di classe Gl24h.

I pannelli di xlam sono composti da strati incrociati e incollati di assi in abete massello C24.

Gli elementi in acciaio sono di classe S275.

Il cemento è di classe C25/30 armato con barre in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C.

Tutte le strutture sono verificate R60 al fuoco.

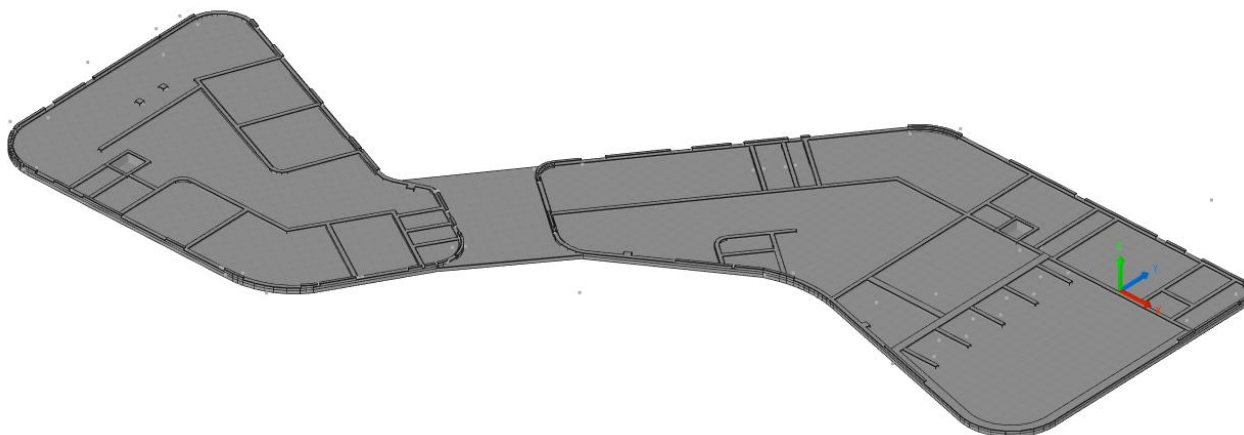
Si riportano di seguito alcune viste assonometriche della struttura.



COMMITTENTE COMUNE DI FORNOVO SAN GIOVANNI

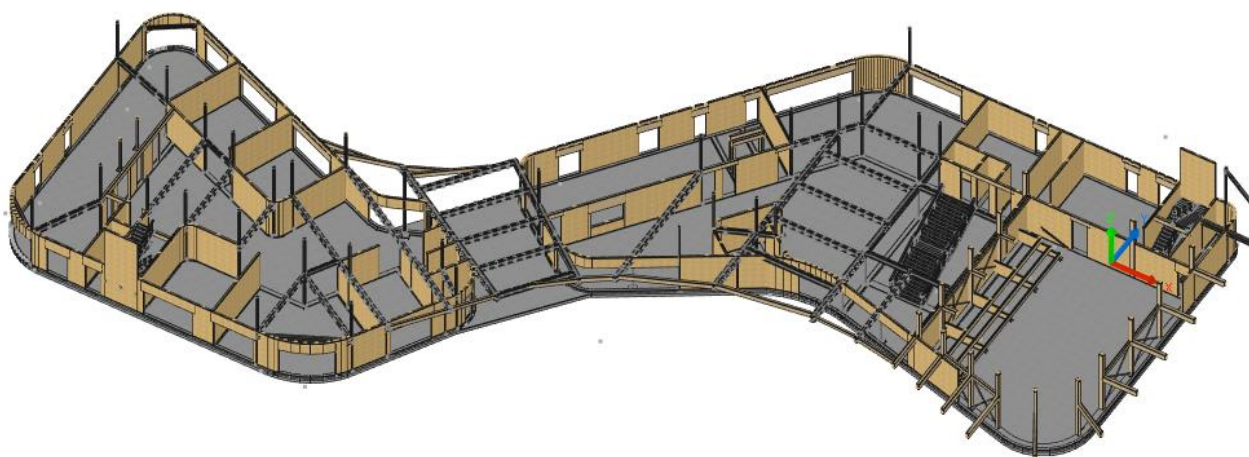
NUOVO CAMPUS SCOLASTICO CON STRUTTURE SOVRACOMUNALI PER L'AGGREGAZIONE, LO SVILUPPO E LA SOCIALITA' PERMANENTE DEI MINORI- SCUOLA PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO - CUP F15E21000070006

PROGETTISTI : Settanta7 s.r.l, Opera Mista s.r.l., Digierre3, Goggia & Associati Studio di Ingegneria



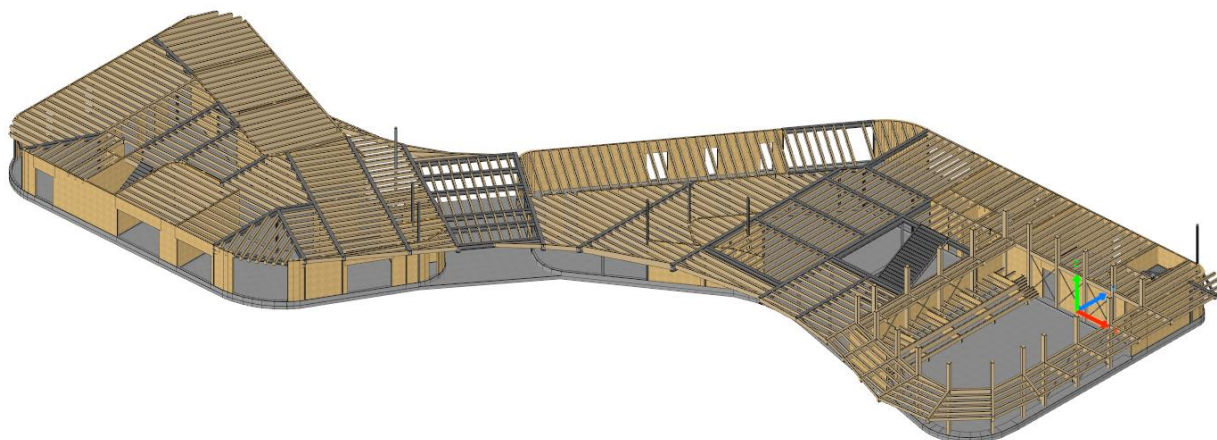
VISTA ASSONOMETRICA

FONDAZIONI



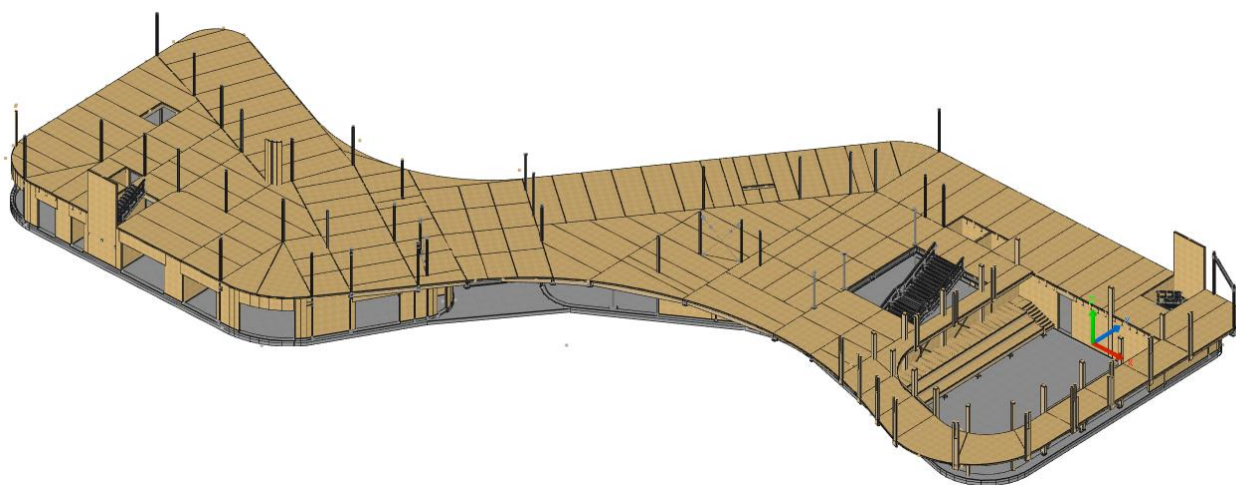
VISTA ASSONOMETRICA

PIANO TERRA E TRAVI PRINCIPALI



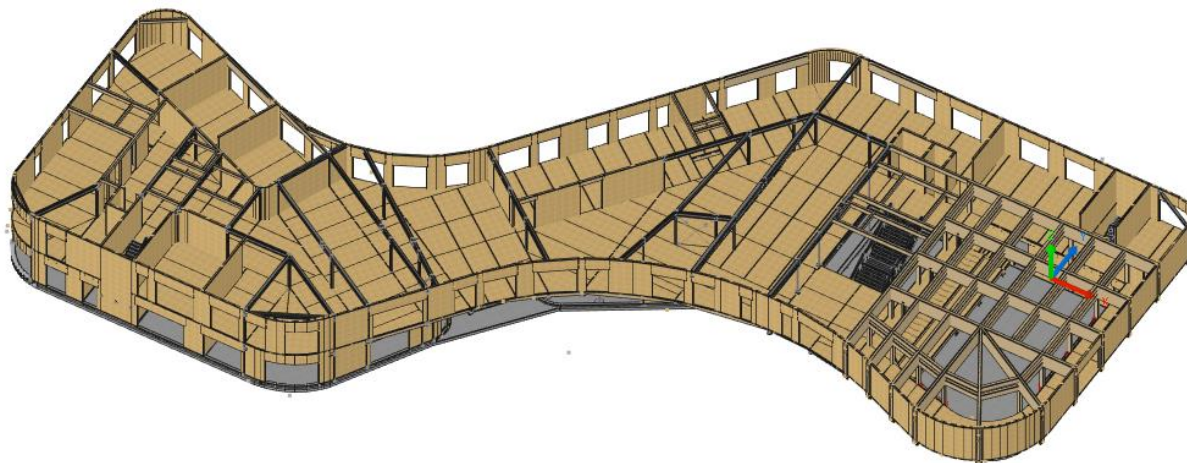
VISTA ASSONOMETRICA

CARPENTERIA SOLAIO



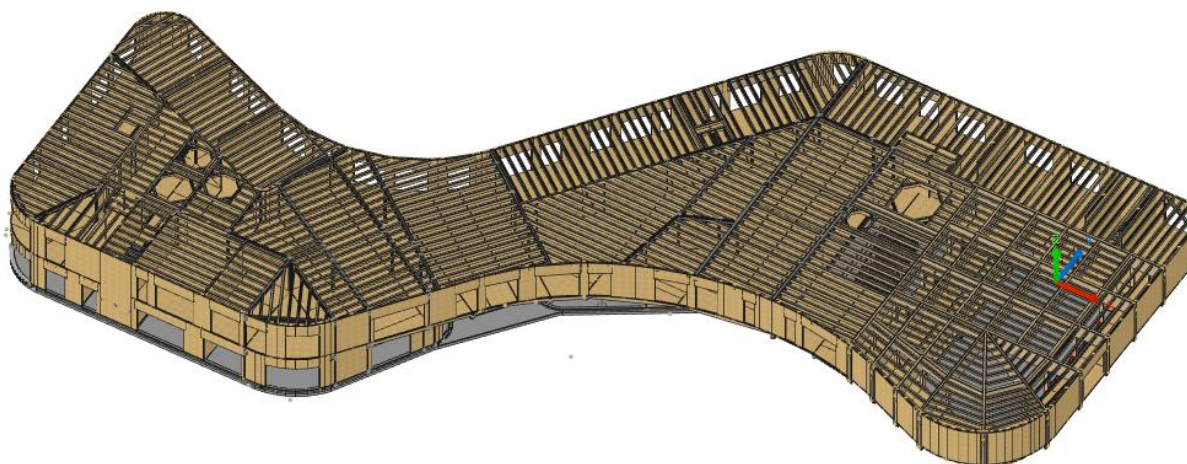
VISTA ASSONOMETRICA

PANNELLI DI SOLAIO



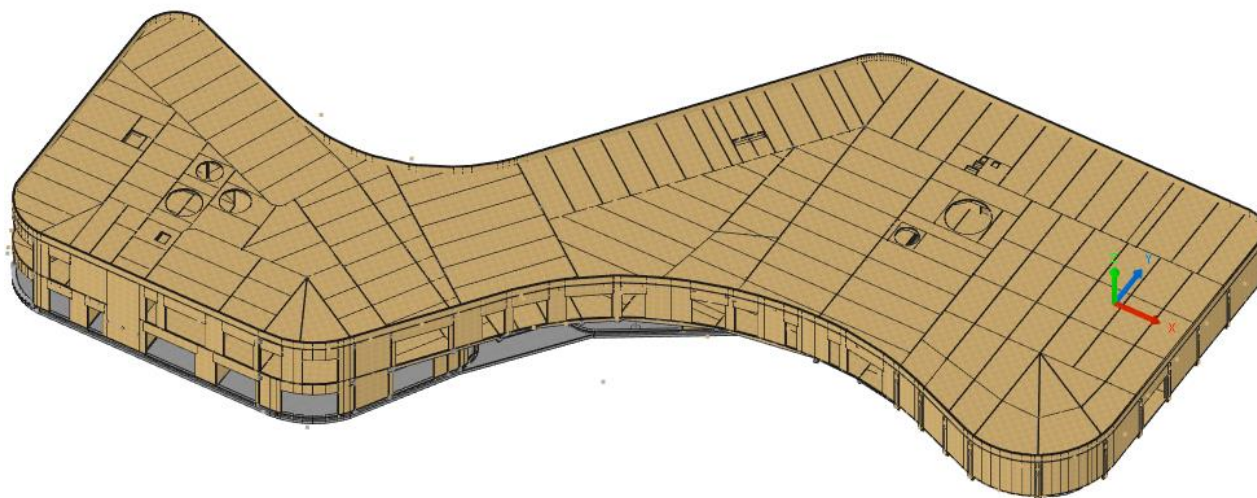
VISTA ASSONOMETRICA

PIANO SECONDO E TRAVI PRINCIPALI COPERTURA



VISTA ASSONOMETRICA

CARPENTERIA SOLAIO DI COPERTURA



VISTA ASSONOMETRICA

PANNELLI COPERTURA E VELETTA

4 // ANALISI DELLA STRUTTURA

4.1 // Normativa, metodo di calcolo, assunzioni per l'analisi e il calcolo delle azioni

La normativa utilizzata per la verifica degli elementi strutturali è il D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. Per tutto quello non specificato in detta norma, si è fatto riferimento alla CNR-DT 206/2007 “Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno” ed alla UNI EN 1995-1-1:2009 “Progettazione delle strutture di legno”.

4.2 // Carichi considerati

Nel calcolo delle azioni si sono considerati i seguenti carichi:



Condizioni	Concentrati	Lineari	Superficiali	Termici	Potenziali	Combinabilità per default	Combinazioni						
	Descrizione	Colore	Pesi strutturali	Permanenti portati	Variabile C	Neve	Vento X+	Vento X-	Vento Y+	Vento Y-			
► 1	SOLAIO												
Valore			0,7	3,05	3	0	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
2	COPERTURA												
Valore			0,42	0,8	0	1,2	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale in proiezione	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
3	COPERTURA PALESTRA												
Valore			1	0	0	1,2	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale in proiezione	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
4	SOLAIO BALLATOIO												
Valore			0,6	0,6	4	0	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
5	SENZA CARICO												
Valore			0	0	0	0	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
6	COPERTURA CON UTA												
Valore			0,42	4,7	0	1,2	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
7	SOLAIO BAGNI												
Valore			0,7	3,5	3	0	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			
8	COPERTURA CON MACCHI												
Valore			0,42	6,3	0	1,2	0	0	0	0			
Tipo valore			Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale	Verticale			

- Permanenti strutturali solaio interpiano (rif. Stratigrafia rpp-011) 0,70 kN/m²
(Travetti 16x40 (0,31)+ xlam sp. 10 cm (0,39))
- Permanenti portati solaio interpiano (rif. Stratigrafia rpp-011) 3,05 kN/m²
(Pavimento in gomma (0,05) – Caldana sp. 37 mm (0,8) – Riscaldamento a pavimento (0,30) - Massetto alleggerito sp. 10 cm (0,80) – Tramezze (0,80) – Impianti (0,30))
- Permanenti strutturali solaio interpiano bagni (rif. Stratigrafia rpp-001) 0,70 kN/m²
(Travetti 16x40 (0,31)+ xlam sp. 10 cm (0,39))
- Permanenti portati solaio interpiano bagni (rif. Stratigrafia rpp-001) 3,50 kN/m²
(Pavimento in gres (0,40) – Caldana sp. 50 mm (1,2) – Massetto alleggerito sp. 10 cm (0,80) – Tramezze (0,80) – Impianti (0,30))
- Permanenti strutturali solaio interpiano (rif. Stratigrafia rpp-012) 0,60 kN/m²
(Travetti 16x28 (0,18)+ xlam sp. 10 cm (0,39))
- Permanenti portati solaio interpiano (rif. Stratigrafia rpp-012) 0,60 kN/m²
(Pavimento in gomma (0,05) - Massetto alleggerito sp. 3 cm (0,24) – Controsoffitto (0,30))





- Permanenti strutturali solaio copertura (rif. Stratigrafia srp-01) 0,42 kN/m²
(Travetti 14x28 (0,20)+ xlam sp. 6 cm (0,22))
- Permanenti portati solaio copertura (rif. Stratigrafia srp-01) 0,80 kN/m²
(lamiera (0,1) – Fotovoltaico (0,30) – listelli (0,03) – assito (0,1) – fibra di legno sp. 14 cm (0,20) – distanziatori (0,06))
- Permanenti portati solaio copertura con UTA (rif. Stratigrafia srp-02) 4,60 kN/m²
(UTA (3,20) – massetto sp. 80 mm (1,00) – listelli (0,03) – assito (0,1) – fibra di legno sp. 14 cm (0,20) – distanziatori (0,06))
- Permanenti portati solaio copertura con MACCHINARI PDC (rif. Stratigrafia srp-02) 6,30 kN/m²
(PDC (4,20) – massetto sp. 120 mm (1,00) – listelli (0,03) – assito (0,1) – fibra di legno sp. 14 cm (0,20) – distanziatori (0,06))

CARICHI ACCIDENTALI

- Accidentali per cat.C (scuola) 3,00 kN/m²
- Accidentali per cat.C (scale) 4,00 kN/m²
- Neve q_s: 1,20 kN/m²
(zona I, a_s=109 m s.l.m., q_{sk}=1,50 kN/m², C_E = 1,0, C_t = 1, μ₁ = 0,8)
- Vento (valido per tutte le strutture) p: 0,87 kN/m²
(zona 1, classe rugosità C, cat. esp.III, ce=2,14, cd=1, qb=409 N/m²)
Il valore di p_k è da moltiplicare ulteriormente per i coefficienti di forma c_p relativi alle diverse condizioni di sollecitazione.
- Parametri adottati per la determinazione dello spettro di progetto:
 - Zona sismica: 3
 - Tipo di costruzione: 2 – costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
 - Classe d'uso: 3 - (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi)
 - V_R = 50 anni, V_N=75 anni
 - Categoria sottosuolo: D (Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati)
 - categoria topografica: T1
 - stati limite indagati: SLE, SLU, SLD, SLV

DATI DI RIFERIMENTO PER LA DETERMINAZIONE DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA DI PROGETTO PER GLI STATI LIMITE ULTIMI

Di seguito si riportano i dati utilizzati per definire lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali del sisma e di conseguenza lo spettro di progetto, con le probabilità di superamento dell'evento sismico indicate in Tab. 3.2.I delle NTC 2018.





Inserendo nel codice di calcolo impiegato i dati geografici del sito si ottengono i relativi valori di a_g , F_0 e T_c^* sotto riportati

Tipo di costruzione: 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn: Default (50)

Classe d'uso: III

Località: Bergamo, Forno San Giovanni
 Latitudine ED50 45,4984° (45° 29' 54")
 Longitudine ED50 9,6795° (9° 40' 46")
 Altitudine s.l.m. 109,97 m

Vr: Default (75)

Dettagli...

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	A_g/g	F_0	$T_c^*(s)$
SLO	Default (81)	45	Default (0,0384)	Default (2,468)	Default (0,216)
SLD	Default (63)	75	Default (0,05)	Default (2,43)	Default (0,239)
SLV	Default (10)	712	Default (0,131)	Default (2,45)	Default (0,277)
SLC	Default (5)	1462	Default (0,1681)	Default (2,488)	Default (0,284)

- classe di duttilità: CD "B"
- regolarità in pianta: No
- regolarità in elevazione: No
- fattore di struttura $q = 2,0$ ($q_0 = 2,5$ $K_R = 0,80$) (§ 7.3.1 Tab. 7.3.II)

La struttura in esame è stata progettata seguendo le prescrizioni previste nel paragrafo § 7 delle NTC 2018 relativo alla progettazione nei confronti delle azioni sismiche.

