



CITTÀ DI BARLETTA

Medaglie d'oro al Valor Militare e al Merito Civile

Città della Disfida

Area VI – 6.1.1 Settore Lavori Pubblici

Area III – 3.1.0 Settore Welfare

Progetto per la realizzazione di una casa modulare prefabbricata in legno da destinare a persone senza fissa dimora in esecuzione alle attività connesse al progetto PNRR M5C2–1.3.1 Housing First, unitamente a lavori di sistemazione dell'area ed allacci ai pubblici servizi, tra via Melfi, via Paparella e via Monteverde.

PROGETTO ESECUTIVO

(Articolo 41, comma 8 del DLGS 36 /2023)

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

(Ing. Pio di Prato (CH) c/Modular Homes S.r.l. di Citta' S. Angelo (PE)

Progettista:

geom. Ruggiero LEONE

il Dirigente Area VI – Sett. LL.PP.

ing. Ernesto BERNARDINI

il Dirigente Area III – Sett. Welfare

dott. Alessandro ATTOLICO

ELABORATO:

ST. 03

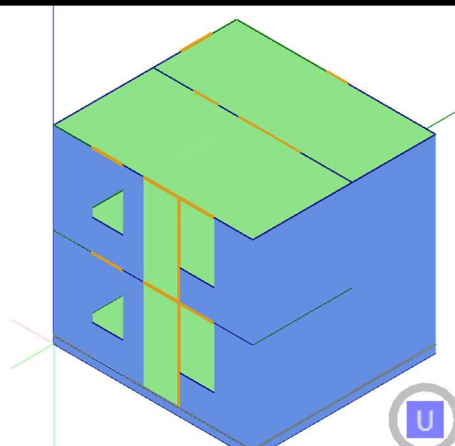
REV.: 00

Data: GIU. 2026

Rapp:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Calcolo strutture in legno



Progetto: Progetto di casa prefabbricata da destinare ad alloggi per senza fissa dimora, in esecuzione delle attività di cui al progetto PNNR M5C2-1.3.1 "housing first".

Località:

Indirizzo: via Melfi

Comune di: Barletta

Provincia: Bari

Committente:

Comune di Barletta-Settore servizi sociali- Area III-Welfare

Impresa costruttrice:

Modular Homes srl

Progettista delle strutture in legno:

Ing. Pio di Prato

Data: lunedì 2 febbraio 2026

Quadro normativo di riferimento

1. Legge n. 1086 del 05.11.1971

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

2. Legge n. 64 del 02.02.1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

3. D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018

Norme tecniche per le costruzioni

4. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018

5. UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali, regole comuni e regole per gli edifici

6. UNI EN 1993-1-5 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra

7. UNI EN 1993-1-8 – Eurocodice 3

Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progetto dei giunti

8. UNI EN 1995-1-1 – Eurocodice 5

Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici

9. UNI EN 1995-1-2 – Eurocodice 5

Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio

10. UNI EN 338

Legno strutturale classi di resistenza

11. UNI EN 14080

Strutture di legno - Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato - Requisiti

12. UNI EN 10025

Prodotti laminati a caldo per impieghi strutturale

Descrizione generale dell'opera

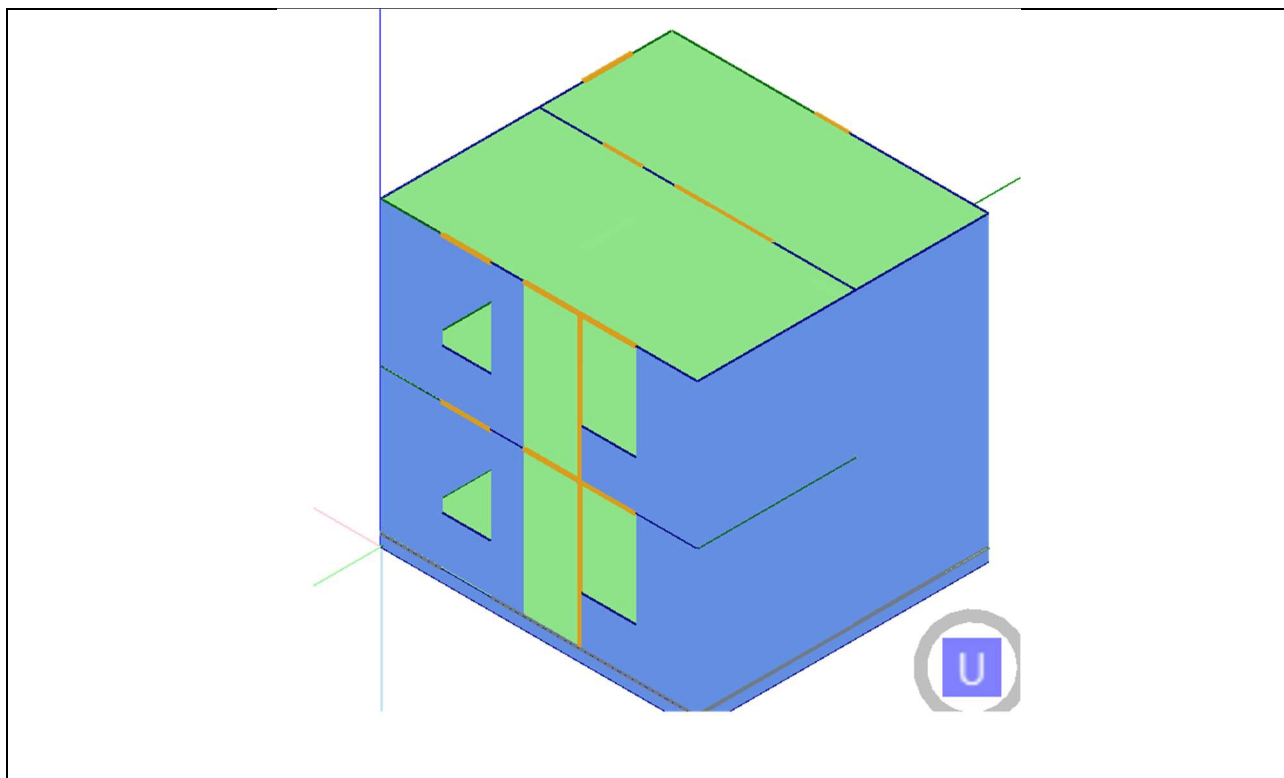
Ubicazione

Regione: Puglia
Provincia: Bari
Città: Barletta
Località:
Indirizzo: via Melfi
Latitudine: 41,3128°
Longitudine: 16,2916°
Quota s.l.m.: 0 m

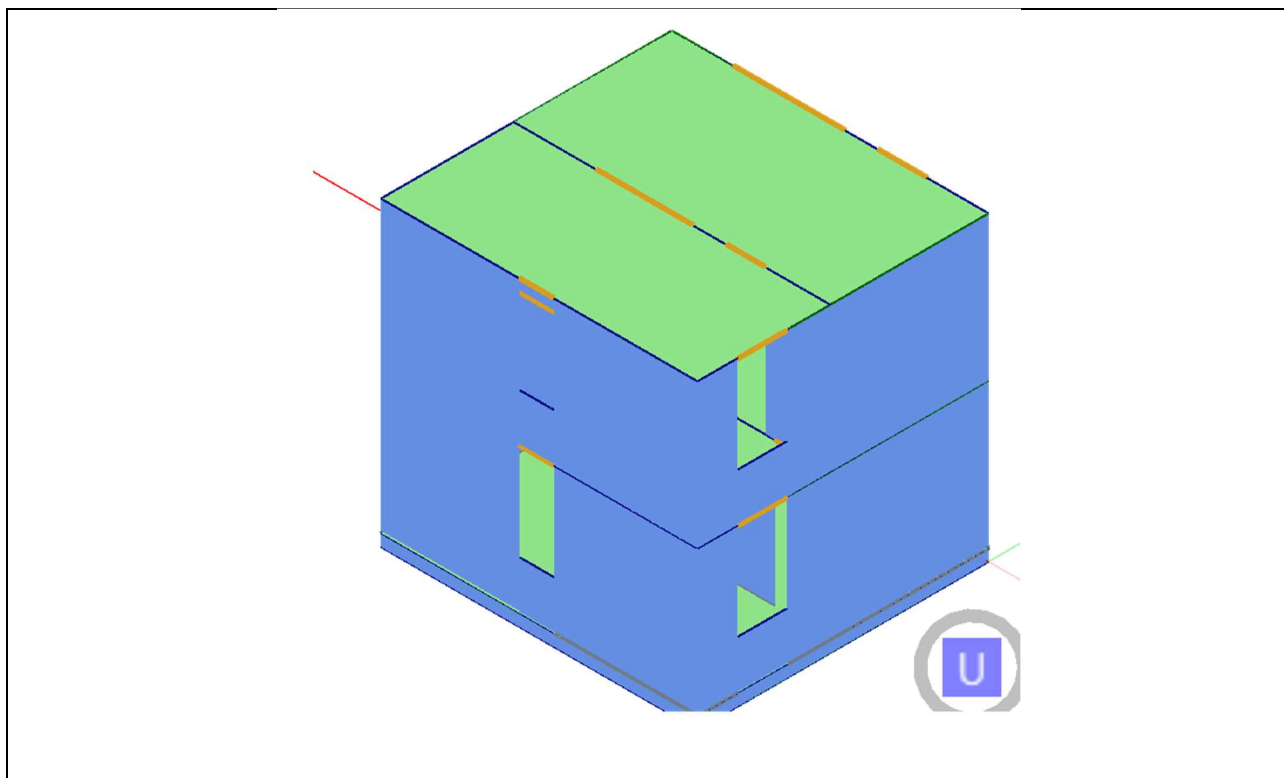
Descrizione

Lunghezza: 6,03 m
Larghezza: 6,56 m
Altezza: 6,25 m

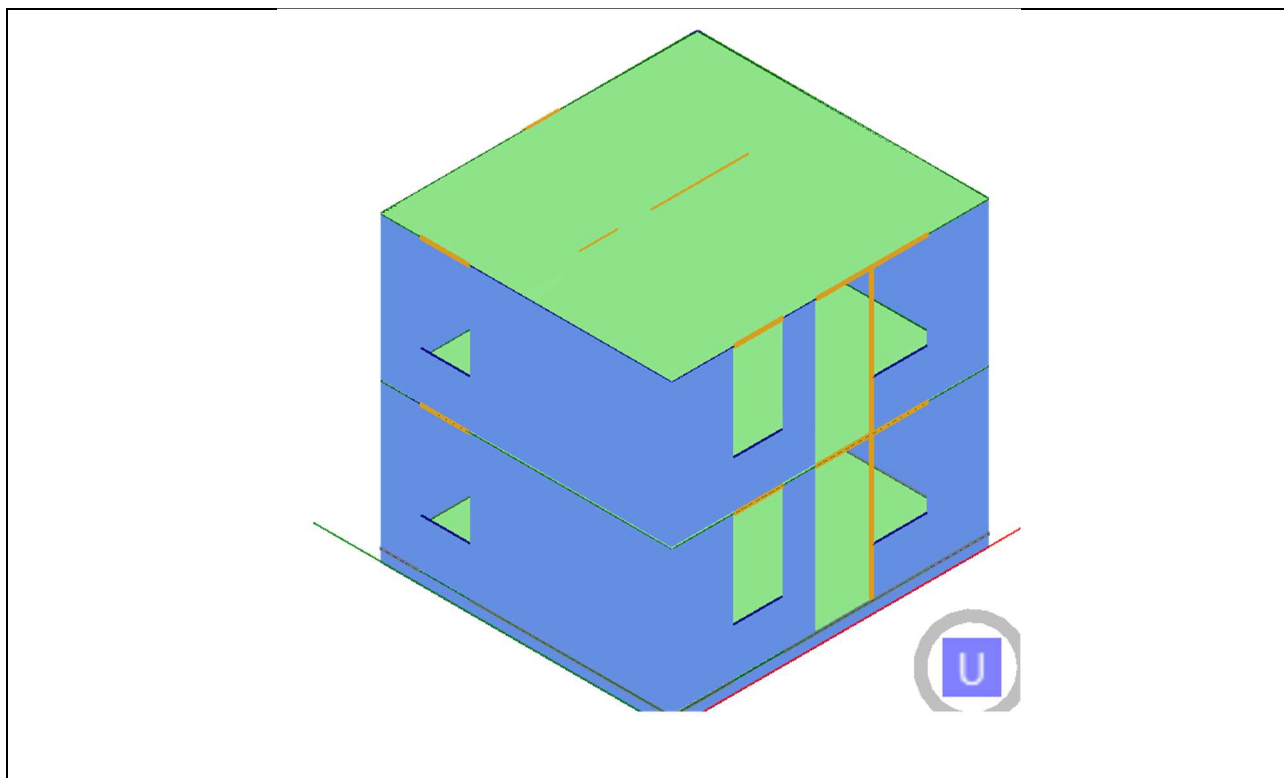
Vista tridimensionale Sud-Est



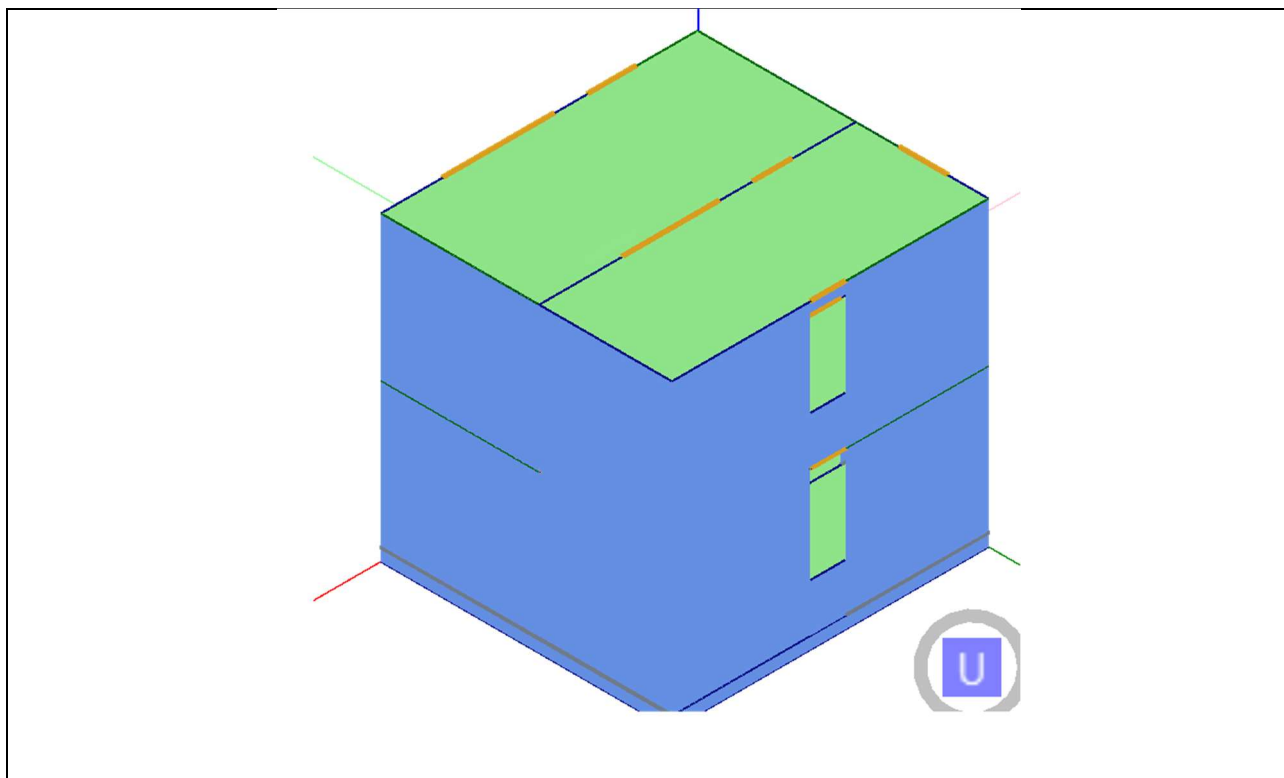
Vista tridimensionale Nord-Ovest



Vista tridimensionale Sud-Ovest



Vista tridimensionale Nord-Est



Codice di calcolo utilizzato

Caratteristiche del codice di calcolo

Il software utilizzato è *Timber Tech Buildings*, sviluppato da Timber Tech srl - Università degli Studi di Trento.

Specifiche tecniche

Titolo: TimberTech Buildings

Produttore: TimberTech srl

Via della Villa, 22/A

I-38123 – Trento (TN) – Italy

Versione: 109

Intestatario licenza:

Scadenza aggiornamenti: 18/08/2026

Materiali

Materiali legno

I materiali previsti nel progetto sono elencati nelle seguenti tabelle.

Descr.	Descrizione
$f_{m,k}$	Resistenza caratteristica a flessione
$f_{t,0,k}$	Resistenza a trazione parallela alla fibratura
$f_{t,90,k}$	Resistenza a trazione ortogonale alla fibratura
$f_{c,0,k}$	Resistenza a compressione parallela alla fibratura
$f_{c,90,k}$	Resistenza a compressione ortogonale alla fibratura
$f_{v,k}$	Resistenza a taglio
$E_{0,mean}$	Modulo elastico medio parallelo alla fibratura
$E_{0,05}$	Modulo elastico caratteristico parallelo alla fibratura
$E_{90,mean}$	Modulo elastico medio ortogonale alla fibratura
G_{mean}	Modulo di taglio
ρ_k	Massa volumica

Legno lamellare omogeneo

Descr.	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	$E_{0,mean}$ [MPa]	$E_{0,05}$ [MPa]	$E_{90,mean}$ [MPa]	G_{mean} [MPa]	ρ_k [kg/m³]
GL 24h - EN 14080	24	19,2	0,5	24	2,5	3,5	11500	9600	300	650	385
GL 22h - EN 14080	22	17,6	0,5	22	2,5	3,5	10500	8800	300	650	370

Legno massiccio di conifera

Descr.	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	$E_{0,mean}$ [MPa]	$E_{0,05}$ [MPa]	$E_{90,mean}$ [MPa]	G_{mean} [MPa]	ρ_k [kg/m³]
C 24	24	14,5	0,4	21	2,5	4	11000	7400	370	690	350

OSB

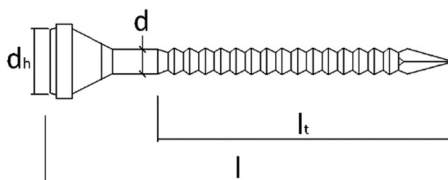
Descr.	Norma	Utilizzo	$f_{v,k}$ [MPa]	G_{mean} [MPa]	ρ_k [kg/m ³]
OSB/3	EN 300 Tipo OSB/3	Ambiente umido	6,8	1080	550

Fibrogesso

Descr.	Norma	Utilizzo	$f_{v,k}$ [MPa]	G_{mean} [MPa]	ρ_k [kg/m ³]
Fernacell fibrogesso	ETA 03/0050	Ambiente umido	3,5	1600	1150

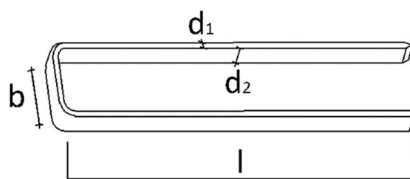
Connettori

Chiodi per piastre (anker)



Produttore	Codice	Descr.	l [mm]	l _t [mm]	d [mm]	d _h [mm]
Friusider	35225b04060	Chiodo anker 4,0 x 60	60	45	4	8

Cambrette



Produttore	Codice	Descr.	l [mm]	Tipo sezione	Dimensioni sezione d1xd2 [mm]	Lunghezza spalla b [mm]
RoofRox	70121676	Graffe Z67CSVHA zinc. resin.	67	Rettangolare	1,40 x 1,65	11,2
Rotho Blaas	HH20006015	Graffe G38 galvanizzate	38	Rettangolare	1,40 x 1,65	11,7

Metodo di calcolo e modello numerico

Descrizione del modello

Schema strutturale adottato per i diversi elementi

Le pareti sono vincolate alla base mediante sistemi di connessione in grado di trasmettere sia le azioni nel piano della parete che quelle ortogonali ad essa.

Qualora nel calcolo della risposta di un edificio all'azione sismica alcuni elementi strutturali siano considerati "secondari", sia la rigidezza che la resistenza di tali elementi vengono ignorate nell'analisi della risposta ad azioni orizzontali e gli stessi vengono progettati per resistere ai soli carichi verticali. Tali elementi devono essere in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all'azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali: pertanto, limitatamente al soddisfacimento di tale requisito, agli elementi "secondari" si applicano i particolari costruttivi definiti per gli elementi strutturali. Nel modello tali elementi vengono rappresentati unicamente in termini di massa.

Valutazione delle sollecitazioni sugli angolari resistenti a trazione (hold-down o nastri forati)

Le pareti sono vincolate alla base mediante una serie di sistemi di fissaggio costituiti da angolari, viti e/o tasselli che impediscono la traslazione trasversale della parete. Inoltre per impedire la rotazione nel piano della parete si dispongono degli hold-down o delle piastre chiodate alle estremità della stessa allo scopo di assorbire la forza di trazione che nasce in prossimità del lato che tende a sollevarsi. Tale forza di trazione è qui valutata sulla base del momento flettente M_{3-3} agente nel piano della parete, tenendo anche conto del carico assiale verticale N . Quest'ultimo agisce sulla parete offrendo un contributo stabilizzante nei confronti del ribaltamento. La forza di trazione che sollecita ogni ancoraggio è data dalla seguente espressione

$$T = \begin{cases} \left(\frac{M_{3-3}}{b} - \frac{N}{2} \right) \cdot \frac{1}{n_{anc}} & \text{se l'hold-down è attivo} \\ 0 & \text{se l'hold-down non è attivo} \end{cases}$$

in cui:

b è il braccio della coppia interna;

N è il carico assiale verticale agente sulla parete;

M_{3-3} è il momento agente nel piano della parete;

n_{anc} è il numero di ancoraggi presenti ad ogni estremità della parete.

La prima espressione si riferisce al caso in cui l'ancoraggio contribuisce attivamente ad evitare il ribaltamento della parete ed è quindi soggetto a trazione, la seconda espressione, al contrario, è relativa al caso in cui il carico verticale è sufficiente ad evitare il ribaltamento.

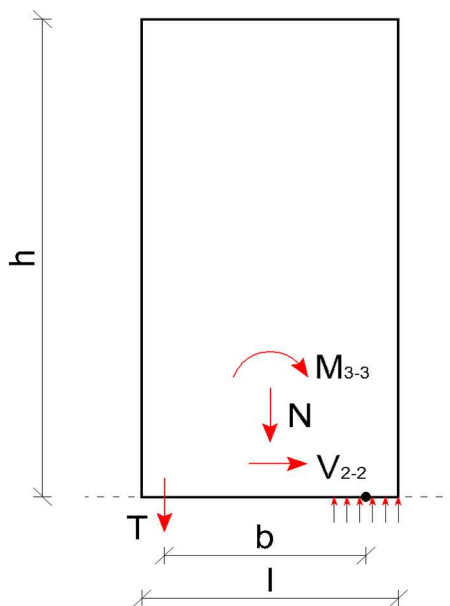


Figura: Modello di calcolo della sollecitazione di trazione sugli hold-down o nastri chiodati

Elementi strutturali

Nella seguente tabella si riportano le posizioni delle singole pareti. Le ultime quattro colonne riportano le coordinate degli estremi di ogni parete.

X1 e Y1 indicano le coordinate del punto iniziale della parete

X2 e Y2 indicano le coordinate del punto finale della parete

Nome parete	Tipologia di parete	Elemento resistente alle azioni orizzontali	Altezza [m]	Lunghezza [m]	Quota [m]	X1 [m]	Y1 [m]	X2 [m]	Y2 [m]
Parete 10	Telaio	Si	3,0	1,27	0,25	5,29	0	6,56	0
Parete 11	Telaio	Si	3,0	3,28	0,25	6,56	0	6,56	3,28
Parete 13	Telaio	Si	3,0	1,27	3,25	6,56	0	5,29	0
Parete 15	Telaio	No	1,0	1,02	0,25	1,27	0	2,29	0
Parete 16	Telaio	No	1,0	1,16	0,25	4,13	0	5,29	0
Parete 17	Telaio	No	1,0	1,02	0,25	0	5,2	0	4,18
Parete 18	Telaio	No	1,0	0,72	0,25	3,69	6,03	2,97	6,03
Parete 19 - 1	Telaio	Si	3,0	3,28	3,25	6,56	0	6,56	3,28
Parete 21	Telaio	Si	3,0	2,97	3,25	2,97	6,03	0	6,03
Parete 22	Telaio	Si	3,0	0,83	3,25	0	6,03	0	5,2
Parete 23	Telaio	Si	3,0	4,18	3,25	0	4,18	0	0
Parete 24	Telaio	Si	3,0	1,27	3,25	0	0	1,27	0
Parete 25	Telaio	Si	3,0	0,68	3,25	2,29	0	2,97	0
Parete 27	Telaio	No	1,0	1,02	3,25	1,27	0	2,29	0
Parete 28	Telaio	No	1,0	1,16	3,25	4,13	0	5,29	0
Parete 29	Telaio	No	1,0	1,02	3,25	0	5,2	0	4,18
Parete 30	Telaio	No	1,0	0,72	3,25	3,69	6,03	2,97	6,03
Parete 35	Telaio	No	3,0	0,32	0,25	0	3,28	0,32	3,28
Parete 36 - 1	Telaio	Si	3,0	0,68	0,25	2,15	3,28	2,83	3,28
Parete 36 - 2	Telaio	Si	3,0	1,01	0,25	1,14	3,28	2,15	3,28
Parete 39	Telaio	Si	5,89	2,75	0,25	6,56	3,28	6,56	6,03
Parete 44 - 1	Telaio	No	3,0	0,32	3,25	0	3,28	0,32	3,28
Parete 44 - 2	Telaio	No	3,0	1,01	3,25	1,33	3,28	0,32	3,28
Parete 45	Telaio	Si	3,0	0,68	3,25	2,15	3,28	2,83	3,28
Parete 5	Telaio	Si	3,0	2,97	0,25	2,97	6,03	0	6,03
Parete 50	Telaio	No	3,0	0,45	0,25	4,68	3,28	5,13	3,28
Parete 51	Telaio	No	3,0	1,71	3,25	4,85	3,28	6,56	3,28
Parete 53	Telaio	No	5,96	2,87	0,25	6,56	6,03	3,69	6,03
Parete 6	Telaio	Si	3,0	0,83	0,25	0	6,03	0	5,2
Parete 7	Telaio	Si	3,0	4,18	0,25	0	4,18	0	0
Parete 8	Telaio	Si	3,0	1,27	0,25	0	0	1,27	0
Parete 9	Telaio	Si	3,0	0,68	0,25	2,29	0	2,97	0

Nella seguente tabella si riportano invece le posizioni dei singoli pilastri.

X e Y sono le coordinate del punto nel quale si trova il pilastro.

Nome pilastro	Altezza [m]	Quota [m]	X [m]	Y [m]
Pilastro 1	3	0,25	4,13	0
Pilastro 4	3	0,25	3,69	3,28
Pilastro 7	3	3,25	3,53	3,28
Pilastro 8	3	3,25	4,13	0

Rigidezza delle pareti nei confronti degli spostamenti orizzontali

Le rigidezze delle pareti nei confronti degli spostamenti laterali vengono valutate considerando i contributi di diversi componenti, come di seguito illustrato.

Pareti a telaio

Nel caso delle pareti a telaio la rigidezza globale viene calcolata tenendo conto del contributo dei seguenti componenti:

- i fogli di rivestimento (k_s)
- i collegamenti a taglio tra i fogli di rivestimento ed il telaio (k_c)
- gli angolari resistenti a taglio (k_a)
- gli angolari resistenti a trazione: hold-down o nastri forati (k_h)

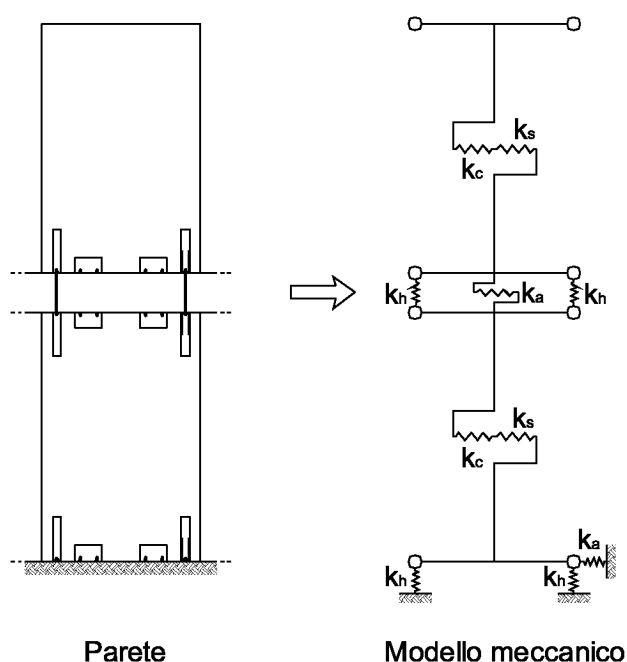


Figura: Modello meccanico di calcolo della rigidezza per le pareti intelaiate

Nella seguente tabella si riportano le posizioni delle pareti e le loro rigidezze a taglio equivalenti.