La tipologia strutturale è di “costruzione a pannelli di parete incollati a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni” ricade tra le strutture aventi una bassa capacità dissipativa, come indicato nella Tab. 7.3.II delle suddette norme e permette l'utilizzo di un fattore di struttura $q_0=2,5$.



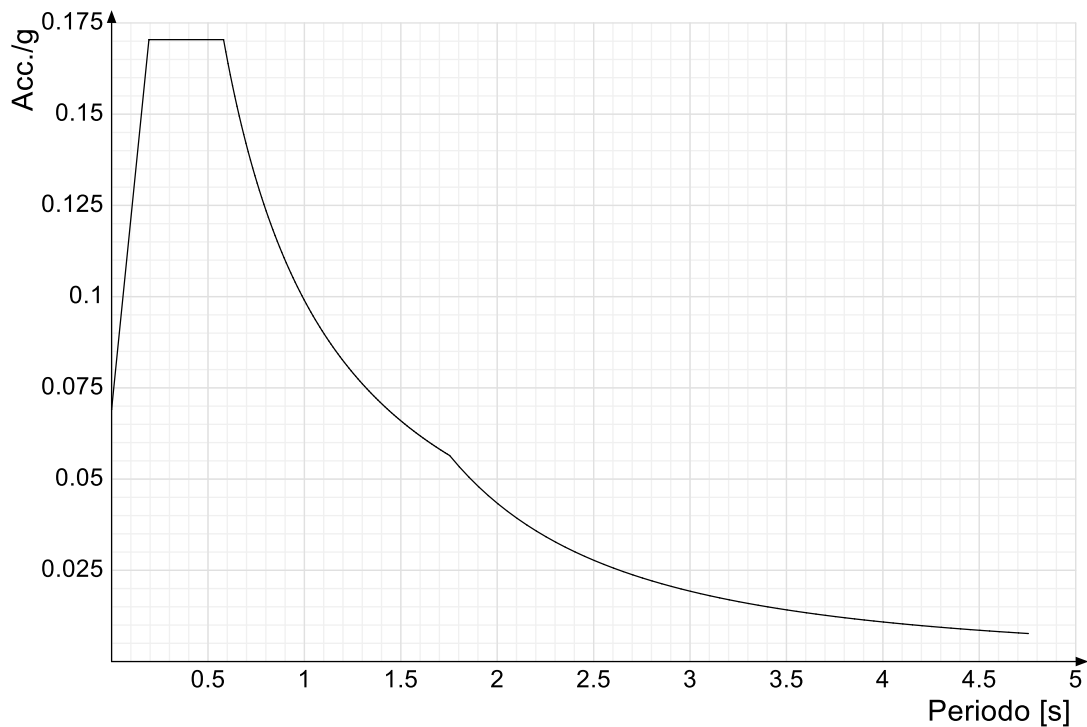


SPETTRI DI RISPOSTA DI PROGETTO

Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

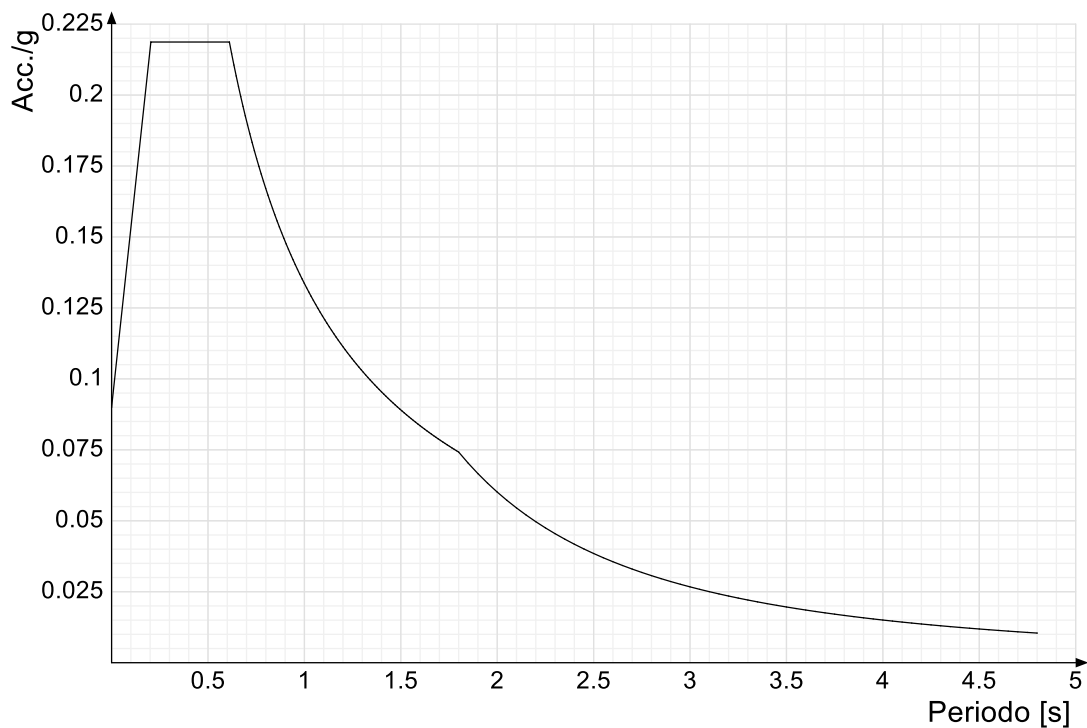
Periodo: Periodo di vibrazione.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