Nome parete	Tipologia di parete	Elemento resistente alle azioni orizzontali	Altezza [m]	Lunghezza [m]	Rigidezza a taglio equivalente [kN/m]
Parete 10	Telaio	Sì	3,0	1,27	1727
Parete 11	Telaio	Sì	3,0	3,28	4195

Parete 13	Telaio	Si	3,0	1,27	1458
Parete 15	Telaio	No	1,0	1,02	0
Parete 16	Telaio	No	1,0	1,16	0
Parete 17	Telaio	No	1,0	1,02	0
Parete 18	Telaio	No	1,0	0,72	0
Parete 19 - 1	Telaio	Si	3,0	3,28	4195
Parete 21	Telaio	Si	3,0	2,97	3803
Parete 22	Telaio	Si	3,0	0,83	831
Parete 23	Telaio	Si	3,0	4,18	5857
Parete 24	Telaio	Si	3,0	1,27	1458
Parete 25	Telaio	Si	3,0	0,68	627
Parete 27	Telaio	No	1,0	1,02	0
Parete 28	Telaio	No	1,0	1,16	0
Parete 29	Telaio	No	1,0	1,02	0
Parete 30	Telaio	No	1,0	0,72	0
Parete 35	Telaio	No	3,0	0,32	0
Parete 36 - 1	Telaio	Si	3,0	0,68	549
Parete 36 - 2	Telaio	Si	3,0	1,01	936
Parete 39	Telaio	Si	5,89	2,75	1712
Parete 44 - 1	Telaio	No	3,0	0,32	0
Parete 44 - 2	Telaio	No	3,0	1,01	0
Parete 45	Telaio	Si	3,0	0,68	549
Parete 5	Telaio	Si	3,0	2,97	3803
Parete 50	Telaio	No	3,0	0,45	0
Parete 51	Telaio	No	3,0	1,71	0
Parete 53	Telaio	No	5,96	2,87	0
Parete 6	Telaio	Si	3,0	0,83	831
Parete 7	Telaio	Si	3,0	4,18	5857
Parete 8	Telaio	Si	3,0	1,27	1727
Parete 9	Telaio	Si	3,0	0,68	627

Tipologie di elementi strutturali

Si illustrano di seguito le principali tipologie di elementi strutturali utilizzati nella modellazione della struttura riportando le loro principali caratteristiche e le convenzioni di segno adottate per la rappresentazione delle sollecitazioni al loro interno.

Elementi lineari

Gli elementi lineari sono utilizzati per modellare travi e pilastri. Gli stessi presentano un sistema di riferimento locale rispetto al quale sono riportate le componenti di sollecitazione. La convenzione dei segni adottata è riportata nella figura sottostante.

Sollecitazione	Descrizione	Unità di misura
N	Sollecitazione assiale	kN
M₃₋₃	Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2)	kN m
V₂	Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 2 (Taglio 2)	kN
M₂₋₂	Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3)	kN m
V₃	Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 3 (Taglio 3)	kN

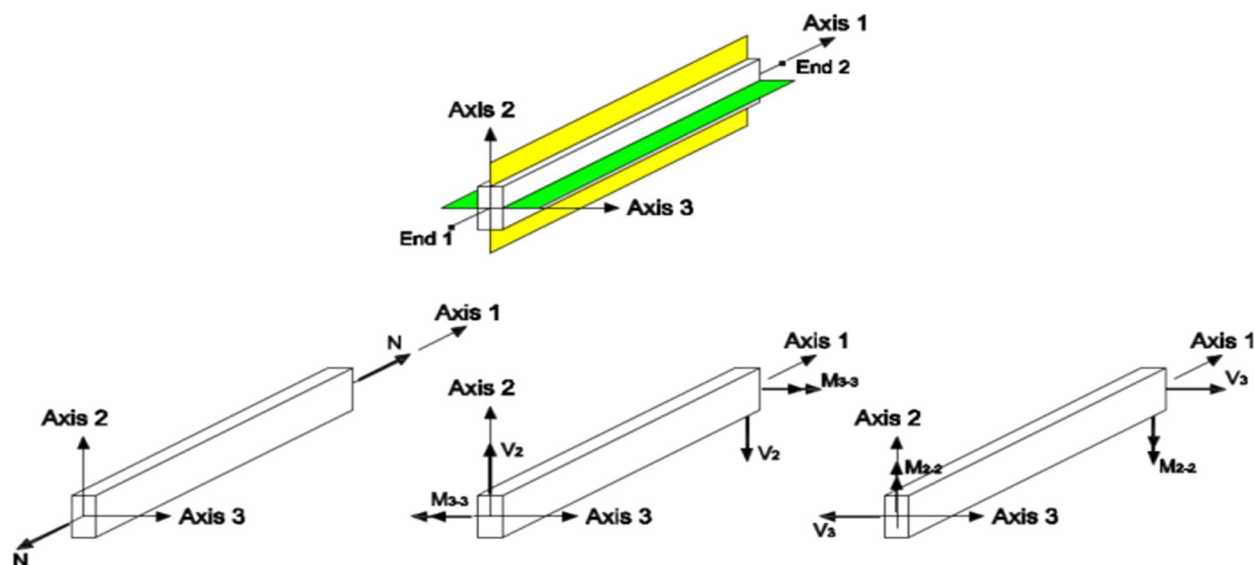


Figura: Convenzioni di segno per gli elementi trave

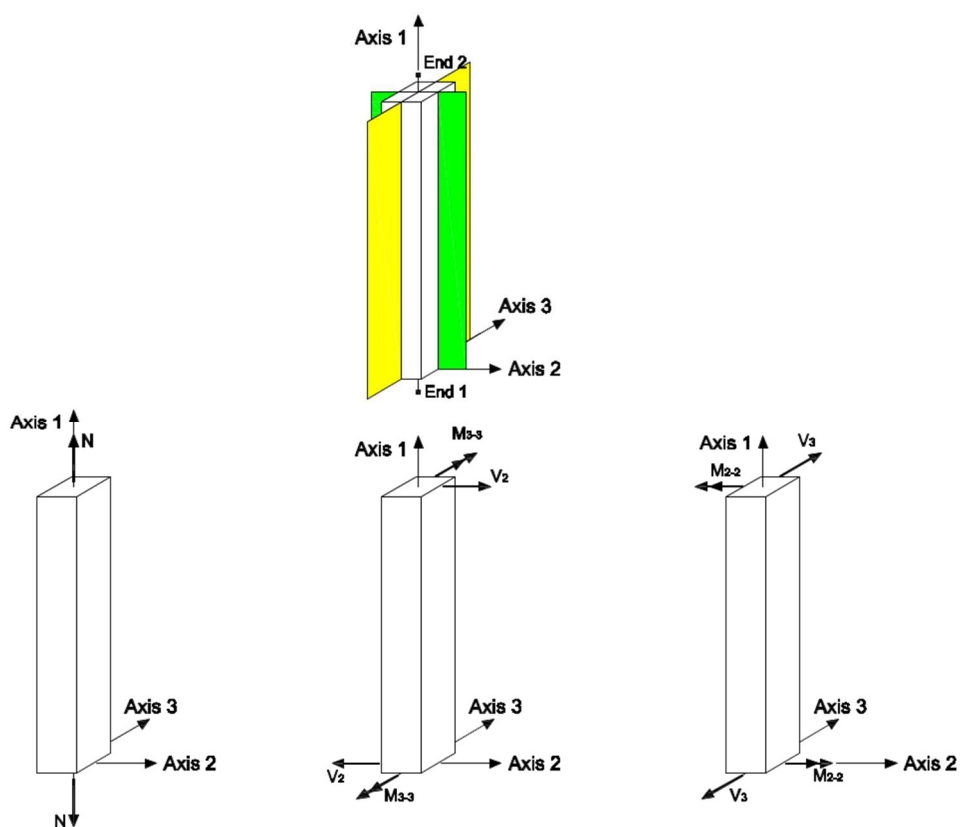


Figura: Convenzioni di segno per gli elementi pilastro

Elementi parete

Le pareti, indipendentemente dalla tipologia, presentano le convenzioni di segno riportate nella figura sottostante.

	Sollecitazione	Descrizione	Unità di misura
Sollecitazioni nel piano (tipo lastra)	n	Sollecitazione assiale per unità di lunghezza	kN/m
	m_{3-3}	Sollecitazione flettente per unità di lunghezza attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2)	kNm/m
	v_2	Sollecitazione tagliante per unità di lunghezza lungo l'asse locale 2 (Taglio 2)	kN/m
Sollecitazioni nel piano (tipo piastra)	m_{2-2}	Sollecitazione flettente per unità di lunghezza attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3)	kNm/m
	v_3	Sollecitazione tagliante per unità di lunghezza lungo l'asse locale 3 (Taglio 3)	kN/m

	Sollecitazione	Descrizione	Unità di misura
Sollecitazioni nel piano (tipo lastra)	N	Sollecitazione assiale risultante	kN
	M_{3-3}	Sollecitazione flettente risultante attorno all'asse locale 3 (Momento flettente nel piano 1-2)	kNm
	V_2	Sollecitazione tagliante risultante lungo l'asse locale 2 (Taglio 2)	kN
Sollecitazioni nel piano (tipo piastra)	M_{2-2}	Sollecitazione flettente risultante attorno all'asse locale 2 (Momento flettente nel piano 1-3)	kNm
	V_3	Sollecitazione tagliante risultante lungo l'asse locale 3 (Taglio 3)	kN

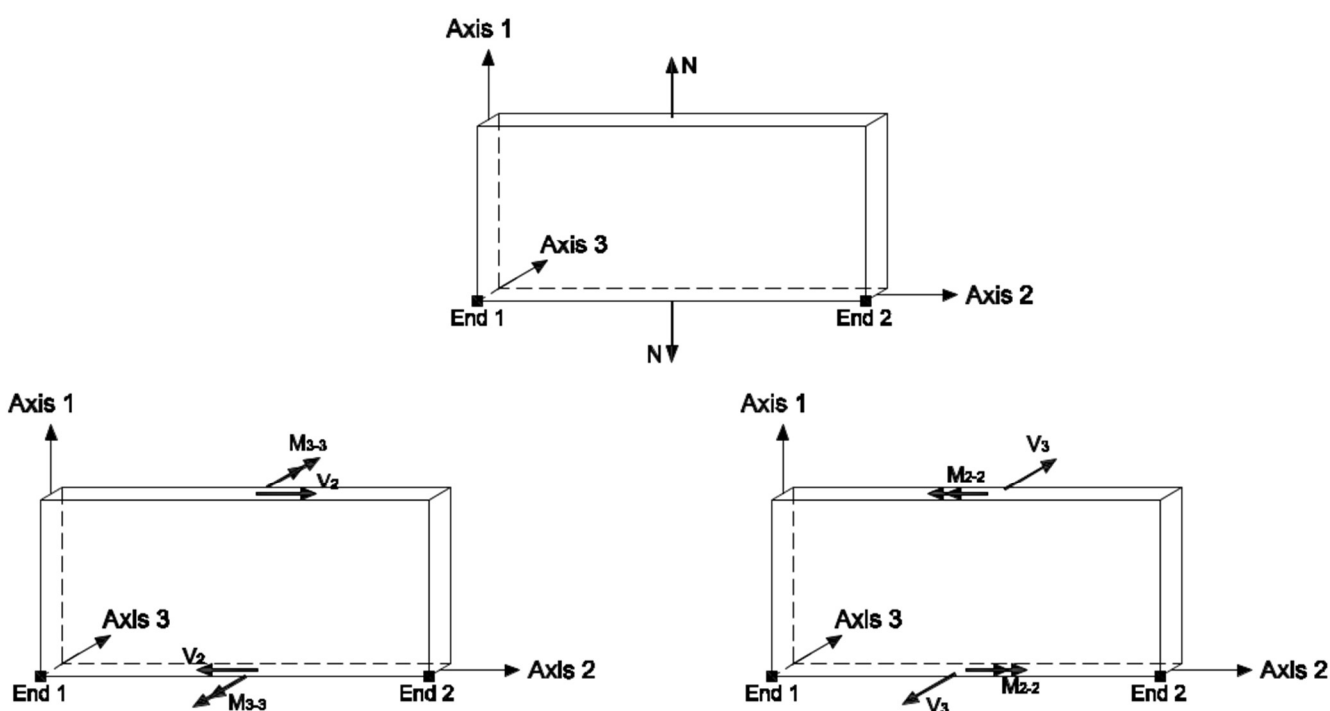


Figura: Convenzioni di segno per le pareti

Azioni e carichi di progetto

Pesi propri dei materiali strutturali

I pesi propri dei materiali strutturali sono riportati nella tabella sottostante in kN/m³

Descrizione	Peso volumico γ [kN/m ³]
GL 24h - EN 14080	5
C 24	5
OSB/3	8
Fermacell fibrogesso	15

Azione della neve

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni e nella Circolare esplicativa.

Il carico agente in copertura è valutato secondo l'espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

q_s è il valore del carico da neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico della neve al suolo;

C_E è il coefficiente di esposizione;

C_t è il coefficiente termico.

Il carico agisce in direzione verticale e si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Valore caratteristico del carico neve al suolo

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Il suo valore è stato calcolato secondo le indicazioni delle NTC.

Provincia: Bari

Quota s.l.m.: 0 m

Zona di carico da neve al suolo: Zona II

Carico neve al suolo: 1,00 kN/m²

Classe topografica: Normale

Coefficiente di esposizione: 1

Coefficiente termico: 1

Scivolamento impedito: No

Carico da neve sulla copertura

Il valore del carico da neve agente su ogni copertura viene riportato nella seguente tabella in cui la prima colonna indica il nome del solaio di copertura mentre la seconda indica il valore del relativo carico da neve.

Nome copertura	Carico da neve [kN/m ²]
Solaio 3	0,80

Azione del vento

L'azione del vento è definita al capitolo 3.3 delle NTC. Il vento si considera agire in direzione orizzontale ed esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando solitamente effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3 delle NTC.

Dati di progetto

Provincia: Bari
Quota s.l.m.: 0 m
Zona di carico da vento: Zona 3
Classe di rugosità: Classe A
Distanza dalla costa: Entroterra
Categoria di esposizione: V

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il valore della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche v_b è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$v_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \cdot \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

a_0, k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

$v_{b,0}$ 27 m/s

a_0 500 m

Velocità base di riferimento: 27,00 m/s

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di progetto T_R . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

dove:

v_r è la velocità base di riferimento, di cui sopra;

c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0,75 \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni.

T_R 50 anni

c_r 1

Velocità di riferimento: 27,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_r (in N/m²) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

dove:

v_r è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Si ottiene

q_r 455,63 N/m²

Pressione del vento agente sull'edificio

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento valutata come riportato sopra;

c_e è il coefficiente di esposizione dipendente dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

in cui:

c_t è il coefficiente di topografia;

c_p è il coefficiente di pressione (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

I valori assunti nei calcoli per i coefficienti citati sopra sono riportati nelle seguenti tabelle e figure.

Descrizione	Valore
Coefficiente dinamico	1,00
Coefficiente di topografia	1,00

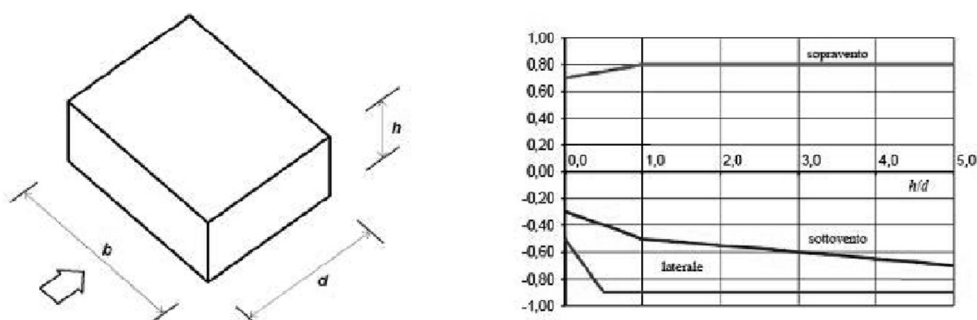


Figura: Valori dei coefficienti globali c_{pe} applicabili sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare.

Per piante più complesse e per solai, i coefficienti di pressione possono essere ricavati da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

I coefficienti di pressione interna utilizzabili in assenza di determinazioni più dettagliate assumono i valori $c_{pi} = + 0,2$ e $c_{pi} = - 0,3$.

Le altezze di riferimento z_e rispetto alle quali determinare la pressione cinetica di picco del vento sono definite come di seguito:

- Facce sopravento delle pareti: altezze di riferimento variabili lungo l'altezza dell'edificio in accordo con il punto C3.3.8.1.1.1 della Circolare alle NTC 2018
- Facce sottovento e laterali delle pareti: altezza di riferimento pari alla quota della sommità dell'edificio
- Pressioni interne: altezza di riferimento pari alla quota della sommità dell'edificio

Carichi agenti sulle pareti

Nella tabella seguente si riportano i carichi agenti sulle pareti.

Nome carico: Identificativo del carico

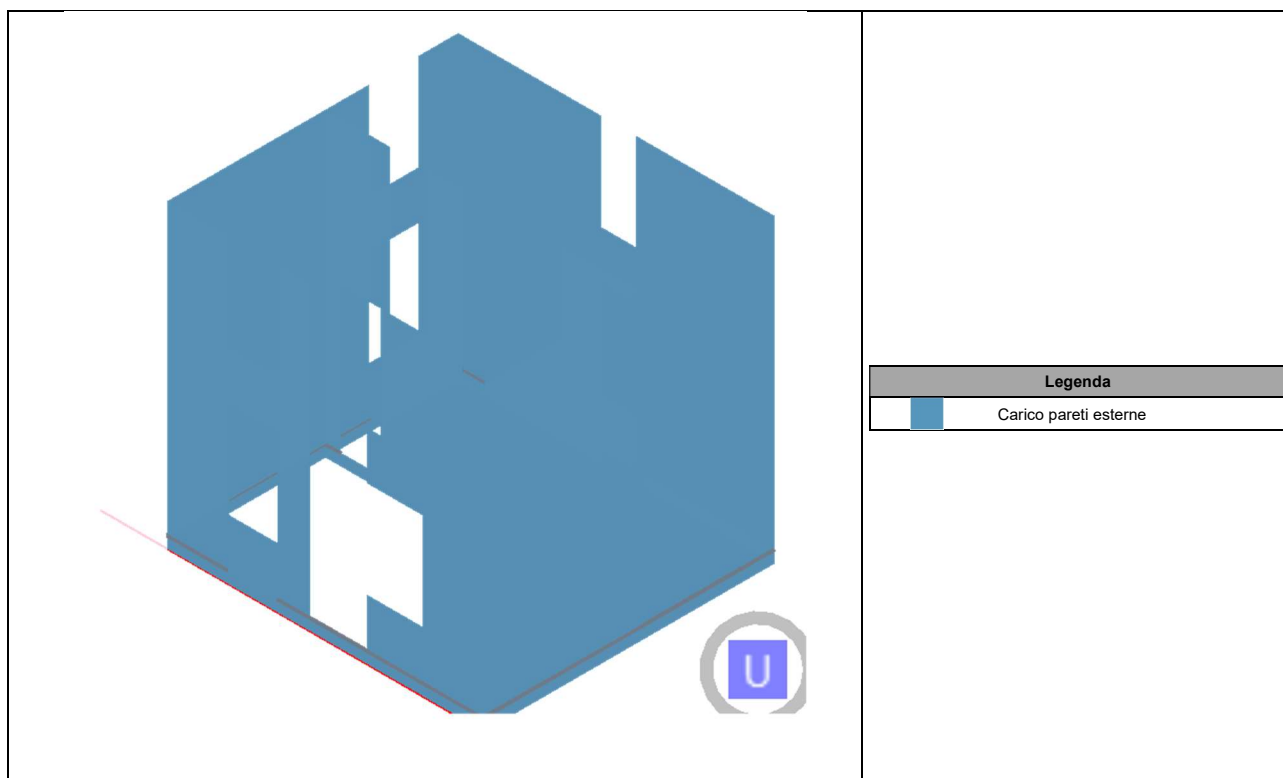
Posizione: Posizione della parete: interna od esterna

$g_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

$g_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

$q_{wind,k}$: Carico da vento sopravvento, sottovento e laterale

Nome parete	Posizione	Nome carico	$g_{1,k}$ [kN/m ²]	$g_{2,k}$ [kN/m ²]	$q_{wind,k}$ sottovento [kN/m ²]	$q_{wind,k}$ sopravento [kN/m ²]	$q_{wind,k}$ laterale [kN/m ²]
Parete 5	Esterno	Carico pareti esterne	0,38	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 6	Esterno	Carico pareti esterne	0,53	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 7	Esterno	Carico pareti esterne	0,37	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 8	Esterno	Carico pareti esterne	0,43	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 9	Esterno	Carico pareti esterne	0,52	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 10	Esterno	Carico pareti esterne	0,43	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 11	Esterno	Carico pareti esterne	0,38	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 13	Esterno	Carico pareti esterne	0,43	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 15	Esterno	Carico pareti esterne	0,57	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 16	Esterno	Carico pareti esterne	0,55	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 17	Esterno	Carico pareti esterne	0,57	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 18	Esterno	Carico pareti esterne	0,59	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 19 - 1	Esterno	Carico pareti esterne	0,38	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 21	Esterno	Carico pareti esterne	0,38	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 22	Esterno	Carico pareti esterne	0,53	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 23	Esterno	Carico pareti esterne	0,37	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 24	Esterno	Carico pareti esterne	0,43	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 25	Esterno	Carico pareti esterne	0,52	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 27	Esterno	Carico pareti esterne	0,57	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 28	Esterno	Carico pareti esterne	0,55	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 29	Esterno	Carico pareti esterne	0,57	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 30	Esterno	Carico pareti esterne	0,59	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 35	Esterno	Carico pareti esterne	0,91	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 36 - 1	Esterno	Carico pareti esterne	0,68	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 39	Esterno	Carico pareti esterne	0,35	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 44 - 1	Esterno	Carico pareti esterne	0,91	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 45	Esterno	Carico pareti esterne	0,68	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 36 - 2	Esterno	Carico pareti esterne	0,66	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 44 - 2	Esterno	Carico pareti esterne	0,66	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 50	Esterno	Carico pareti esterne	0,78	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 51	Esterno	Carico pareti esterne	0,62	0,6	-0,47	0,74	-0,74
Parete 53	Esterno	Carico pareti esterne	0,34	0,6	-0,47	0,74	-0,74



Carichi agenti sui solai

Nella tabella seguente si riportano i valori caratteristici relativi ai carichi agenti sugli impalcati.

Nome carico: Identificativo del carico

Posizione: Posizione dell'impalcato: interno od esterno

Ambiente: Categoria di carico

α : Inclinazione della copertura

$g_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

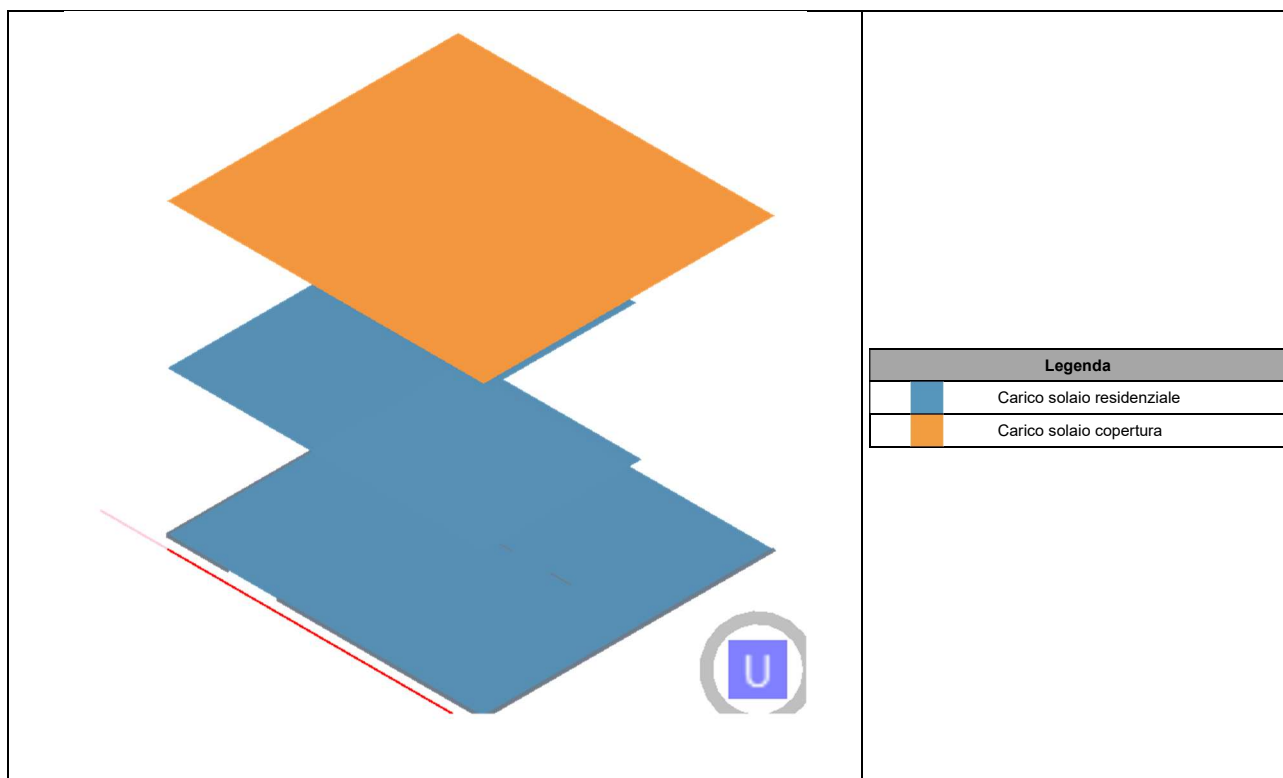
$g_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

q_{k} : Carico variabile

$q_{snow,k}$: Carico da neve

$q_{wind,k}$: Carico da vento in pressione e in depressione

Nome solaio	Posizione	α [°]	Nome carico	Ambiente	$g_{1,k}$ [kN/m ²]	$g_{2,k}$ [kN/m ²]	q_{k} [kN/m ²]	$q_{snow,k}$ [kN/m ²]	$q_{wind,k}$ in depressione [kN/m ²]	$q_{wind,k}$ in pressione [kN/m ²]
Solaio 1	Solaio interno	0	Carico solaio residenziale	Variabile cat A - Aree per attività domestiche e residenziali	0,12	0,6	2	0	0	0
Solaio 3	Solaio di copertura	0	Carico solaio copertura	Variabile cat H1 - Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,12	1	0,5	0,8	-0,88	0,34
Solaio 4	Solaio interno	0	Carico solaio residenziale	Variabile cat A - Aree per attività domestiche e residenziali	0,12	0,6	2	0	0	0



Carichi lineari

Nella tabella seguente si riportano i valori caratteristici dei carichi lineari.

Nome carico: Identificativo del carico

Posizione: Carico interno o di copertura

Ambiente: Categoria di carico

$G_{1,k}$: Carico dovuto al peso proprio strutturale

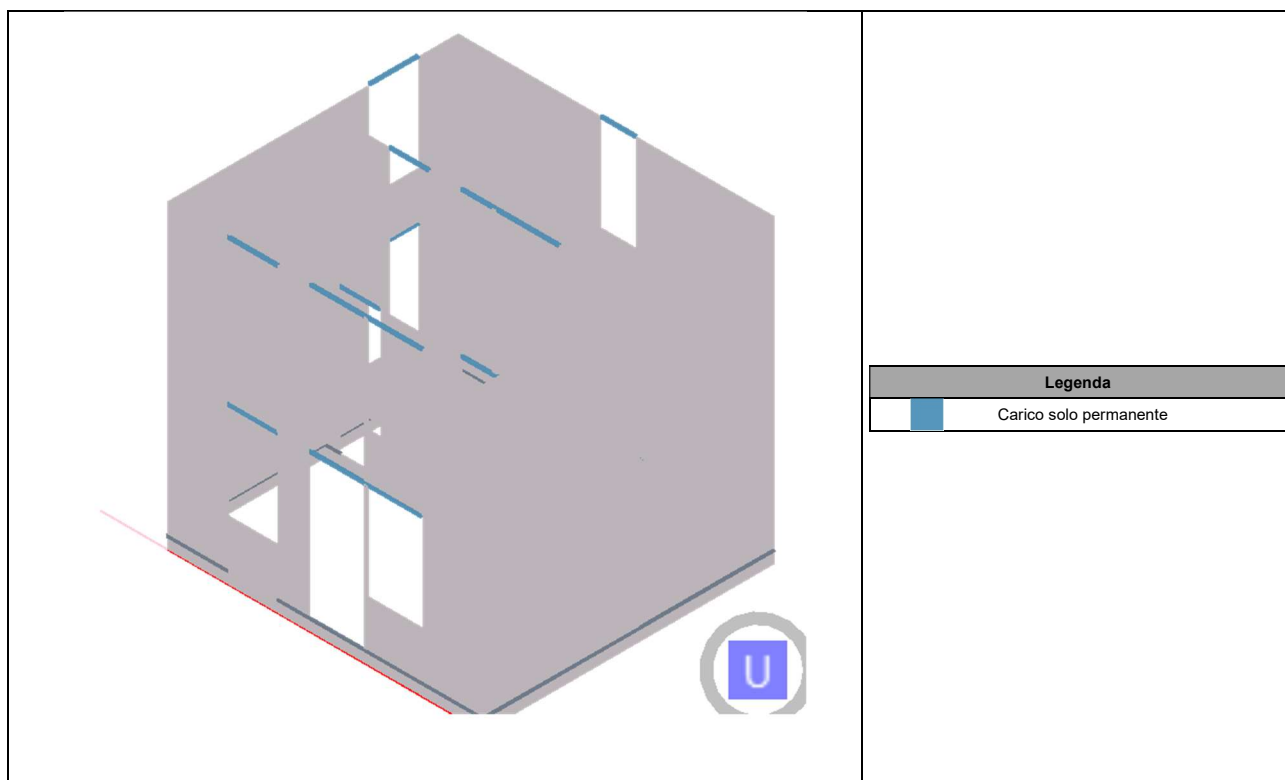
$G_{2,k}$: Carico dovuto ai pesi permanenti non strutturali

Q_k : Carico variabile

$Q_{snow,k}$: Carico da neve

$Q_{wind,k}$: Carico da vento in pressione e in depressione

Nome elemento	Posizione	Nome carico	Ambiente	$G_{1,k}$ [kN/m]	$G_{2,k}$ [kN/m]	Q_k [kN/m]	$Q_{snow,k}$ [kN/m]	$Q_{wind,k}$ In depressione [kN/m]	$Q_{wind,k}$ In pressione [kN/m]
Trave 1	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 4	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 5	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 6	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 9	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 10	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 11	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 12	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,13	0	-	0	0	0
Trave 13	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,17	0	-	0	0	0
Trave 16	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,17	0	-	0	0	0
Trave 17	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,17	0	-	0	0	0
Trave 20	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,17	0	-	0	0	0
Trave 21	Carico interno	Carico solo permanente	-	0,17	0	-	0	0	0



Azione sismica

L'azione sismica è stata valutata sulla base delle NTC. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , come definite al punto § 3.2.1 NTC. Gli spettri sono calcolati a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I principali parametri che riguardano la struttura in analisi, nonché i parametri sismici della zona oggetto dell'intervento, sono riassunti di seguito con riferimento ai diversi stati limite.

Tipo di costruzione: Opere ordinarie

Vita nominale: 50

Classe d'uso: Classe II - § 2.4.2 Costruzione il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali

Coefficiente d'uso C_u : 1

Periodo di riferimento ($V_R = V_N \cdot C_U$): 50

Stati Limite	P_{VR}	T_R [anni]	a_g [g]	F_0	T_C^*
SLO – Stato Limite di operatività	81%	30	0,037	2,52	0,27
SLD – Stato Limite di danno	63%	50	0,047	2,56	0,29
SLV – Stato Limite di Salvaguardia Vita	10%	475	0,141	2,57	0,38
SLC – Stato Limite di Collasso	5%	975	0,197	2,48	0,40

È necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si riportano di seguito i parametri relativi al sito che incidono sulla risposta sismica locale.

Categoria di sottosuolo: B - Tab. 3.2.II Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Categoria topografica: T1 - Tab. 3.2.IV Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente di amplificazione topografica ST: 1,000

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri spettrali utilizzati nel calcolo dell'azione sismica locale.

Stati Limite	S_s	C_c	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
SLO – Stato Limite di operatività	1,20	1,43	1,20	0,13	0,38	1,75
SLD – Stato Limite di danno	1,20	1,41	1,20	0,14	0,41	1,79
SLV – Stato Limite di Salvaguardia Vita	1,20	1,34	1,20	0,17	0,50	2,16
SLC – Stato Limite di Collasso	1,20	1,32	1,20	0,18	0,53	2,39

Essendo:

S il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica;

C_c un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

T_C il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;

T_B il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

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

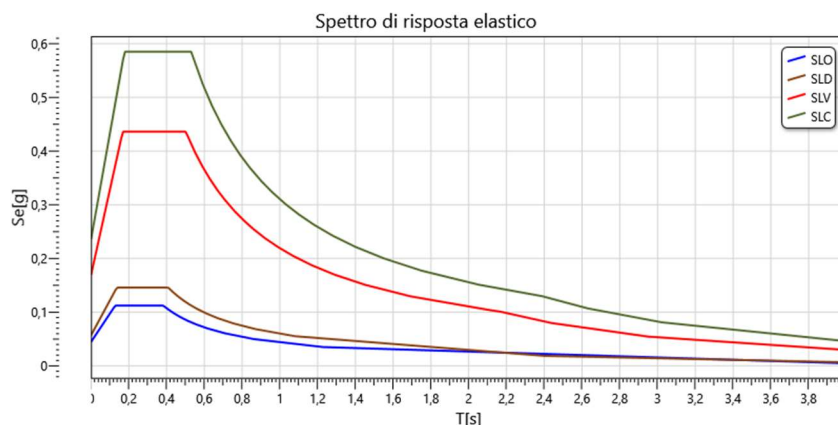
Spettri di risposta elastici

Si riportano sotto gli spettri di risposta elastici in forma grafica valutati con i seguenti valori dei parametri η e ξ

η 1,00

ξ 5%

Il fattore η tiene conto delle capacità dissipative delle costruzioni alterando lo spettro di risposta assunto a riferimento, per il quale $\eta=1$, definito come lo spettro elastico con smorzamento viscoso convenzionale $\xi = 5\%$. La relazione 3.2.4 NTC '18 può essere utilizzata per costruzioni che non subiscono significativi danneggiamenti e nel campo di smorzamenti convenzionali compresi tra i valori $\xi = 5\%$ e $\xi = 28\%$.



Spettri di risposta di progetto per gli Stati Limite Ultimi e per lo Stato Limite di Danno

Ai fini del progetto e della verifica delle strutture le capacità dissipative delle stesse sono messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche sollecitanti. Tale riduzione permette di considerare, in modo semplificato, la capacità dissipativa anelastica della struttura, la sua sovraresistenza, nonché l'incremento del suo periodo proprio causato dalle plasticizzazioni localizzate, così come descritto nelle NTC.

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ utilizzato nelle verifiche viene determinato riducendo lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata (v. §§ 2.4 e 3.2.1 NTC). In particolare si sostituisce nelle formule 3.2.2 NTC il termine η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Il fattore di struttura relativo allo SLV è calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

Il fattore q_0 dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione. K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{ND} , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (v. Tab. 7.3.II NTC) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

Si riportano di seguito i parametri relativi alle principali caratteristiche dell'edificio:

Regolarità in altezza: Sì

Coefficiente di regolarità in altezza K_R : 1,0

Classe di duttilità: Non dissipativa

Tipologia strutturale: Struttura non dissipativa - Pannelli di parete
 incollati: q_0 (CD"B") = 2,5

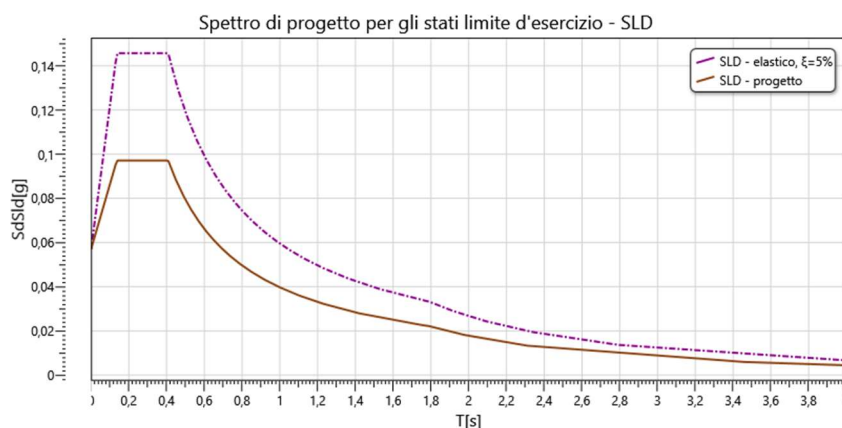
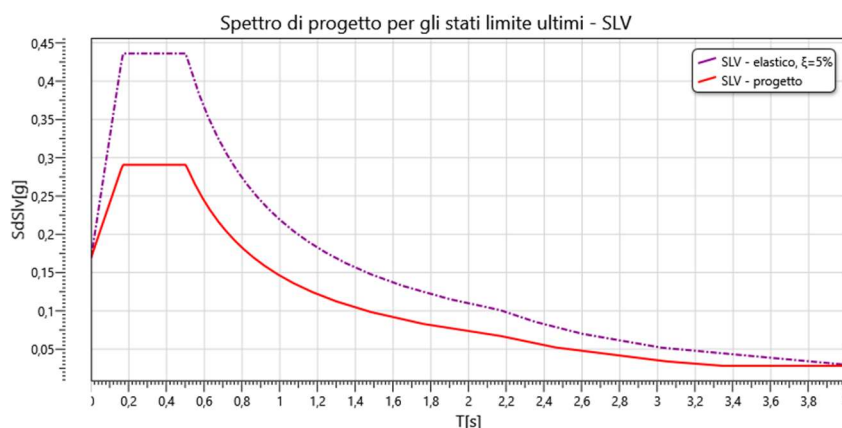
Tab. 7.3. II Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni

Valore base del fattore di comportamento q_0 : 1,50

Fattore di struttura q relativo allo SLV: 1,50

Fattore di struttura q relativo allo SLD: 1,50

Gli spettri elastico al suolo e di progetto allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita e allo Stato Limite di Danno sono rappresentati sotto.



Sezioni degli elementi strutturali

Pareti telaio

Caratteristiche geometriche telaio

t:	spessore telaio
h_b :	altezza traversi
$b_{s,int}$:	Base montante interno
$b_{s,ext}$:	Base montante esterno
i_m :	interasse medio

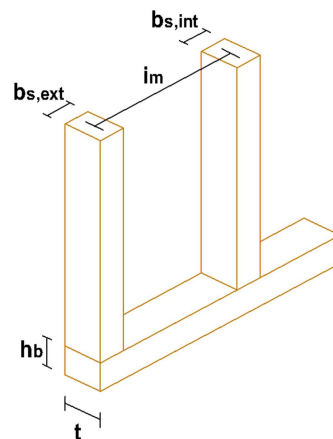


Figura: Grandezze geometriche relative al telaio delle pareti intelaiate

Caratteristiche geometriche rivestimento

b_s :	Base foglio rivestimento
$s_{c,b}$:	Spaziatura connettori bordo
$s_{c,i}$:	Spaziatura connettori interni

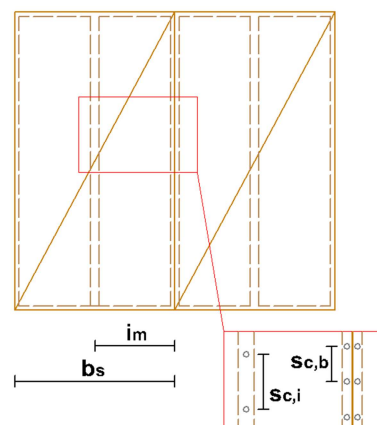


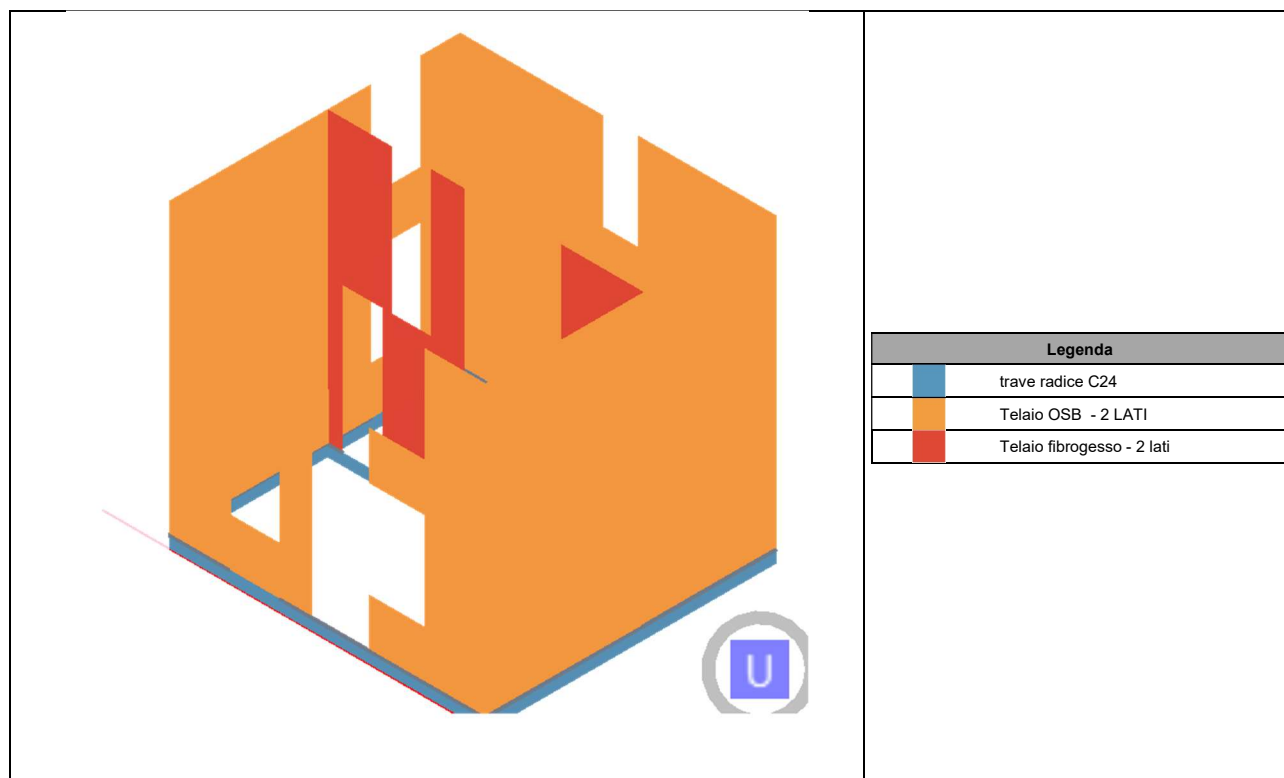
Figura: Dettaglio relativo alla spaziatura della chiodatura delle pareti intelaiate

Nella prima delle seguenti tabelle si riportano le caratteristiche del telaio di ogni parete, mentre nella seconda si riportano le caratteristiche del relativo rivestimento.

Nome Sezione	N lati fogli di rivestimento	Materiale	Spessore telaio t [mm]	Altezza traversi h_b [mm]	Base montante interno $b_{s,int}$ [mm]	Base montante esterno $b_{s,ext}$ [mm]	Interasse medio i_m [mm]
Telaio OSB - 2 LATI	2	C 24	160	120	60	120	625
Telaio fibrogesso - 2 lati	2	GL 24h - EN 14080	120	80	80	120	625

Nome Sezione	Lato	Materiale	Spes. foglio rivestimento t_s [mm]	Base foglio rivestimento b_s [mm]	Connettore pannello-telaio	Spaziatura connettori $S_{c,b}$ [mm]	Spaziatura connettori $S_{c,l}$ [mm]
Telaio OSB - 2 LATI	1	OSB/3	12	1250	Graffe Z67CSVHA zinc. resin.	70	140
Telaio OSB - 2 LATI	2	OSB/3	12	1250	Graffe Z67CSVHA zinc. resin.	70	140
Telaio fibrogesso - 2 lati	1	Fermacell fibrogesso	15	1250	Graffe G38 galvanizzate	75	150
Telaio fibrogesso - 2 lati	2	Fermacell fibrogesso	15	1250	Graffe G38 galvanizzate	75	150

Definizione pareti



Solai a travetti

Caratteristiche geometriche solaio

h_b : Altezza travetti

b_b : Base travetti

i_b : Interasse travetti

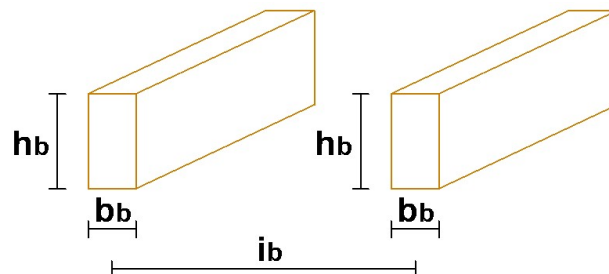
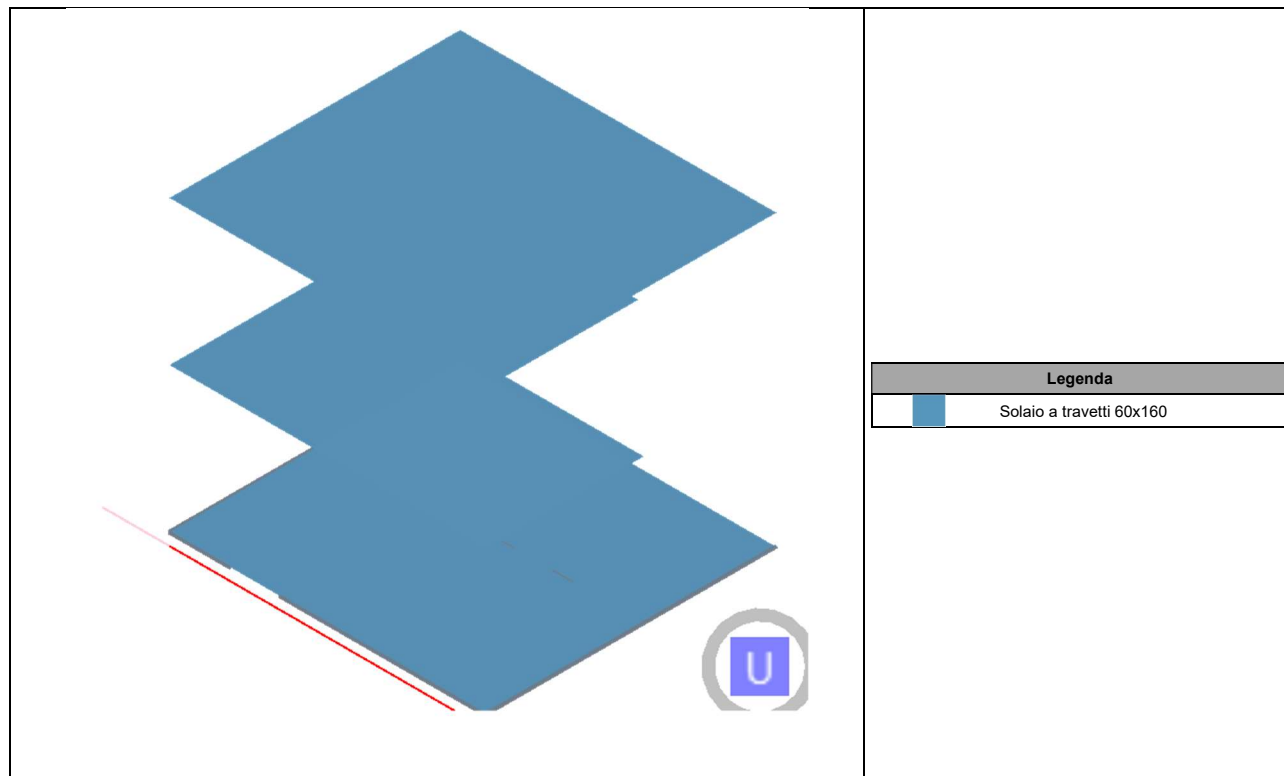


Figura: Grandezze geometriche relative al solaio a travetti

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche relative ai solai a travetti.

Nome Sezione	Materiale	Altezza travetti h_b [mm]	Base travetti b_b [mm]	Interasse travetti i_b [mm]
Solaio a travetti 60x160	C 24	160	60	416

Definizione solai



Sezioni legno

Sezioni rettangolari

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle sezioni rettangolari in legno

Nome Sezione	Materiale	Base b [mm]	Altezza h [mm]	b ₁ [mm]	h ₁ [mm]	b ₂ [mm]	h ₂ [mm]	Area A [mm ²]	J _{y-y} [mm ⁴]	J _{z-z} [mm ⁴]
montante 160x280	GL 24h - EN 14080	280	160	-	-	-	-	44800	9,56E7	2,93E8
montante 120x240	GL 22h - EN 14080	240	120	-	-	-	-	28800	3,46E7	1,38E8
montante 120x200	GL 24h - EN 14080	200	120	-	-	-	-	24000	2,88E7	8,00E7
architrave 160x160 GL24	GL 24h - EN 14080	160	160	-	-	-	-	25600	5,46E7	5,46E7
architrave 120x280	GL 24h - EN 14080	120	280	-	-	-	-	33600	2,20E8	4,03E7

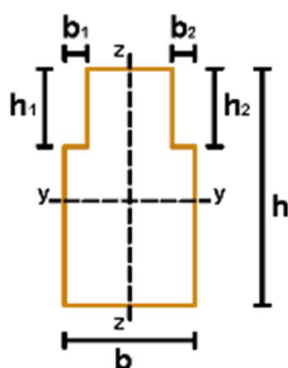
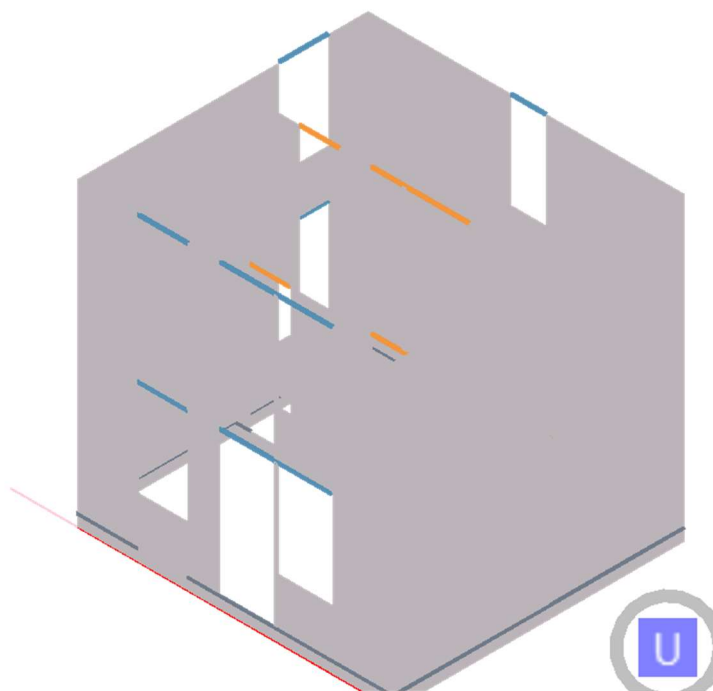
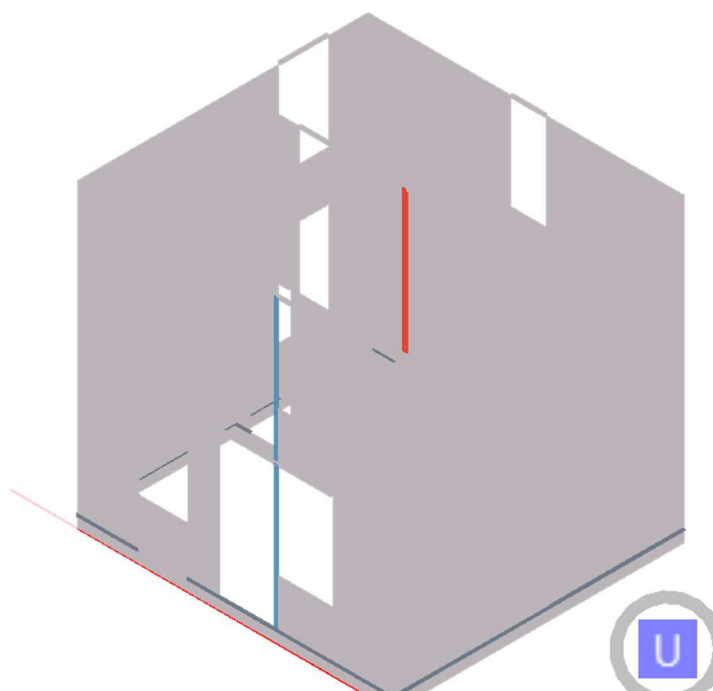


Figura: Grandezze geometriche relative alle sezioni rettangolari in legno

Definizione travi e pilastri



Legenda	
	architrave 160x160 GL24
	architrave 120x280



Legenda	
	montante 160x280
	montante 120x240
	montante 120x200

Connessioni

Ogni parete della struttura è vincolata alla base utilizzando sia elementi preposti all'assorbimento delle sollecitazioni di trazione (ancoraggi a trazione), sia elementi necessari per il trasferimento della sollecitazione tagliante (ancoraggi a taglio). Nelle tabelle riportate sotto si riassumono le connessioni utilizzate nella struttura differenziando a seconda del tipo di ancoraggio.

Piastra a trazione legno-legno

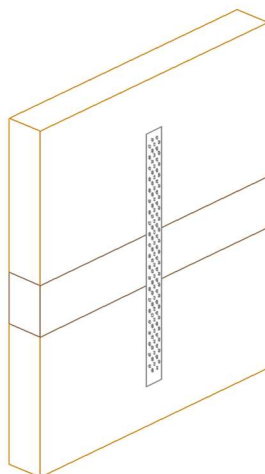


Figura: Dettaglio di un nastro forato resistente a trazione in un collegamento di interpiano

Nome connessione	Posizione ancoraggio	Produttore	Descrizione	Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]	Spessore [mm]	Tipologia di acciaio	Connettori	N° ancoraggi estremità di parete
Trazione interpiano - NPB255	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	1
Trazione interpiano - NPB1	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	2

Angolare legno-legno

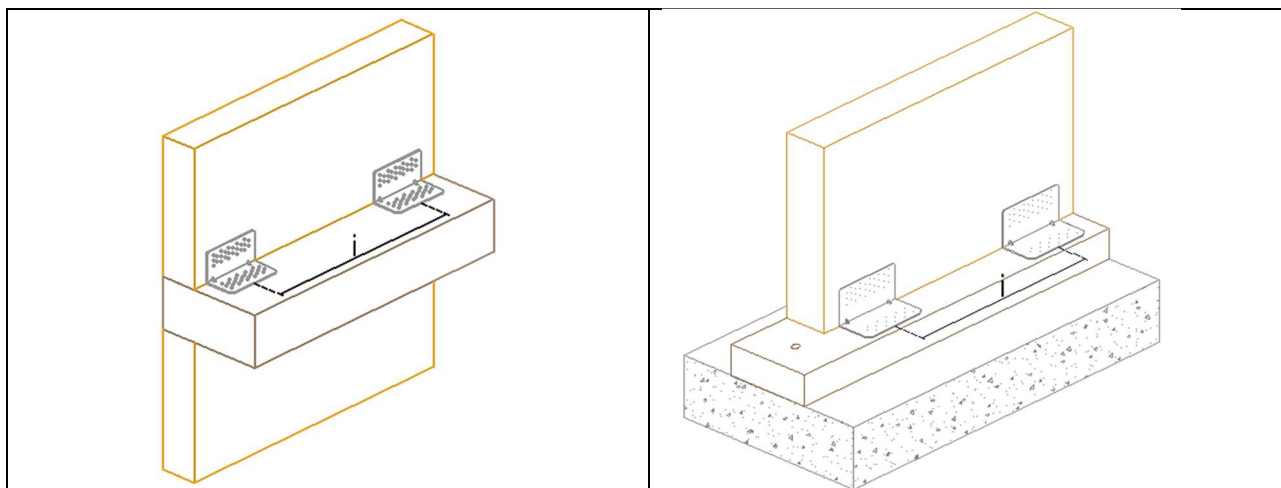


Figura: Dettaglio del sistema di angolari resistenti a taglio in un collegamento legno-legnodi interpiano e di base

Nome connessione	Posizione ancoraggio	Produttore	Descrizione	Connettori lato verticale	Connettori lato orizzontale	Numero lati	Interasse ancoraggi i [mm]
Taglio interpiano - angolare ABR255	Interpiano	Simpson StrongTie	ABR 255	30 x Vite - CSA 5,0 x 40	23 x Vite - CSA 5,0 x 40	1	1000
Taglio interpiano - angolare ABR2	Interpiano	Simpson StrongTie	ABR 255	30 x Vite - CSA 5,0 x 40	23 x Vite - CSA 5,0 x 40	1	500

Piastra a taglio legno-legno

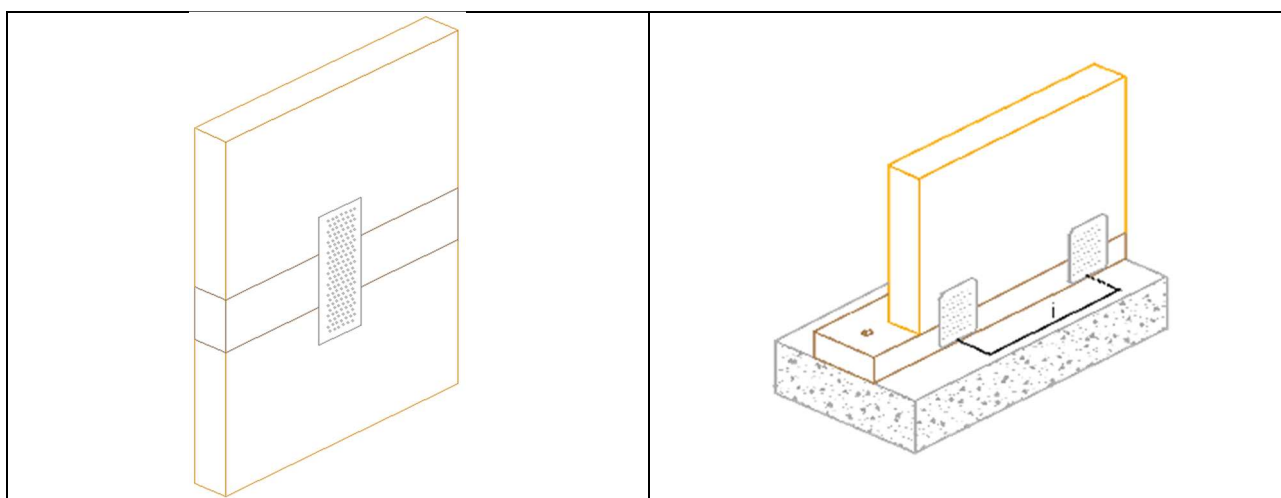
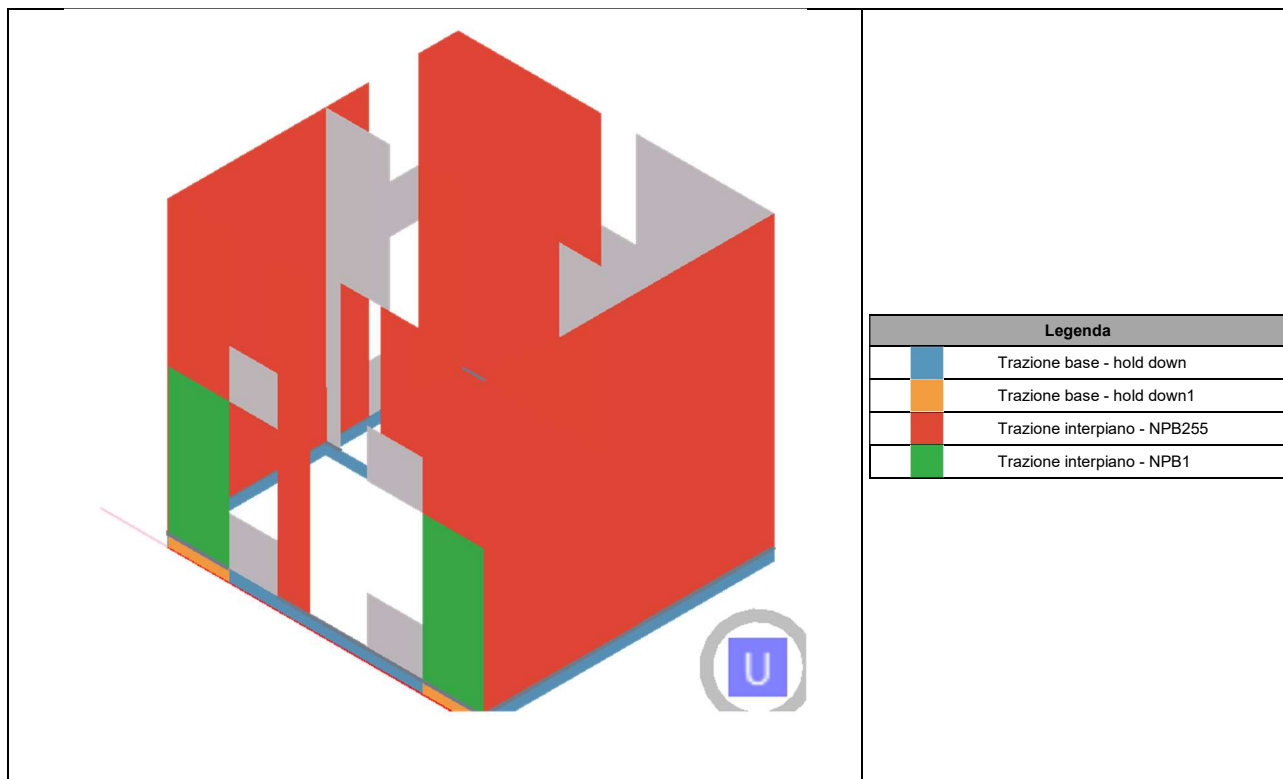