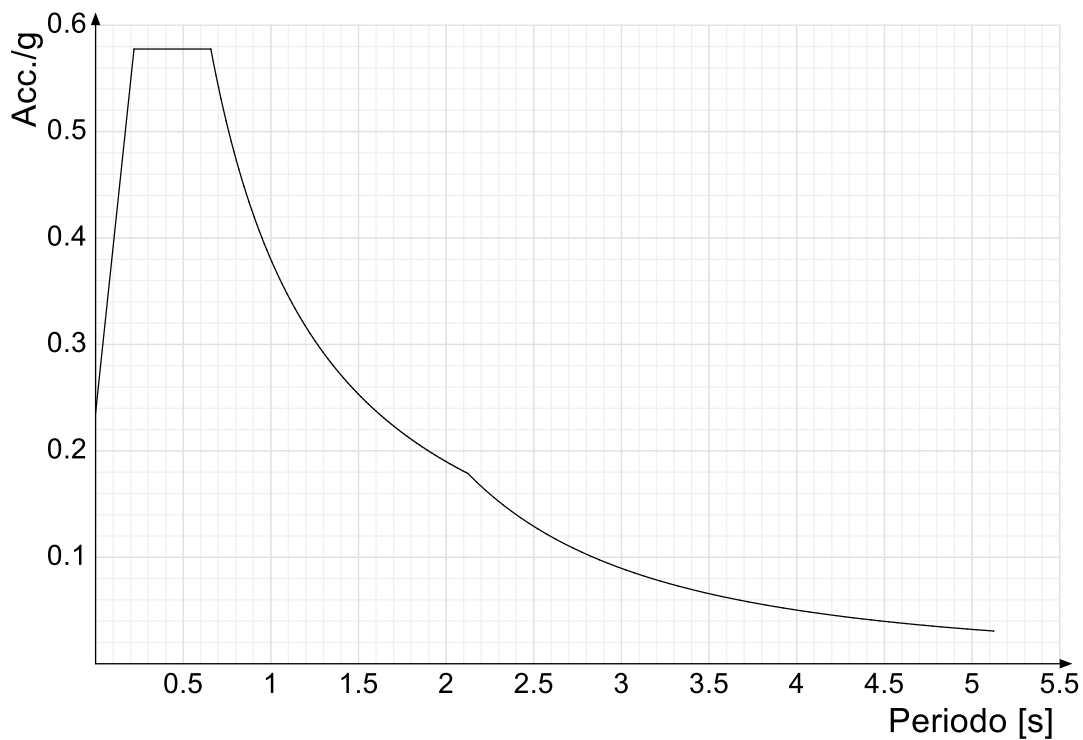




Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

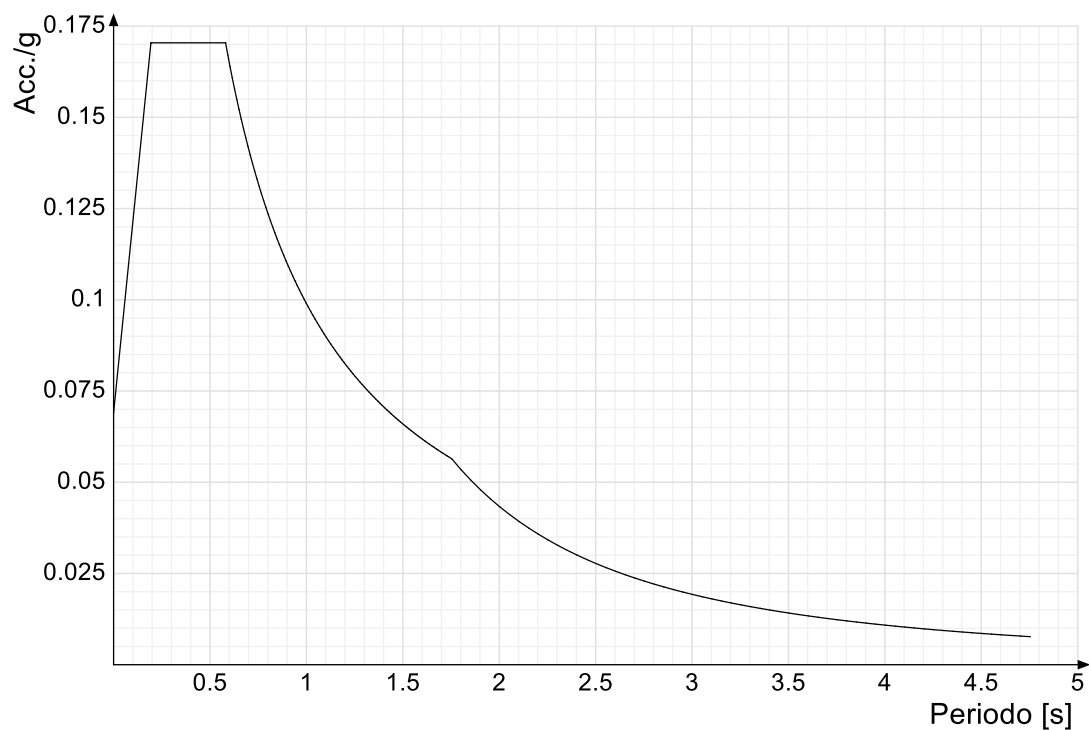


Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

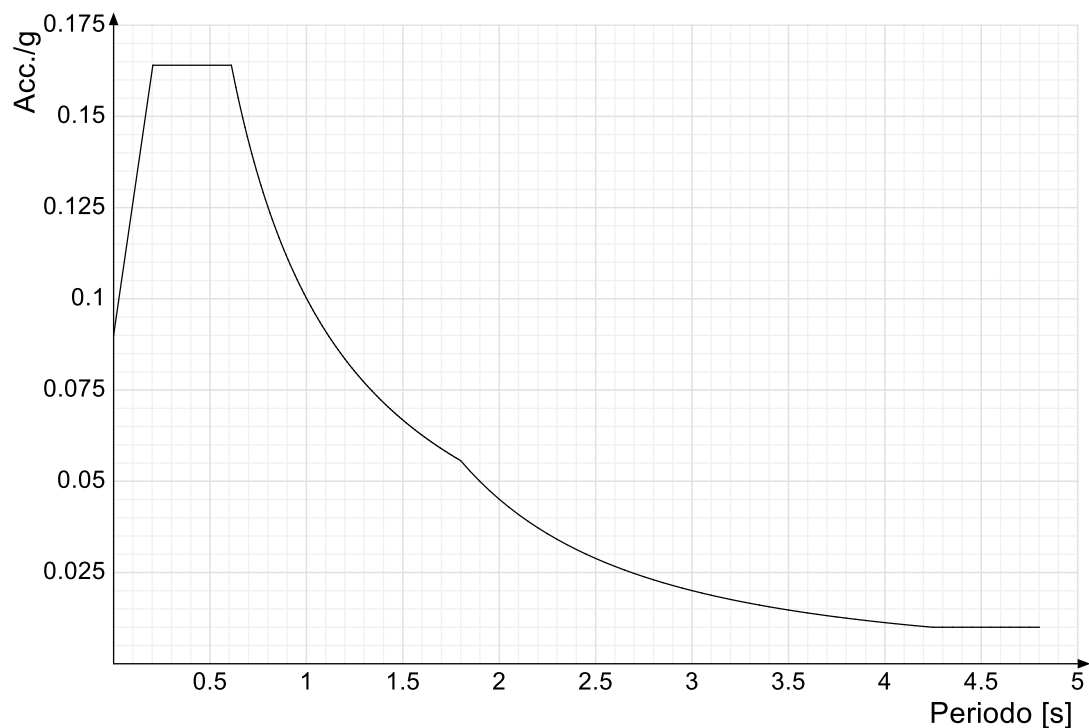




Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4

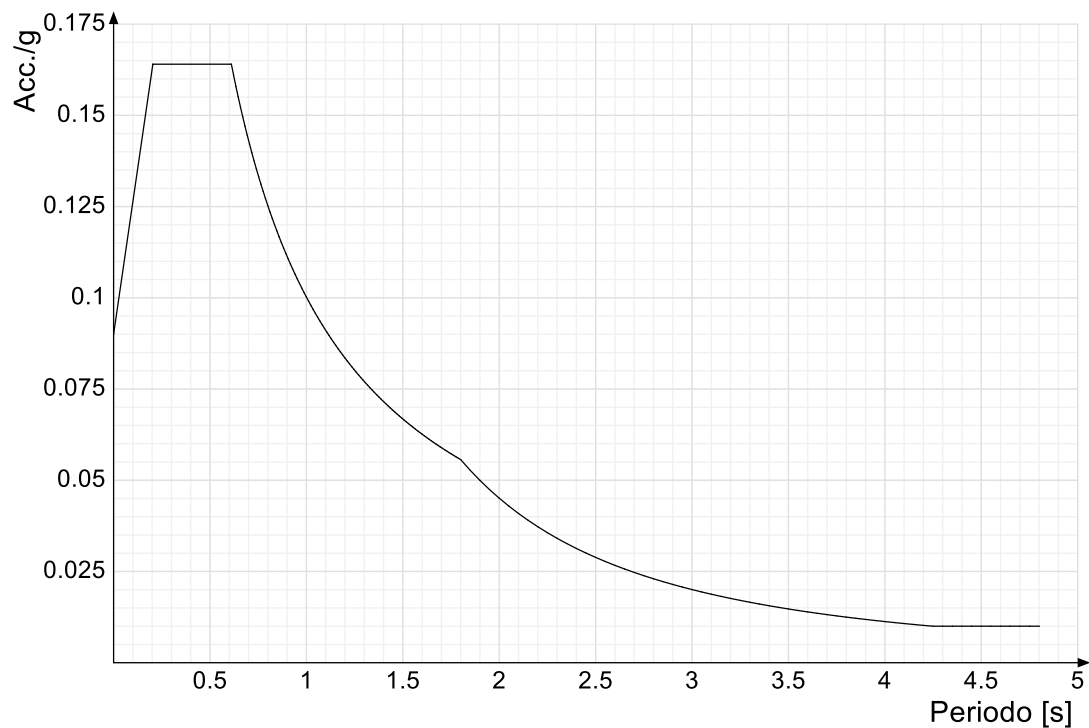


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5

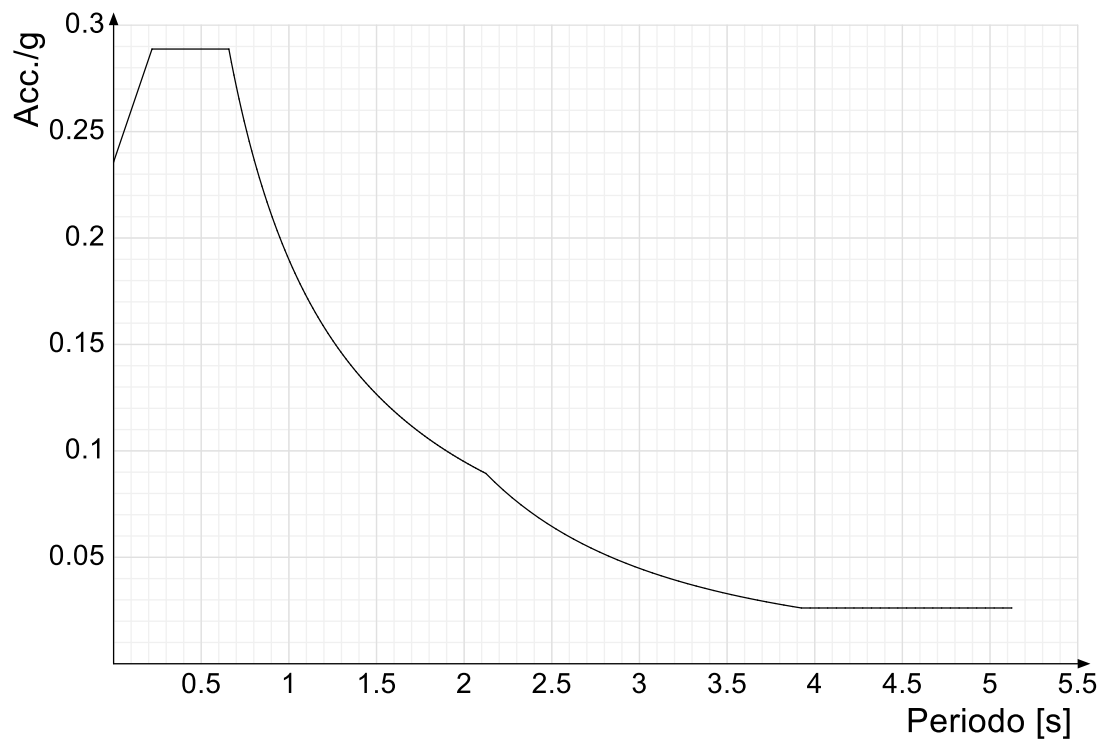




Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5

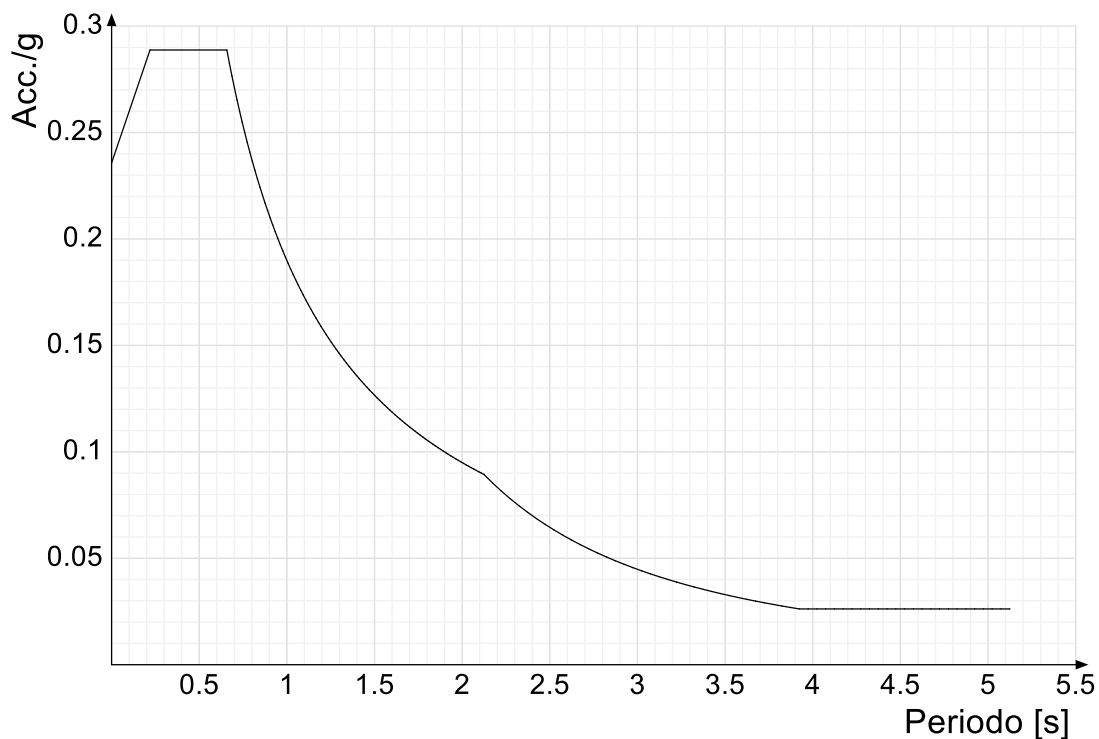


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



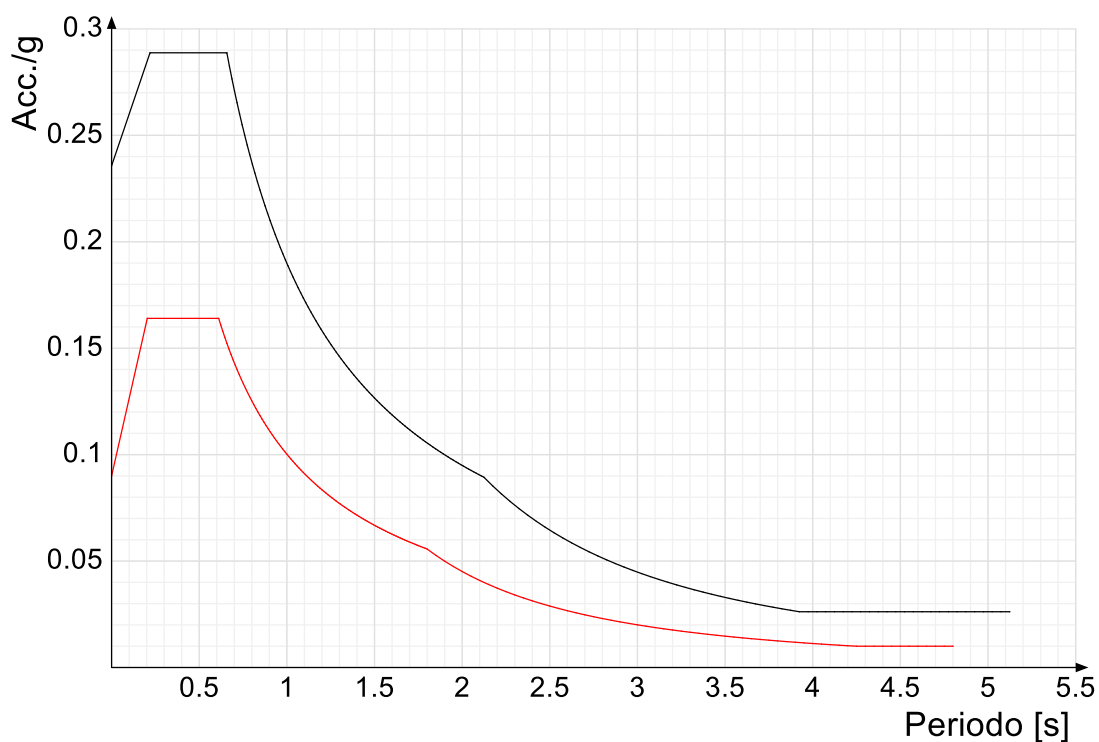


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

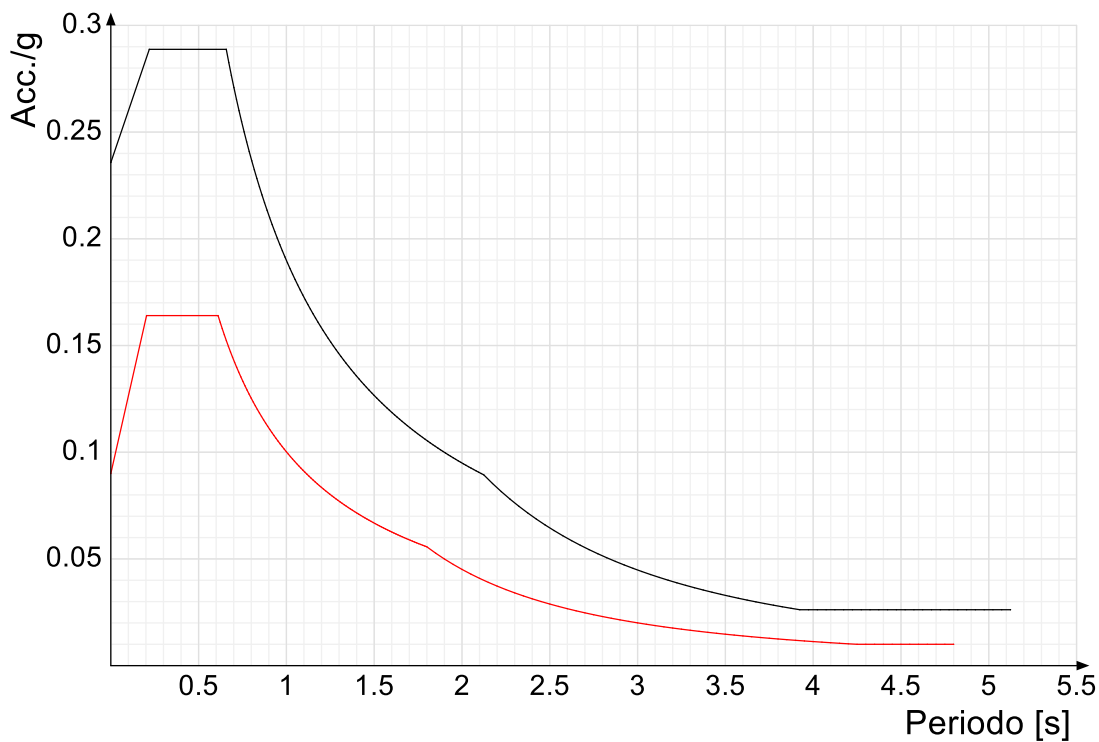


Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).





Combinazioni delle azioni

Le combinazioni di carico considerate nell'analisi sono quelle indicate nel § 2.5.3 delle NTC 2018 ai fini delle verifiche agli stati limite:

$$\text{SLU} \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$\text{SLE rara} \quad G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$\text{SLE frequente} \quad G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$\text{SLE quasi permanente} \quad G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

$$\text{Combinazione sismica} \quad E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Il valore dei coefficienti di combinazione ψ è indicato nella tabella 2.5.I delle norme:

Tab. 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 - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
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

Il valore dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} sono dati in tabella 2.6.I delle norme:

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_{2(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.





Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	0	0	1.5	0	0
4	SLU 4	1	0.8	0	0	0	1.5	0	0	0
5	SLU 5	1	0.8	0	0	1.5	0	0	0	0
6	SLU 6	1	0.8	0	1.5	0	0	0	0	0
7	SLU 7	1	0.8	1.05	0	0	0	0	1.5	0
8	SLU 8	1	0.8	1.05	0	0	0	1.5	0	0
9	SLU 9	1	0.8	1.05	0	0	1.5	0	0	0
10	SLU 10	1	0.8	1.05	0	1.5	0	0	0	0
11	SLU 11	1	0.8	1.05	1.5	0	0	0	0	0
12	SLU 12	1	0.8	1.5	0	0	0	0	0	0
13	SLU 13	1	0.8	1.5	0	0	0	0	0.9	0
14	SLU 14	1	0.8	1.5	0	0	0	0.9	0	0
15	SLU 15	1	0.8	1.5	0	0	0.9	0	0	0
16	SLU 16	1	0.8	1.5	0	0.9	0	0	0	0
17	SLU 17	1	0.8	1.5	0.75	0	0	0	0	0
18	SLU 18	1	1.5	0	0	0	0	0	0	0
19	SLU 19	1	1.5	0	0	0	0	0	1.5	0
20	SLU 20	1	1.5	0	0	0	0	1.5	0	0
21	SLU 21	1	1.5	0	0	0	1.5	0	0	0
22	SLU 22	1	1.5	0	0	1.5	0	0	0	0
23	SLU 23	1	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0
24	SLU 24	1	1.5	1.05	0	0	0	0	1.5	0
25	SLU 25	1	1.5	1.05	0	0	0	1.5	0	0
26	SLU 26	1	1.5	1.05	0	0	1.5	0	0	0
27	SLU 27	1	1.5	1.05	0	1.5	0	0	0	0
28	SLU 28	1	1.5	1.05	1.5	0	0	0	0	0
29	SLU 29	1	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
30	SLU 30	1	1.5	1.5	0	0	0	0	0.9	0
31	SLU 31	1	1.5	1.5	0	0	0	0.9	0	0
32	SLU 32	1	1.5	1.5	0	0	0.9	0	0	0
33	SLU 33	1	1.5	1.5	0	0.9	0	0	0	0
34	SLU 34	1	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0
35	SLU 35	1.3	0.8	0	0	0	0	0	0	0
36	SLU 36	1.3	0.8	0	0	0	0	0	1.5	0
37	SLU 37	1.3	0.8	0	0	0	0	1.5	0	0
38	SLU 38	1.3	0.8	0	0	0	1.5	0	0	0
39	SLU 39	1.3	0.8	0	0	1.5	0	0	0	0
40	SLU 40	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0	0	0
41	SLU 41	1.3	0.8	1.05	0	0	0	0	1.5	0
42	SLU 42	1.3	0.8	1.05	0	0	0	1.5	0	0
43	SLU 43	1.3	0.8	1.05	0	0	1.5	0	0	0
44	SLU 44	1.3	0.8	1.05	0	1.5	0	0	0	0
45	SLU 45	1.3	0.8	1.05	1.5	0	0	0	0	0
46	SLU 46	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0	0	0
47	SLU 47	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0	0.9	0
48	SLU 48	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0.9	0	0
49	SLU 49	1.3	0.8	1.5	0	0	0.9	0	0	0
50	SLU 50	1.3	0.8	1.5	0	0.9	0	0	0	0
51	SLU 51	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0	0	0	0
52	SLU 52	1.3	1.5	0	0	0	0	0	0	0
53	SLU 53	1.3	1.5	0	0	0	0	0	1.5	0
54	SLU 54	1.3	1.5	0	0	0	0	1.5	0	0
55	SLU 55	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0	0	0
56	SLU 56	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0	0	0
57	SLU 57	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0
58	SLU 58	1.3	1.5	1.05	0	0	0	0	1.5	0
59	SLU 59	1.3	1.5	1.05	0	0	0	1.5	0	0
60	SLU 60	1.3	1.5	1.05	0	0	1.5	0	0	0
61	SLU 61	1.3	1.5	1.05	0	1.5	0	0	0	0
62	SLU 62	1.3	1.5	1.05	1.5	0	0	0	0	0
63	SLU 63	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0
64	SLU 64	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0	0.9	0
65	SLU 65	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0.9	0	0
66	SLU 66	1.3	1.5	1.5	0	0	0.9	0	0	0
67	SLU 67	1.3	1.5	1.5	0	0.9	0	0	0	0
68	SLU 68	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0	0	0	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0





Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	0	0	1	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0	0	0	1	0	0	0
5	SLE RA 5	1	1	0	0	1	0	0	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0	1	0	0	0	0	0
7	SLE RA 7	1	1	0.7	0	0	0	0	1	0
8	SLE RA 8	1	1	0.7	0	0	0	1	0	0
9	SLE RA 9	1	1	0.7	0	0	1	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	0.7	0	1	0	0	0	0
11	SLE RA 11	1	1	0.7	1	0	0	0	0	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0	0	0	0	0	0
13	SLE RA 13	1	1	1	0	0	0	0	0.6	0
14	SLE RA 14	1	1	1	0	0	0	0.6	0	0
15	SLE RA 15	1	1	1	0	0	0.6	0	0	0
16	SLE RA 16	1	1	1	0	0.6	0	0	0	0
17	SLE RA 17	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0	0	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0	0	0.2	0	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0
6	SLE FR 6	1	1	0	0.2	0	0	0	0	0
7	SLE FR 7	1	1	0.6	0	0	0	0	0.2	0
8	SLE FR 8	1	1	0.6	0	0	0	0.2	0	0
9	SLE FR 9	1	1	0.6	0	0	0.2	0	0	0
10	SLE FR 10	1	1	0.6	0	0.2	0	0	0	0
11	SLE FR 11	1	1	0.6	0.2	0	0	0	0	0
12	SLE FR 12	1	1	0.7	0	0	0	0	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
------	------------	------	-------	-------------	------	----------	----------	----------	----------	----

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLO 1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
2	SLO 2	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
3	SLO 3	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
4	SLO 4	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
5	SLO 5	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
6	SLO 6	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
7	SLO 7	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
8	SLO 8	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
9	SLO 9	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
10	SLO 10	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
11	SLO 11	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
12	SLO 12	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
13	SLO 13	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
14	SLO 14	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
15	SLO 15	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
16	SLO 16	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
17	SLO 17	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
18	SLO 18	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
19	SLO 19	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
20	SLO 20	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
21	SLO 21	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
22	SLO 22	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0





Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variable C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
23	SLO 23	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
24	SLO 24	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
25	SLO 25	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
26	SLO 26	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
27	SLO 27	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
28	SLO 28	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
29	SLO 29	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
30	SLO 30	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
31	SLO 31	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
32	SLO 32	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
33	SLO 33	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
34	SLO 34	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
35	SLO 35	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
36	SLO 36	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
37	SLO 37	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
38	SLO 38	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
39	SLO 39	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
40	SLO 40	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
41	SLO 41	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
42	SLO 42	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
43	SLO 43	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
44	SLO 44	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
45	SLO 45	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
46	SLO 46	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
47	SLO 47	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
48	SLO 48	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	X SLO	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	-1	-0.3	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLO 2	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLO 3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLO 4	-1	-0.3	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLO 5	-1	0.3	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLO 6	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLO 7	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLO 8	-1	0.3	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLO 9	-0.3	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLO 10	-0.3	-1	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLO 11	-0.3	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLO 12	-0.3	-1	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLO 13	-0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLO 14	-0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLO 15	-0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLO 16	-0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLO 17	-0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLO 18	-0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLO 19	-0.3	0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLO 20	-0.3	0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLO 21	-0.3	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLO 22	-0.3	1	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLO 23	-0.3	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLO 24	-0.3	1	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLO 25	0.3	-1	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLO 26	0.3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3
27	SLO 27	0.3	-1	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLO 28	0.3	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLO 29	0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLO 30	0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLO 31	0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLO 32	0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLO 33	0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLO 34	0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLO 35	0.3	0.3	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLO 36	0.3	0.3	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLO 37	0.3	1	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLO 38	0.3	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLO 39	0.3	1	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLO 40	0.3	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLO 41	1	-0.3	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLO 42	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLO 43	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLO 44	1	-0.3	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLO 45	1	0.3	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLO 46	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3
47	SLO 47	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLO 48	1	0.3	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.





Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLD 1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
2	SLD 2	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
3	SLD 3	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
4	SLD 4	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
5	SLD 5	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
6	SLD 6	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
7	SLD 7	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
8	SLD 8	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
9	SLD 9	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
10	SLD 10	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
11	SLD 11	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
12	SLD 12	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
13	SLD 13	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
14	SLD 14	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
15	SLD 15	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
16	SLD 16	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
17	SLD 17	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
18	SLD 18	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
19	SLD 19	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
20	SLD 20	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
21	SLD 21	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
22	SLD 22	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
23	SLD 23	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
24	SLD 24	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
25	SLD 25	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
26	SLD 26	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
27	SLD 27	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
28	SLD 28	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
29	SLD 29	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
30	SLD 30	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
31	SLD 31	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
32	SLD 32	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
33	SLD 33	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
34	SLD 34	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
35	SLD 35	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
36	SLD 36	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
37	SLD 37	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
38	SLD 38	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
39	SLD 39	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
40	SLD 40	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
41	SLD 41	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
42	SLD 42	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
43	SLD 43	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
44	SLD 44	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
45	SLD 45	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
46	SLD 46	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
47	SLD 47	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
48	SLD 48	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	X SLD	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	-1	-0.3	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLD 2	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLD 3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLD 4	-1	-0.3	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLD 5	-1	0.3	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLD 6	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLD 7	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLD 8	-1	0.3	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLD 9	-0.3	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLD 10	-0.3	-1	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLD 11	-0.3	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLD 12	-0.3	-1	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLD 13	-0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLD 14	-0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLD 15	-0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLD 16	-0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLD 17	-0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLD 18	-0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLD 19	-0.3	0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLD 20	-0.3	0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLD 21	-0.3	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLD 22	-0.3	1	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLD 23	-0.3	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLD 24	-0.3	1	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLD 25	0.3	-1	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLD 26	0.3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3





Nome	Nome breve	X SLD	Y SLD	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
27	SLD 27	0.3	-1	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLD 28	0.3	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLD 29	0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLD 30	0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLD 31	0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLD 32	0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLD 33	0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLD 34	0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLD 35	0.3	0.3	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLD 36	0.3	0.3	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLD 37	0.3	1	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLD 38	0.3	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLD 39	0.3	1	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLD 40	0.3	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLD 41	1	-0.3	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLD 42	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLD 43	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLD 44	1	-0.3	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLD 45	1	0.3	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLD 46	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3
47	SLD 47	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLD 48	1	0.3	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variable C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLV 1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
2	SLV 2	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
3	SLV 3	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
4	SLV 4	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
5	SLV 5	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
6	SLV 6	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
7	SLV 7	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
8	SLV 8	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
9	SLV 9	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
10	SLV 10	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
11	SLV 11	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
12	SLV 12	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
13	SLV 13	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
14	SLV 14	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
15	SLV 15	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
16	SLV 16	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
17	SLV 17	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
18	SLV 18	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
19	SLV 19	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
20	SLV 20	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
21	SLV 21	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
22	SLV 22	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
23	SLV 23	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
24	SLV 24	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
25	SLV 25	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
26	SLV 26	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
27	SLV 27	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
28	SLV 28	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
29	SLV 29	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
30	SLV 30	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
31	SLV 31	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
32	SLV 32	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
33	SLV 33	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
34	SLV 34	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
35	SLV 35	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
36	SLV 36	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
37	SLV 37	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
38	SLV 38	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
39	SLV 39	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
40	SLV 40	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
41	SLV 41	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
42	SLV 42	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
43	SLV 43	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
44	SLV 44	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
45	SLV 45	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
46	SLV 46	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
47	SLV 47	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
48	SLV 48	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0





Nome	Nome breve	SLV X	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	-1	-0.3	-0.3	-1	0.3	-1	-0.3	-0.3
2	SLV 2	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-0.3
3	SLV 3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3	0.3
4	SLV 4	-1	-0.3	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	0.3
5	SLV 5	-1	0.3	-0.3	-1	0.3	-1	0.3	-0.3
6	SLV 6	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3	-0.3
7	SLV 7	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3	0.3
8	SLV 8	-1	0.3	0.3	1	-0.3	-1	0.3	0.3
9	SLV 9	-0.3	-1	-0.3	-0.3	1	-0.3	-1	-0.3
10	SLV 10	-0.3	-1	-0.3	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
11	SLV 11	-0.3	-1	0.3	-0.3	1	-0.3	-1	0.3
12	SLV 12	-0.3	-1	0.3	0.3	-1	-0.3	-1	0.3
13	SLV 13	-0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	-1
14	SLV 14	-0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-1
15	SLV 15	-0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	1
16	SLV 16	-0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	1
17	SLV 17	-0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-1
18	SLV 18	-0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-1
19	SLV 19	-0.3	0.3	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	1
20	SLV 20	-0.3	0.3	1	0.3	-0.3	-0.3	0.3	1
21	SLV 21	-0.3	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3
22	SLV 22	-0.3	1	-0.3	0.3	-1	-0.3	1	-0.3
23	SLV 23	-0.3	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3
24	SLV 24	-0.3	1	0.3	0.3	-1	-0.3	1	0.3
25	SLV 25	0.3	-1	-0.3	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
26	SLV 26	0.3	-1	-0.3	0.3	-1	0.3	-1	-0.3
27	SLV 27	0.3	-1	0.3	-0.3	1	0.3	-1	0.3
28	SLV 28	0.3	-1	0.3	0.3	-1	0.3	-1	0.3
29	SLV 29	0.3	-0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-1
30	SLV 30	0.3	-0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1
31	SLV 31	0.3	-0.3	1	-0.3	0.3	0.3	-0.3	1
32	SLV 32	0.3	-0.3	1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1
33	SLV 33	0.3	0.3	-1	-0.3	0.3	0.3	0.3	-1
34	SLV 34	0.3	0.3	-1	0.3	-0.3	0.3	0.3	-1
35	SLV 35	0.3	0.3	1	-0.3	0.3	0.3	0.3	1
36	SLV 36	0.3	0.3	1	0.3	-0.3	0.3	0.3	1
37	SLV 37	0.3	1	-0.3	-0.3	1	0.3	1	-0.3
38	SLV 38	0.3	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3
39	SLV 39	0.3	1	0.3	-0.3	1	0.3	1	0.3
40	SLV 40	0.3	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3
41	SLV 41	1	-0.3	-0.3	-1	0.3	1	-0.3	-0.3
42	SLV 42	1	-0.3	-0.3	1	-0.3	1	-0.3	-0.3
43	SLV 43	1	-0.3	0.3	-1	0.3	1	-0.3	0.3
44	SLV 44	1	-0.3	0.3	1	-0.3	1	-0.3	0.3
45	SLV 45	1	0.3	-0.3	-1	0.3	1	0.3	-0.3
46	SLV 46	1	0.3	-0.3	1	-0.3	1	0.3	-0.3
47	SLV 47	1	0.3	0.3	-1	0.3	1	0.3	0.3
48	SLV 48	1	0.3	0.3	1	-0.3	1	0.3	0.3