Figura: Dettaglio di una piastra forata resistente a taglio in un collegamento di interpiano e di base

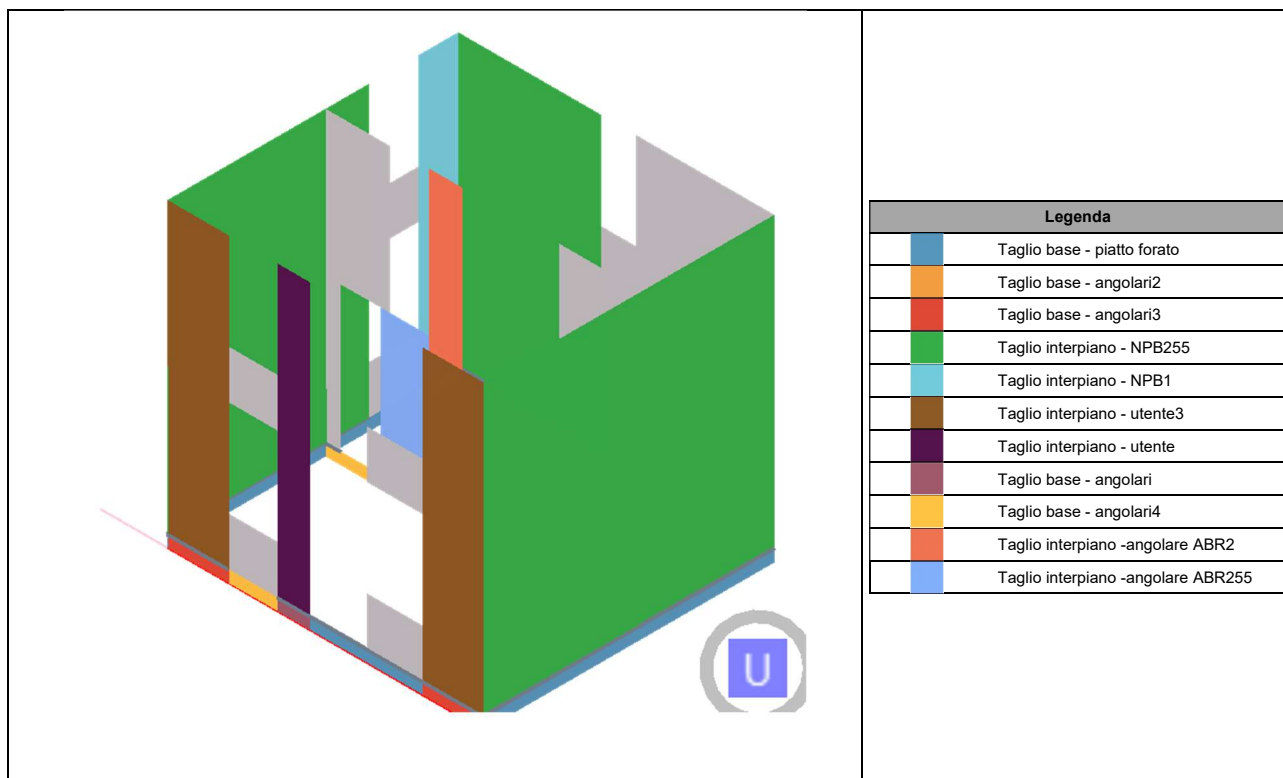
Nome connessione	Posizione ancoraggio	Produttore	Descrizione	Larghezza [mm]	Lunghezza [mm]	Spessore [mm]	Tipologia di acciaio	Connettori	Interasse ancoraggi i [mm]
Taglio interpiano - NPB255	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	2000
Taglio interpiano - NPB1	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	750
Taglio interpiano - utente3	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	1250
Taglio interpiano - utente	Interpiano	Simpson StrongTie	NPB 255	255	214	3	S250	30 x Chiodo anker 4,0 x 60	500

Definizione connessioni

Trazione



Taglio



Combinazioni delle azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_Q \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

essendo:

G_1 i carichi permanenti strutturali

G_2 il peso proprio degli elementi non strutturali

Q_1 il valore caratteristico dell'azione variabile ritenuta principale

Q_{ki} il valore caratteristico della i-esima azione variabile

Per quanto riguarda invece i coefficienti:

γ_{G1} è il coefficiente parziale per i carichi permanenti strutturali

γ_{G2} è il coefficiente parziale per i carichi permanenti non strutturali

Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi sia ben definita in fase di progetto, per essi si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Si riportano i valori dei coefficienti di combinazione utilizzati relativamente ai diversi carichi agenti.

Nome carico	Descrizione	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Q cat A	Variabile cat A: Ambienti ad uso residenziale	Media	0,7	0,5	0,3
Q cat B	Variabile cat B: Uffici	Media	0,7	0,5	0,3
Q cat C	Variabile cat C: Ambienti suscettibili di affollamento	Media	0,7	0,7	0,6
Q cat D	Variabile cat D: Ambienti ad uso commerciale	Media	0,7	0,7	0,6
Q cat E	Variabile cat E: Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale	Lunga	1	0,9	0,8
Q cat F	Variabile cat F: Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	Lunga	0,7	0,7	0,6
Q cat G	Variabile cat G: Aree per traffico e parcheggio (per autoveicoli di peso > 30 kN e < 160 kN)	Lunga	0,7	0,5	0,3
Q cat H	Variabile cat H: Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	Media	0	0	0
Q cat I-A	Variabile cat I-A: Coperture praticabili di ambienti di categoria A	Media	0,7	0,5	0,3
Q cat I-B	Variabile cat I-B: Coperture praticabili di ambienti di categoria B	Media	0,7	0,5	0,3
Q cat I-C	Variabile cat I-C: Coperture praticabili di ambienti di categoria C	Media	0,7	0,7	0,6
Q cat I-D	Variabile cat I-D: Coperture praticabili di ambienti di categoria D	Media	0,7	0,7	0,6
Q cat I-E	Variabile cat I-E: Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale	Media	1	0,9	0,8
Vento orto	Carico vento	Istantanea	0,6	0,2	0
Neve	Carico neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	Breve	0,5	0,2	0
Neve	Carico neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	Media	0,7	0,5	0,2

Combinazioni di carico utilizzate

Combinazioni SLU verticali

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLU significative per le verifiche in condizioni di carico verticale. I valori dei coefficienti riportati corrispondono al prodotto dei coefficienti parziali di sicurezza γ_j per gli eventuali coefficienti di combinazione ψ_{0j} .

L'azione del vento, che contribuisce a sollecitare le pareti, è schematizzata con un carico uniforme ortogonale a ciascuna delle pareti esterne.

Nome	Durata	G1	G2	Q cat A	Q cat H	Neve	Vento orto	Vento X	Vento Y	Dinamica SLV X	Dinamica SLV Y	Dinamica SLD X	Dinamica SLD Y
SLU 1	Permanente	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 2	Media	1	0,8	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 3	Breve	1	0,8	1,5	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 4	Istantanea	1	0,8	1,5	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 5	Istantanea	1	0,8	1,5	0	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 6	Media	1	0,8	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 7	Media	1	0,8	1,05	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 8	Breve	1	0,8	0	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 9	Breve	1	0,8	1,05	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 10	Istantanea	1	0,8	0	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 11	Istantanea	1	0,8	1,05	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 12	Istantanea	1	0,8	0	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 13	Istantanea	1	0,8	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 14	Breve	1	0,8	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 15	Breve	1	0,8	1,05	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 16	Istantanea	1	0,8	0	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 17	Istantanea	1	0,8	1,05	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 18	Istantanea	1	0,8	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 19	Istantanea	1	0,8	1,05	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 20	Istantanea	1	0,8	0	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 21	Istantanea	1	0,8	1,05	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 22	Permanente	1	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 23	Media	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 24	Breve	1	1,5	1,5	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 25	Istantanea	1	1,5	1,5	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 26	Istantanea	1	1,5	1,5	0	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 27	Media	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 28	Media	1	1,5	1,05	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 29	Breve	1	1,5	0	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 30	Breve	1	1,5	1,05	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 31	Istantanea	1	1,5	0	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 32	Istantanea	1	1,5	1,05	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 33	Istantanea	1	1,5	0	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 34	Istantanea	1	1,5	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 35	Breve	1	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 36	Breve	1	1,5	1,05	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 37	Istantanea	1	1,5	0	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 38	Istantanea	1	1,5	1,05	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 39	Istantanea	1	1,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 40	Istantanea	1	1,5	1,05	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 41	Istantanea	1	1,5	0	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 42	Istantanea	1	1,5	1,05	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 43	Permanente	1,3	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 44	Media	1,3	0,8	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 45	Breve	1,3	0,8	1,5	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 46	Istantanea	1,3	0,8	1,5	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 47	Istantanea	1,3	0,8	1,5	0	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 48	Media	1,3	0,8	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 49	Media	1,3	0,8	1,05	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 50	Breve	1,3	0,8	0	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 51	Breve	1,3	0,8	1,05	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 52	Istantanea	1,3	0,8	0	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 53	Istantanea	1,3	0,8	1,05	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 54	Istantanea	1,3	0,8	0	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 55	Istantanea	1,3	0,8	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 56	Breve	1,3	0,8	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 57	Breve	1,3	0,8	1,05	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 58	Istantanea	1,3	0,8	0	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 59	Istantanea	1,3	0,8	1,05	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 60	Istantanea	1,3	0,8	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 61	Istantanea	1,3	0,8	1,05	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 62	Istantanea	1,3	0,8	0	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 63	Istantanea	1,3	0,8	1,05	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 64	Permanente	1,3	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 65	Media	1,3	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 66	Breve	1,3	1,5	1,5	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 67	Istantanea	1,3	1,5	1,5	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 68	Istantanea	1,3	1,5	1,5	0	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 69	Media	1,3	1,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 70	Media	1,3	1,5	1,05	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU 71	Breve	1,3	1,5	0	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 72	Breve	1,3	1,5	1,05	1,5	0,75	0	0	0	0	0	0	0
SLU 73	Istantanea	1,3	1,5	0	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0

SLU 74	Istantanea	1,3	1,5	1,05	1,5	0	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 75	Istantanea	1,3	1,5	0	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 76	Istantanea	1,3	1,5	1,05	1,5	0,75	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 77	Breve	1,3	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 78	Breve	1,3	1,5	1,05	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SLU 79	Istantanea	1,3	1,5	0	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 80	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	1,5	0,9	0	0	0	0	0	0
SLU 81	Istantanea	1,3	1,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 82	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 83	Istantanea	1,3	1,5	0	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0
SLU 84	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0,75	1,5	0	0	0	0	0	0

Combinazioni SLU orizzontali

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLU significative per le verifiche in condizioni di carico orizzontale. I valori dei coefficienti riportati corrispondono al prodotto dei coefficienti parziali di sicurezza γ_j per gli eventuali coefficienti di combinazione ψ_{0j} .

L'azione del vento è considerata agire separatamente nelle direzioni x, -x, y, -y.

Nome	Durata	G1	G2	Q cat A	Q cat H	Neve	Vento orto	Vento X	Vento Y	Dinamica SLV X	Dinamica SLV Y	Dinamica SLD X	Dinamica SLD Y
SLU orizzontale 1	Istantanea	1	0,8	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0
SLU orizzontale 2	Istantanea	1	0,8	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0
SLU orizzontale 3	Istantanea	1	0,8	0	0	0	0	-1,5	0	0	0	0	0
SLU orizzontale 4	Istantanea	1	0,8	0	0	0	0	0	-1,5	0	0	0	0
SLU orizzontale 5	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0,75	0	1,5	0	0	0	0	0
SLU orizzontale 6	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0,75	0	0	1,5	0	0	0	0
SLU orizzontale 7	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0,75	0	-1,5	0	0	0	0	0
SLU orizzontale 8	Istantanea	1,3	1,5	1,05	0	0,75	0	0	-1,5	0	0	0	0

Combinazioni SLE rare

Nella seguente tabella si riportano le combinazioni di carico SLE rare.

Nome	Durata	G1	G2	Q cat A	Q cat H	Neve	Vento orto	Vento X	Vento Y	Dinamica SLV X	Dinamica SLV Y	Dinamica SLD X	Dinamica SLD Y
SLE rara 1	Permanente	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 2	Media	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 3	Breve	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 4	Istantanea	1	1	1	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 5	Istantanea	1	1	1	0	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 6	Media	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 7	Media	1	1	0,7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 8	Breve	1	1	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 9	Breve	1	1	0,7	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 10	Istantanea	1	1	0	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 11	Istantanea	1	1	0,7	1	0	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 12	Istantanea	1	1	0	1	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 13	Istantanea	1	1	0,7	1	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 14	Breve	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 15	Breve	1	1	0,7	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SLE rara 16	Istantanea	1	1	0	0	1	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 17	Istantanea	1	1	0,7	0	1	0,6	0	0	0	0	0	0
SLE rara 18	Istantanea	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

SLE rara 19	Istantanea	1	1	0,7	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SLE rara 20	Istantanea	1	1	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0
SLE rara 21	Istantanea	1	1	0,7	0	0,5	1	0	0	0	0	0	0

Combinazioni sismiche

Nelle verifiche sismiche si utilizzano le combinazioni di carico proposte dalle NTC. Se la risposta viene valutata mediante analisi statica o dinamica in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Combinazioni per lo stato limite di danno (SLD)

Nome	Durata	G1	G2	Q cat A	Q cat H	Neve	Vento orto	Vento X	Vento Y	Dinamica SLV X	Dinamica SLV Y	Dinamica SLD X	Dinamica SLD Y
Dinamica SLD 1 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
Dinamica SLD 1 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
Dinamica SLD 1 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
Dinamica SLD 1 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
Dinamica SLD 2 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,3
Dinamica SLD 2 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,3
Dinamica SLD 2 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,3
Dinamica SLD 2 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,3
Dinamica SLD 3 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,3
Dinamica SLD 3 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,3
Dinamica SLD 3 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,3
Dinamica SLD 3 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,3
Dinamica SLD 4 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3
Dinamica SLD 4 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3
Dinamica SLD 4 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3
Dinamica SLD 4 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-0,3
Dinamica SLD 5 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1
Dinamica SLD 5 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1
Dinamica SLD 5 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1
Dinamica SLD 5 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1
Dinamica SLD 6 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-1
Dinamica SLD 6 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-1

Dinamica SLD 6 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-1
Dinamica SLD 6 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-1
Dinamica SLD 7 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	1
Dinamica SLD 7 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	1
Dinamica SLD 7 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	1
Dinamica SLD 7 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	1
Dinamica SLD 8 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1
Dinamica SLD 8 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1
Dinamica SLD 8 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1
Dinamica SLD 8 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-1

Combinazioni per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

Nome	Durata	G1	G2	Q cat A	Q cat H	Neve	Vento orto	Vento X	Vento Y	Dinamica SLV X	Dinamica SLV Y	Dinamica SLD X	Dinamica SLD Y
Dinamica SLV 1 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0
Dinamica SLV 1 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0
Dinamica SLV 1 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0
Dinamica SLV 1 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	0,3	0	0
Dinamica SLV 2 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 2 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 2 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 2 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 3 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	0,3	0	0
Dinamica SLV 3 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	0,3	0	0
Dinamica SLV 3 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	0,3	0	0
Dinamica SLV 3 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	0,3	0	0
Dinamica SLV 4 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 4 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 4 ex-ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	0
Dinamica SLV 5 ex+ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0
Dinamica SLV 5 ex+ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0
Dinamica SLV 5 ex-ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0

Dinamica SLV 5 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0
Dinamica SLV 6 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 6 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 6 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 6 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 7 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	1	0	0
Dinamica SLV 7 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	1	0	0
Dinamica SLV 7 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	1	0	0
Dinamica SLV 7 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	1	0	0
Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 8 ex+ ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 8 ex- ey+	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0	0
Dinamica SLV 8 ex- ey-	Istantanea	1	1	0,3	0	0	0	0	0	-0,3	-1	0	0

Azioni orizzontali

Analisi modale

L'analisi modale porta alla determinazione dei modi di vibrare della struttura, che forniscono importanti informazioni sul comportamento sismico dell'edificio e sono alla base dell'analisi dinamica lineare.

La determinazione dei modi di vibrare implica la risoluzione del problema agli autovalori generalizzato:

$$[K - \Omega^2 M] \Phi = 0$$

dove K è la matrice di rigidezza, M la matrice delle masse, Ω^2 è la matrice diagonale degli autovalori e Φ è la matrice dei corrispondenti autovettori o modi di vibrare (massa normalizzati); le masse sismiche dei singoli piani sono calcolate sulla base della seguente combinazione dei carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Il singolo autovalore, ricavato dalla soluzione del problema agli autovalori generalizzato, è pari al quadrato della pulsazione angolare ω legata al periodo, T , e la frequenza, f , secondo le relazioni:

$$T = \frac{1}{f} \text{ e } f = \frac{\omega}{2\pi}$$

A ciascun modo i -esimo è associata una massa partecipante nelle due direzioni principali X e Y e attorno all'asse verticale Z pari a:

$$M_x^i = \frac{m_x^i}{\sum m_{x,j}} [\%]$$

$$M_y^i = \frac{m_y^i}{\sum m_{y,j}} [\%]$$

$$M_z^i = \frac{m_z^i}{\sum I_{z,j}} [\%]$$

dove:

$$m_x^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_x)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

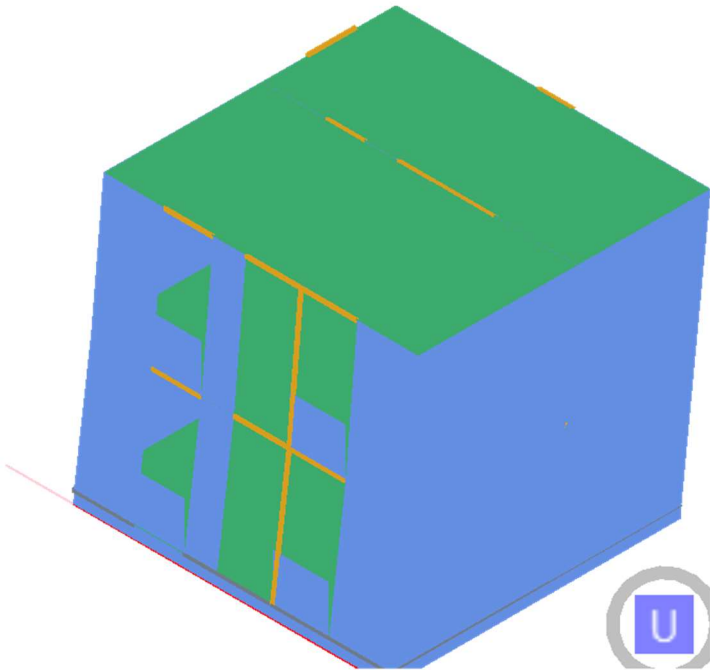
$$m_y^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_y)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

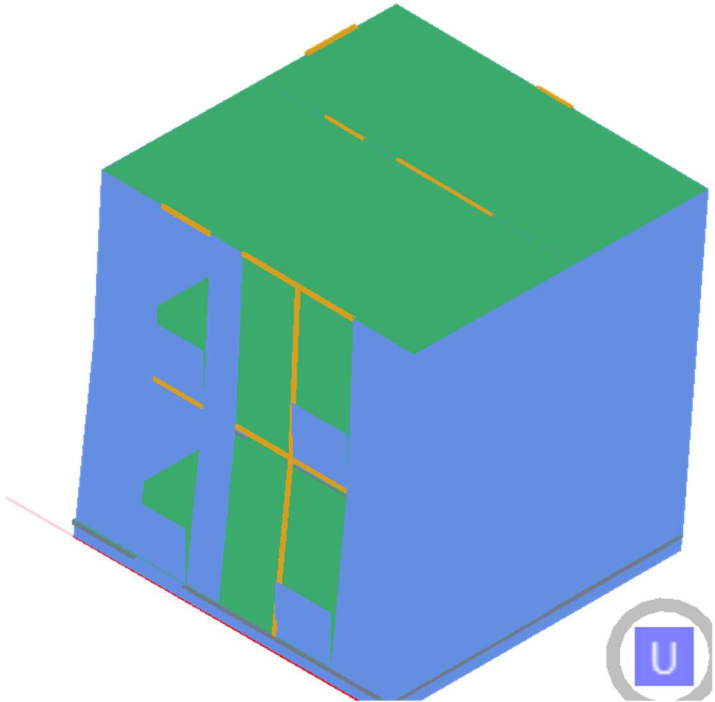
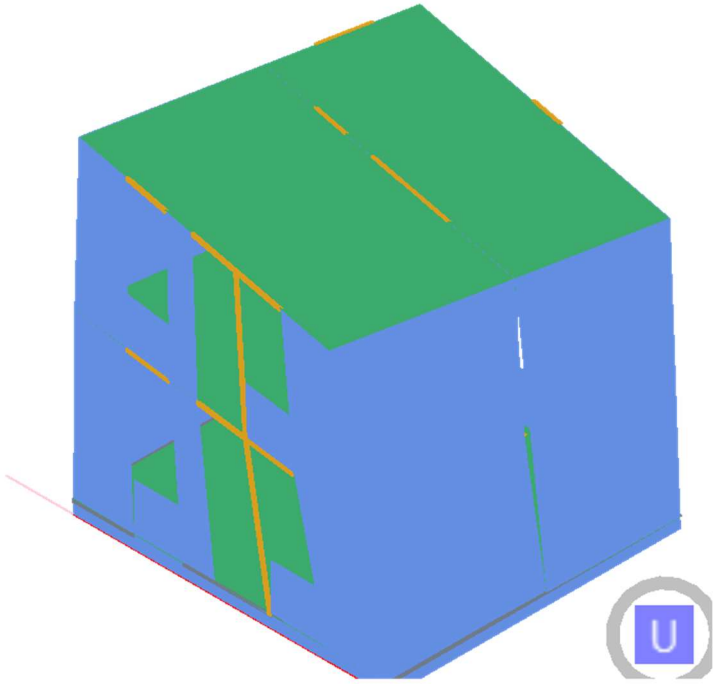
$$m_z^i = \frac{([\Phi^i]^T M R_z)^2}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

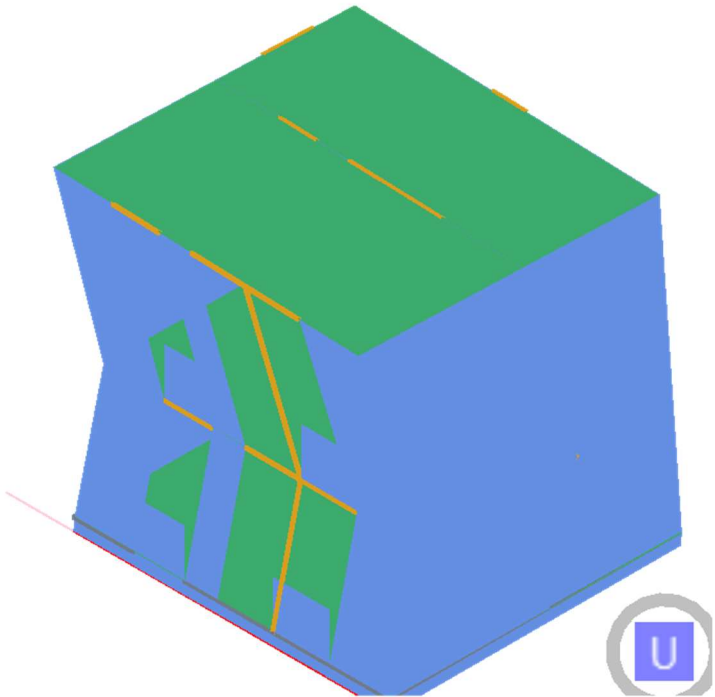
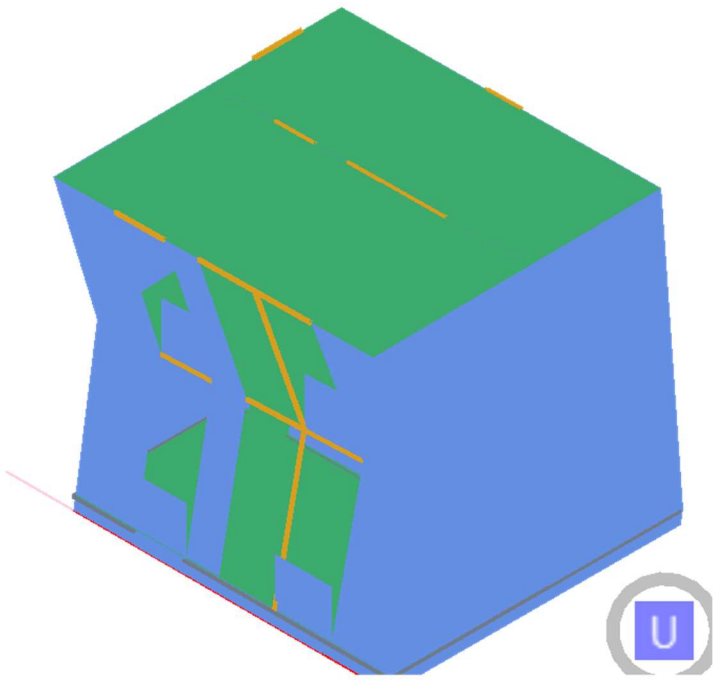
e in cui $\sum m_{x,j}$, $\sum m_{y,j}$ e $\sum I_{z,j}$ rappresentano la somma delle masse agenti in direzione X e Y e delle masse polari di tutti i j -esimi gradi di libertà non vincolati della struttura.

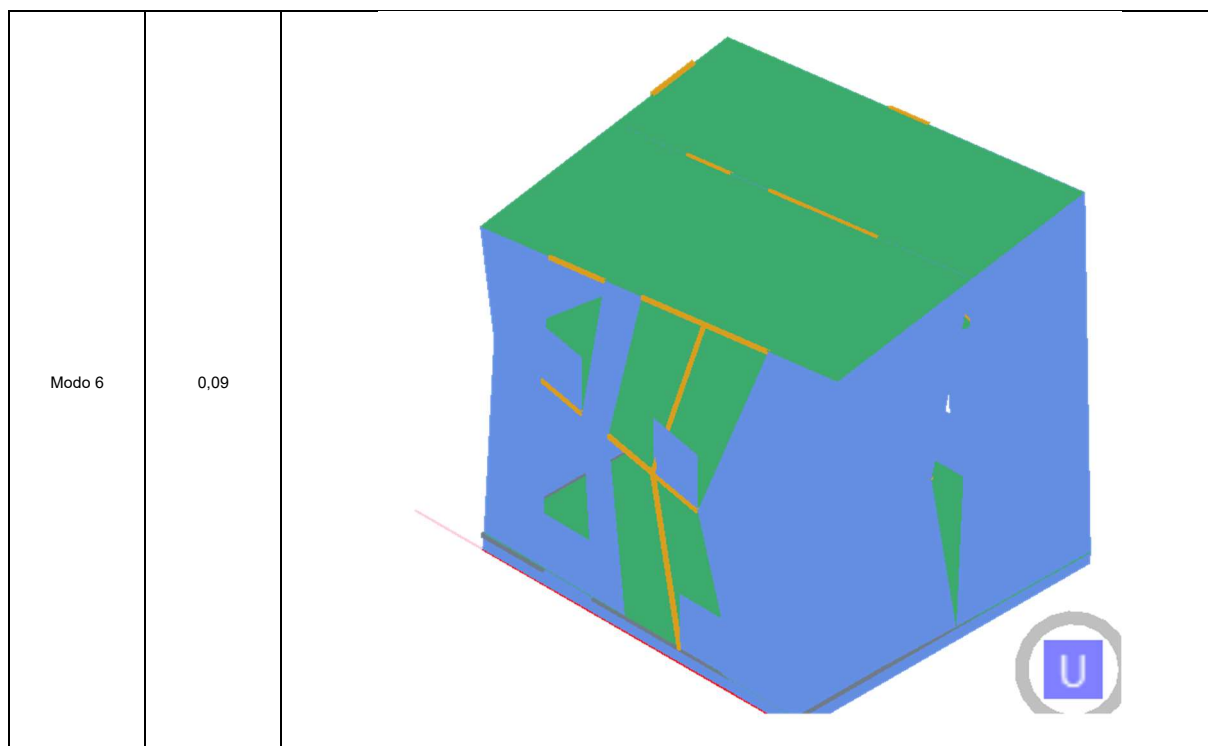
Modo di vibrare	Periodo [s]	Frequenza [Hz]	M _x [%]	Somma M _x [%]	M _y [%]	Somma M _y [%]	M _z [%]	Somma M _z [%]
Modo 1	0,33	3,00	63,09	63,09	0,00	0,00	0,06	0,06
Modo 2	0,27	3,64	0,00	63,09	69,27	69,27	0,20	0,26
Modo 3	0,21	4,77	0,21	63,31	0,16	69,42	64,02	64,28
Modo 4	0,13	7,48	4,78	68,09	0,01	69,43	1,15	65,43
Modo 5	0,12	8,59	0,03	68,12	2,94	72,38	1,88	67,31
Modo 6	0,09	11,64	0,08	68,20	0,10	72,47	3,14	70,45
Modo 7	0,06	17,98	0,31	68,51	26,27	98,74	0,61	71,06
Modo 8	0,04	23,41	22,63	91,14	0,95	99,69	6,71	77,77
Modo 9	0,03	31,27	8,86	100,00	0,31	100,00	22,23	100,00

In tabella sono riportati, limitatamente ai primi sei modi di vibrare, il periodo corrispondente e la deformata modale.

Modo di vibrare	Periodo [s]	Deformata modale
Modo 1	0,33	

Modo 2	0,27	
Modo 3	0,21	

Modo 4	0,13	
Modo 5	0,12	



Analisi dinamica lineare

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare ricavato dall'analisi modale;
- nella combinazione di questi effetti.

Il calcolo degli effetti dell'azione sismica si basa sull'applicazione delle forze esterne equivalenti alla struttura secondo la formulazione seguente:

$$F_x^i = \Gamma_x^i S_d(T_i) M \Phi^i$$

e

$$F_y^i = \Gamma_y^i S_d(T_i) M \Phi^i$$

dove:

F_x^i e F_y^i sono le forze esterne riferite all'*i-esimo* modo di vibrare e dovute all'azione sismica agente rispettivamente lungo X e lungo Y

$S_d(T_i)$ è l'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo *i-esimo*

Φ^i è il modo di vibrare *i-esimo*

Γ_x^i e Γ_y^i sono i coefficienti di partecipazione dell'*i-esimo* modo di vibrare definiti come:

$$\Gamma_x^i = \frac{[\Phi^i]^T M R_x}{[\Phi^i]^T M \Phi^i} \text{ e } \Gamma_y^i = \frac{[\Phi^i]^T M R_y}{[\Phi^i]^T M \Phi^i}$$

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è eseguita utilizzando una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo, così come definita nell'espressione seguente:

$$E = \sqrt{\sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

E_j valore dell'effetto relativo al modo j;

ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j, calcolato con la formula:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}^{3/2}}{(1 + \beta_{ij}) \cdot [(1 - \beta_{ij})^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}]}$$

ξ smorzamento viscoso dei modi i e j;

β_{ij} è il rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i-j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$).

Nella tabella seguente si riportano le proprietà degli impalcati della struttura.

Impalcato	Quota del baricentro dell'impalcato rispetto al piano di imposta [m]	xG,sisma [m]	yG,sisma [m]	Eccentricità accidentale ex [m]	Eccentricità accidentale ey [m]	Massa i [kg]
1	0,25	3,44	3,27	0,33	0,30	10094
2	3,25	2,68	2,64	0,33	0,30	10119
3	6,25	3,53	3,31	0,33	0,30	9021

In tabella sono riportati, per ciascun modo di vibrare, il periodo corrispondente e l'ordinata spettrale agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita e agli Stati Limite di Danno.

Modo di vibrare	Periodo [s]	Ordinata spettro SLV [g]	Ordinata spettro SLD [g]
Modo 1	0,34	0,29	0,10
Modo 2	0,28	0,29	0,10
Modo 3	0,21	0,29	0,10
Modo 4	0,13	0,27	0,10
Modo 5	0,12	0,26	0,09
Modo 6	0,08	0,23	0,08
Modo 7	0,06	0,21	0,07
Modo 8	0,04	0,20	0,07
Modo 9	0,03	0,19	0,07

Vento

Nella tabella seguente si riportano le risultanti dovute all'azione del vento nelle due direzioni principali e le coordinate dei rispettivi punti di applicazione.

Impalcato	Quota rispetto al piano di riferimento [m]	xG,vento [m]	yG,vento [m]	Fx [kN]	Fy [kN]
1	0,25	3,28	3,02	8,16	8,99
2	3,25	3,28	3,02	14,28	15,73
3	6,25	3,28	3,02	9,02	9,93

Sollecitazioni

Nel presente capitolo si riportano in forma tabellare le sollecitazioni sugli elementi strutturali e sulle relative connessioni causate dai diversi carichi agenti. Si riportano inoltre i valori degli spostamenti di interpiano conseguenti all'applicazione dei suddetti carichi.

Pareti

Nome parete: Identificativo della parete

N: Azione assiale totale

V2: Sollecitazione tagliante (agente nel piano)

V3: Sollecitazione tagliante (agente fuori piano)

M2-2: Sollecitazione flettente (agente fuori piano)

M3-3: Sollecitazione flettente (agente nel piano)

dr: Spostamento relativo di interpiano della parete

Carico	Nome parete	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]	dr [mm]
G1	Parete 5	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 6	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 7	9,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 8	4,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 9	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 10	4,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 11	9,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 13	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 15	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 16	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 17	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 18	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 19 - 1	3,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 21	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 22	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 23	4,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 24	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 25	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 27	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 28	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 29	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 30	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 35	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 36 - 1	4,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 39	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 44 - 1	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 45	2,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 36 - 2	4,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G1	Parete 44 - 2	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 50	4,09	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 51	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G1	Parete 53	6,22	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 5	16,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 6	3,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 7	15,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 8	8,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 9	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 10	8,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

G2	Parete 11	16,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 13	4,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 15	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 16	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 17	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 18	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 19 - 1	5,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 21	8,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 22	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 23	7,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 24	4,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 25	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 27	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 28	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 29	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 30	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 35	6,39	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 36 - 1	10,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 39	9,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 44 - 1	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 45	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 36 - 2	9,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	Parete 44 - 2	7,04	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 50	9,66	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 51	11,56	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
G2	Parete 53	13,41	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 5	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 8	4,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 9	4,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 10	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 11	2,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 19 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 35	5,56	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 36 - 1	9,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 36 - 2	9,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 50	4,95	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat A	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 5	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 8	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 9	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 10	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 11	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 13	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 19 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 21	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Q cat H	Parete 23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 24	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 25	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 35	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 36 - 1	2,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 44 - 1	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 45	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 36 - 2	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Parete 44 - 2	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 50	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 51	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Q cat H	Parete 53	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 5	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 8	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 9	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 10	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 11	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 13	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 19 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 21	2,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 24	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 25	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 35	2,26	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 36 - 1	4,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 44 - 1	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 45	3,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 36 - 2	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Neve	Parete 44 - 2	4,18	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 50	4,46	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 51	6,79	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Neve	Parete 53	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento orto	Parete 5	-2,78	0,00	3,30	2,48	0,00	0,00
Vento orto	Parete 6	0,00	0,00	0,92	0,69	0,00	0,00
Vento orto	Parete 7	0,00	0,00	4,65	3,49	0,00	0,00
Vento orto	Parete 8	-2,00	0,00	1,41	1,06	0,00	0,00
Vento orto	Parete 9	-1,80	0,00	0,76	0,57	0,00	0,00
Vento orto	Parete 10	-1,91	0,00	1,41	1,06	0,00	0,00
Vento orto	Parete 11	-2,38	0,00	3,65	2,74	0,00	0,00
Vento orto	Parete 13	-1,91	0,00	1,41	1,06	0,00	0,00
Vento orto	Parete 15	0,00	0,00	0,38	0,09	0,00	N/D
Vento orto	Parete 16	0,00	0,00	0,43	0,11	0,00	N/D
Vento orto	Parete 17	0,00	0,00	0,38	0,09	0,00	N/D
Vento orto	Parete 18	0,00	0,00	0,27	0,07	0,00	N/D
Vento orto	Parete 19 - 1	0,00	0,00	3,65	2,74	0,00	0,00
Vento orto	Parete 21	-2,78	0,00	3,30	2,48	0,00	0,00
Vento orto	Parete 22	0,00	0,00	0,92	0,69	0,00	0,00
Vento orto	Parete 23	0,00	0,00	4,65	3,49	0,00	0,00
Vento orto	Parete 24	-2,00	0,00	1,41	1,06	0,00	0,00
Vento orto	Parete 25	-1,80	0,00	0,76	0,57	0,00	0,00
Vento orto	Parete 27	0,00	0,00	0,38	0,09	0,00	N/D
Vento orto	Parete 28	0,00	0,00	0,43	0,11	0,00	N/D
Vento orto	Parete 29	0,00	0,00	0,38	0,09	0,00	N/D
Vento orto	Parete 30	0,00	0,00	0,27	0,07	0,00	N/D
Vento orto	Parete 35	-2,48	0,00	0,36	0,27	0,00	N/D
Vento orto	Parete 36 - 1	-4,78	0,00	0,76	0,57	0,00	0,00

Vento orto	Parete 39	0,00	0,00	6,01	8,84	0,00	0,00
Vento orto	Parete 44 - 1	-1,06	0,00	0,36	0,27	0,00	N/D
Vento orto	Parete 45	-4,12	0,00	0,76	0,57	0,00	0,00
Vento orto	Parete 36 - 2	-3,16	0,00	1,12	0,84	0,00	0,00
Vento orto	Parete 44 - 2	-4,58	0,00	1,12	0,84	0,00	N/D
Vento orto	Parete 50	-4,89	0,00	0,50	0,38	0,00	N/D
Vento orto	Parete 51	-7,44	0,00	1,90	1,43	0,00	N/D
Vento orto	Parete 53	-2,74	0,00	6,34	9,46	0,00	N/D
Vento X	Parete 5	0,00	9,53	0,00	0,00	41,42	2,51
Vento X	Parete 6	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Vento X	Parete 7	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,02
Vento X	Parete 8	0,00	4,26	0,00	0,00	17,87	2,47
Vento X	Parete 9	0,00	1,55	0,00	0,00	6,83	2,47
Vento X	Parete 10	0,00	4,26	0,00	0,00	17,87	2,47
Vento X	Parete 11	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,02
Vento X	Parete 13	0,00	1,69	0,00	0,00	5,08	1,16
Vento X	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 19 - 1	0,00	0,10	0,00	0,00	0,30	0,02
Vento X	Parete 21	0,00	4,28	0,00	0,00	12,83	1,12
Vento X	Parete 22	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02
Vento X	Parete 23	0,00	0,09	0,00	0,00	0,27	0,02
Vento X	Parete 24	0,00	1,69	0,00	0,00	5,08	1,16
Vento X	Parete 25	0,00	0,73	0,00	0,00	2,18	1,16
Vento X	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 36 - 1	0,00	1,37	0,00	0,00	5,98	2,49
Vento X	Parete 39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento X	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 45	0,00	0,63	0,00	0,00	1,88	1,14
Vento X	Parete 36 - 2	0,00	2,33	0,00	0,00	6,99	2,49
Vento X	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento X	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 5	0,00	0,18	0,00	0,00	1,12	0,05
Vento Y	Parete 6	0,00	1,62	0,00	0,00	6,51	1,94
Vento Y	Parete 7	0,00	11,39	0,00	0,00	45,86	1,94
Vento Y	Parete 8	0,00	0,08	0,00	0,00	0,45	0,05
Vento Y	Parete 9	0,00	0,03	0,00	0,00	0,21	0,05
Vento Y	Parete 10	0,00	0,08	0,00	0,00	0,45	0,05
Vento Y	Parete 11	0,00	8,59	0,00	0,00	29,96	2,05
Vento Y	Parete 13	0,00	0,23	0,00	0,00	0,69	0,16
Vento Y	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 19 - 1	0,00	1,40	0,00	0,00	4,21	0,33
Vento Y	Parete 21	0,00	0,56	0,00	0,00	1,67	0,15
Vento Y	Parete 22	0,00	0,55	0,00	0,00	1,66	0,67
Vento Y	Parete 23	0,00	3,90	0,00	0,00	11,70	0,67
Vento Y	Parete 24	0,00	0,23	0,00	0,00	0,69	0,16
Vento Y	Parete 25	0,00	0,10	0,00	0,00	0,30	0,16
Vento Y	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 36 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Parete 39	0,00	4,08	0,00	0,00	24,01	2,38
Vento Y	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Vento Y	Parete 36 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Vento Y	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Vento Y	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D

Dinamica SLV X	Parete 5	0,00	22,66	0,00	0,00	115,95	5,96
Dinamica SLV X	Parete 6	0,00	0,47	0,00	0,00	2,31	0,57
Dinamica SLV X	Parete 7	0,00	3,32	0,00	0,00	16,28	0,57
Dinamica SLV X	Parete 8	0,00	8,73	0,00	0,00	41,97	5,06
Dinamica SLV X	Parete 9	0,00	3,17	0,00	0,00	16,31	5,06
Dinamica SLV X	Parete 10	0,00	8,73	0,00	0,00	41,97	5,06
Dinamica SLV X	Parete 11	0,00	2,49	0,00	0,00	11,89	0,59
Dinamica SLV X	Parete 13	0,00	5,36	0,00	0,00	16,07	3,67
Dinamica SLV X	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 19 - 1	0,00	1,48	0,00	0,00	4,45	0,35
Dinamica SLV X	Parete 21	0,00	16,20	0,00	0,00	48,61	4,26
Dinamica SLV X	Parete 22	0,00	0,30	0,00	0,00	0,91	0,37
Dinamica SLV X	Parete 23	0,00	2,14	0,00	0,00	6,43	0,37
Dinamica SLV X	Parete 24	0,00	5,36	0,00	0,00	16,07	3,67
Dinamica SLV X	Parete 25	0,00	2,30	0,00	0,00	6,91	3,67
Dinamica SLV X	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 36 - 1	0,00	3,04	0,00	0,00	15,61	5,54
Dinamica SLV X	Parete 39	0,00	1,62	0,00	0,00	9,53	0,94
Dinamica SLV X	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 45	0,00	2,19	0,00	0,00	6,57	3,99
Dinamica SLV X	Parete 36 - 2	0,00	5,18	0,00	0,00	15,55	5,54
Dinamica SLV X	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV X	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 5	0,00	1,11	0,00	0,00	4,31	0,29
Dinamica SLV Y	Parete 6	0,00	3,14	0,00	0,00	13,89	3,78
Dinamica SLV Y	Parete 7	0,00	22,15	0,00	0,00	97,85	3,78
Dinamica SLV Y	Parete 8	0,00	0,96	0,00	0,00	3,65	0,56
Dinamica SLV Y	Parete 9	0,00	0,35	0,00	0,00	1,38	0,56
Dinamica SLV Y	Parete 10	0,00	0,96	0,00	0,00	3,65	0,56
Dinamica SLV Y	Parete 11	0,00	18,88	0,00	0,00	80,16	4,50
Dinamica SLV Y	Parete 13	0,00	0,30	0,00	0,00	0,91	0,21
Dinamica SLV Y	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 19 - 1	0,00	8,07	0,00	0,00	24,20	1,92
Dinamica SLV Y	Parete 21	0,00	0,64	0,00	0,00	1,93	0,17
Dinamica SLV Y	Parete 22	0,00	1,50	0,00	0,00	4,51	1,81
Dinamica SLV Y	Parete 23	0,00	10,59	0,00	0,00	31,78	1,81
Dinamica SLV Y	Parete 24	0,00	0,30	0,00	0,00	0,91	0,21
Dinamica SLV Y	Parete 25	0,00	0,13	0,00	0,00	0,39	0,21
Dinamica SLV Y	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 36 - 1	0,00	0,09	0,00	0,00	0,42	0,16
Dinamica SLV Y	Parete 39	0,00	10,90	0,00	0,00	64,24	6,37
Dinamica SLV Y	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 45	0,00	0,06	0,00	0,00	0,17	0,11
Dinamica SLV Y	Parete 36 - 2	0,00	0,15	0,00	0,00	0,45	0,16
Dinamica SLV Y	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLV Y	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 5	0,00	7,57	0,00	0,00	38,74	1,99
Dinamica SLD X	Parete 6	0,00	0,16	0,00	0,00	0,77	0,19
Dinamica SLD X	Parete 7	0,00	1,11	0,00	0,00	5,44	0,19
Dinamica SLD X	Parete 8	0,00	2,92	0,00	0,00	14,02	1,69
Dinamica SLD X	Parete 9	0,00	1,06	0,00	0,00	5,45	1,69
Dinamica SLD X	Parete 10	0,00	2,92	0,00	0,00	14,02	1,69
Dinamica SLD X	Parete 11	0,00	0,83	0,00	0,00	3,97	0,20
Dinamica SLD X	Parete 13	0,00	1,79	0,00	0,00	5,38	1,23
Dinamica SLD X	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D

Dinamica SLD X	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 19 - 1	0,00	0,50	0,00	0,00	1,49	0,12
Dinamica SLD X	Parete 21	0,00	5,42	0,00	0,00	16,27	1,43
Dinamica SLD X	Parete 22	0,00	0,10	0,00	0,00	0,30	0,12
Dinamica SLD X	Parete 23	0,00	0,72	0,00	0,00	2,15	0,12
Dinamica SLD X	Parete 24	0,00	1,79	0,00	0,00	5,38	1,23
Dinamica SLD X	Parete 25	0,00	0,77	0,00	0,00	2,32	1,23
Dinamica SLD X	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 36 - 1	0,00	1,02	0,00	0,00	5,21	1,85
Dinamica SLD X	Parete 39	0,00	0,54	0,00	0,00	3,18	0,32
Dinamica SLD X	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 45	0,00	0,73	0,00	0,00	2,20	1,34
Dinamica SLD X	Parete 36 - 2	0,00	1,73	0,00	0,00	5,20	1,85
Dinamica SLD X	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD X	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 5	0,00	0,37	0,00	0,00	1,44	0,10
Dinamica SLD Y	Parete 6	0,00	1,05	0,00	0,00	4,64	1,26
Dinamica SLD Y	Parete 7	0,00	7,40	0,00	0,00	32,70	1,26
Dinamica SLD Y	Parete 8	0,00	0,32	0,00	0,00	1,22	0,19
Dinamica SLD Y	Parete 9	0,00	0,12	0,00	0,00	0,46	0,19
Dinamica SLD Y	Parete 10	0,00	0,32	0,00	0,00	1,22	0,19
Dinamica SLD Y	Parete 11	0,00	6,31	0,00	0,00	26,79	1,50
Dinamica SLD Y	Parete 13	0,00	0,10	0,00	0,00	0,31	0,07
Dinamica SLD Y	Parete 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 19 - 1	0,00	2,71	0,00	0,00	8,12	0,65
Dinamica SLD Y	Parete 21	0,00	0,22	0,00	0,00	0,66	0,06
Dinamica SLD Y	Parete 22	0,00	0,50	0,00	0,00	1,51	0,61
Dinamica SLD Y	Parete 23	0,00	3,55	0,00	0,00	10,64	0,61
Dinamica SLD Y	Parete 24	0,00	0,10	0,00	0,00	0,31	0,07
Dinamica SLD Y	Parete 25	0,00	0,04	0,00	0,00	0,13	0,07
Dinamica SLD Y	Parete 27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 36 - 1	0,00	0,03	0,00	0,00	0,14	0,05
Dinamica SLD Y	Parete 39	0,00	3,64	0,00	0,00	21,46	2,13
Dinamica SLD Y	Parete 44 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 45	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,04
Dinamica SLD Y	Parete 36 - 2	0,00	0,05	0,00	0,00	0,15	0,05
Dinamica SLD Y	Parete 44 - 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D
Dinamica SLD Y	Parete 53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	N/D

Pilastri

Nome pilastro: Identificativo del pilastro

N: Azione assiale

Carico	Nome pilastro	N [kN]
G1	Pilastro 1	2,60
G1	Pilastro 4	2,04
G1	Pilastro 7	1,20
G1	Pilastro 8	1,08

G2	Pilastro 1	3,74
G2	Pilastro 4	6,48
G2	Pilastro 7	5,27
G2	Pilastro 8	1,91
Q cat A	Pilastro 1	4,65
Q cat A	Pilastro 4	5,94
Q cat A	Pilastro 7	0,00
Q cat A	Pilastro 8	0,00
Q cat H	Pilastro 1	0,96
Q cat H	Pilastro 4	2,35
Q cat H	Pilastro 7	2,63
Q cat H	Pilastro 8	0,96
Neve	Pilastro 1	1,53
Neve	Pilastro 4	3,76
Neve	Pilastro 7	4,21
Neve	Pilastro 8	1,53
Vento orto	Pilastro 1	-1,68
Vento orto	Pilastro 4	-4,12
Vento orto	Pilastro 7	-4,62
Vento orto	Pilastro 8	-1,68
Vento X	Pilastro 1	0,00
Vento X	Pilastro 4	0,00
Vento X	Pilastro 7	0,00
Vento X	Pilastro 8	0,00
Vento Y	Pilastro 1	0,00
Vento Y	Pilastro 4	0,00
Vento Y	Pilastro 7	0,00
Vento Y	Pilastro 8	0,00
Dinamica SLV X	Pilastro 1	0,00
Dinamica SLV X	Pilastro 4	0,00
Dinamica SLV X	Pilastro 7	0,00
Dinamica SLV X	Pilastro 8	0,00
Dinamica SLV Y	Pilastro 1	0,00
Dinamica SLV Y	Pilastro 4	0,00
Dinamica SLV Y	Pilastro 7	0,00
Dinamica SLV Y	Pilastro 8	0,00
Dinamica SLD X	Pilastro 1	0,00
Dinamica SLD X	Pilastro 4	0,00
Dinamica SLD X	Pilastro 7	0,00
Dinamica SLD X	Pilastro 8	0,00
Dinamica SLD Y	Pilastro 1	0,00
Dinamica SLD Y	Pilastro 4	0,00
Dinamica SLD Y	Pilastro 7	0,00
Dinamica SLD Y	Pilastro 8	0,00

Solai

Nome solaio: Identificativo del solaio

V2: Sollecitazione massima tagliante lungo l'asse locale 2 per l'elemento di solaio più sollecitato

M3-3: Sollecitazione massima flettente attorno all'asse locale 3 per l'elemento di solaio più sollecitato

W_{ist} : Deformazione massima per l'elemento di solaio più sollecitato

Carico	Nome solaio	V2 [kN]	M3-3 [kNm]	W_{ist} [mm]
G1	Solaio 1	0,10	0,06	0,16
G1	Solaio 3	0,10	0,06	0,16
G1	Solaio 4	0,10	0,06	0,32
G2	Solaio 1	0,50	0,29	0,82
G2	Solaio 3	0,83	0,48	1,37
G2	Solaio 4	0,50	0,34	1,67
Q cat A	Solaio 1	1,65	0,97	2,74
Q cat A	Solaio 3	0,00	0,00	0,00

Q cat A	Solaio 4	1,65	1,12	5,58
Q cat H	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Solaio 3	0,41	0,24	0,68
Q cat H	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Neve	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Neve	Solaio 3	0,66	0,39	1,09
Neve	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Solaio 3	0,72	0,42	0,00
Vento orto	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Vento X	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Vento X	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Vento X	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Solaio 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Solaio 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Solaio 3	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Solaio 4	0,00	0,00	0,00

Travi

Nome trave: Identificativo della trave

V2: Sollecitazione massima tagliante lungo l'asse locale 2

M3-3: Sollecitazione massima flettente attorno all'asse locale 3

W_{ist}: Deformazione massima per il carico considerato

Carico	Nome trave	V2 [kN]	M3-3 [kNm]	W _{ist} [mm]
G1	Trave 1	0,44	0,11	0,02
G1	Trave 4	0,60	0,21	0,04
G1	Trave 5	0,35	0,09	0,02
G1	Trave 6	0,15	0,04	0,01
G1	Trave 9	0,10	0,02	0,00
G1	Trave 10	0,06	0,02	0,00
G1	Trave 11	1,13	0,11	0,02
G1	Trave 12	0,20	0,05	0,00
G1	Trave 13	1,28	0,26	0,01
G1	Trave 16	1,86	0,68	0,06
G1	Trave 17	1,33	0,12	0,00
G1	Trave 20	0,30	0,05	0,00
G1	Trave 21	0,47	0,10	0,01
G2	Trave 1	0,77	0,19	0,03
G2	Trave 4	0,90	0,29	0,06
G2	Trave 5	0,30	0,08	0,01
G2	Trave 6	0,79	0,19	0,03
G2	Trave 9	0,45	0,07	0,01
G2	Trave 10	0,00	0,00	0,00
G2	Trave 11	2,06	0,21	0,04
G2	Trave 12	0,95	0,23	0,02
G2	Trave 13	3,71	0,69	0,02
G2	Trave 16	4,64	1,68	0,14
G2	Trave 17	5,62	0,53	0,01
G2	Trave 20	2,00	0,34	0,01
G2	Trave 21	2,97	0,64	0,03
Q cat A	Trave 1	1,58	0,38	0,07
Q cat A	Trave 4	1,57	0,46	0,09
Q cat A	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Trave 6	0,00	0,00	0,00

Q cat A	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Trave 11	2,38	0,54	0,06
Q cat A	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Trave 13	3,06	0,65	0,02
Q cat A	Trave 16	2,25	0,82	0,07
Q cat A	Trave 17	3,72	0,55	0,01
Q cat A	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Q cat A	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Trave 6	0,39	0,09	0,02
Q cat H	Trave 9	0,23	0,04	0,00
Q cat H	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Q cat H	Trave 11	0,48	0,01	0,00
Q cat H	Trave 12	0,47	0,11	0,01
Q cat H	Trave 13	1,05	0,17	0,00
Q cat H	Trave 16	1,41	0,49	0,04
Q cat H	Trave 17	2,25	0,26	0,01
Q cat H	Trave 20	1,00	0,17	0,00
Q cat H	Trave 21	1,49	0,32	0,02
Neve	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Neve	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Neve	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Neve	Trave 6	0,63	0,15	0,03
Neve	Trave 9	0,36	0,06	0,00
Neve	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Neve	Trave 11	0,76	0,01	0,00
Neve	Trave 12	0,76	0,18	0,02
Neve	Trave 13	1,68	0,27	0,01
Neve	Trave 16	2,26	0,78	0,06
Neve	Trave 17	3,61	0,42	0,01
Neve	Trave 20	1,60	0,27	0,01
Neve	Trave 21	2,38	0,51	0,03
Vento orto	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Trave 6	0,69	0,17	-0,03
Vento orto	Trave 9	0,39	0,06	-0,01
Vento orto	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Vento orto	Trave 11	0,84	0,01	0,00
Vento orto	Trave 12	0,83	0,20	-0,02
Vento orto	Trave 13	1,84	0,30	-0,01
Vento orto	Trave 16	2,48	0,85	-0,07
Vento orto	Trave 17	3,95	0,46	-0,01
Vento orto	Trave 20	1,76	0,29	-0,01
Vento orto	Trave 21	2,61	0,56	-0,03
Vento X	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Vento X	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Vento Y	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV X	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 4	0,00	0,00	0,00

Dinamica SLV Y	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLV Y	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD X	Trave 21	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 1	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 4	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 5	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 6	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 9	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 10	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 11	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 12	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 13	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 16	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 17	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 20	0,00	0,00	0,00
Dinamica SLD Y	Trave 21	0,00	0,00	0,00

Sollecitazioni al piano di imposta

Nel presente capitolo si riportano in forma tabellare i valori delle sollecitazioni agenti alla base delle pareti e dei pilastri del piano di imposta della struttura lignea. In particolare, per le pareti, nella prima riga si fa riferimento alla combinazione SLU verticale che massimizza l'azione assiale, nella seconda riga alla combinazione sismica o SLU orizzontale che massimizza il momento flettente agente nel piano della parete M3-3 e l'azione tagliante V2 (anch'essa agente nel piano della parete) e che allo stesso tempo minimizza l'azione assiale N. A seguire si riportano invece le sollecitazioni al piede delle pareti associate ai diversi carichi agenti considerati singolarmente.