Famiglia SLV fondazioni

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
1	SLV FO 1	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
2	SLV FO 2	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
3	SLV FO 3	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
4	SLV FO 4	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
5	SLV FO 5	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
6	SLV FO 6	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
7	SLV FO 7	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
8	SLV FO 8	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
9	SLV FO 9	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
10	SLV FO 10	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
11	SLV FO 11	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
12	SLV FO 12	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
13	SLV FO 13	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
14	SLV FO 14	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
15	SLV FO 15	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
16	SLV FO 16	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
17	SLV FO 17	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
18	SLV FO 18	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
19	SLV FO 19	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
20	SLV FO 20	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
21	SLV FO 21	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
22	SLV FO 22	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
23	SLV FO 23	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
24	SLV FO 24	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0





Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variable C	Neve	Vento x+	Vento x-	Vento y+	Vento y-	ΔT
25	SLV FO 25	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
26	SLV FO 26	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
27	SLV FO 27	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
28	SLV FO 28	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
29	SLV FO 29	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
30	SLV FO 30	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
31	SLV FO 31	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
32	SLV FO 32	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
33	SLV FO 33	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
34	SLV FO 34	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
35	SLV FO 35	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
36	SLV FO 36	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
37	SLV FO 37	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
38	SLV FO 38	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
39	SLV FO 39	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
40	SLV FO 40	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
41	SLV FO 41	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
42	SLV FO 42	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
43	SLV FO 43	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
44	SLV FO 44	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
45	SLV FO 45	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
46	SLV FO 46	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
47	SLV FO 47	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0
48	SLV FO 48	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Nome	Nome breve	SLV X	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV FO 1	-1.1	-0.33	-0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	-0.33
2	SLV FO 2	-1.1	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	-0.33
3	SLV FO 3	-1.1	-0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0.33
4	SLV FO 4	-1.1	-0.33	0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0.33
5	SLV FO 5	-1.1	0.33	-0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33	-0.33
6	SLV FO 6	-1.1	0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33	-0.33
7	SLV FO 7	-1.1	0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0.33
8	SLV FO 8	-1.1	0.33	0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0.33
9	SLV FO 9	-0.33	-1.1	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	-0.33
10	SLV FO 10	-0.33	-1.1	-0.33	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	-0.33
11	SLV FO 11	-0.33	-1.1	0.33	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0.33
12	SLV FO 12	-0.33	-1.1	0.33	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0.33
13	SLV FO 13	-0.33	-0.33	-1.1	-0.33	0.33	-0.33	-0.33	-1.1
14	SLV FO 14	-0.33	-0.33	-1.1	0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-1.1
15	SLV FO 15	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	0.33	-0.33	-0.33	1.1
16	SLV FO 16	-0.33	-0.33	1.1	0.33	-0.33	-0.33	-0.33	1.1
17	SLV FO 17	-0.33	0.33	-1.1	-0.33	0.33	-0.33	0.33	-1.1
18	SLV FO 18	-0.33	0.33	-1.1	0.33	-0.33	-0.33	0.33	-1.1
19	SLV FO 19	-0.33	0.33	1.1	-0.33	0.33	-0.33	0.33	1.1
20	SLV FO 20	-0.33	0.33	1.1	0.33	-0.33	-0.33	0.33	1.1
21	SLV FO 21	-0.33	1.1	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33
22	SLV FO 22	-0.33	1.1	-0.33	0.33	-1.1	-0.33	1.1	-0.33
23	SLV FO 23	-0.33	1.1	0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33
24	SLV FO 24	-0.33	1.1	0.33	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0.33
25	SLV FO 25	0.33	-1.1	-0.33	-0.33	1.1	0.33	-1.1	-0.33
26	SLV FO 26	0.33	-1.1	-0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	-0.33
27	SLV FO 27	0.33	-1.1	0.33	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0.33
28	SLV FO 28	0.33	-1.1	0.33	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0.33
29	SLV FO 29	0.33	-0.33	-1.1	-0.33	0.33	0.33	-0.33	-1.1
30	SLV FO 30	0.33	-0.33	-1.1	0.33	-0.33	0.33	-0.33	-1.1
31	SLV FO 31	0.33	-0.33	1.1	-0.33	0.33	0.33	-0.33	1.1
32	SLV FO 32	0.33	-0.33	1.1	0.33	-0.33	0.33	-0.33	1.1
33	SLV FO 33	0.33	0.33	-1.1	-0.33	0.33	0.33	0.33	-1.1
34	SLV FO 34	0.33	0.33	-1.1	0.33	-0.33	0.33	0.33	-1.1
35	SLV FO 35	0.33	0.33	1.1	-0.33	0.33	0.33	0.33	1.1
36	SLV FO 36	0.33	0.33	1.1	0.33	-0.33	0.33	0.33	1.1
37	SLV FO 37	0.33	1.1	-0.33	-0.33	1.1	0.33	1.1	-0.33
38	SLV FO 38	0.33	1.1	-0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33
39	SLV FO 39	0.33	1.1	0.33	-0.33	1.1	0.33	1.1	0.33
40	SLV FO 40	0.33	1.1	0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33
41	SLV FO 41	1.1	-0.33	-0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33	-0.33
42	SLV FO 42	1.1	-0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33	-0.33
43	SLV FO 43	1.1	-0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0.33
44	SLV FO 44	1.1	-0.33	0.33	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0.33
45	SLV FO 45	1.1	0.33	-0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33	-0.33
46	SLV FO 46	1.1	0.33	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33	-0.33
47	SLV FO 47	1.1	0.33	0.33	-1.1	0.33	1.1	0.33	0.33
48	SLV FO 48	1.1	0.33	0.33	1.1	-0.33	1.1	0.33	0.33





5 // CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

Il codice di calcolo adottato è il seguente:

Nome del software	SismiCad
Versione	12.22
Caratteristiche	Software per l'analisi numerica delle strutture con l'utilizzo del metodo ad elementi finiti
Produzione e distribuzione	Concrete s.r.l Via della Pieve, 19 35121 Padova info@concrete.it www.concrete.it

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Nei paragrafi seguenti saranno descritte analisi della struttura per ogni singolo edificio. Per i calcoli eseguiti si rimanda al fascicolo di calcolo.



6 // MODELLO DI CALCOLO VERIFICHE ELEMENTI MODELLATI

Le pareti sono state schematizzate come gusci svincolati al momento fuori piano alle estremità inferiore e superiore e al taglio nel piano alle estremità iniziale/finale

Pilastri, arcarecci e travi di bordo e spina sono stati schematizzati come bielle.

Le travi in acciaio sono state schematizzate come aste incernierate alle estremità.

Il solaio di piano e di copertura sono stati schematizzati con comportamento a membrana.

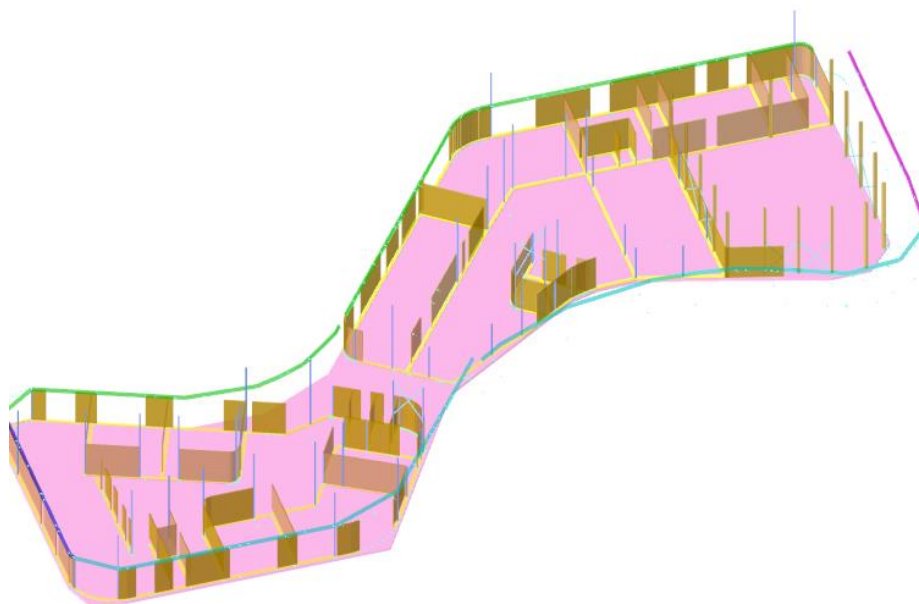
Sono stati inseriti 20 modi di vibrare della struttura, secondo quanto previsto nel §7.3.3.1 delle NTC 2018, ottenendo le seguenti masse partecipanti:

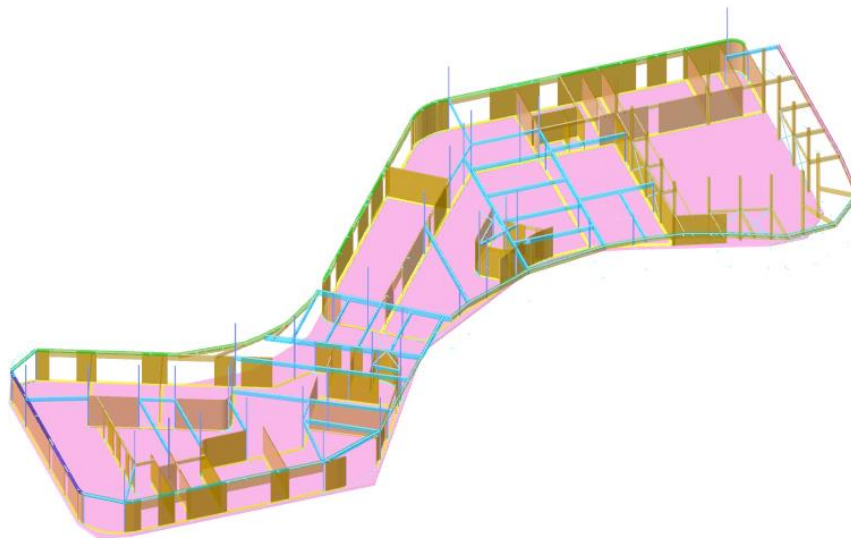
- massa partecipante in condizione Sisma X: 98.8%
- massa partecipante in condizione Sisma Y: 98.9%

I massimi spostamenti relativi d'interpiano rispettano i limiti previsti per legge (limite SLO=0,0033h).

La verifica degli effetti del secondo ordine è rispettata (7.3.3) §7.3.1 delle NTC 2018 ($\theta < 0,1$ | $0,1 < \theta < 0,2$). Il massimo valore ottenuto è $\theta = 0,01$.

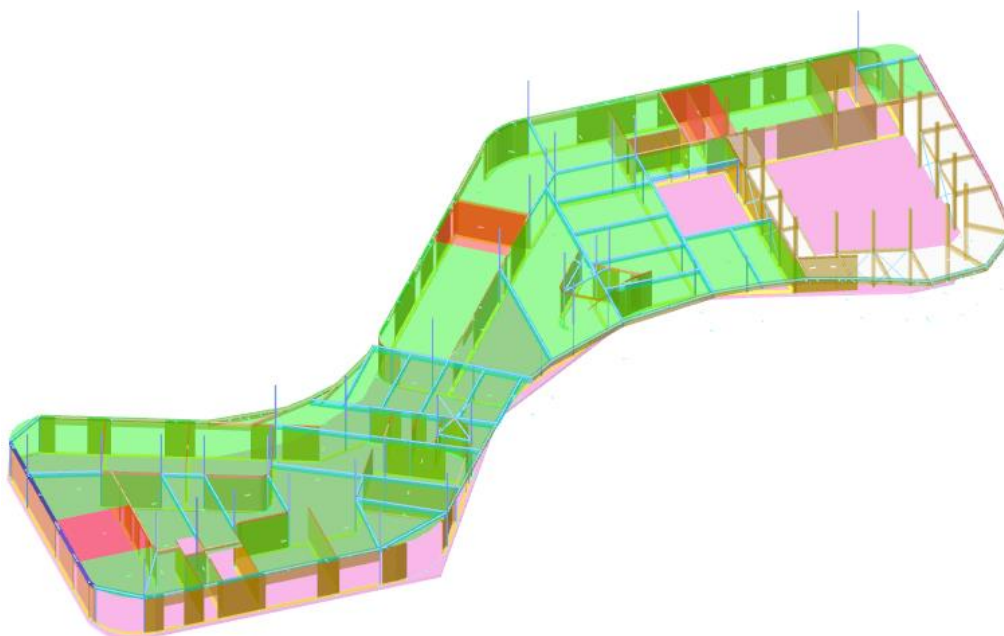
Si riporta di seguito il modello di calcolo ad elementi finiti e i principali risultati della modellazione.