Pareti

Nome parete: Identificativo della parete

N: Azione assiale totale

V2: Sollecitazione tagliante (agente nel piano)

V3: Sollecitazione tagliante (agente fuori piano)

M2-2: Sollecitazione flettente (agente fuori piano)

M3-3: Sollecitazione flettente (agente nel piano)

Nome parete	Lunghezza [m]	Carico / Comb.	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]

Verifiche elementi

Verifiche dei solai a travetti / massicci

Verifiche di resistenza a flessione

Le verifiche a flessione sono condotte considerando un singolo elemento del solaio con riferimento al § 6.3.3 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

in cui:

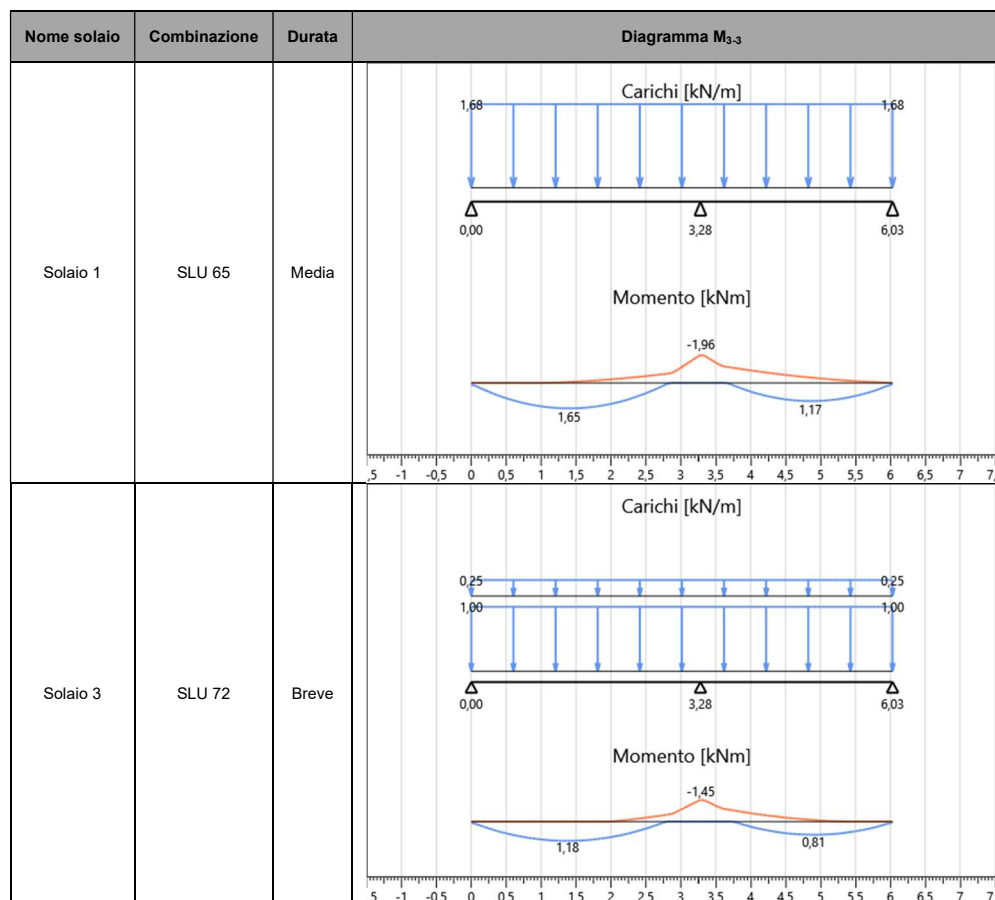
$\sigma_{m,d}$ è la tensione di progetto a flessione;

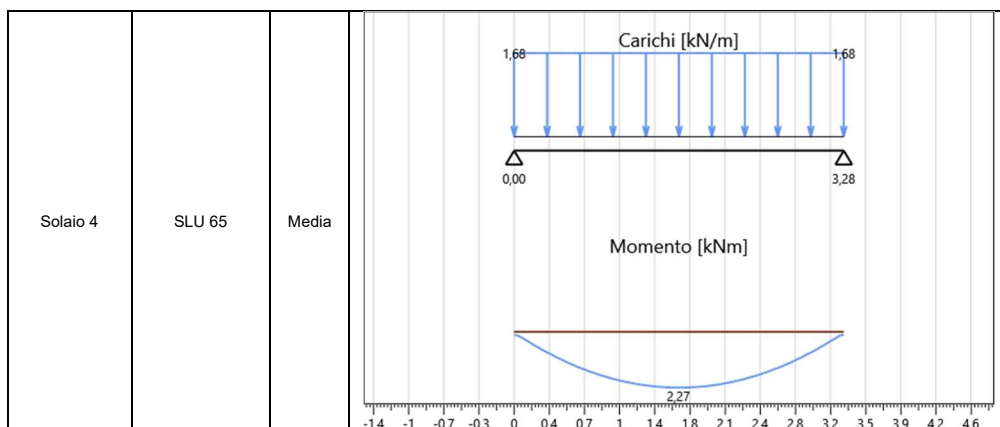
$f_{m,d}$ è la resistenza di progetto a flessione;

k_{crit} è un coefficiente che tiene conto della resistenza a flessione ridotta dovuta allo sbandamento laterale.

Il coefficiente k_{crit} è assunto pari a 1,0 per travi in cui lo spostamento laterale del bordo compresso viene impedito sull'intera lunghezza, mentre la rotazione torsionale viene impedita agli appoggi.

Si riportano inoltre, per l'elemento maggiormente sollecitato di ogni solaio, gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del momento sollecitante.





Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Nome solaio	Sez.	M _{3-3 max} [kNm]	W [mm ³]	k _{crit}	Comb.	Classe di servizio	k _h	k _{mod}	γ _M	f _{m,d} [MPa]	σ _{m,d} [MPa]	Verifica
Solaio 1	Solaio a travetti 60x160	1,96	256000	1,00	SLU 65	1	1,00	0,8	1,5	12,80	7,67	60%
Solaio 3	Solaio a travetti 60x160	1,45	256000	1,00	SLU 72	1	1,00	0,9	1,5	14,40	5,68	39%
Solaio 4	Solaio a travetti 60x160	2,27	256000	1,00	SLU 65	1	1,00	0,8	1,5	12,80	8,87	69%

Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

in cui:

τ_d è la tensione di progetto a taglio;

$f_{v,d}$ è la resistenza di progetto a taglio.

Per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione, l'influenza delle fessurazioni è tenuta in conto utilizzando una larghezza efficace dell'elemento dato da:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

dove b è la larghezza della sezione della trave.

Si utilizzano i seguenti valori del coefficiente k_{cr}

k_{cr} = 2,00/fv_k (≤1) per legno massiccio

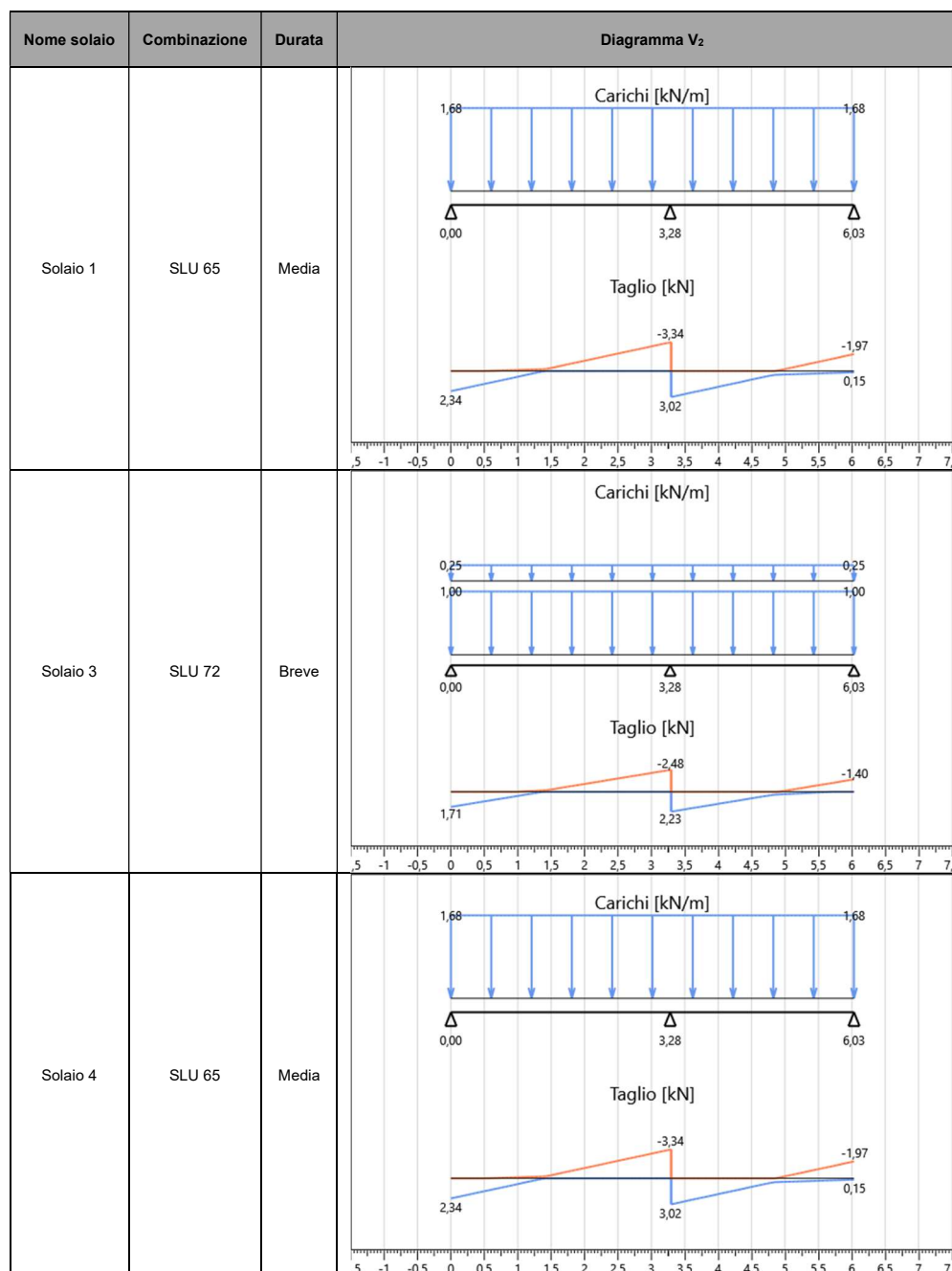
k_{cr} = 2,50/fv_k (≤1) per legno lamellare incollato

Il valore dello sforzo di taglio di progetto sollecitante massimo in una sezione rettangolare viene valutato quindi con la seguente formula:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{k_{cr} \cdot A}$$

in cui A è l'area della sezione trasversale del travetto.

Nella seguente tabella si riportano, per l'elemento maggiormente sollecitato di ogni solaio, gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del taglio sollecitante.



Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Nome trave	Sezione	V _{2,max} [kN]	Area [mm ²]	k _{cr}	Comb.	Classe di servizio	k _{mod}	γ _M	f _{v,d} [MPa]	τ _{2,d} [MPa]	Verifica
Solaio 1	Solaio a travetti 60x160	3,34	9600	0,50	SLU 65	1	0,8	1,5	2,13	1,04	49%

Solaio 3	Solaio a travetti 60x160	2,48	9600	0,50	SLU 72	1	0,9	1,5	2,40	0,77	32%
Solaio 4	Solaio a travetti 60x160	3,34	9600	0,50	SLU 65	1	0,8	1,5	2,13	1,04	49%

Verifiche di deformazione dei solai (SLE)

Si verifica che la deformazione della struttura risultante dagli effetti delle azioni e dall'umidità rimanga entro limiti appropriati. Le verifiche di deformazione sono condotte con riferimento al §2.2.3 della UNI EN 1995-1-1.

La freccia netta $w_{net,fin}$ viene assunta come:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

dove:

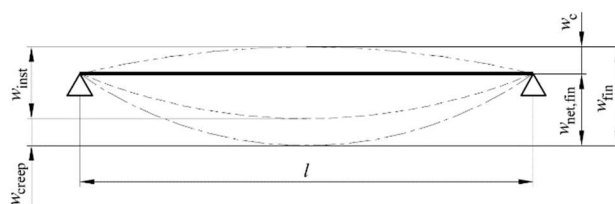
$w_{net,fin}$ è la freccia finale netta;

w_{inst} è la freccia istantanea;

w_{creep} è la freccia viscoelastica;

w_c è la monta del travetto;

w_{fin} è la freccia finale.



I valori limite di freccia sono assunti come riportato nella seguente tabella.

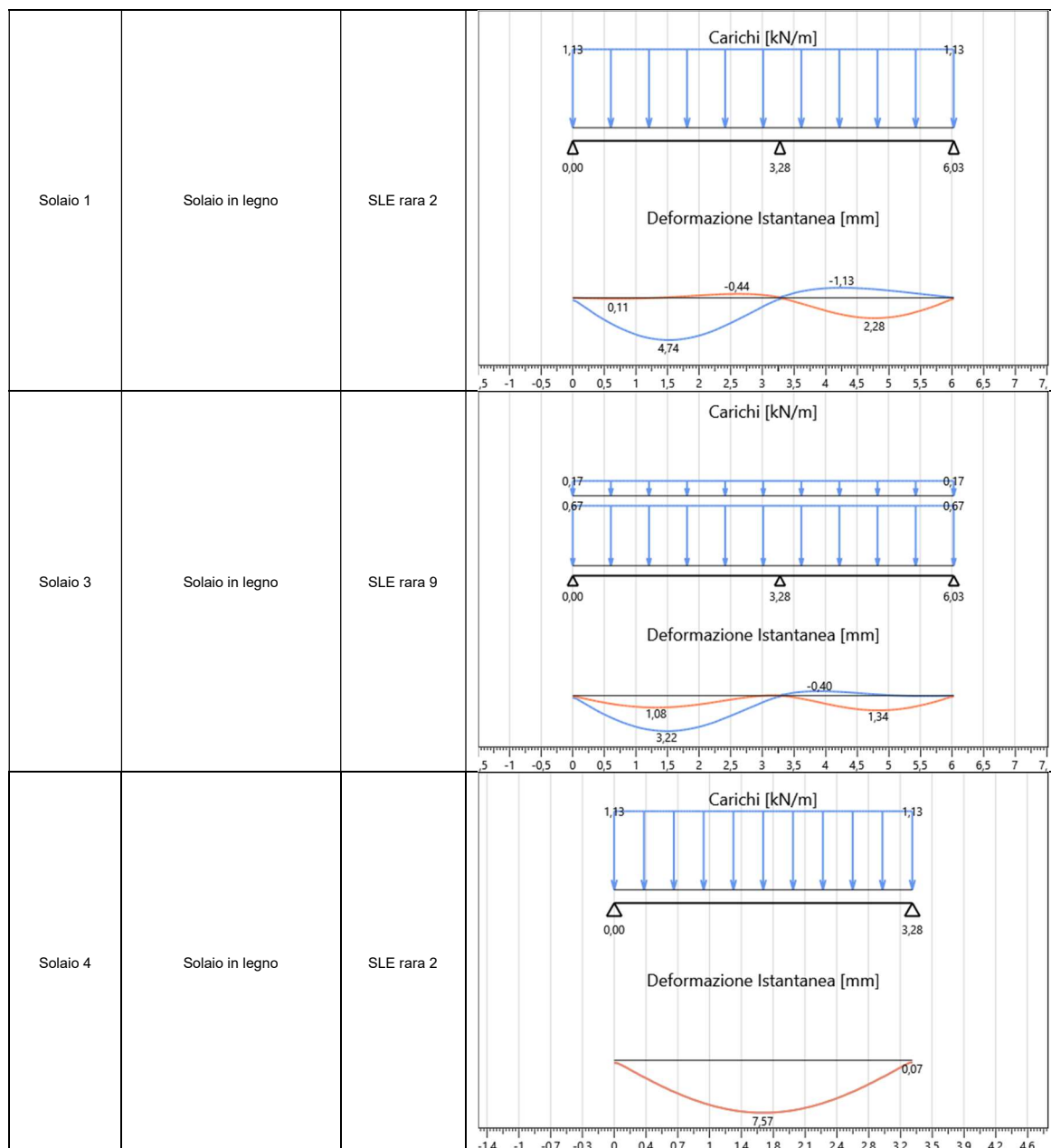
Nome limiti di deformazione	w_{inst} , campata	$w_{net,fin}$, campata	w_{inst} , sbalzo	$w_{net,fin}$, sbalzo	Escludi verifica sbalzo per def. < 0
Solaio in legno	$l/300$	$l/250$	$l/150$	$l/125$	SI

Deformazione istantanea

La deformazione istantanea w_{inst} è calcolata per la combinazione rara delle azioni.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni solaio (relativamente all'elemento in cui le verifiche di deformazione risultano più gravose), gli schemi statici di calcolo e le deformazioni istantanee ottenute omettendo, con una distribuzione a scacchiera, i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche, in accordo al § 2.5.3 NTC.

Nome solaio	Nome limiti di deformazione	Combinazione	Deformazioni istantanee
-------------	-----------------------------	--------------	-------------------------



Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione istantanea degli elementi di solaio.

Nome solaio	Sezione	Combinazione	Verifica sbalzo deformazione negativa	Verifica più limitativa	w_{inst} [mm]	w_{inst} limite [mm]	Limite di freccia	Verifica
Solaio 1	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 2	No	Campata interna	4,74	10,94	$l/300$	43%
Solaio 3	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 9	No	Campata interna	3,22	10,94	$l/300$	29%
Solaio 4	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 2	No	Campata interna	7,57	10,94	$l/300$	69%

Deformazione finale

La deformazione finale $w_{net,fin}$ è calcolata considerando che le componenti quasi-permanenti delle azioni causano nel tempo una deformazione viscoelastica w_{creep} che può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $(1 + k_{def})$.

Per strutture consistenti di elementi, componenti e connessioni aventi lo stesso comportamento viscoelastico, e sotto l'assunzione di una correlazione lineare fra le azioni e le deformazioni corrispondenti la deformazione finale, w_{fin} , può essere considerata come:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

dove:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def})$$

per un'azione permanente G

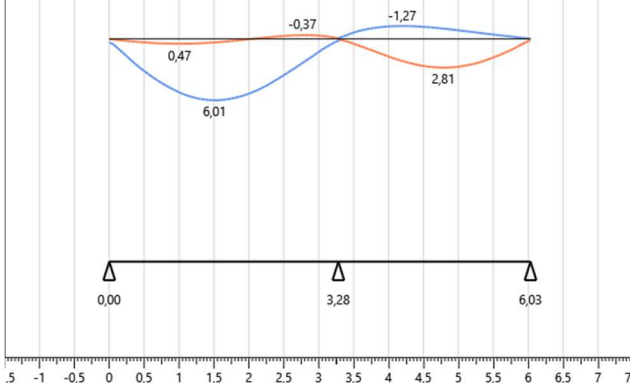
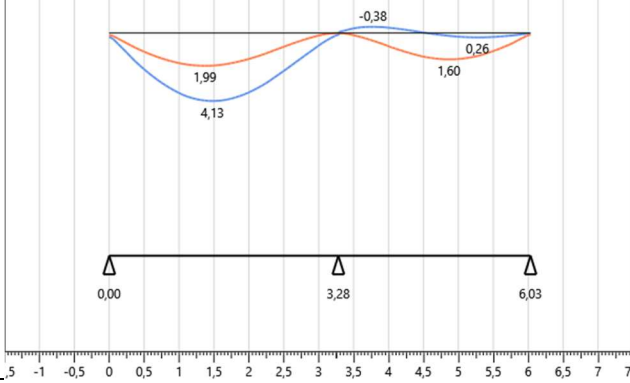
$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

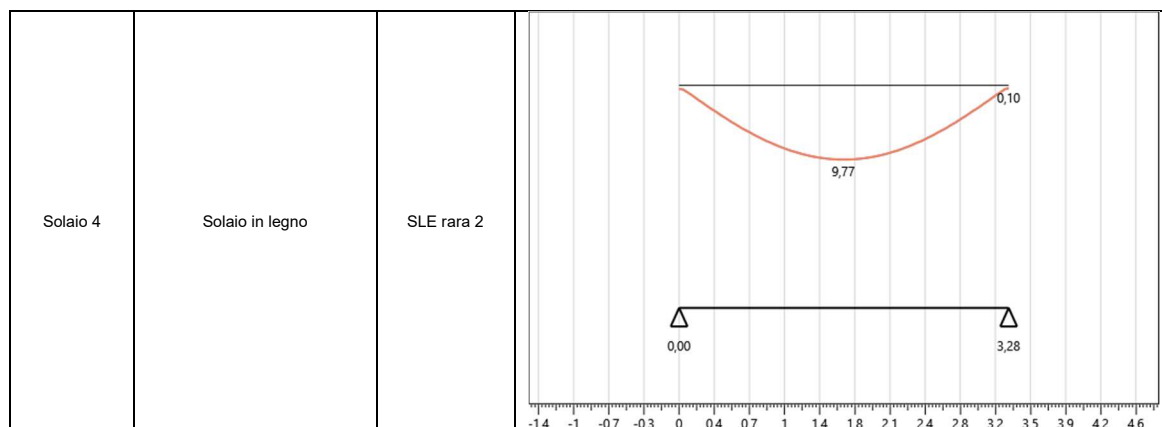
per un'azione variabile principale, Q_1

$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def})$$

per le azioni variabili secondarie, Q_i ($i > 1$)

Nella seguente tabella si riportano, per ogni solaio (relativamente all'elemento in cui le verifiche di deformazione risultano più gravose), le deformazioni finali che si ottengono tenendo conto anche della deformazione viscoelastica w_{creep} . Tale contributo è calcolato considerando le componenti quasi-permanenti delle azioni presenti nelle combinazioni utilizzate per il calcolo delle deformate istantanee (combinazioni rare associate).

Nome solaio	Nome limiti di deformazione	Combinazione	Deformazioni finali
Solaio 1	Solaio in legno	SLE rara 2	
Solaio 3	Solaio in legno	SLE rara 9	



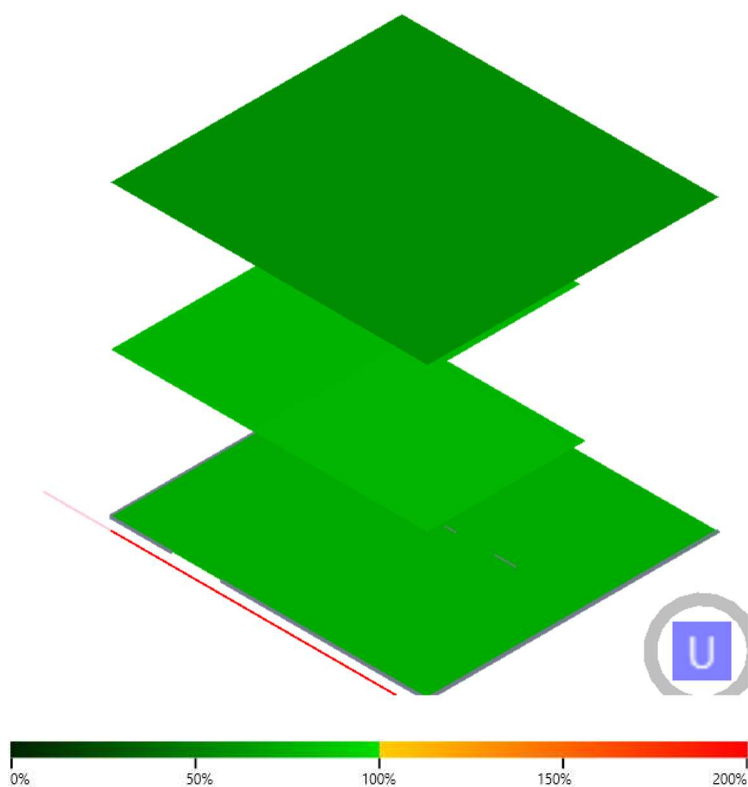
Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione finale degli elementi di solaio.

Nome solaio	Sezione	Combinazione	Classe di servizio	k_{def}	Verifica sbalzo deformazione negativa	Verifica più limitativa	w_{fin} [mm]	w_{fin} limite [mm]	Limite di freccia	Verifica
Solaio 1	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 2	1	0,6	No	Campata interna	6,01	13,12	$l/250$	46%
Solaio 3	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	4,13	13,12	$l/250$	31%
Solaio 4	Solaio a travetti 60x160	SLE rara 2	1	0,6	No	Campata interna	9,77	13,13	$l/250$	74%

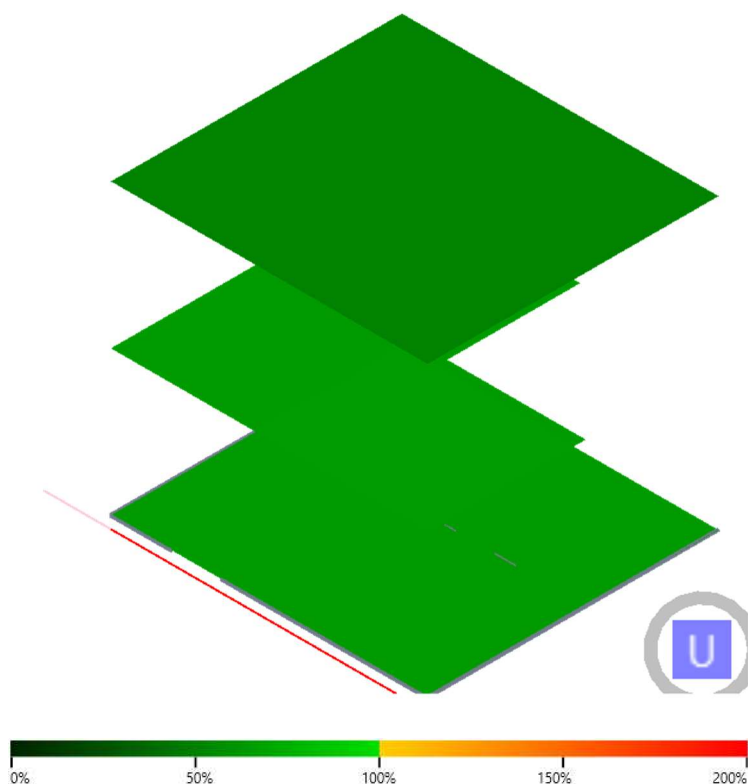
Percentuale di sfruttamento solai

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche a flessione

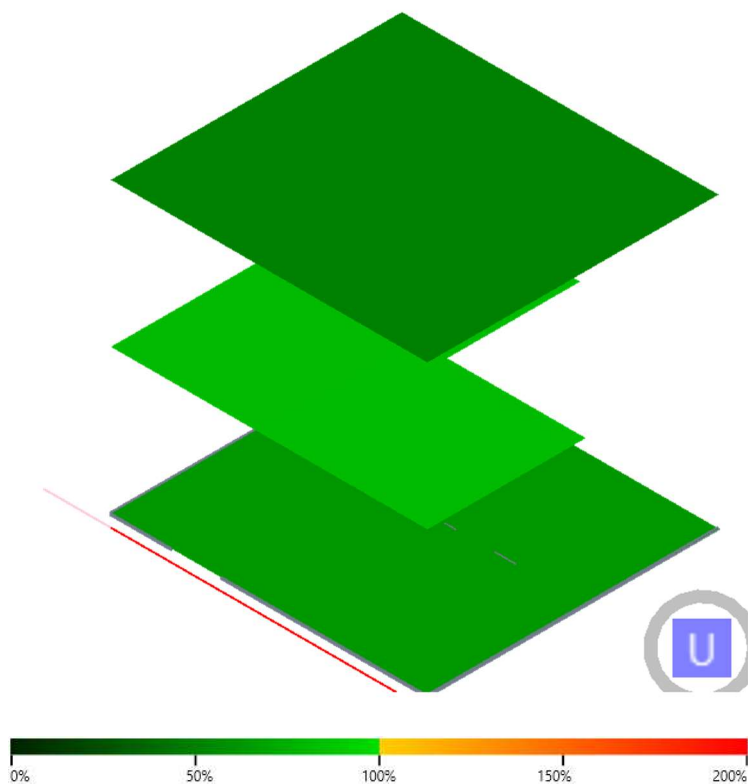


Verifiche a taglio



Stato Limite di Esercizio (SLE)

Verifiche di deformabilità



Verifiche travi in legno

Verifiche di resistenza a flessione

Le verifiche a flessione sono condotte con riferimento al § 6.3.3 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

in cui:

$\sigma_{m,d}$ è la tensione di progetto a flessione;

$f_{m,d}$ è la resistenza di progetto a flessione;

k_{crit} è un coefficiente che tiene conto della resistenza a flessione ridotta dovuta allo sbandamento laterale.