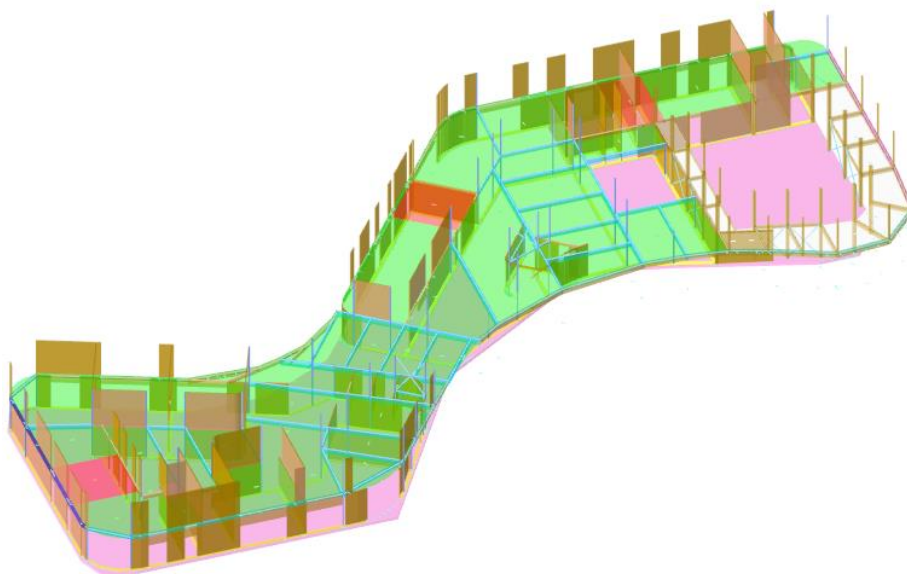
MODELLO AD ELEMENTI FINITI

TRAVI PRINCIPALI DI SOLAIO



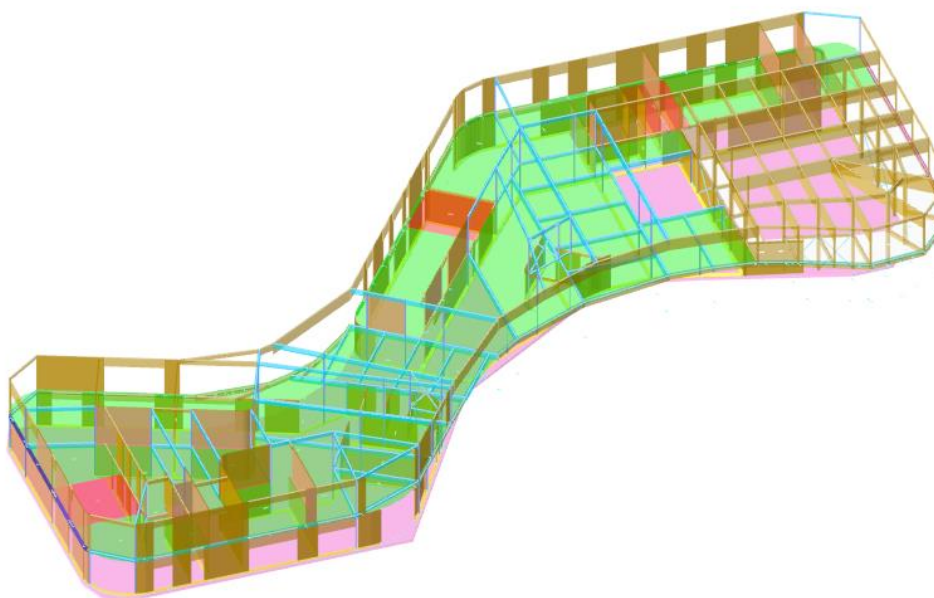
MODELLO AD ELEMENTI FINITI

SOLAIO



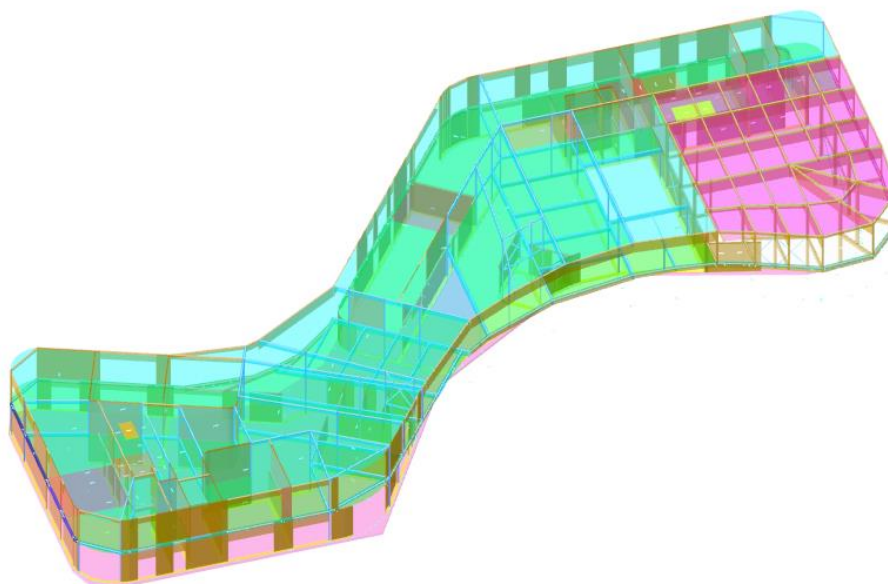
MODELLO AD ELEMENTI FINITI

PIANO PRIMO



MODELLO AD ELEMENTI FINITI

TRAVI PRINCIPALI DI COPERTURA



MODELLO AD ELEMENTI FINITI

SOLAIO DI COPERTURA

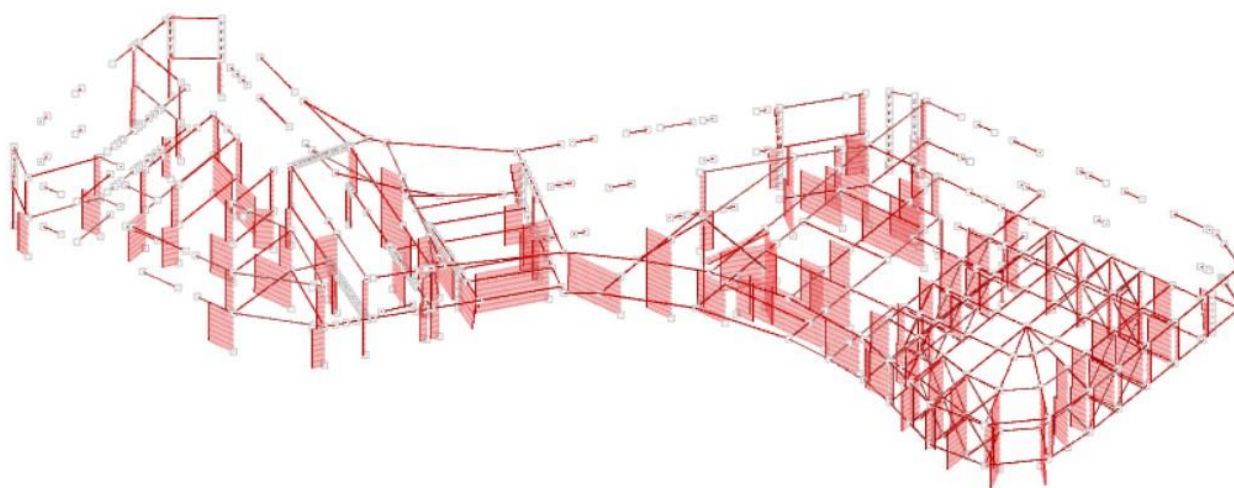


DIAGRAMMA INVILUPPO

SFORZO NORMALE F1

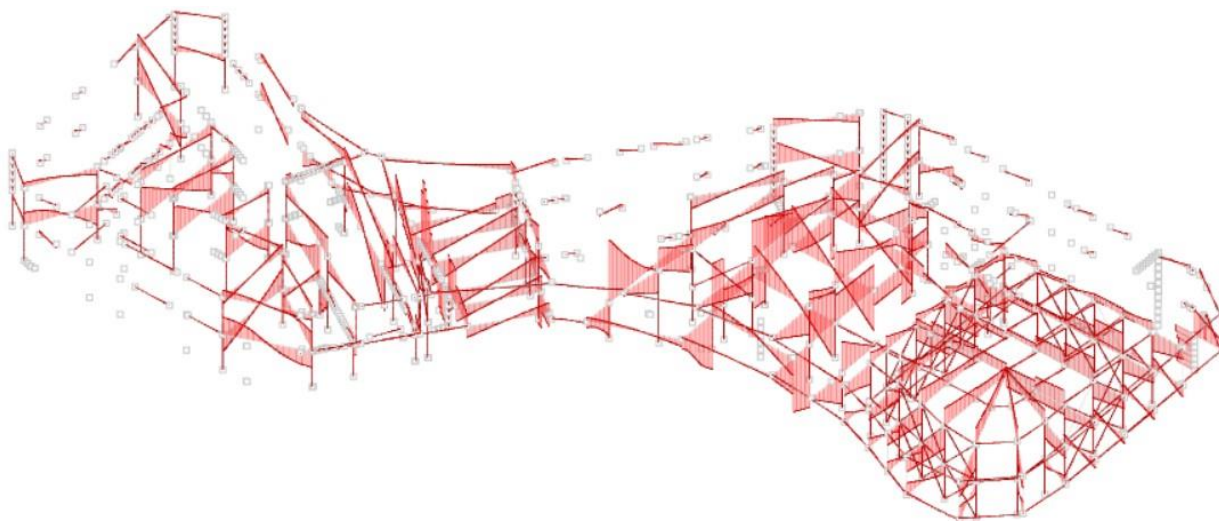


DIAGRAMMA INVILUPPO

SFORZO DI TAGLIO F2

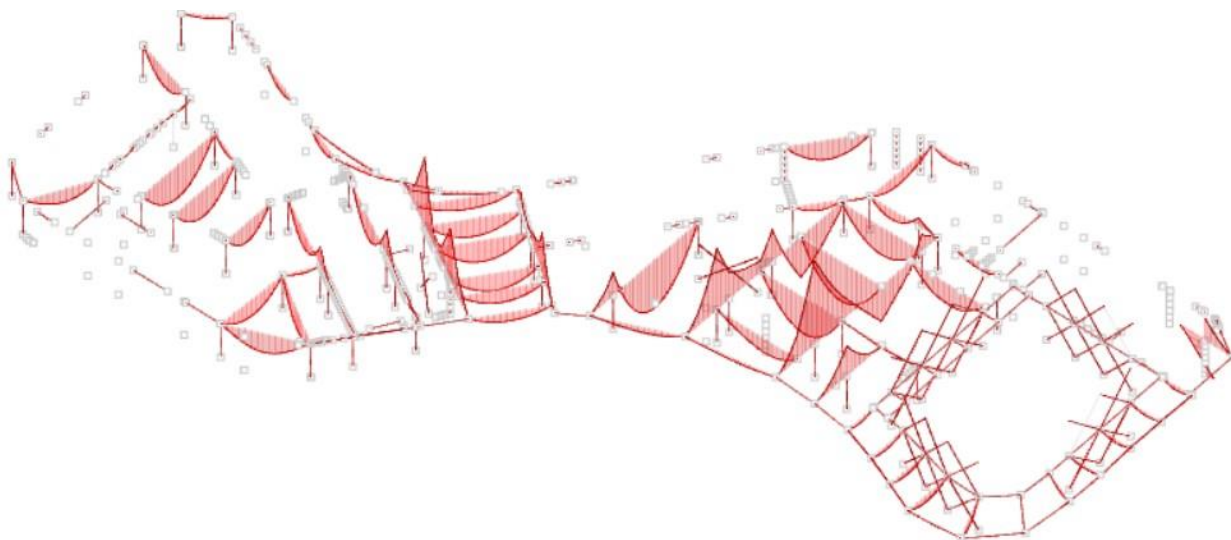


DIAGRAMMA INVILUPPO

MOMENTO M3 TRAVI PRIMO IMPALCATO

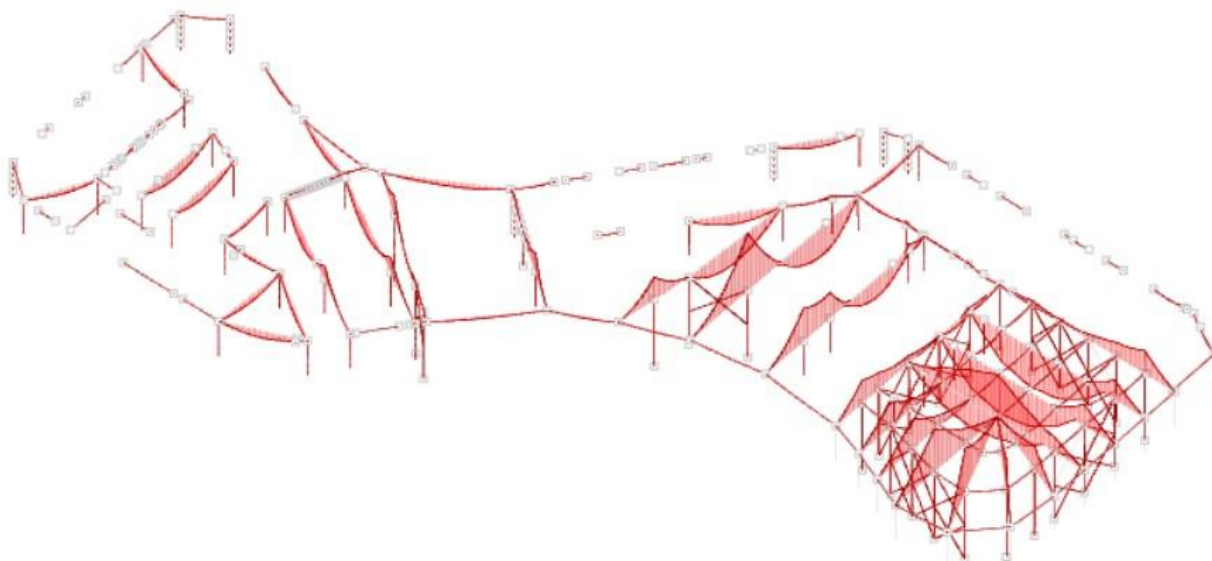


DIAGRAMMA INVILUPPO

MOMENTO M3 TRAVI COPERTURA

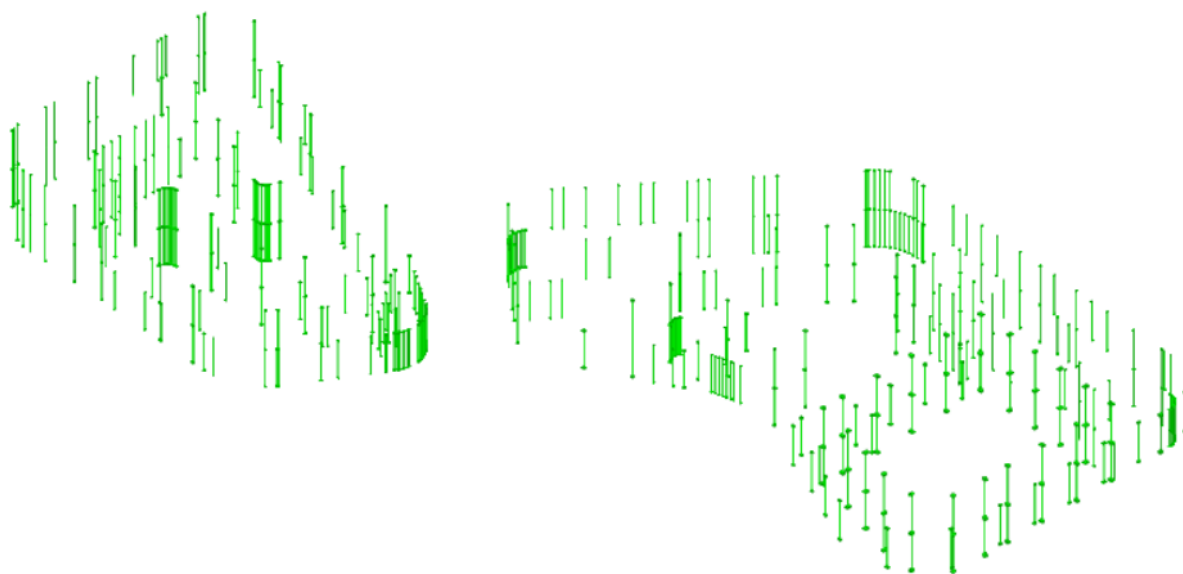


7 // VERIFICHE

Per tutte le verifiche degli elementi strutturali modellati con i relativi sforzi si rimanda al fascicolo di calcolo.

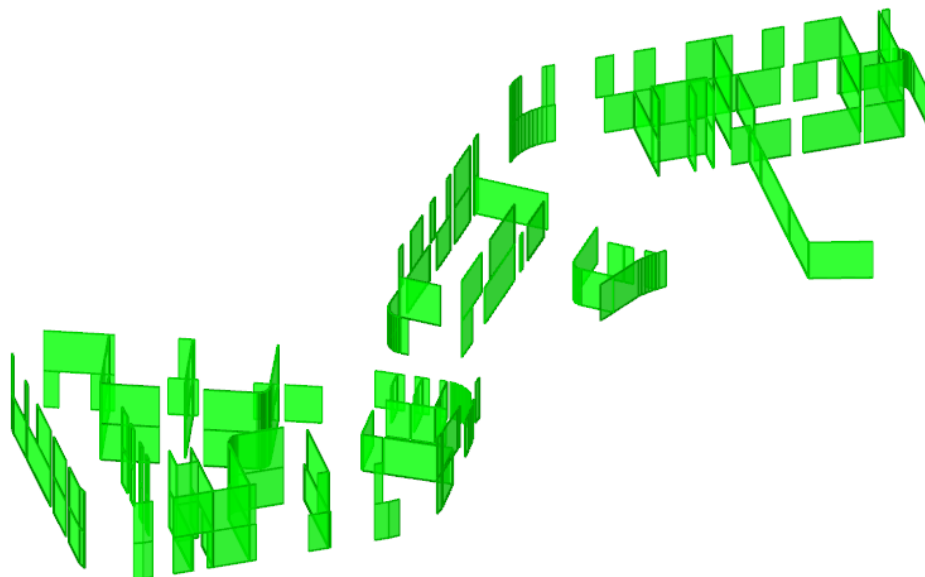
Per quanto riguarda le opere di fondazione si rimanda alla relazione geotecnica.

Si riporta di seguito estratti immagini delle strutture modellate verificata.



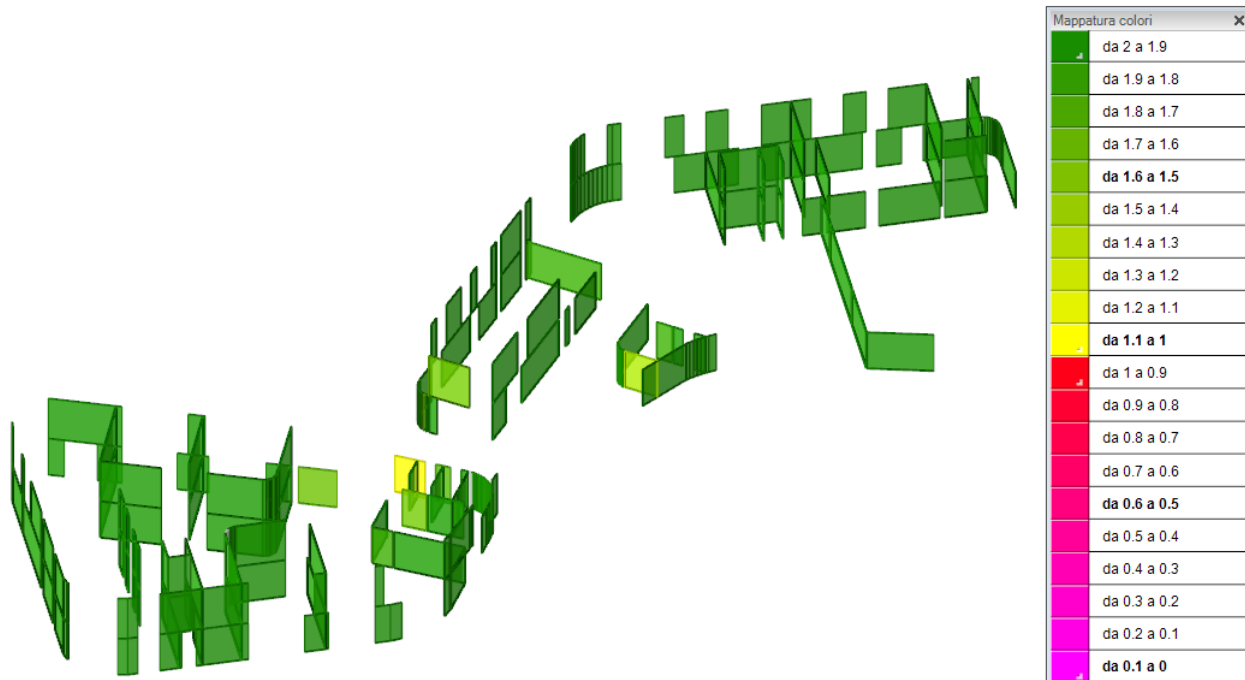
SCHERMATA DI VERIFICA

VERIFICA SPOSTAMENTI DI INTERPIANO



SCHERMATA DI VERIFICA

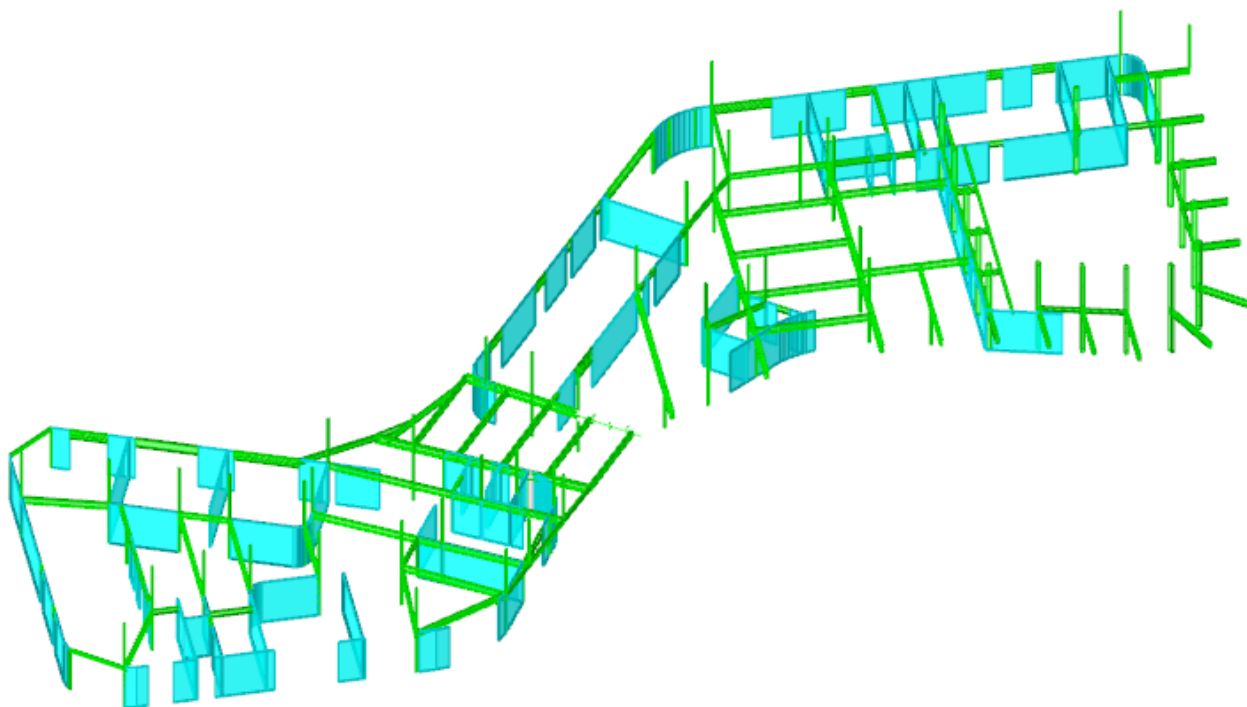
PARETI IN LEGNO



PERCENTUALE DI SFRUTTAMENTO ELEMENTI STRUTTURALI

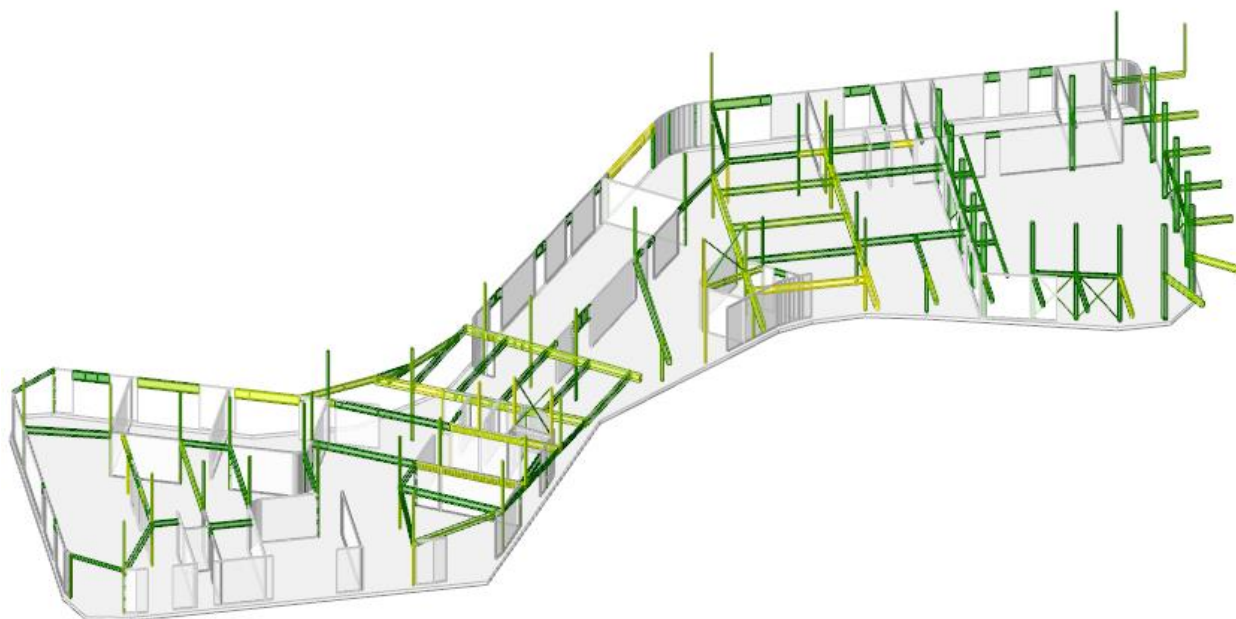
PARETI IN LEGNO



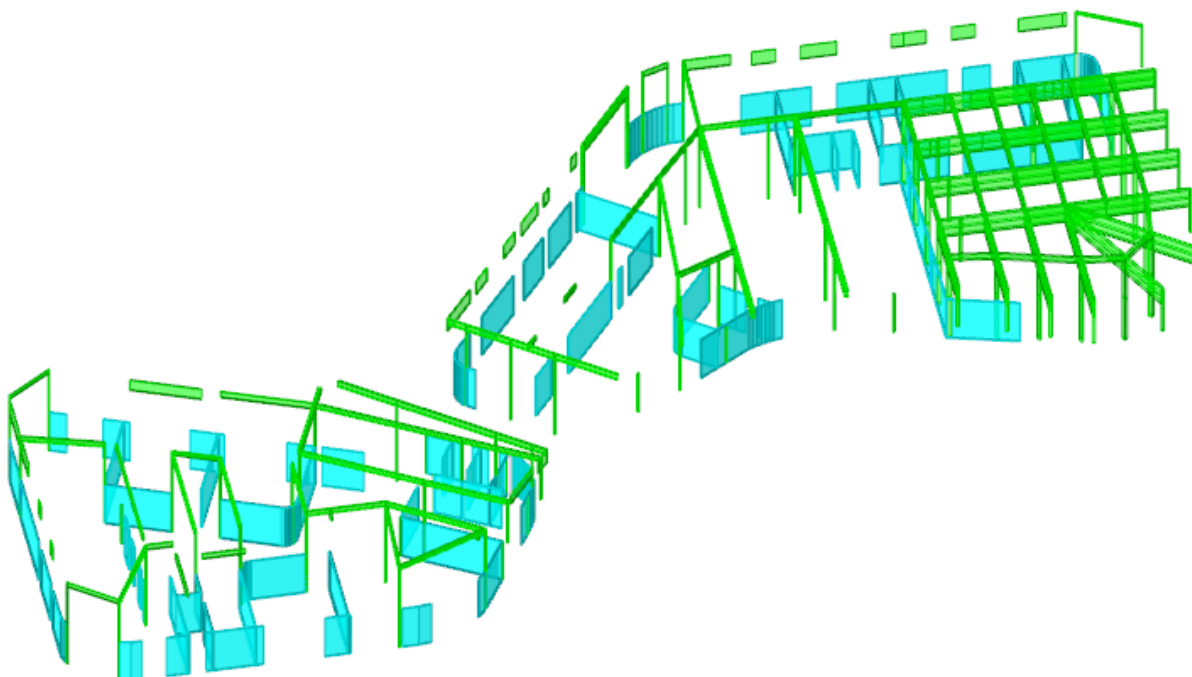


SCHEMATA DI VERIFICA

TRAVI PRINCIPALI SOLAI

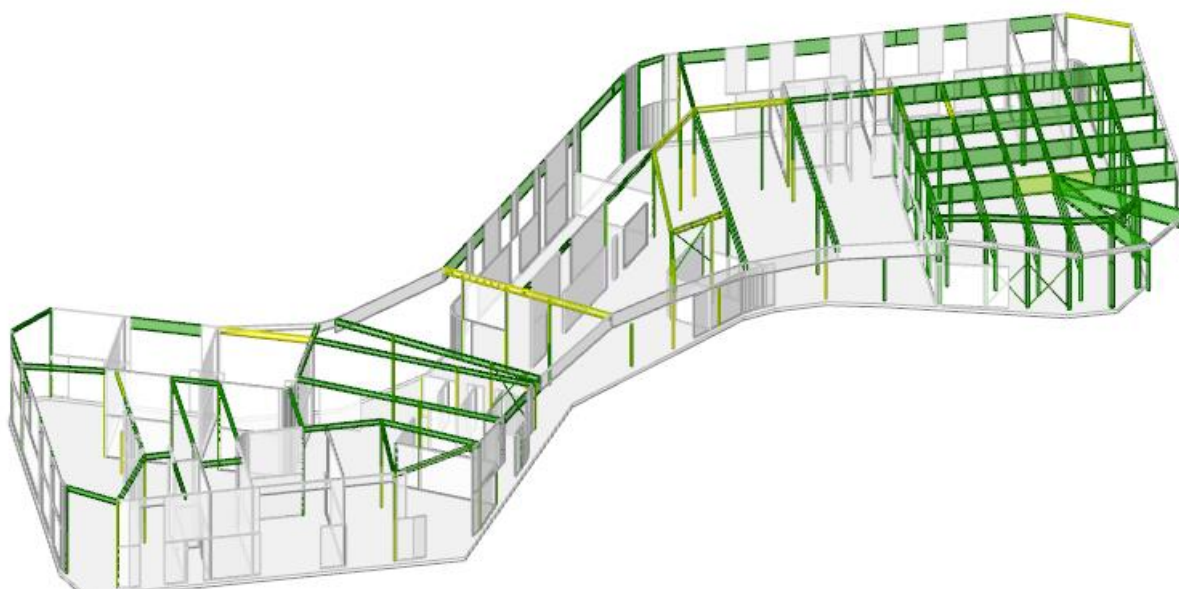


PERCENTUALE STRUTTURALI	DI	SFRUTTAMENTO	ELEMENTI	TRAVI PRINCIPALI SOLAIO
----------------------------	----	--------------	----------	-------------------------



SCHERMATA DI VERIFICA

TRAVI PRINCIPALI COPERTURA





La scuola dovrà avere resistenza al fuoco R60, per cui è stato indagato il comportamento delle pareti in presenza di fuoco passati 60 minuti. Nel dettaglio si riporta un apposito capitolo al termine della presente relazione dove si è modellata una struttura con la sezione delle pareti in xlam ridotte dopo 60 minuti di fuoco, verifica condotta con gli appositi coefficienti di carico e di verifica per la combinazione eccezionale fuoco.

Gli elementi in acciaio saranno trattati con vernice intumescente in grado di garantire una resistenza R60 al fuoco.

Le pareti esterne di spessore 12 cm 5 strati (30+20+20+20+30 mm), subiranno una riduzione della sezione fino a 70 mm (con presenza di fuoco dal solo lato interno) e in via approssimata si modella nel software di calcolo una parete con sezione residua equivalente a quella di un xlam 3 strati di sp. 70 mm (25+20+25 mm).

Sezione

☐ Definita dall'utente ☒ Prodotti standard del produttore

☐ Le mie stratigrafie XLAM

KLH

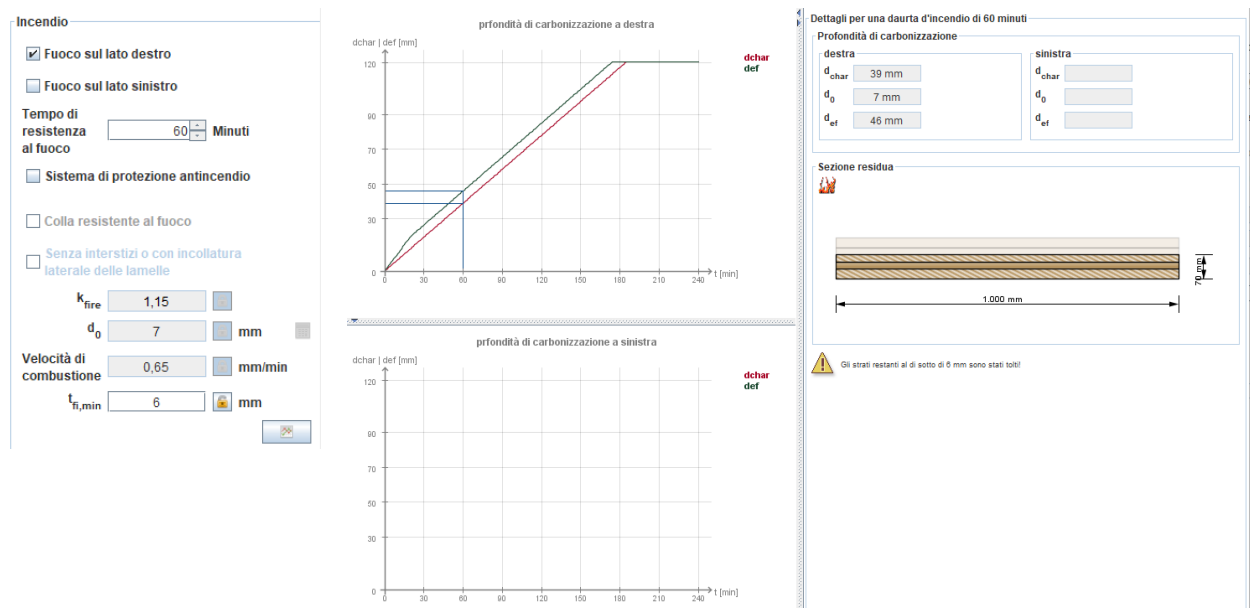
Numero di lamelle 5 120mm 5s DQ

Lamella	Altezza	Orientazione	Materiale
1	30 mm	90	C24-KLH
2	20 mm	0	C24-KLH
3	20 mm	90	C24-KLH
4	20 mm	0	C24-KLH
5	30 mm	90	C24-KLH

Altezza 120 mm

Rapporto spessore/larghezza delle lamelle t/a 1:4





Le pareti interne di spessore 14 cm 5 strati (30-20-40-20-30), protette con doppia lastra di cartongesso e lana minerale sp. 40mm, subiranno una riduzione della sezione fino a 73 mm (con presenza di fuoco da entrambi i lati e ritardo al fuoco da un lato con placcatura pari a 39 minuti e dall'altro pari a 39 mm) e in via approssimata si modella nel software di calcolo una parete con sezione residua equivalente a quella di un xlam 3 strati di sp. mm (20+33+20 mm).

Sezione

☐ Definita dall'utente ☒ Prodotti standard del produttore

☐ Le mie stratigrafie XLAM

KLH 

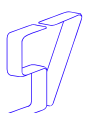
Numero di lamelle: 5 **100mm 5s DQ**

Lamella	Altezza	Orientazione	Materiale
1	20 mm	90	C24-KLH
2	20 mm	0	C24-KLH
3	20 mm	90	C24-KLH
4	20 mm	0	C24-KLH
5	20 mm	90	C24-KLH

Altezza: 100 mm

Rapporto spessore/larghezza delle lamelle t/a: 1:4





Incendio

☒ Fuoco sul lato destro

☒ Fuoco sul lato sinistro

Tempo di resistenza Minuti al fuoco

☒ Sistema di protezione antincendio

☒ destra

☐ definito dall'utente

2 x 12,5 mm GK-A + 40 mm Lana minerale

t_{ch} Minuti

t_f Minuti ☒ $t_f = t_{ch}$

k_2

k_3

☒ sinistra

☐ definito dall'utente

2 x 12,5 mm GK-A + 40 mm Lana minerale

t_{ch} Minuti

t_f Minuti ☒ $t_f = t_{ch}$

k_2

k_3

☐ Colla resistente al fuoco

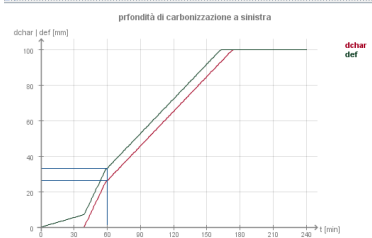
☐ Senza interstizi o con incollatura laterale delle lamelle

k_{fire}

d_0 mm

Velocità di combustione mm/min

$t_{fi,min}$ mm



Dettagli per una durata d'incendio di 60 minuti

Dettagli della protezione incendio

destra	sinistra
d_f 0 mm	d_f 0 mm
t_a 58,2 min	t_a 58,2 min

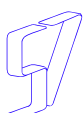
Profondità di carbonizzazione

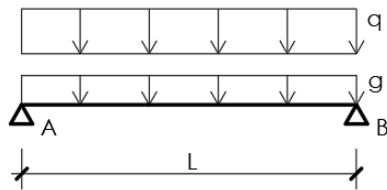
destra	sinistra
d_{char} 26,1 mm	d_{char} 26,1 mm
d_0 7 mm	d_0 7 mm
d_{ef} 33,1 mm	d_{ef} 33,1 mm

Sezione residua

VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI NON MODELLATI NEL SOFTWARE DI CALCOLO

Travetti 16x24 cm gl24h





$G1 = 0,30 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 3,20 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 4,50 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	20,11 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	17,87 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Media

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod}

0,8

γ_m

1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,k}$	19,20	N/mm ²	E_{medio}	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	13,24	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	10,59	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,28	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	13,24	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,38	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	1,93	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,90	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,63	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	1536000	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1024000	mm ³
$S_{m,y,d} =$	13,09	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

VERIFICA A TAGLIO

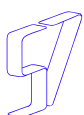
NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	1,04	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	1,93	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

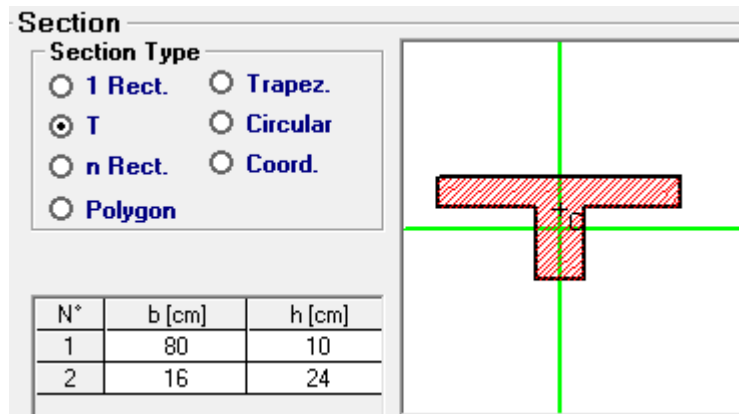
$k_{cr} =$ 0,67

Verifica agli SLE





Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata e vibrazione) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 100 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.



Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 125620 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1,256E+09 mm ⁴

Valori limite CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

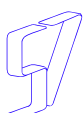
Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	300

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione rara</i>)	$u_{1,in} =$	0,11 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione rara</i>)	$u_{2,in} =$	0,09 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione rara</i>)	$u_{in} =$	0,20 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{1,in} =$	0,11 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{2,in} =$	0,05 cm
Cat C Ambienti suscettibili di affollamento	$u'_{in} =$	0,16 cm

Verifiche di deformabilità CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,1 cm	$\leq$	1,3 cm	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,1 cm	$\leq$	1,5 cm	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	0,29 cm	$\leq$	1,50 cm	Verificato





Si riporta di seguito la verifica a vibrazione.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6	
modulo elastico:	$E_{medio//} =$	11500,00	N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1256200400	mm ⁴
Densità	ρ_k	4,25	kN/m ³

Verifica della frequenza					
Rigidezza longitudinale travetti	El	14446305	Nmq		
Rigidezza longitudinale travetti per unità di lunghezza	El/i	18057881	Nmq/m		
Massa permanente	m	550,4	kg/mq		
Frequenza	f	14,050411	Hz	>	8 Hz

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	$M_{sd,y}$	11,11 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{sd,z}$	9,87 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio

1

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

Materiale

Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio

2

N° lati orizzontali esposti all'incendio

1

Sistema di protezione

Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo

0 min

$k_{mod,fi}$

1

$\gamma_{m,fi}$

1

k_{fi}

1,15

β_0

0,7 mm/min

$d_{char} = \beta_0 t$

42 mm

k_0 (superfici non protette) =

1

d_0 =

7 mm

$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$

49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
APPENDICE A
UNI ENV 1995-1-2

Base efficace	B_{eff}	62 mm
Altezza efficace	H_{eff}	191 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,fi}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA

NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,97	≤ 1	Verificato
$k_m (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,68	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	376970,333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	122367,333	mm ³
$\sigma_{m,y,d} =$	29,46	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	1,25	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA'

NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2018

Elementi inflessi (travi)

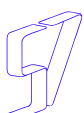
NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

Elementi pressoinflessi (Travi)

verifica necessaria

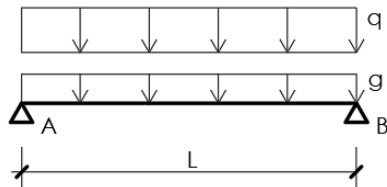
CNR-DT 206 R1/2018

$(\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c,z} f_{c,0,d}) + k_m (\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,68	≤ 1	Verificato
--	------	----------	------------





Travetti 16x28 cm gl24h



$G1 = 0,30 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 3,20 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{max} = 5,50 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	30,16 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	21,93 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Media

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,8
 γ_m 1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,k}$	19,20	N/mm ²	$E_{medio,l}$	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	13,24	N/mm ²
Trazione $f_{t,d}$	10,59	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,28	N/mm ²
Compressione $f_{c,d}$	13,24	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,38	N/mm ²
Taglio f_{vd}	1,93	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) = 0,99 \leq 1$$

$$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) = 0,69 \leq 1$$

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	2090667	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1194667	mm ³
$S_{m,y,d} =$	14,43	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

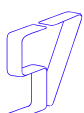
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	1,10	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	1,93	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata e vibrazione) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 100 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.

Section

Section Type

☐ 1 Rect. ☐ Trapez.
☒ T ☐ Circular
☐ n Rect. ☐ Coord.
☐ Polygon

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	10
2	16	28

Click picture to plot and calculate

Area cm²
 I cm⁴
 X (C) cm
 Y (C) cm

Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 166592 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.





coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio/} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1,666E+09 mm ⁴

Valori limite	CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3	
Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	300

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione rara</i>)	$u_{1,in} =$	0,18 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione rara</i>)	$u_{2,in} =$	0,15 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione rara</i>)	$u_{in} =$	0,33 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{1,in} =$	0,18 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{2,in} =$	0,09 cm
Cat C Ambienti suscettibili di affollamento	$u'_{in} =$	0,27 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione quasi permanente</i>)		

Verifiche di deformabilità CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

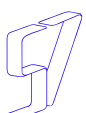
Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,1 cm	$\leq$	1,6 cm	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,def} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,2 cm	$\leq$	1,8 cm	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{def} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	0,50 cm	$\leq$	1,83 cm	Verificato

Si riporta di seguito la verifica a vibrazione.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio/} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1665922597 mm ⁴
Densità	ρ_k	4,25 kN/m ³

Verifica della frequenza					
Rigidezza longitudinale travetti	El	19158110	Nmq		
Rigidezza longitudinale travetti per unità di lunghezza	El/i	23947637	Nmq/m		
Massa permanente	m	553,8	kg/mq		
Frequenza	f	10,7981501	Hz	>	8 Hz

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	16,68 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	12,13 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio	1
Tipologia	Legno Lamellare
Classificazione (EN1194)	Lamellare GL24h SLU
Materiale	Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio	2
N° lati orizzontali esposti all'incendio	1
Sistema di protezione	Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo	0 min
$k_{mod,fi}$	1
$\gamma_{m,fi}$	1
k_{fi}	1,15
β_0	0,7 mm/min
$d_{char} = \beta_0 t$	42 mm
k_0 (superfici non protette) =	1
d_0 =	7 mm
$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$	49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
UNI ENV 1995-1-2
APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	62 mm
Altezza efficace	H_{eff}	231 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{myd}/f_{myd}) + k_m (\sigma_{mzd}/f_{mzd}) =$	1,00	≤ 1	Verificato
$k_m (\sigma_{myd}/f_{myd}) + (\sigma_{mzd}/f_{mzd}) =$	0,70	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	551397	mm ³
$W_{z,sezione} =$	147994	mm ³
$\sigma_{myd} =$	30,26	N/mm ²
$\sigma_{mzd} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)	

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

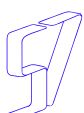
$\tau =$	1,27	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2014

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

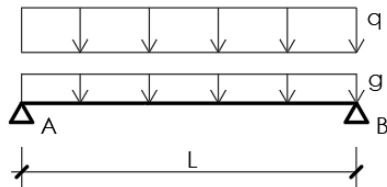
Elementi pressoinflessi (Travi) verifica necessaria CNR-DT 206 R1/2018

$(\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c,z} f_{c,0,d}) + k_m (\sigma_{myd}/k_{crit,m} f_{myd}) + (\sigma_{mzd}/f_{mzd}) =$	0,70	≤ 1	Verificato
--	------	----------	------------





Travetti 16x36 cm gl24h



$G1 = 0,30 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 3,20 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 650 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	42,46 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	26,13 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Media

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,8
 γ_m 1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,k}$	19,20	N/mm ²	E_{medio}	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	13,24	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	10,59	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,28	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	13,24	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,38	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	1,93	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{my,d}/I_{my,d}) + k_m(S_{mz,d}/I_{mz,d}) =$	0,84	≤ 1
$k_m(S_{my,d}/I_{my,d}) + (S_{mz,d}/I_{mz,d}) =$	0,59	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	3456000	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1536000	mm ³
$S_{my,d} =$	12,29	N/mm ²
$S_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

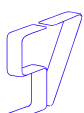
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	1,02	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	1,93	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata e vibrazione) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 100 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.

Section

Section Type

☐ 1 Rect. ☐ Trapez.
☒ T ☐ Circular
☐ n Rect. ☐ Coord.
☐ Polygon

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	10
2	16	36

Click picture to plot and calculate

Area cm²
 I cm⁴
 X (C) cm
 Y (C) cm

Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 273621 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.



coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio//} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	2,736E+09 mm ⁴

Valori limite CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	300

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione rara</i>)	$u_{1,in} =$	0,22 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione rara</i>)	$u_{2,in} =$	0,18 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione rara</i>)	$u_{in} =$	0,40 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{1,in} =$	0,22 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{2,in} =$	0,11 cm
Cat C Ambienti suscettibili di affollamento	$u'_{in} =$	0,33 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione quasi permanente</i>)		

Verifiche di deformabilità CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,2 cm	$\leq$	1,9 cm	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,2 cm	$\leq$	2,2 cm	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	0,60 cm	$\leq$	2,17 cm	Verificato

Si riporta di seguito la verifica a vibrazione.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio//} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	2736212777 mm ⁴
Densità	ρ_k	4,25 kN/m ³

Verifica della frequenza					
Rigidezza longitudinale travetti	El	31466447	Nmq		
Rigidezza longitudinale travetti per unità di lunghezza	El/i	39333059	Nmq/m		
Massa permanente	m	560,6	kg/mq		
Frequenza	f	9,84794188	Hz	>	8 Hz

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	23,56 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	14,50 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio

1

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

Materiale

Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio

2

N° lati orizzontali esposti all'incendio

1

Sistema di protezione

Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo

0 min

$k_{mod,fi}$

1

$\gamma_{m,fi}$

1

k_{fi}

1,15

β_0

0,7 mm/min

$d_{char} = \beta_0 t$

42 mm

k_0 (superfici non protette) =

1

$d_0 =$

7 mm

$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$

49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
UNI ENV 1995-1-2
APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	62 mm
Altezza efficace	H_{eff}	311 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,i}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{m,yd}/f_{m,yd}) + k_m (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,78	≤ 1	Verificato
$k_m (\sigma_{m,yd}/f_{m,yd}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,54	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	999450,333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	199247,333	mm ³
$\sigma_{m,yd} =$	23,58	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)	

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	1,13	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2014

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

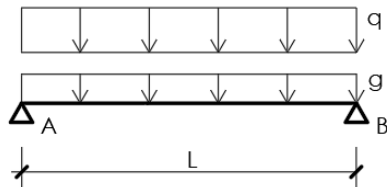
Elementi pressoinflessi (Travi) verifica necessaria CNR-DT 206 R1/2018

$(\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c,z} f_{c,0,d}) + k_m (\sigma_{m,yd}/k_{crit,m} f_{m,yd}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,54	≤ 1	Verificato
--	------	----------	------------





Travetti 16x40 cm gl24h



$G1 = 0,30 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 3,20 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 750 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	56,76 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	30,27 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Media

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,8
 γ_m 1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,k}$	19,20	N/mm ²	E_{medio}	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	13,24	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	10,59	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,28	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	13,24	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,38	N/mm ²
Taglio f_{vd}	1,93	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,91	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,64	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	4266667	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1706667	mm ³
$S_{m,y,d} =$	13,30	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

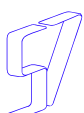
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	1,06	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	1,93	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata e vibrazione) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 100 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.