Il coefficiente k_{crit} è assunto pari a 1,0 per travi in cui lo spostamento laterale del bordo compresso sia impedito sull'intera lunghezza e la rotazione torsionale sia impedita agli appoggi. Diversamente, il coefficiente viene determinato secondo la seguente espressione:

$k_{crit} = \begin{cases} 1 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} \end{cases}$	per $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$
	per $0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4$
	per $1,4 < \lambda_{rel,m}$

in cui la snellezza relativa per flessione, $\lambda_{rel,m}$, è assunta pari a:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

e $\sigma_{m,crit}$, tensione critica a flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, è assunta pari a:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

dove:

$E_{0,05}$ è il valore di quinto percentile del modulo di elasticità parallelo alla fibratura;

$G_{0,05}$ è il valore di quinto percentile del modulo di taglio parallelo alla fibratura;

I_z è il momento di inerzia intorno all'asse debole z;

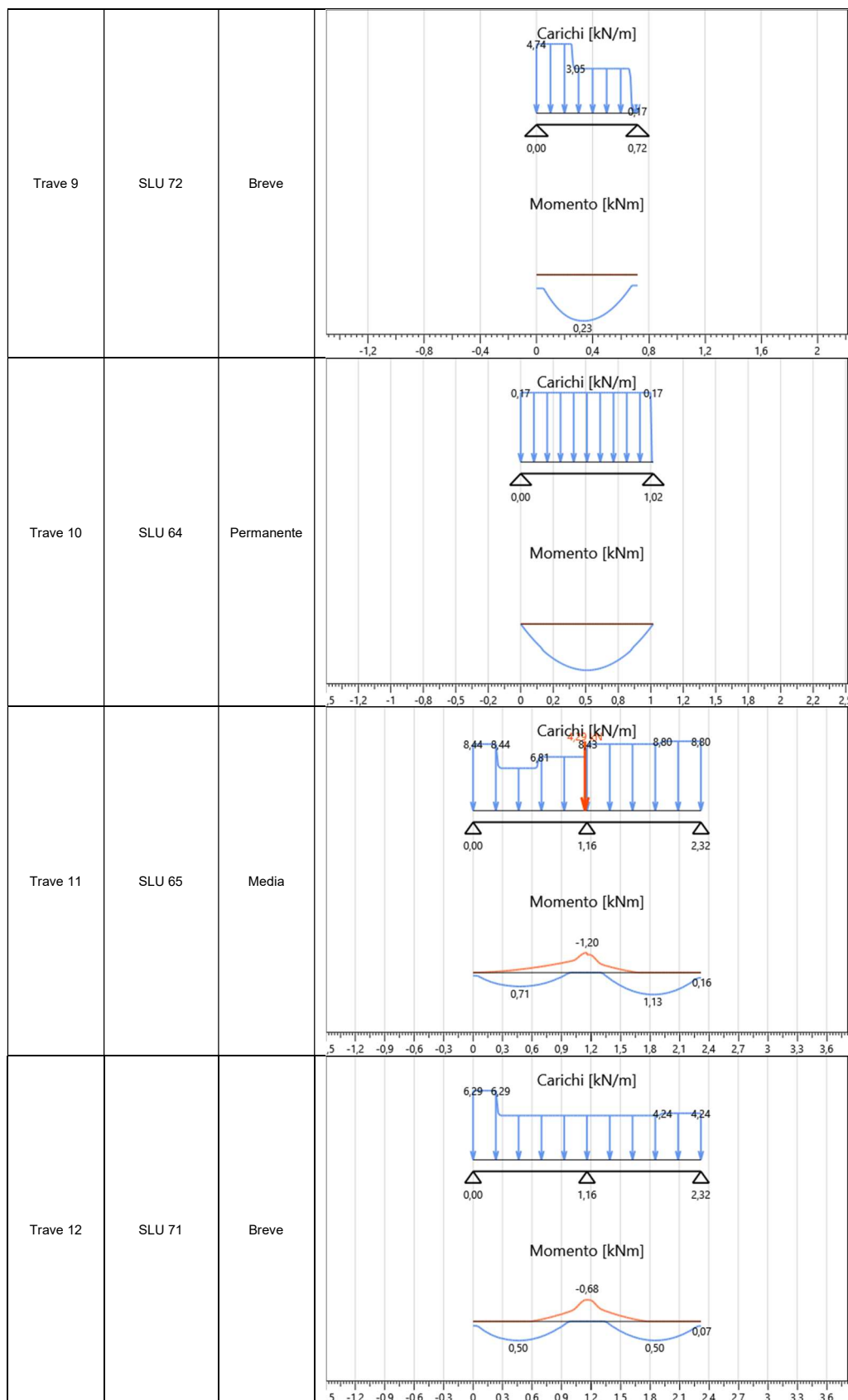
I_{tor} è il momento torsionale di inerzia;

l_{ef} è la lunghezza efficace della trave in funzione delle condizioni di appoggio e della configurazione di carico;

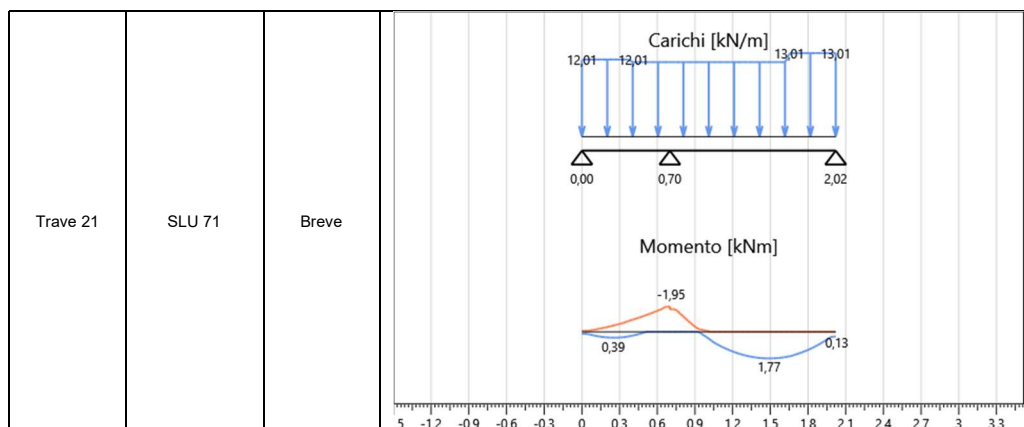
W_y è il modulo della sezione intorno all'asse forte y.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, le sollecitazioni di flessione relative alla combinazione di carico più gravosa allo Stato Limite Ultimo.

Nome trave	Combinazione	Durata	Diagramma M_{3-3}
Trave 1	SLU 65	Media	
Trave 4	SLU 65	Media	
Trave 5	SLU 64	Permanente	
Trave 6	SLU 72	Breve	



Trave 13	SLU 65	Media	Carichi [kN/m] Momento [kNm]
Trave 16	SLU 70	Media	Carichi [kN/m] Momento [kNm]
Trave 17	SLU 72	Breve	Carichi [kN/m] Momento [kNm]
Trave 20	SLU 72	Breve	Carichi [kN/m] Momento [kNm]



Le verifiche a flessione sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Nome trave	Sezione	M _{3-3 max} [kNm]	W [mm ³]	Vincolo torsionale	σ _{m,crit} [MPa]	k _{crit}	Comb.	k _h	k _{mod}	γ _M	f _{m,d} [MPa]	σ _{m,d} [MPa]	Verifica
Trave 1	architrave 160x160 GL24	1,00	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 65	1,00	0,8	1,45	13,24	1,47	11%
Trave 4	architrave 160x160 GL24	1,40	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 65	1,00	0,8	1,45	13,24	2,05	16%
Trave 5	architrave 160x160 GL24	0,24	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 64	1,00	0,6	1,45	9,93	0,35	3%
Trave 6	architrave 160x160 GL24	0,59	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 72	1,00	0,9	1,45	14,90	0,86	6%
Trave 9	architrave 160x160 GL24	0,23	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 72	1,00	0,9	1,45	14,90	0,33	2%
Trave 10	architrave 160x160 GL24	0,02	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 64	1,00	0,6	1,45	9,93	0,03	0%
Trave 11	architrave 160x160 GL24	1,25	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 65	1,00	0,8	1,45	13,24	1,83	14%
Trave 12	architrave 160x160 GL24	0,71	682667	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 71	1,00	0,9	1,45	14,90	1,04	7%
Trave 13	architrave 120x280	2,34	1568000	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 65	1,00	0,8	1,45	13,24	1,49	11%
Trave 16	architrave 120x280	4,98	1568000	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 70	1,00	0,8	1,45	13,24	3,17	24%
Trave 17	architrave 120x280	1,97	1568000	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 72	1,00	0,9	1,45	14,90	1,26	8%
Trave 20	architrave 120x280	1,03	1568000	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 72	1,00	0,9	1,45	14,90	0,66	4%
Trave 21	architrave 120x280	1,95	1568000	Svergolamento impedito	-	1,00	SLU 71	1,00	0,9	1,45	14,90	1,24	8%

Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento al § 6.1.7 della norma UNI EN 1995-1-1. Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

in cui:

τ_d è la tensione di progetto a taglio;

$f_{v,d}$ è la resistenza di progetto a taglio.

Per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione, l'influenza delle fessurazioni è tenuta in conto utilizzando una larghezza efficace dell'elemento dato da:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$$

dove b è la base della sezione su cui agisce la massima tensione tagliante.

Si utilizzano i seguenti valori del coefficiente k_{cr}

$k_{cr} = 2,00/f_{vk} (\leq 1)$ per legno massiccio

$k_{cr} = 2,50/f_{vk} (\leq 1)$ per legno lamellare incollato

Il valore dello sforzo di taglio di progetto sollecitante massimo in una sezione generica viene valutato con la seguente formula:

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{k_{cr} \cdot b \cdot J_{y-y}}$$

in cui:

V_d è l'azione di taglio di progetto;

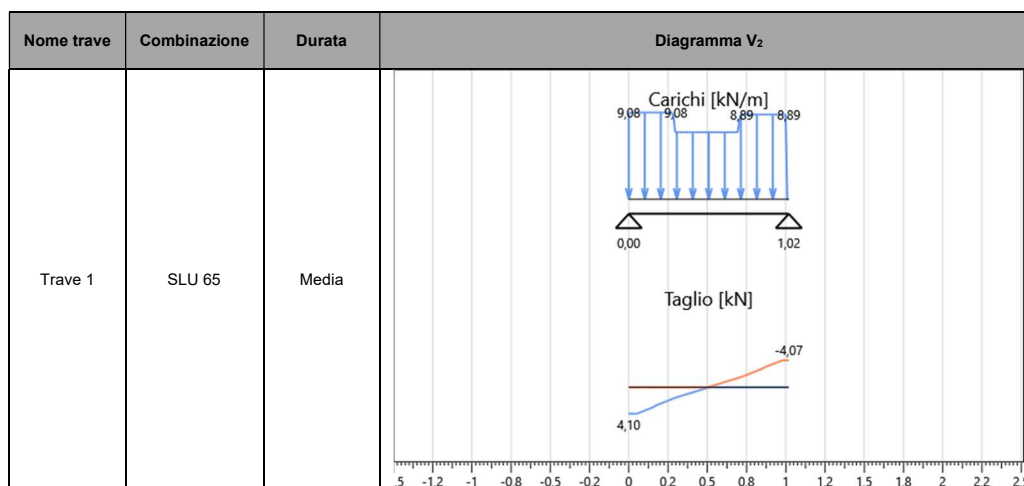
S è il momento statico della parte di sezione tagliata dalla corda b ;

k_{cr} è il coefficiente che tiene conto dell'influenza delle fessurazioni;

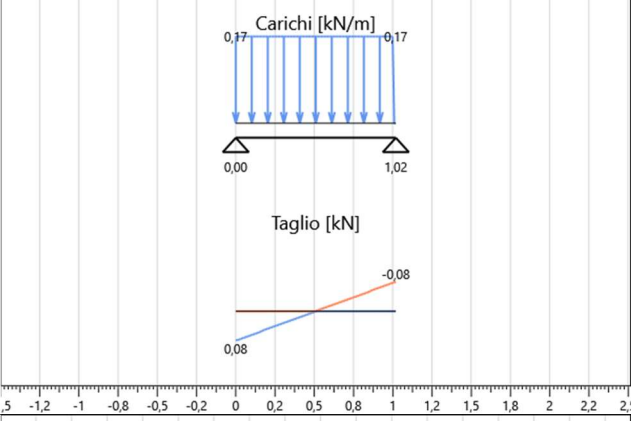
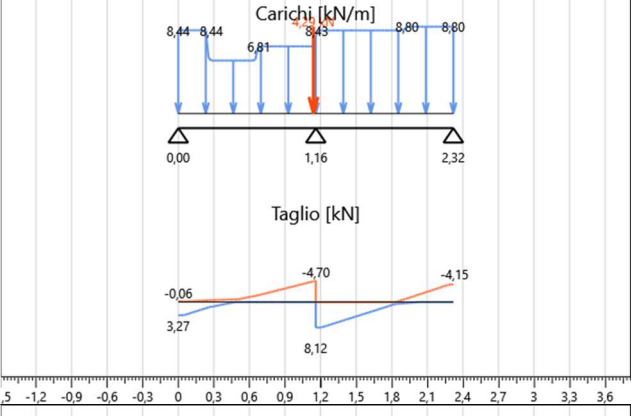
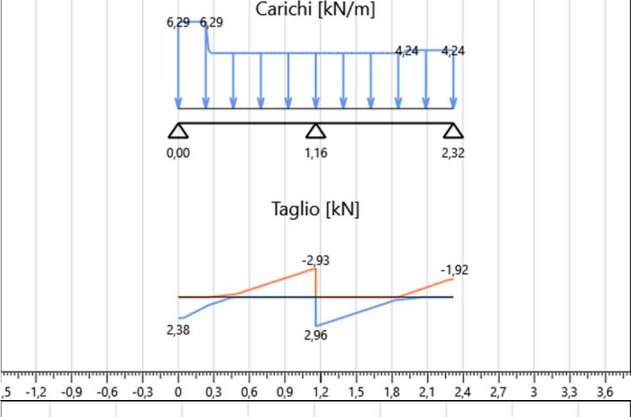
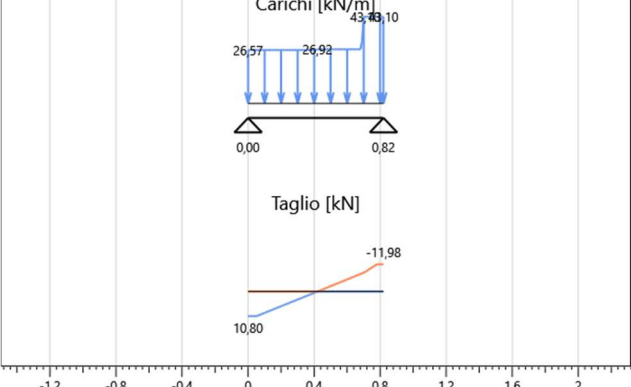
b è la base su cui viene valutata la tensione tagliante;

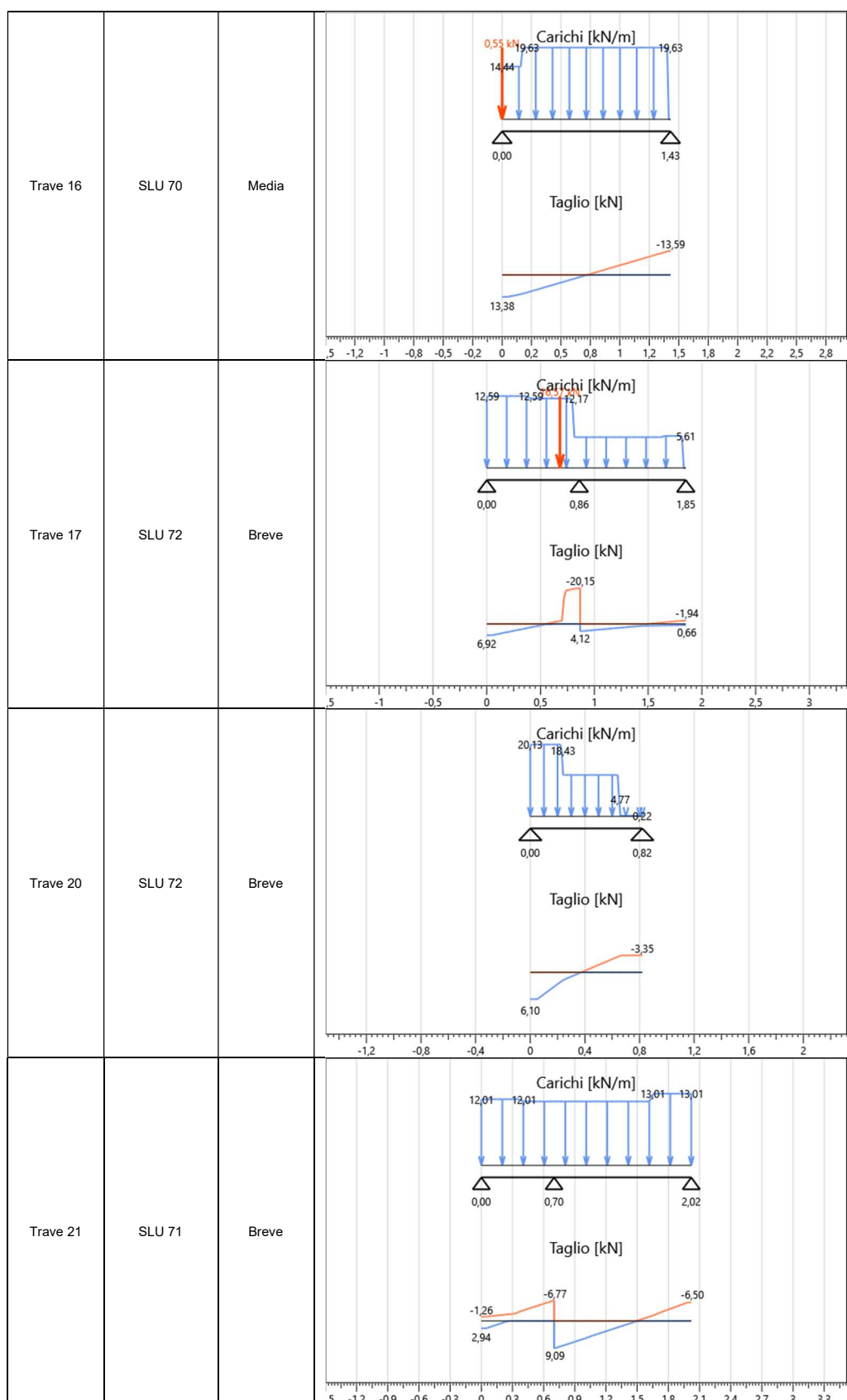
J_{y-y} è il momento di inerzia della sezione rispetto all'asse y .

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, gli schemi statici di calcolo e l'involuppo delle distribuzioni del taglio sollecitante.



Trave 4	SLU 65	Media	
Trave 5	SLU 64	Permanente	
Trave 6	SLU 72	Breve	
Trave 9	SLU 72	Breve	

Trave 10	SLU 64	Permanente	 Carichi [kN/m] Taglio [kN]
Trave 11	SLU 65	Media	 Carichi [kN/m] Taglio [kN]
Trave 12	SLU 71	Breve	 Carichi [kN/m] Taglio [kN]
Trave 13	SLU 70	Media	 Carichi [kN/m] Taglio [kN]



Le verifiche a taglio sono riassunte in seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Nome trave	Sezione	V _{2 max} [kN]	b [mm]	S [mm ³]	k _{cr}	Comb.	Classe di servizio	k _{mod}	γ _M	f _{v,d} [MPa]	τ _{2,d} [MPa]	Verifica
Trave 1	architrave 160x160 GL24	4,10	160,00	512000,00	0,71	SLU 65	1	0,8	1,45	1,93	0,34	17%
Trave 4	architrave 160x160 GL24	4,47	160,00	512000,00	0,71	SLU 65	1	0,8	1,45	1,93	0,37	19%
Trave 5	architrave 160x160 GL24	0,91	160,00	512000,00	0,71	SLU 64	1	0,6	1,45	1,45	0,07	5%
Trave 6	architrave 160x160 GL24	2,45	160,00	512000,00	0,71	SLU 72	1	0,9	1,45	2,17	0,20	9%
Trave 9	architrave 160x160 GL24	1,41	160,00	512000,00	0,71	SLU 72	1	0,9	1,45	2,17	0,12	5%
Trave 10	architrave 160x160 GL24	0,08	160,00	512000,00	0,71	SLU 64	1	0,6	1,45	1,45	0,01	0%
Trave 11	architrave 160x160 GL24	8,12	160,00	512000,00	0,71	SLU 65	1	0,8	1,45	1,93	0,67	34%
Trave 12	architrave 160x160 GL24	2,96	160,00	512000,00	0,71	SLU 71	1	0,9	1,45	2,17	0,24	11%
Trave 13	architrave 120x280	11,98	120,00	1176000,00	0,71	SLU 70	1	0,8	1,45	1,93	0,75	39%
Trave 16	architrave 120x280	13,59	120,00	1176000,00	0,71	SLU 70	1	0,8	1,45	1,93	0,85	44%
Trave 17	architrave 120x280	20,15	120,00	1176000,00	0,71	SLU 72	1	0,9	1,45	2,17	1,26	58%
Trave 20	architrave 120x280	6,10	120,00	1176000,00	0,71	SLU 72	1	0,9	1,45	2,17	0,38	18%
Trave 21	architrave 120x280	9,09	120,00	1176000,00	0,71	SLU 71	1	0,9	1,45	2,17	0,57	26%

Verifiche di deformazione delle travi (SLE)

Si verifica che la deformazione della struttura risultante dagli effetti delle azioni e dall'umidità rimanga entro limiti appropriati. Le verifiche di deformazione sono condotte con riferimento al §2.2.3 della UNI EN 1995-1-1.

La freccia netta $w_{net,fin}$ viene assunta come:

$$w_{net,fin} = w_{inst} + w_{creep} - w_c = w_{fin} - w_c$$

dove:

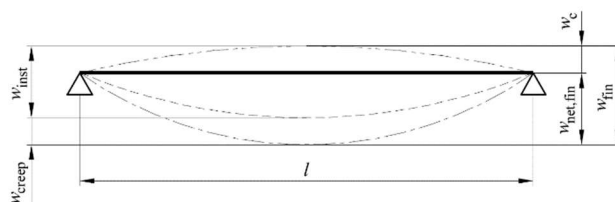
$w_{net,fin}$ è la freccia finale netta;

w_{inst} è la freccia istantanea;

w_{creep} è la freccia viscoelastica;

w_c è la monta della trave (assunta nulla);

w_{fin} è la freccia finale.



I valori limite di freccia sono assunti come riportato nella seguente tabella.

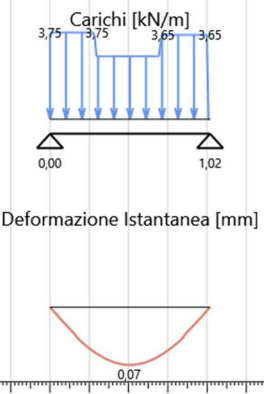
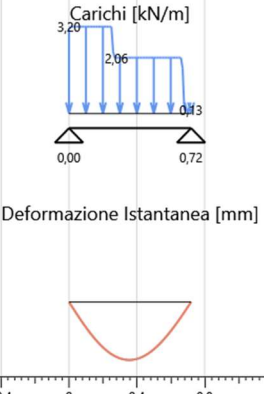
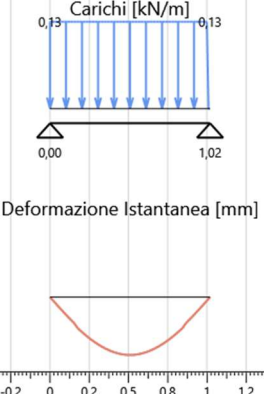
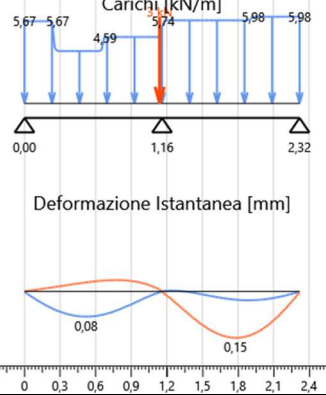
Nome limiti di deformazione	$W_{inst, campata}$	$W_{net, fin, campata}$	$W_{inst, sbalzo}$	$W_{net, fin, sbalzo}$	Escludi verifica sbalzo per def. < 0
Trave in legno	$l/300$	$l/250$	$l/150$	$l/125$	Sì

Deformazione istantanea

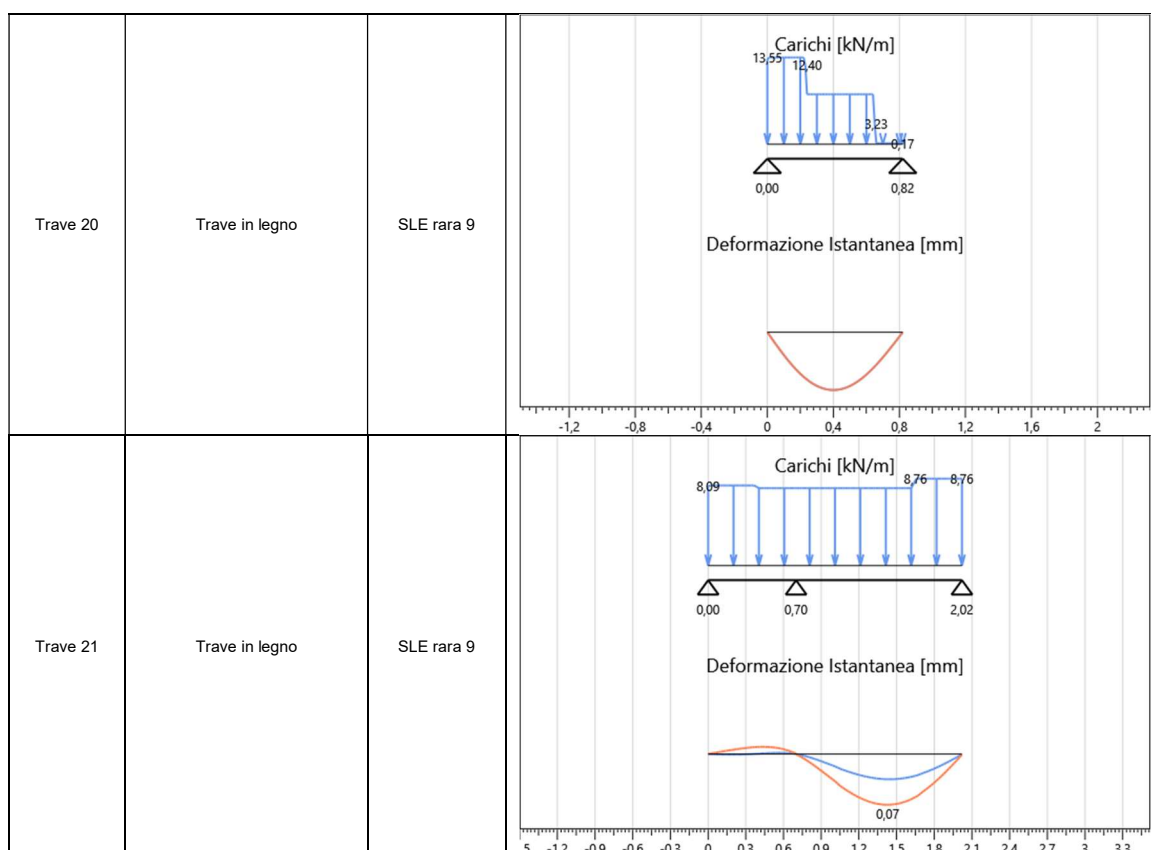
La deformazione istantanea w_{inst} è calcolata per la combinazione rara delle azioni.

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, gli schemi statici di calcolo e le deformazioni istantanee ottenute omettendo, con una distribuzione a scacchiera, i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche, in accordo al § 2.5.3 NTC.

Nome trave	Nome limiti di deformazione	Combinazione	Deformazioni istantanee
Trave 1	Trave in legno	SLE rara 3	Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]
Trave 4	Trave in legno	SLE rara 2	Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]
Trave 5	Trave in legno	SLE rara 13	Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]

Trave 6	Trave in legno	SLE rara 9	 Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]
Trave 9	Trave in legno	SLE rara 9	 Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]
Trave 10	Trave in legno	SLE rara 17	 Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]
Trave 11	Trave in legno	SLE rara 2	 Carichi [kN/m] Deformazione Istantanea [mm]

Trave 12	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 13	Trave in legno	SLE rara 3	
Trave 16	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 17	Trave in legno	SLE rara 9	



Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione istantanea delle travi lignee.

Nome trave	Sezione	Combinazione	Verifica sbalzo deformazione negativa	Verifica più limitativa	w_{inst} [mm]	w_{inst} limite [mm]	Limite di freccia	Verifica
Trave 1	architrave 160x160 GL24	SLE rara 3	No	Campata interna	0,12	3,40	l/300	4%
Trave 4	architrave 160x160 GL24	SLE rara 2	No	Sbalzo	0,18	4,80	l/150	4%
Trave 5	architrave 160x160 GL24	SLE rara 13	No	Campata interna	0,03	3,40	l/300	1%
Trave 6	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	No	Campata interna	0,07	3,40	l/300	2%
Trave 9	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	No	Campata interna	0,01	2,40	l/300	1%
Trave 10	architrave 160x160 GL24	SLE rara 17	No	Campata interna	0,00	3,40	l/300	0%
Trave 11	architrave 160x160 GL24	SLE rara 2	No	Campata interna	0,15	3,87	l/300	4%
Trave 12	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	No	Campata interna	0,06	3,87	l/300	2%
Trave 13	architrave 120x280	SLE rara 3	No	Campata interna	0,05	2,73	l/300	2%
Trave 16	architrave 120x280	SLE rara 9	No	Campata interna	0,32	4,77	l/300	7%
Trave 17	architrave 120x280	SLE rara 9	No	Campata interna	0,04	2,87	l/300	1%
Trave 20	architrave 120x280	SLE rara 9	No	Campata interna	0,02	2,73	l/300	1%
Trave 21	architrave 120x280	SLE rara 9	No	Campata interna	0,07	4,40	l/300	2%

Deformazione finale

La deformazione finale $w_{net,fin}$ è calcolata considerando che le componenti quasi-permanenti delle azioni causano nel tempo una deformazione viscoelastica w_{creep} che può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $(1 + k_{def})$.