Section

Section Type

☐ 1 Rect. ☐ Trapez.
☒ T ☐ Circular
☐ n Rect. ☐ Coord.
☐ Polygon

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	10
2	16	40

Click picture to plot and calculate

Area cm²
 I cm⁴
 X (C) cm
 Y (C) cm

OK Cancel

Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 342095 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.





coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{media//} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	3,421E+09 mm ⁴

Valori limite CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	300

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione rara</i>)	$u_{1,in} =$	0,32 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione rara</i>)	$u_{2,in} =$	0,25 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione rara</i>)	$u_{in} =$	0,57 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{1,in} =$	0,32 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{2,in} =$	0,15 cm
Cat C Ambienti suscettibili di affollamento	$u'_{in} =$	0,47 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione quasi permanente</i>)		

Verifiche di deformabilità CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

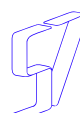
Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,3 cm	$\leq$	2,1 cm	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,3 cm	$\leq$	2,5 cm	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	0,85 cm	$\leq$	2,50 cm	Verificato

Si riporta di seguito la verifica a vibrazione.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{media//} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	3420953971 mm ⁴
Densità	ρ_k	4,25 kN/m ³

Verifica della frequenza					
Rigidezza longitudinale travetti	El	39340971	Nmq		
Rigidezza longitudinale travetti per unità di lunghezza	El/i	49176213	Nmq/m		
Massa permanente	m	564	kg/mq		
Frequenza	f	8,24584829	Hz	>	8 Hz

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	31,55 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	16,82 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio	1
Tipologia	Legno Lamellare
Classificazione (EN1194)	Lamellare GL24h SLU
Materiale	Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio	2
N° lati orizzontali esposti all'incendio	1
Sistema di protezione	Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo	0 min
$k_{mod,fi}$	1
$\gamma_{m,fi}$	1
k_{fi}	1,15
β_0	0,7 mm/min
$d_{char} = \beta_0 t$	42 mm
k_0 (superfici non protette) =	1
d_0 =	7 mm
$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$	49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
UNI ENV 1995-1-2
APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	62 mm
Altezza efficace	H_{eff}	351 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{m,yd}/f_{m,yd}) + k_m (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,82	≤ 1	Verificato
$k_m (\sigma_{m,yd}/f_{m,yd}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,57	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	1273077	mm ³
$W_{z,sezione} =$	224874	mm ³
$\sigma_{m,yd} =$	24,78	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)	

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

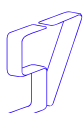
$\tau =$	1,16	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2014

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

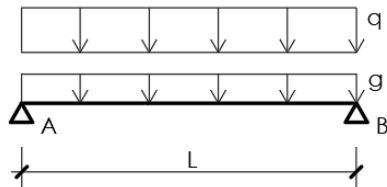
Elementi pressoinflessi (Travi) verifica necessaria CNR-DT 206 R1/2018

$(\sigma_{c,0,d}/k_{crit,c,z} f_{c,0,d}) + k_m (\sigma_{m,yd}/k_{crit,m} f_{m,yd}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,57	≤ 1	Verificato
--	------	----------	------------





Arcarecci copertura 14x16 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 350 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S	
Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	4,21 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	4,81 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod}

0,9

γ_m

1,45

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,43	≤ 1	Verificato
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,30	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	597333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	522667	mm ³
$S_{m,y,d} =$	7,05	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

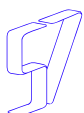
NT 2008 - § 4.4.8.1.8

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,48	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²	Verificato
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

coefficiente di deformabilità

$$k_{def} = 0,6$$

modulo elastico:

$$E_{medial} = 11500,00 \text{ N/mm}^2$$

momento di inerzia

$$J = 47786667 \text{ mm}^4$$

Valori limite

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/350$$

Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/300$$

Limite freccia finale totale

$$L = 1/200$$

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia

$$u_0 = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione rara*)

$$u_{1,in} = 0,32 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione rara*)

$$u_{2,in} = 0,34 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione rara*)

$$u_{in} = 0,66 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{1,in} = 0,32 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione quasi permanente*)

Neve (a quota < 1000 m slm)

$$u'_{2,in} = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{in} = 0,32 \text{ cm}$$

Verifiche di deformabilità

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} = 0,3 \text{ cm}$	$\leq 1,0 \text{ cm}$	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} = 0,3 \text{ cm}$	$\leq 1,2 \text{ cm}$	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} = 0,86 \text{ cm}$	$\leq 1,75 \text{ cm}$	Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	1,39 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	1,59 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{or,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

Materiale

Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio

2

N° lati orizzontali esposti all'incendio

1

Sistema di protezione

Superfici non protette

Durata protezione di eventuale elemento protettivo

0 min

$k_{mod,s}$

1

$\gamma_{m,s}$

1

k_B

1,15

β_0

0,7 mm/min

$d_{char} = \beta_0 t$

42 mm

k_0 (superfici non protette) =

1

$d_0 =$

7 mm

$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$

49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato

UNI ENV 1995-1-2

APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	111 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,l}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio f_{vd}	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA

NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,53	≤ 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,37	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	86247	mm ³
$W_{z,sezione} =$	32634	mm ³
$\sigma_{my,d} =$	16,16	N/mm ²
$\sigma_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	0,51	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA'

NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2011

Elementi inflessi (travi)

NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

Flessione retta

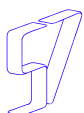
$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,m} f_{m,d})) =$	0,53	< 1	Verificato
---	------	-------	------------

Sbandamento laterale impedito? almente (s/n)

$\sigma_{m,d} =$	16,16	N/mm ²	$L =$	1000	mm
$k_{crit,m} =$	1,000		$\beta =$	0,9	
$\lambda_{el,m} =$	0,458		$L_0 =$	900	mm
$f_{m,k} =$	24,00	N/mm ²	$i_{min} =$	12,12	mm
$\sigma_{m,crit} =$	114,30	N/mm ²	$J_y =$	685314	mm ⁴
$M_{y,crit} =$	9,86	kNm	$J_z =$	2234063,26	mm ⁴

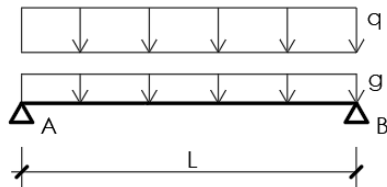
Flessione deviata

$(\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + k_m(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,59	< 1	Verificato
$k_m(\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,41	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x20 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 500 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	8,69 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	6,95 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,9

γ_m 1,45

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,57	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,40	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	933333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	653333	mm ³
$S_{m,y,d} =$	9,31	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

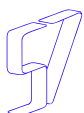
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,56	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

coefficiente di deformabilità

$k_{def} = 0,6$

modulo elastico:

$E_{medio//} = 11500,00 \text{ N/mm}^2$

momento di inerzia

$J = 93333333 \text{ mm}^4$

Valori limite

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:

$L = 1/ 350$

Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:

$L = 1/ 300$

Limite freccia finale totale

$L = 1/ 200$

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia

$u_0 = 0,00 \text{ cm}$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione rara*)

$u_{1,in} = 0,71 \text{ cm}$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione rara*)

$u_{2,in} = 0,73 \text{ cm}$

Freccia istantanea totale (*combinazione rara*)

$u_{in} = 1,43 \text{ cm}$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione quasi permanente*)

$u'_{1,in} = 0,71 \text{ cm}$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione quasi permanente*)

Neve (a quota < 1000 m slm)

$u'_{2,in} = 0,00 \text{ cm}$

Freccia istantanea totale (*combinazione quasi permanente*)

$u'_{in} = 0,71 \text{ cm}$

Verifiche di deformabilità

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili

$u_{2,in} = 0,7 \text{ cm} \leq 1,4 \text{ cm}$

Verificato

Freccia finale carichi variabili

$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} = 0,7 \text{ cm} \leq 1,7 \text{ cm}$

Verificato

Freccia finale totale

$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} = 1,86 \text{ cm} \leq 2,50 \text{ cm}$

Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	2,91 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	2,33 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{or,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1

Tipologia Legno Lamellare

Classificazione (EN1194) Lamellare GL24h SLU

Materiale Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio 2

N° lati orizzontali esposti all'incendio 1

Sistema di protezione Superfici non protette

Durata protezione di eventuale elemento protettivo 0 min

$k_{mod,s}$	1
$\gamma_{m,s}$	1
k_B	1,15
β_0	0,7 mm/min
$d_{char} = \beta_0 t$	42 mm
k_0 (superfici non protette) =	1
d_0 =	7 mm
$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$	49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
APPENDICE A UNI ENV 1995-1-2

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	151 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,l}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio f_{vd}	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,60	≤ 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,42	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	159607	mm ³
$W_{z,sezione} =$	44394	mm ³
$\sigma_{my,d} =$	18,24	N/mm ²
$\sigma_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	0,55	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' JTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2011

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

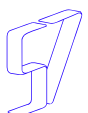
Flessione retta	$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,m} f_{m,d})) =$	0,89	< 1	Verificato
-----------------	---	------	-------	------------

Sbandamento laterale impedito? n (s/n)

$\sigma_{m,d} =$	18,24	N/mm ²	L =	5000	mm
$k_{crit,m} =$	0,675		$\beta =$	0,9	
$\lambda_{el,m} =$	1,180		L ₀ =	4500	mm
$f_{m,k} =$	24,00	N/mm ²	$i_{min} =$	12,12	mm
$\sigma_{m,crit} =$	17,23	N/mm ²	J _y =	932274	mm ⁴
$M_{y,crit} =$	2,75	kNm	J _t =	3195763,31	mm ⁴

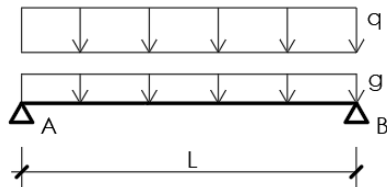
Flessione deviata

$(\sigma_{my,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,98	< 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,69	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x24 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 600 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S
Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	12,63 kNm
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN
Taglio sollecitante	V_{sdz}	8,42 kN
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN (Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,9
 γ_m 1,45

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,57	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,40	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	1344000	mm ³
$W_{z,sezione} =$	784000	mm ³
$S_{m,y,d} =$	9,40	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150\text{mm LM}; 600\text{mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150\text{mm LM}; 600\text{mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

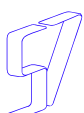
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,56	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio//} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	161280000 mm ⁴

Valori limite CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	200

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione rara</i>)	$u_{1,in} =$	0,87 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione rara</i>)	$u_{2,in} =$	0,87 cm
Freccia istantanea totale (<i>combinazione rara</i>)	$u_{in} =$	1,74 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{1,in} =$	0,87 cm
Freccia istantanea carichi variabili (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{2,in} =$	0,00 cm
Neve (a quota < 1000 m slm)		
Freccia istantanea totale (<i>combinazione quasi permanente</i>)	$u'_{in} =$	0,87 cm

Verifiche di deformabilità CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,9 cm	$\leq$	1,7 cm	Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,9 cm	$\leq$	2,0 cm	Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	2,26 cm	$\leq$	3,00 cm	Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	4,29 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	2,86 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{or,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

Materiale

Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio

2

N° lati orizzontali esposti all'incendio

1

Sistema di protezione

Superfici non protette

Durata protezione di eventuale elemento protettivo

0 min

$k_{mod,s}$

1

$\gamma_{m,fi}$

1

k_B

1,15

β_0

0,7 mm/min

$d_{char} = \beta_0 t$

42 mm

k_0 (superfici non protette) =

1

$d_0 =$

7 mm

$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$

49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato

UNI ENV 1995-1-2

APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	191 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,fi}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA

NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,55	≤ 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,39	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	255367	mm ³
$W_{z,sezione} =$	56154	mm ³
$\sigma_{my,d} =$	16,80	N/mm ²
$\sigma_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)	

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	0,53	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA'

NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2011

Elementi inflessi (travi)

NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

Flessione retta

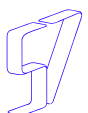
$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,rr} f_{m,d})) =$	0,55	< 1	Verificato
--	------	-------	------------

Sbandamento laterale impedito? almente (s/n)

$\sigma_{m,d} =$	16,80	N/mm ²	L =	1000	mm
$k_{crit,m} =$	1,000		$\beta =$	0,9	
$\lambda_{el,m} =$	0,589		L ₀ =	900	mm
$f_{m,k} =$	24,00	N/mm ²	$i_{min} =$	12,12	mm
$\sigma_{m,crit} =$	69,16	N/mm ²	J _y =	1179234	mm ⁴
$M_{y,crit} =$	17,66	kNm	J _t =	4167135,87	mm ⁴

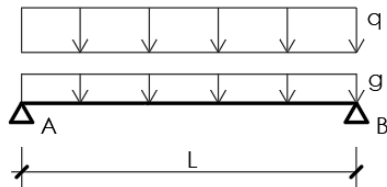
Flessione deviata

$(\sigma_{my,d}/(k_{crit,rr} f_{m,y,d})) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,61	< 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/(k_{crit,rr} f_{m,y,d})) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,43	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x28 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 750 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	19,94 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	10,63 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,9
 γ_m 1,45

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,67	≤ 1	Verificato
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,47	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	1829333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	914667	mm ³
$S_{m,y,d} =$	10,90	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM; } 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

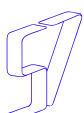
VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,61	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²	Verificato
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------





Verifica agli SLE

coefficiente di deformabilità

$$k_{def} = 0,6$$

modulo elastico:

$$E_{medial} = 11500,00 \text{ N/mm}^2$$

momento di inerzia

$$J = 256106667 \text{ mm}^4$$

Valori limite

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/ 350$$

Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/ 300$$

Limite freccia finale totale

$$L = 1/ 200$$

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia

$$u_0 = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione rara*)

$$u_{1,in} = 1,36 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione rara*)

$$u_{2,in} = 1,34 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione rara*)

$$u_{in} = 2,71 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{1,in} = 1,36 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione quasi permanente*)

Neve (a quota < 1000 m slm)

$$u'_{2,in} = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{in} = 1,36 \text{ cm}$$

Verifiche di deformabilità

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili

$$u_{2,in} = 1,3 \text{ cm} \leq 2,1 \text{ cm}$$

Verificato

Freccia finale carichi variabili

$$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} = 1,3 \text{ cm} \leq 2,5 \text{ cm}$$

Verificato

Freccia finale totale

$$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} = 3,52 \text{ cm} \leq 3,75 \text{ cm}$$

Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{Sdy}	6,85 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{Sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{Sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{Sdz}	3,66 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1
 Tipologia Legno Lamellare
 Classificazione (EN1194) Lamellare GL24h SLU
 Materiale Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio 2
 N° lati orizzontali esposti all'incendio 1
 Sistema di protezione Superfici non protette
 Durata protezione di eventuale elemento protettivo 0 min
 $k_{mod,fi}$ 1
 $\gamma_{m,fi}$ 1
 k_{fi} 1,15
 β_0 0,7 mm/min
 $d_{char} = \beta_0 t$ 42 mm
 k_0 (superfici non protette) = 1
 d_0 = 7 mm
 $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$ 49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
 APPENDICE A UNI ENV 1995-1-2

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	231 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,fi}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

$\sigma_{c,0,d,fi}$ =	0,00	N/mm ²	<	$k_{fi} \cdot f_{c,0,d}$ =	22,08	N/mm ²	Verificato
k_{fi} =	1,100	se trazione, $H < (150LM; 600LL)$					
k_{fi} =	1	se compressione					

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{my,d}) + k_{m,fi}(\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,60	<=	1	Verificato
$k_{m,fi}(\sigma_{my,d}/f_{my,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,42	<=	1	Verificato

$W_{y,sezione}$ =	373527	mm ³
$W_{z,sezione}$ =	67914	mm ³
$\sigma_{my,d}$ =	18,35	N/mm ²
$\sigma_{mz,d}$ =	0,00	N/mm ²
k_{hy} =	1,100	se $H < (150mm LM; 600mm LL)$
k_{hz} =	1,100	se $H < (150mm LM; 600mm LL)$
k_m =	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

τ =	0,57	N/mm ²	<=	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	----	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' JTC 2018 | CNR-DT 206 R1/201

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

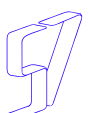
Flessione retta	$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,inf} f_{m,d}))$ =	0,60	< 1	Verificato
-----------------	---	------	-----	------------

Sbandamento laterale impedito? almente (s/n)

$\sigma_{m,d}$ =	18,35	N/mm ²	L =	1000	mm
$k_{crit,m}$ =	1,000		β =	0,9	
$\lambda_{rel,m}$ =	0,645		L_0 =	900	mm
f_{mk} =	24,00	N/mm ²	i_{min} =	12,12	mm
$\sigma_{m,crit}$ =	57,77	N/mm ²	J_y =	1426194	mm ⁴
$M_{y,crit}$ =	21,58	kNm	J_t =	5143650,49	mm ⁴

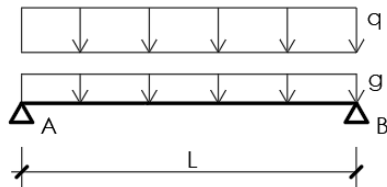
Flessione deviata

$(\sigma_{my,d}/(k_{crit,inf} f_{my,d})) + k_{m,fi}(\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,66	< 1	Verificato
$k_{m,fi}(\sigma_{my,d}/(k_{crit,inf} f_{my,d})) + (\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,47	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x32 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 8,00 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Considerare presenza fessurazioni	k_{cr}	S	
Momento sollecitante y-y	$M_{Sd,y}$	22,91 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{Sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{Sd,z}$	11,45 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,9
 γ_m 1,45

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,59	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,41	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	2389333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1045333	mm ³
$S_{m,y,d} =$	9,59	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)	

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

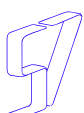
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,57	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

coefficiente di deformabilità

$$k_{def} = 0,6$$

modulo elastico:

$$E_{medial} = 11500,00 \text{ N/mm}^2$$

momento di inerzia

$$J = 382293333 \text{ mm}^4$$

Valori limite

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/350$$

Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:

$$L = 1/300$$

Limite freccia finale totale

$$L = 1/200$$

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)

Controfreccia

$$u_0 = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione rara*)

$$u_{1,in} = 1,21 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione rara*)

$$u_{2,in} = 1,16 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione rara*)

$$u_{in} = 2,37 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi permanenti (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{1,in} = 1,21 \text{ cm}$$

Freccia istantanea carichi variabili (*combinazione quasi permanente*)

Neve (a quota < 1000 m slm)

$$u'_{2,in} = 0,00 \text{ cm}$$

Freccia istantanea totale (*combinazione quasi permanente*)

$$u'_{in} = 1,21 \text{ cm}$$

Verifiche di deformabilità

CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3

Freccia istantanea carichi variabili

$$u_{2,in} = 1,2 \text{ cm} \leq 2,3 \text{ cm}$$

Verificato

Freccia finale carichi variabili

$$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,dif} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} = 1,2 \text{ cm} \leq 2,7 \text{ cm}$$

Verificato

Freccia finale totale

$$u_{fin} = u_{in} + u_{dif} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} = 3,10 \text{ cm} \leq 4,00 \text{ cm}$$

Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{Sdy}	7,97 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{Sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{Sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{Sdz}	3,99 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{Sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1
 Tipologia Legno Lamellare
 Classificazione (EN1194) Lamellare GL24h SLU
 Materiale Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio 2
 N° lati orizzontali esposti all'incendio 1
 Sistema di protezione Superfici non protette
 Durata protezione di eventuale elemento protettivo 0 min
 $k_{mod,fi}$ 1
 $\gamma_{m,fi}$ 1
 k_{fi} 1,15
 β_0 0,7 mm/min
 $d_{char} = \beta_0 t$ 42 mm
 k_0 (superfici non protette) = 1
 d_0 = 7 mm
 $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$ 49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
 APPENDICE A UNI ENV 1995-1-2

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	271 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,fi}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

$\sigma_{c,0,d,fi}$ =	0,00	N/mm ²	<	$k_{fi} \cdot f_{c,0,d}$ =	22,08	N/mm ²	Verificato
k_{fi} =	1,100	se trazione, $H < (150LM; 600LL)$					
k_{fi} =	1	se compressione					

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{my,d}) + k_{m,fi}(\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,51	<=	1	Verificato
$k_{m,fi}(\sigma_{my,d}/f_{my,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,36	<=	1	Verificato

$W_{y,sezione}$ =	514087	mm ³
$W_{z,sezione}$ =	79674	mm ³
$\sigma_{my,d}$ =	15,51	N/mm ²
$\sigma_{mz,d}$ =	0,00	N/mm ²
k_{hy} =	1,100	se $H < (150mm LM; 600mm LL)$
k_{hz} =	1,100	se $H < (150mm LM; 600mm LL)$
k_m =	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

τ =	0,53	N/mm ²	<=	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	----	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' JTC 2018 | CNR-DT 206 R1/201

Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

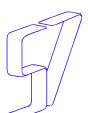
Flessione retta	$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,inf} f_{m,d}))$ =	0,51	< 1	Verificato
-----------------	---	------	-----	------------

Sbandamento laterale impedito? almente (s/n)

$\sigma_{m,d}$ =	15,51	N/mm ²	L =	1000	mm
$k_{crit,m}$ =	1,000		β =	0,9	
$\lambda_{rel,m}$ =	0,696		L_0 =	900	mm
f_{mk} =	24,00	N/mm ²	i_{min} =	12,12	mm
$\sigma_{m,crit}$ =	49,60	N/mm ²	J_y =	1673154	mm ⁴
$M_{y,crit}$ =	25,50	kNm	J_t =	6123223,96	mm ⁴

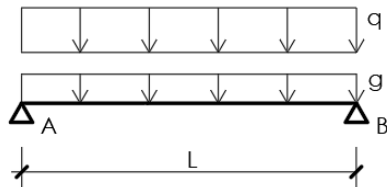
Flessione deviata

$(\sigma_{my,d}/(k_{crit,inf} f_{my,d})) + k_{m,fi}(\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,56	< 1	Verificato
$k_{m,fi}(\sigma_{my,d}/(k_{crit,inf} f_{my,d})) + (\sigma_{mz,d}/f_{mz,d})$ =	0,39	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x32 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{max} = 9,60 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Momento sollecitante y-y	M_{Sdy}	32,99 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{Sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	13,74 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di servizio

1

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod}	0,9
Y_m	1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,k}$	19,20	N/mm ²	$E_{medio,l}$	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{my,d}/f_{my,d}) + k_m(S_{mz,d}/f_{mz,d}) =$	0,84	≤ 1
$k_m(S_{my,d}/f_{my,d}) + (S_{mz,d}/f_{mz,d}) =$	0,59	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	2389333	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1045333	mm ³
$S_{my,d} =$	13,81	N/mm ²
$S_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

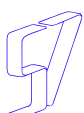
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,69	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$	0,67
------------	------





Verifica agli SLE

Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 60 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.

Section

Section Type

☐ 1 Rect. ☐ Trapez.

☒ T ☐ Circular

☐ n Rect. ☐ Coord.

☐ Polygon

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	6
2	14	32

Click picture to plot and calculate

Area 928 cm²

I 123 322 cm⁴

X (C) 4,67329E-16 cm

Y (C) 6,82759 cm

OK Cancel

Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 169373 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.

coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medio} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1,694E+09 mm ⁴

Valori limite	CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3
Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$ 350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$ 300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$ 200

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)	
Controfreccia	$u_0 =$ 0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (combinazione rara)	$u_{1,in} =$ 0,57 cm
Freccia istantanea carichi variabili (combinazione rara)	$u_{2,in} =$ 0,55 cm
Freccia istantanea totale (combinazione rara)	$u_{in} =$ 1,11 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (combinazione quasi permanente)	$u'_{1,in} =$ 0,57 cm
Freccia istantanea carichi variabili (combinazione quasi permanente)	$u'_{2,in} =$ 0,00 cm
Freccia istantanea totale (combinazione quasi permanente)	$u'_{in} =$ 0,57 cm

Verifiche di deformabilità	CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3
Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$ 0,5 cm $\leq$ 2,7 cm Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,def} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$ 0,5 cm $\leq$ 3,2 cm Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{def} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$ 1,45 cm $\leq$ 4,80 cm Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	11,48 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	4,78 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1
 Tipologia Legno Lamellare
 Classificazione (EN1194) Lamellare GL24h SLU
 Materiale Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio 2
 N° lati orizzontali esposti all'incendio 1
 Sistema di protezione Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo 0 min
 $k_{mod,s}$ 1
 $\gamma_{m,s}$ 1
 k_{β} 1,15
 β_0 0,7 mm/min
 $d_{char} = \beta_0 t$ 42 mm
 k_0 (superfici non protette) = 1
 $d_0 =$ 7 mm
 $d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$ 49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per l'esposizione all'incendio normalizzato
 UNI ENV 1995-1-2
 APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	271 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio f_{vd}	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{myd}/f_{myd}) + k_m (\sigma_{mzd}/f_{mzd,d}) =$	0,74	≤ 1	Verificato
$k_m (\sigma_{myd}/f_{myd}) + (\sigma_{mzd}/f_{mzd,d}) =$	0,51	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$ 514087 mm³
 $W_{z,sezione} =$ 79674 mm³
 $\sigma_{myd} =$ 22,33 N/mm²
 $\sigma_{mzd} =$ 0,00 N/mm²
 $k_{ty} =$ 1,100 se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
 $k_{tz} =$ 1,100 se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
 $k_m =$ 0,7 (=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	0,63	N/mm ²	$\leq$	f_{vd}	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA' JTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2013
 Elementi inflessi (travi) NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

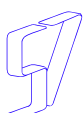
Flessione retta	$(\sigma_{md}/(k_{crit,m} f_{md})) =$	0,74	< 1	Verificato
-----------------	---------------------------------------	------	-------	------------

Sbandamento laterale impedito? s (s/n)

$\sigma_{md} =$	22,33	N/mm ²	$L =$	1000	mm
$k_{crit,m} =$	1,000		$\beta =$	0,9	
$\lambda_{rel,m} =$	0,696		$L_0 =$	900	mm
$f_{mk} =$	24,00	N/mm ²	$f_{min} =$	12,12	mm
$\sigma_{m,crit} =$	49,60	N/mm ²	$J_y =$	1673154	mm ⁴
$M_{y,crit} =$	25,50	kNm	$J_t =$	6123223,96	mm ⁴

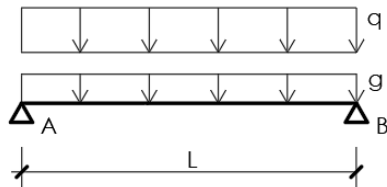
Flessione deviata

$(\sigma_{myd}/(k_{crit,m} f_{myd})) + k_m (\sigma_{mzd}/(f_{mzd,d})) =$	0,81	< 1	Verificato
$k_m (\sigma_{myd}/(k_{crit,m} f_{myd})) + (\sigma_{mzd}/(f_{mzd,d})) =$	0,57	< 1	Verificato





Arcarecci copertura 14x36 cm gl24h



$G1 = 0,23 \text{ kN/m}^2$
 $G2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$
 $Q = 1,20 \text{ kN/m}^2$
 $i = 80 \text{ cm}$
 $L_{\max} = 11,00 \text{ m}$

Verifica agli SLU

Momento sollecitante y-y	$M_{sd,y}$	43,73 kNm	
Momento sollecitante z-z	$M_{sd,z}$	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	$V_{sd,y}$	0,00 kN	
Taglio sollecitante	$V_{sd,z}$	15,90 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{tor,d}$	0 kNm	

Classe di servizio

Classe di durata del carico

Breve

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

k_{mod} 0,9
 γ_m 1,45

Resistenze caratteristiche

Flessione $f_{m,k}$	24,00	N/mm ²	Taglio f_{vk}	3,50	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,k}$	19,20	N/mm ²	$E_{medio,l}$	11500,00	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,k}$	0,50	N/mm ²	$E_{0,05}$	9600,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,k}$	24,00	N/mm ²	$E_{medio,ort}$	300,00	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,k}$	2,50	N/mm ²	G_{medio}	650,00	N/mm ²
			Densità ρ_k	3,85	kN/m ³

Resistenze di progetto

Flessione $f_{m,d}$	14,90	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	11,92	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,31	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	14,90	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	1,55	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	2,17	N/mm ²

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,88	≤ 1
$k_m(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,62	≤ 1

Verificato

Verificato

$W_{y,sezione} =$	3024000	mm ³
$W_{z,sezione} =$	1176000	mm ³
$S_{m,y,d} =$	14,46	N/mm ²
$S_{m,z,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

NT 2008 - § 4.4.8.1.8

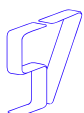
VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$t_d =$	0,71	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	2,17	N/mm ²
---------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------

Verificato

$k_{cr} =$ 0,67





Verifica agli SLE

Per il calcolo delle verifiche agli stati limite di esercizio (deformata) si considera la collaborazione con il pannello xlam sp. 60 mm con il travetto in legno lamellare a formare una sezione composta a T con le proprietà di seguito riportate.

Section

Section Type

☐ 1 Rect. ☐ Trapez.

☒ T ☐ Circular

☐ n Rect. ☐ Coord.

☐ Polygon

N°	b [cm]	h [cm]
1	80	6
2	14	36

(Click picture to plot and calculate)

Area cm²

I cm⁴

X (C) cm

Y (C) cm

Considerando i diversi moduli elastici degli elementi si ottiene un modulo di inerzia equivalente pari a 169373 cm⁴.

Si riporta di seguito la verifica a deformabilità.

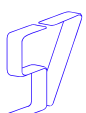
coefficiente di deformabilità	$k_{def} =$	0,6
modulo elastico:	$E_{medial} =$	11500,00 N/mm ²
momento di inerzia	$J =$	1,694E+09 mm ⁴

Valori limite	CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3	
Limite freccia istantanea dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	350
Limite freccia finale dovuta ai carichi variabili:	$L = 1/$	300
Limite freccia finale totale	$L = 1/$	200

Valori da calcolo (da analisi elastica agli elementi finiti)		
Controfreccia	$u_0 =$	0,00 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (combinazione rara)	$u_{1,in} =$	1,00 cm
Freccia istantanea carichi variabili (combinazione rara)	$u_{2,in} =$	0,94 cm
Freccia istantanea totale (combinazione rara)	$u_{in} =$	1,94 cm
Freccia istantanea carichi permanenti (combinazione quasi permanente)	$u'_{1,in} =$	1,00 cm
Freccia istantanea carichi variabili (combinazione quasi permanente)	$u'_{2,in} =$	0,00 cm
Neve (a quota < 1000 m slm)	$u'_{2,in} =$	0,00 cm
Freccia istantanea totale (combinazione quasi permanente)	$u'_{in} =$	1,00 cm

Verifiche di deformabilità	CNR-DT 206 R1/2018 - § 7.5.3	
Freccia istantanea carichi variabili	$u_{2,in} =$	0,9 cm ≤ 3,1 cm Verificato
Freccia finale carichi variabili	$u_{2,fin} = u_{2,in} + u_{2,def} = u_{2,in} + u'_{2,in} \cdot k_{def} =$	0,9 cm ≤ 3,7 cm Verificato
Freccia finale totale	$u_{fin} = u_{in} + u_{def} = u_{in} + u'_{in} \cdot k_{def} =$	2,53 cm ≤ 5,50 cm Verificato

Verifica al FUOCO





Momento sollecitante y-y	M_{sdy}	15,40 kNm	
Momento sollecitante z-z	M_{sdz}	0,00 kNm	
Taglio sollecitante	V_{sdy}	0,00 kN	
Taglio sollecitante	V_{sdz}	5,60 kN	
Azione assiale sollecitante	N_{sd}	0 kN	(Traz negativa)
Momento torcente	$M_{or,d}$	0 kNm	

Classe di resistenza R 60

Classe di servizio 1

Tipologia

Legno Lamellare

Classificazione (EN1194)

Lamellare GL24h SLU

Materiale

Conifere-LL incollato con massa volumica caratteristica > 290 kg/mc

N° lati verticali esposti all'incendio

2

N° lati orizzontali esposti all'incendio

1

Sistema di protezione

Superfici protette da pannelli a base di legno

Durata protezione di eventuale elemento protettivo

0 min

$k_{mod,s}$

1

$\gamma_{m,fi}$

1

k_B

1,15

β_0

0,7 mm/min

$d_{char} = \beta_0 t$

42 mm

k_0 (superfici non protette) =

1

$d_0 =$

7 mm

$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$

49 mm

VERIFICHE AGLI SLU DI ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO SOGGETTI AD INCENDIO - metodo della sezione efficace per

l'esposizione all'incendio normalizzato

UNI ENV 1995-1-2

APPENDICE A

Base efficace	B_{eff}	42 mm
Altezza efficace	H_{eff}	311 mm

Resistenze di progetto in caso d'incendio

Flessione $f_{m,d,fi}$	27,60	N/mm ²
Trazione $f_{t,0,d}$	22,08	N/mm ²
Trazione $f_{t,90,d}$	0,58	N/mm ²
Compressione $f_{c,0,d}$	27,60	N/mm ²
Compressione $f_{c,90,d}$	2,88	N/mm ²
Taglio $f_{v,d}$	4,03	N/mm ²

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESSIONE PARALLELA ALLA FIBRATURA

NTC 2018 - § 4.4.8.1.1-3

VERIFICA A FLESSIONE

NTC 2018 - § 4.4.8.1.6

$(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + k_m(\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,75	≤ 1	Verificato
$k_m(\sigma_{my,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{mz,d}/f_{m,z,d}) =$	0,52	≤ 1	Verificato

$W_{y,sezione} =$	677047	mm ³
$W_{z,sezione} =$	91434	mm ³
$\sigma_{my,d} =$	22,74	N/mm ²
$\sigma_{mz,d} =$	0,00	N/mm ²
$k_{ty} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_{tz} =$	1,100	se $H < (150 \text{ mm LM}; 600 \text{ mm LL})$
$k_m =$	0,7	(=0,7 per sez rettangolari; =1 per altre sezioni)

VERIFICA A TAGLIO

NTC 2018 - § 4.4.8.1.9

$\tau =$	0,64	N/mm ²	$\leq$	$f_{v,d}$	4,03	N/mm ²	Verificato
----------	------	-------------------	--------	-----------	------	-------------------	------------

VERIFICHE DI STABILITA'

NTC 2018 | CNR-DT 206 R1/2011

Elementi inflessi (travi)

NTC 2018 - § 4.4.8.2.1

Flessione retta

$(\sigma_{m,d}/(k_{crit,m} f_{m,d})) =$	0,75	< 1	Verificato
---	------	-------	------------

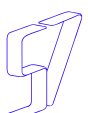
Sbandamento laterale impedito?

s (s/n)

$\sigma_{m,d} =$	22,74	N/mm ²	L =	1000	mm
$k_{crit,m} =$	1,000		$\beta =$	0,9	
$\lambda_{el,m} =$	0,743		L ₀ =	900	mm
$f_{m,k} =$	24,00	N/mm ²	$i_{min} =$	12,12	mm
$\sigma_{m,crit} =$	43,46	N/mm ²	J _y =	1920114	mm ⁴
$M_{y,crit} =$	29,43	kNm	J _t =	7104764,47	mm ⁴

Flessione deviata

$(\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + k_m(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,82	< 1	Verificato
$k_m(\sigma_{m,y,d}/(k_{crit,m} f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) =$	0,58	< 1	Verificato





7.1 // Verifica al fuoco pannelli xlam

Le pareti sono state schematizzate come gusci svincolati al momento fuori piano alle estremità inferiore e superiore e al taglio nel piano alle estremità iniziale/finale

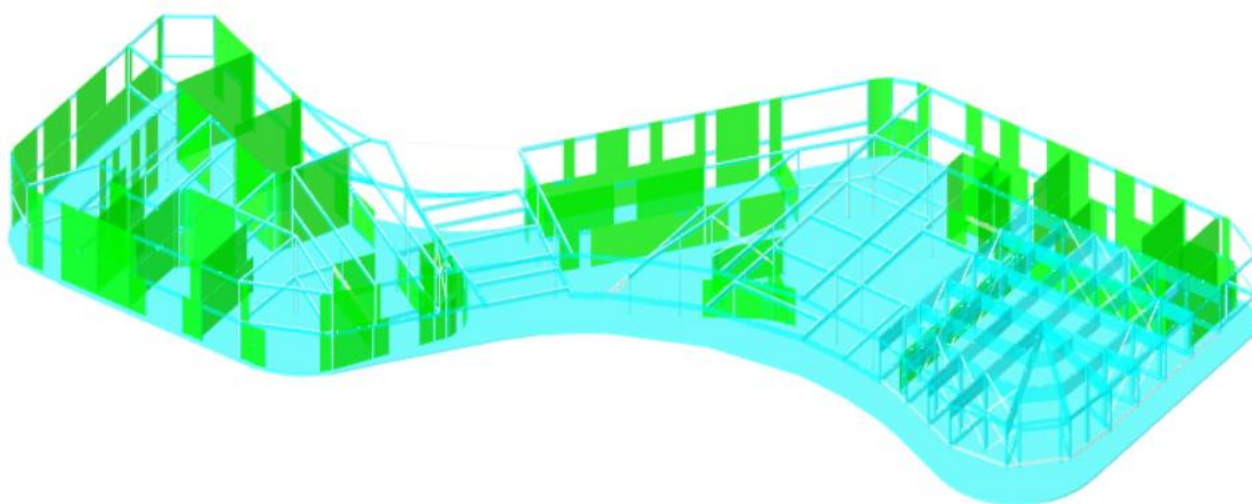
Pilastri, arcarecci e travi di bordo e spina sono stati schematizzati come bielle.

Le travi in acciaio sono state schematizzate come aste incernierate alle estremità.

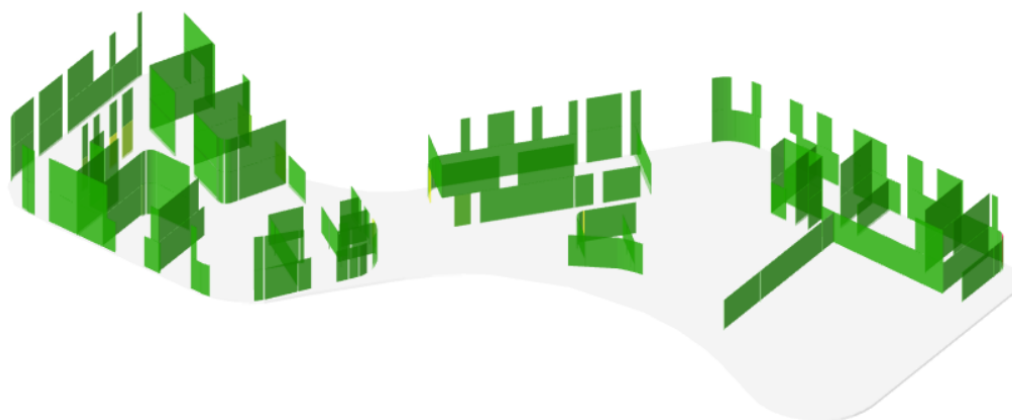
Si è condotta un'analisi non sismica con la sola combinazione di calcolo ECCEZIONALE secondo quanto definito dalle norme tecniche.

Le sezioni di xlam e travi sono state ridotte in modo da verificarne la sezione residua a seguito di un'esposizione al fuoco di 60 minuti.

Si riporta di seguito un estratto immagine della struttura modellata verificata.



STRUTTURA VERIFICATA



da 2 a 1.9
da 1.9 a 1.8
da 1.8 a 1.7
da 1.7 a 1.6
da 1.6 a 1.5
da 1.5 a 1.4
da 1.4 a 1.3
da 1.3 a 1.2
da 1.2 a 1.1
da 1.1 a 1
da 1 a 0.9
da 0.9 a 0.8
da 0.8 a 0.7
da 0.7 a 0.6
da 0.6 a 0.5

PERCENTUALE DI SFRUTTAMENTO ELEMENTI
STRUTTURALI