Per strutture consistenti di elementi, componenti e connessioni aventi lo stesso comportamento viscoelastico, e sotto l'assunzione di una correlazione lineare fra le azioni e le deformazioni corrispondenti la deformazione finale, w_{fin} , può essere considerata come:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q1} + \sum w_{fin,Qi}$$

dove:

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) \quad \text{per un'azione permanente G}$$

$$w_{fin,Q,1} = w_{inst,Q,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{per un'azione variabile principale, } Q_1$$

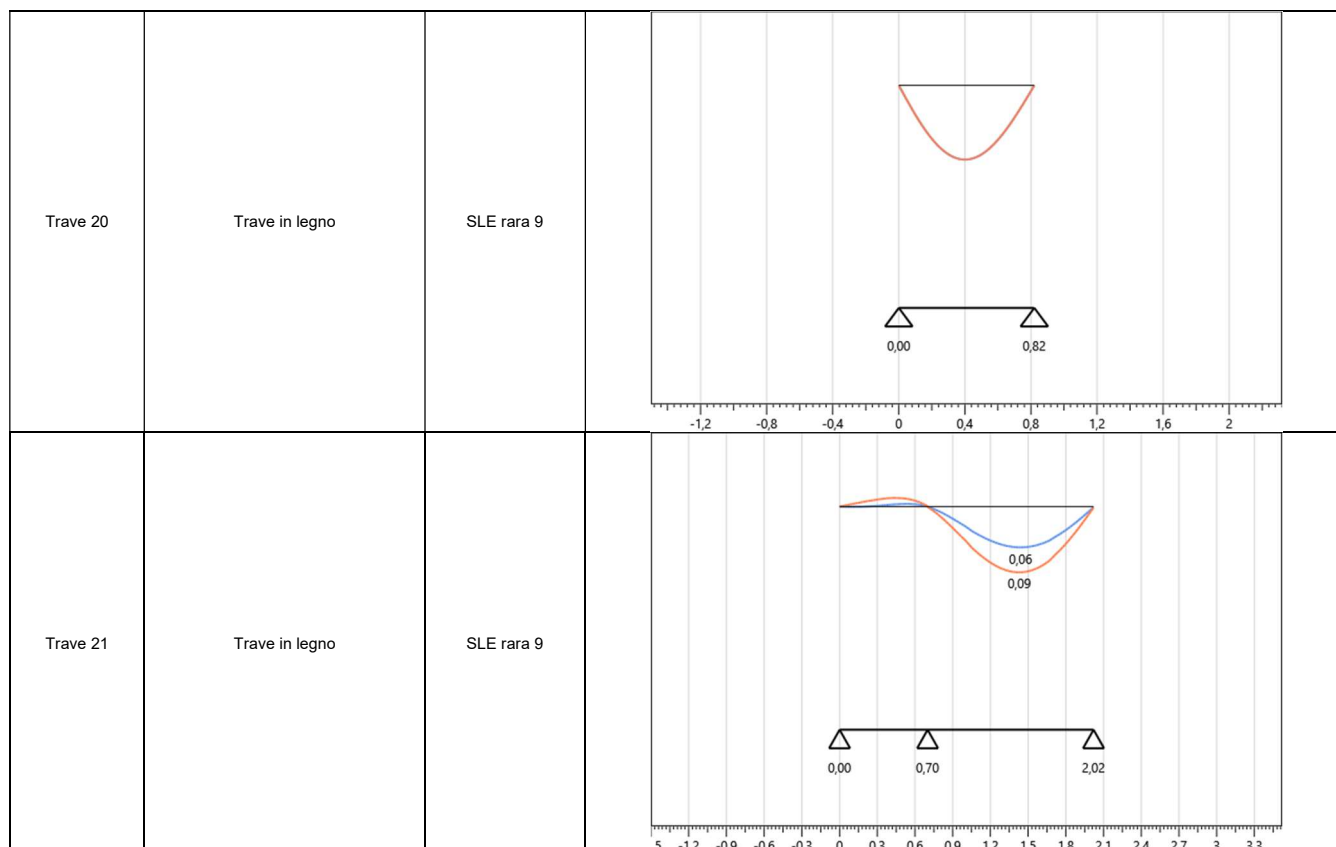
$$w_{fin,Q,i} = w_{inst,Q,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) \quad \text{per le azioni variabili secondarie, } Q_i \ (i>1)$$

Nella seguente tabella si riportano, per ogni trave, le deformazioni finali che si ottengono tenendo conto anche della deformazione viscoelastica w_{creep} . Tale contributo è calcolato considerando le componenti quasi-permanenti delle azioni presenti nelle combinazioni utilizzate per il calcolo delle deformate istantanee (combinazioni rare associate).

Nome trave	Nome limiti di deformazione	Combinazione	Deformazioni finali
Trave 1	Trave in legno	SLE rara 3	
Trave 4	Trave in legno	SLE rara 2	
Trave 5	Trave in legno	SLE rara 13	

Trave 6	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 9	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 10	Trave in legno	SLE rara 17	
Trave 11	Trave in legno	SLE rara 2	

Trave 12	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 13	Trave in legno	SLE rara 3	
Trave 16	Trave in legno	SLE rara 9	
Trave 17	Trave in legno	SLE rara 9	



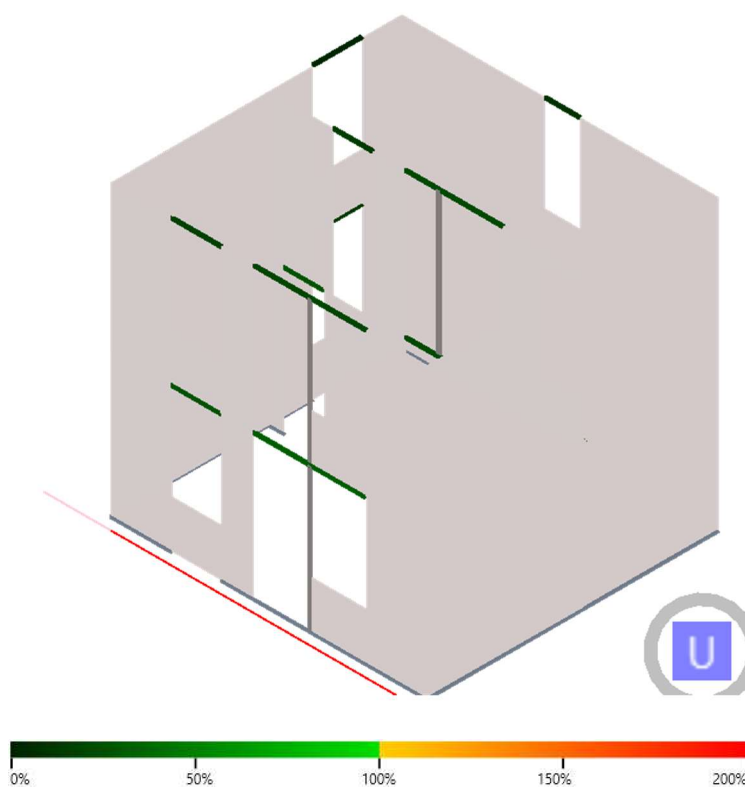
Nella tabella sottostante si riportano le verifiche ad inflessione finale delle travi lignee.

Nome trave	Sezione	Combinazione	Classe di servizio	k_{def}	Verifica sbalzo deformazione negativa	Verifica più limitativa	w_{fin} [mm]	w_{fin} limite [mm]	Limite di freccia	Verifica
Trave 1	architrave 160x160 GL24	SLE rara 3	1	0,6	No	Campata interna	0,16	4,08	$l/250$	4%
Trave 4	architrave 160x160 GL24	SLE rara 2	1	0,6	No	Sbalzo	0,26	5,76	$l/125$	4%
Trave 5	architrave 160x160 GL24	SLE rara 13	1	0,6	No	Campata interna	0,05	4,08	$l/250$	1%
Trave 6	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,09	4,08	$l/250$	2%
Trave 9	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,02	2,88	$l/250$	1%
Trave 10	architrave 160x160 GL24	SLE rara 17	1	0,6	No	Campata interna	0,00	4,08	$l/250$	0%
Trave 11	architrave 160x160 GL24	SLE rara 2	1	0,6	No	Campata interna	0,21	4,64	$l/250$	4%
Trave 12	architrave 160x160 GL24	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,07	4,64	$l/250$	2%
Trave 13	architrave 120x280	SLE rara 3	1	0,6	No	Campata interna	0,07	3,28	$l/250$	2%
Trave 16	architrave 120x280	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,45	5,72	$l/250$	8%
Trave 17	architrave 120x280	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,05	3,44	$l/250$	2%
Trave 20	architrave 120x280	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,03	3,28	$l/250$	1%
Trave 21	architrave 120x280	SLE rara 9	1	0,6	No	Campata interna	0,09	5,28	$l/250$	2%

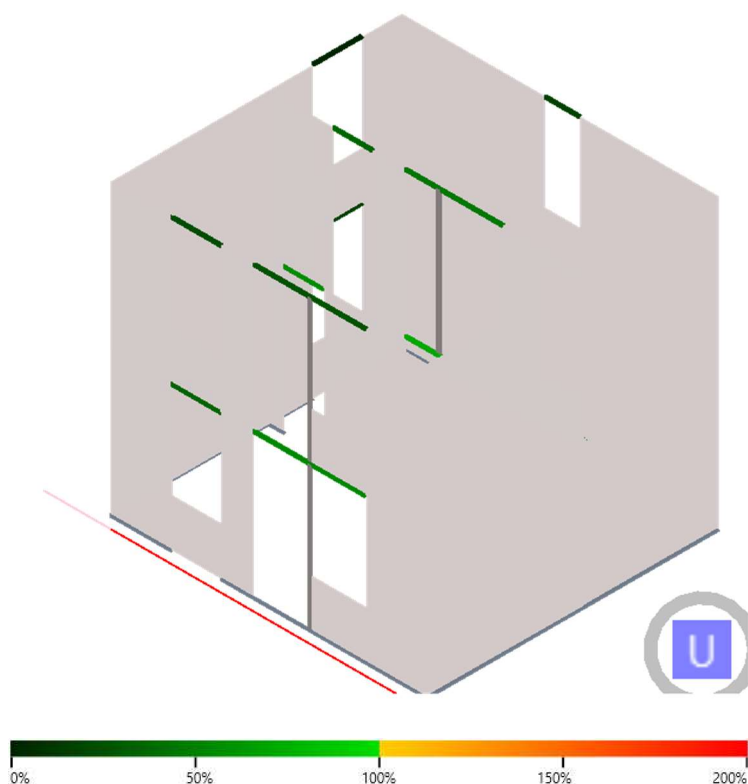
Percentuale di sfruttamento travi

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche a flessione

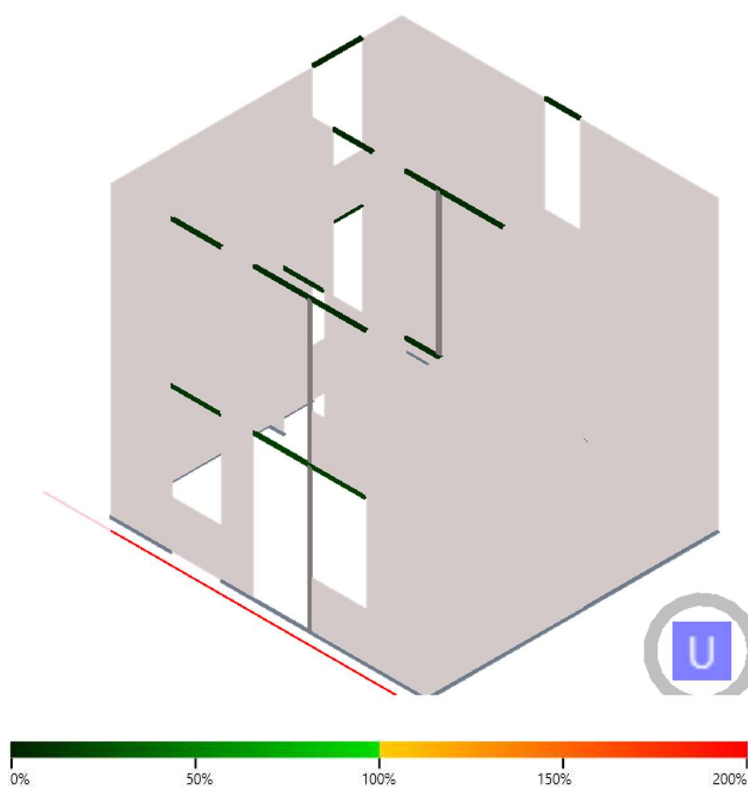


Verifiche a taglio



Stato Limite di Esercizio (SLE)

Verifiche di deformabilità



Verifiche pilastri in legno

Verifiche di instabilità

Le verifiche ad instabilità dei pilastri sono state condotte con riferimento a quanto riportato al § 6.3.2 della norma UNI EN 1995-1-1.

Le norme raccomandano che i rapporti di snellezza relativa siano assunti come:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_{y}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

e

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_{z}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

dove

λ_{y} e $\lambda_{rel,y}$ sono i rapporti di snellezza corrispondenti alla flessione intorno all'asse y (freccia in direzione z);

λ_{z} e $\lambda_{rel,z}$ sono i rapporti di snellezza corrispondenti alla flessione intorno all'asse z (freccia in direzione y).

Si raccomanda inoltre che, laddove sia $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ che $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$, le tensioni soddisfino le espressioni (6.19) e (6.20) di cui al punto 6.2.4 della norma UNI EN 1995-1-1.

Si raccomanda che in tutti gli altri casi le tensioni, che saranno aumentate in seguito alla freccia di inflessione, soddisfino le espressioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

in cui

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$$

dove:

β_c è un coefficiente per elementi rientranti nei limiti di rettilineità definiti nella Sezione 10 della norma UNI EN 1995-1-1 ed assume i seguenti valori

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{per legno massiccio} \\ 0,1 & \text{per legno lamellare incollato e LVL} \end{cases}$$

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni pilastro, alla combinazione di carico più gravosa per lo Stato Limite Ultimo di instabilità.

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per il pilastro considerato

Dur.: Durata del carico

N: Sollecitazione assiale

V₂: Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 2

V₃: Sollecitazione tagliante lungo l'asse locale 3

M₂₋₂: Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 2

M₃₋₃: Sollecitazione flettente attorno all'asse locale 3

Nome pilastro	Comb.	Dur.	N [kN]	V2 [kN]	V3 [kN]	M2-2 [kNm]	M3-3 [kNm]
Pilastro 1	SLU 65	Media	15,97	0,00	0,00	0,00	0,00
Pilastro 4	SLU 72	Breve	24,95	0,00	0,00	0,00	0,00
Pilastro 7	SLU 71	Breve	16,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Pilastro 8	SLU 71	Breve	6,85	0,00	0,00	0,00	0,00

Si riassumono qui le verifiche ad instabilità per i pilastri. I valori relativi ai risultati delle verifiche vengono riportati in forma percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale, riportati nella tabella sottostante, soddisfano le verifiche qualora il valore sia inferiore o uguale al 100%.

Sez.: Indicazione della tipologia di sezione trasversale del pilastro, come indicato al capitolo "Sezioni degli elementi strutturali"

h: Altezza del pilastro

Area: Area della sezione trasversale della colonna

J_y: Momento di inerzia attorno a y della sezione trasversale del pilastro

J_z: Momento di inerzia attorno a z della sezione trasversale del pilastro

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per il pilastro considerato

k_{mod}: Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

γ_M: Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale

f_{c,0,d}: Resistenza di progetto a compressione lungo la fibratura

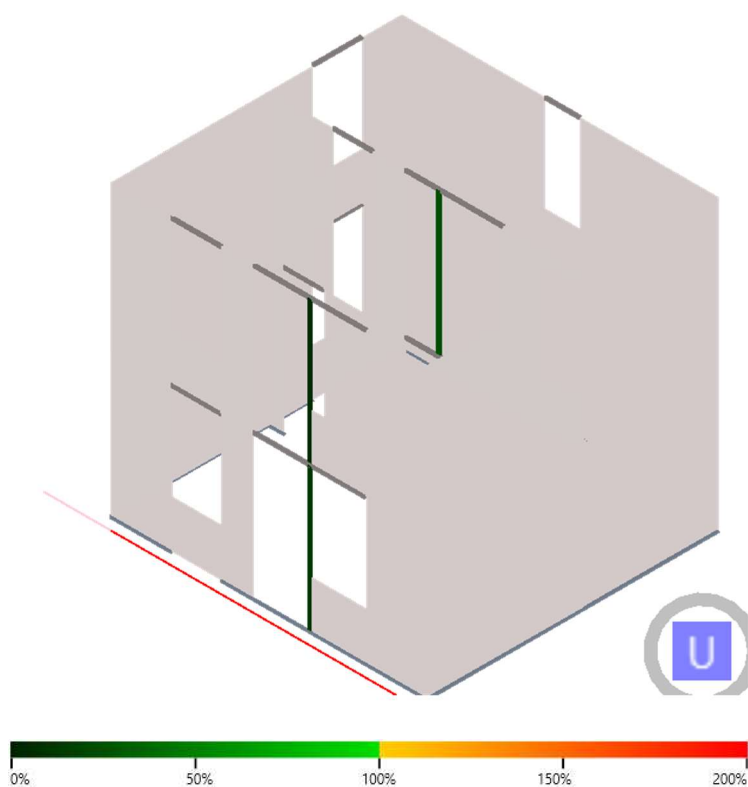
σ_{c,0,d}: Tensione di progetto a compressione lungo la fibratura

Nome pilastro	Sez.	h [m]	Area [mm ²]	J _y [mm ⁴]	J _z [mm ⁴]	kc,y	kc,z	Comb	Classe servizio	k _{mod}	γ _M	f _{c,0,d}	σ _{c,0,d} [MPa]	Verifica
Pilastro 1	montante 160x280	3	44800	9,56E7	2,93E8	0,74	0,96	SLU 65	1	0,8	1,45	13,24	0,36	4%
Pilastro 4	montante 120x240	3	28800	3,46E7	1,38E8	0,48	0,93	SLU 72	1	0,9	1,45	13,66	0,87	13%
Pilastro 7	montante 120x200	3	24000	2,88E7	8,00E7	0,48	0,88	SLU 71	1	0,9	1,45	14,90	0,69	10%
Pilastro 8	montante 160x280	3	44800	9,56E7	2,93E8	0,74	0,96	SLU 71	1	0,9	1,45	14,90	0,15	1%

Percentuale di sfruttamento pilastri

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche di instabilità



Verifiche pareti a telaio

Verifica di instabilità

Le verifiche ad instabilità delle pareti sono state condotte con riferimento a quanto riportato al § 6.3.2 della UNI EN 1995-1-1. Nello specifico gli elementi analizzati sono i montanti interno ed esterno più caricati. Questi risultano controventati nella direzione della parete grazie alla presenza dei pannelli di rivestimento che ne impediscono lo sbandamento in tale direzione, pertanto le verifiche vengono eseguite solo nella direzione ortogonale.

Le normative raccomandano che laddove sia $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ che $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$, le tensioni devono soddisfare le espressioni (6.19) e (6.20) di cui al punto 6.2.4 della norma UNI EN 1995-1-1.

Si raccomanda inoltre che in tutti gli altri casi le tensioni, che saranno aumentate in seguito alla freccia di inflessione, soddisfino la seguente espressione:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa relativamente allo Stato Limite Ultimo di instabilità.

Nome parete	Lunghezza [m]	Comb.	Dur.	N [kN]	M2-2 [kNm]
Parete 5	2,97	SLU 84	Istantanea	40,21	3,72
Parete 6	0,83	SLU 84	Istantanea	8,90	1,04
Parete 7	4,18	SLU 81	Istantanea	35,55	5,23
Parete 8	1,27	SLU 84	Istantanea	21,50	1,59
Parete 9	0,68	SLU 84	Istantanea	15,85	0,85
Parete 10	1,27	SLU 84	Istantanea	22,97	1,59
Parete 11	3,28	SLU 81	Istantanea	33,45	4,10
Parete 13	1,27	SLU 84	Istantanea	7,68	1,59
Parete 15	1,02	SLU 81	Istantanea	1,68	0,14
Parete 16	1,16	SLU 81	Istantanea	1,88	0,16
Parete 17	1,02	SLU 81	Istantanea	1,68	0,14
Parete 18	0,72	SLU 81	Istantanea	1,20	0,10
Parete 19 - 1	3,28	SLU 84	Istantanea	13,76	4,10
Parete 21	2,97	SLU 84	Istantanea	15,45	3,72
Parete 22	0,83	SLU 84	Istantanea	4,03	1,04
Parete 23	4,18	SLU 84	Istantanea	17,36	5,23
Parete 24	1,27	SLU 84	Istantanea	7,80	1,59
Parete 25	0,68	SLU 84	Istantanea	5,29	0,85
Parete 27	1,02	SLU 81	Istantanea	1,68	0,14
Parete 28	1,16	SLU 81	Istantanea	1,88	0,16
Parete 29	1,02	SLU 81	Istantanea	1,68	0,14
Parete 30	0,72	SLU 81	Istantanea	1,20	0,10
Parete 35	0,32	SLU 65	Media	22,19	0,00
Parete 36 - 1	0,68	SLU 65	Media	34,85	0,00
Parete 39	2,75	SLU 84	Istantanea	21,85	13,27
Parete 44 - 1	0,32	SLU 84	Istantanea	3,13	0,40
Parete 45	0,68	SLU 76	Istantanea	14,15	0,51
Parete 36 - 2	1,01	SLU 70	Media	32,32	0,00
Parete 44 - 2	1,01	SLU 84	Istantanea	10,32	1,26
Parete 50	0,45	SLU 72	Breve	32,54	0,00
Parete 51	1,71	SLU 84	Istantanea	16,79	2,14
Parete 53	2,87	SLU 84	Istantanea	25,96	14,19

Le verifiche ad instabilità per le pareti a telaio sono riassunte di seguito. I valori derivanti dai calcoli, relativi ad ogni verifica, vengono riportati in forma di percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale della tabella sottostante soddisfano le verifiche qualora il loro valore sia inferiore o uguale al 100%, in caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Sezione: Indicazione della tipologia di sezione trasversale del montante, come assunto al paragrafo “Sezioni degli elementi strutturali”

h_{montante} : Altezza del montante

- A_{montante} : Area della sezione trasversale del montante
- J_{montante} : Momento di inerzia della sezione trasversale del montante
- Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata
- k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità
- γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale
- $f_{c,0,k}$: Resistenza caratteristica a compressione lungo la fibratura del materiale utilizzato
- $f_{m,k}$: Resistenza caratteristica a flessione del materiale utilizzato
- $\sigma_{c,0,d}$: Sforzo sollecitante di progetto a compressione lungo la fibratura
- $\sigma_{m,d}$: Sforzo sollecitante di progetto dovuto alla flessione

Nome parete	Sezione	Montante	h_{mont} [m]	A_{montante} [mm ²]	J_{montante} [mm ⁴]	$k_{\text{Cmontante}}$	Comb.	Classe servizio	k_{mod}	γ_M	$f_{c,0,k}$	$f_{m,k}$	N [kN]	$\sigma_{c,0,d}$ [MPa]	$\sigma_{m,d}$ [MPa]	Verifica
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	7,68	0,80	3,05	26%
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	7,93	0,41	0,84	9%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,96	0,41	1,74	14%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,26	0,17	0,84	7%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	5,16	0,54	3,05	23%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,84	0,20	0,84	7%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	8,07	0,84	2,81	25%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	8,63	0,45	0,86	10%
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	8,68	0,45	0,83	9%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	8,71	0,91	2,81	25%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	8,92	0,46	0,84	10%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	5,24	0,55	3,05	23%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,87	0,15	0,84	6%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,21	0,33	2,81	19%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,55	0,13	0,86	6%
Parete 15	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,74	0,08	0,24	2%
Parete 15	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,56	0,03	0,09	1%
Parete 16	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,84	0,09	0,28	2%
Parete 16	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,55	0,03	0,09	1%
Parete 17	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,74	0,08	0,24	2%
Parete 17	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,56	0,03	0,09	1%
Parete 18	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,60	0,03	0,10	1%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,62	0,27	3,05	20%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	1,44	0,07	0,84	5%
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,18	0,33	3,05	21%
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,10	0,11	0,84	6%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	1,74	0,18	1,74	12%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	1,63	0,08	0,84	6%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,58	0,27	3,05	20%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	1,50	0,08	0,84	6%

Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	3,0	9600	2,05E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,21	0,33	2,81	19%
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,67	0,14	0,86	6%
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	3,0	19200	4,10E7	0,61	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,71	0,14	0,83	6%
Parete 27	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,74	0,08	0,24	2%
Parete 27	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,56	0,03	0,09	1%
Parete 28	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,84	0,09	0,28	2%
Parete 28	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,55	0,03	0,09	1%
Parete 29	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	1,0	9600	2,05E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,74	0,08	0,24	2%
Parete 29	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,56	0,03	0,09	1%
Parete 30	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	1,0	19200	4,10E7	0,98	SLU 81	1	1,1	1,5	21,00	24,00	0,60	0,03	0,10	1%
Parete 35	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 65	1	0,8	1,45	24,00	24,00	11,23	0,78	0,00	12%
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 65	1	0,8	1,45	24,00	24,00	18,37	1,28	0,00	20%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	6,0	9600	2,05E7	0,19	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	5,06	0,53	11,78	84%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	6,0	19200	4,10E7	0,19	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	2,35	0,12	3,23	22%
Parete 44 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 84	1	1,1	1,45	24,00	24,00	1,57	0,11	0,70	5%
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 76	1	1,1	1,45	24,00	24,00	8,57	0,59	0,89	11%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	3,0	9600	1,15E7	0,48	SLU 70	1	0,8	1,45	24,00	24,00	7,67	0,80	0,00	13%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 70	1	0,8	1,45	24,00	24,00	22,79	1,58	0,00	25%
Parete 44 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	3,0	9600	1,15E7	0,48	SLU 84	1	1,1	1,45	24,00	24,00	3,93	0,41	2,90	19%
Parete 44 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 84	1	1,1	1,45	24,00	24,00	4,42	0,31	1,49	11%
Parete 50	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 72	1	0,9	1,45	24,00	24,00	23,33	1,62	0,00	23%
Parete 51	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	3,0	9600	1,15E7	0,48	SLU 84	1	1,1	1,45	24,00	24,00	5,15	0,54	3,88	26%
Parete 51	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	3,0	14400	1,73E7	0,48	SLU 84	1	1,1	1,45	24,00	24,00	4,95	0,34	1,49	11%
Parete 53	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	6,0	9600	2,05E7	0,19	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	5,59	0,58	12,07	88%
Parete 53	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	6,0	19200	4,10E7	0,19	SLU 84	1	1,1	1,5	21,00	24,00	3,06	0,16	3,31	24%

Verifica a compressione perpendicolare alla fibratura

I montanti scaricano sul traverso di base delle forze di compressione che possono superare la resistenza a compressione perpendicolare alla fibratura del legno. Affinché la relativa verifica risulti soddisfatta si deve garantire che:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90,d} \cdot f_{c,90,d}$$

essendo

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

dove:

$\sigma_{c,90,d}$ è la tensione di progetto a compressione nell'area di contatto efficace, perpendicolare alla fibratura

$F_{c,90,d}$ è il carico di progetto a compressione perpendicolare alla fibratura

A_{ef} è l'area di contatto efficace in compressione perpendicolare alla fibratura

$f_{c,90,d}$ è la resistenza di progetto a compressione, perpendicolare alla fibratura

$k_{c,90,d}$ è un coefficiente che tiene conto della configurazione di carico, della possibilità di rottura per spacco, nonché del grado di deformazione a compressione

L'area di contatto efficace perpendicolare alla fibratura, A_{ef} , è determinata tenendo in conto di una lunghezza di contatto efficace parallela alla fibratura, dove la lunghezza effettiva di contatto, l , in ciascun lato è aumentata di 30 mm, ma non più di a , l oppure $l_1/2$. Si veda la figura 6.2 della norma UNI EN 1995-1-1.

Il valore di $k_{c,90}$ è assunto pari a 1,0, a meno che non si applichino le condizioni descritte di seguito. Per elementi su appoggi continui, purché $l_1 \geq 2h$ (vedere figura 6.2a della norma UNI EN 1995-1-1) si raccomanda che il valore di $k_{c,90}$ sia preso pari a:

$k_{c,90} = 1,25$ per legno massiccio di conifera

$k_{c,90} = 1,5$ per legno lamellare incollato di conifera

dove h è l'altezza dell'elemento e l è la lunghezza di contatto.

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa per lo Stato Limite Ultimo di schiacciamento.

Nome parete	Lunghezza [m]	Comb.	Dur.	N [kN]
Parete 5	2,97	SLU 64	Permanente	35,12
Parete 6	0,83	SLU 64	Permanente	8,90
Parete 7	4,18	SLU 64	Permanente	35,55
Parete 8	1,27	SLU 64	Permanente	18,33
Parete 9	0,68	SLU 65	Media	19,17
Parete 10	1,27	SLU 65	Media	27,04
Parete 11	3,28	SLU 64	Permanente	37,02
Parete 13	1,27	SLU 64	Permanente	9,24
Parete 15	1,02	SLU 64	Permanente	1,68
Parete 16	1,16	SLU 64	Permanente	1,88
Parete 17	1,02	SLU 64	Permanente	1,68

Parete 18	0,72	SLU 64	Permanente	1,20
Parete 19 - 1	3,28	SLU 64	Permanente	13,76
Parete 21	2,97	SLU 64	Permanente	17,71
Parete 22	0,83	SLU 64	Permanente	4,03
Parete 23	4,18	SLU 64	Permanente	17,36
Parete 24	1,27	SLU 64	Permanente	9,43
Parete 25	0,68	SLU 64	Permanente	6,75
Parete 27	1,02	SLU 64	Permanente	1,68
Parete 28	1,16	SLU 64	Permanente	1,88
Parete 29	1,02	SLU 64	Permanente	1,68
Parete 30	0,72	SLU 64	Permanente	1,20
Parete 35	0,32	SLU 65	Media	22,19
Parete 36 - 1	0,68	SLU 65	Media	34,85
Parete 39	2,75	SLU 64	Permanente	21,85
Parete 44 - 1	0,32	SLU 64	Permanente	4,00
Parete 45	0,68	SLU 72	Breve	17,86
Parete 36 - 2	1,01	SLU 70	Media	32,32
Parete 44 - 2	1,01	SLU 71	Breve	21,11
Parete 50	0,45	SLU 72	Breve	32,54
Parete 51	1,71	SLU 71	Breve	34,31
Parete 53	2,87	SLU 64	Permanente	28,19

Le verifiche a compressione perpendicolare alla fibratura per le pareti a telaio sono riassunte di seguito. Nello specifico i calcoli sono eseguiti per i montanti interno ed esterno più caricati e i valori derivanti vengono espressi in forma percentuale. I dati di output per singolo elemento strutturale, riportati nella tabella sottostante, soddisfano le verifiche qualora il valore sia inferiore o uguale al 100%. In caso contrario la verifica non è soddisfatta.

Nome parete: Nome indicativo della parete

A_{eff} : Area efficace della sezione di verifica del dormiente di base

$k_{c,90}$: Coefficiente dipendente dalla qualità del legno utilizzato per il telaio

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la parete considerata

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale

$f_{c,90,k}$: Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alla fibratura

$\sigma_{c,90,d}$: Tensione di progetto a compressione ortogonale alla fibratura

Nome parete	Sezione	Montante	A_{eff} [mm ²]	$k_{c,90}$	Comb.	Classe servizio	k_{mod}	γ_M	$f_{c,90,k}$ [MPa]	N [kN]	$\sigma_{c,90,d}$ [MPa]	Verifica
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	6,85	0,36	29%
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	6,34	0,26	21%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	18800,00	1,00	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,96	0,21	21%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,26	0,14	11%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	5,16	0,27	22%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,84	0,16	13%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	7,04	0,37	29%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	7,09	0,30	24%
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 65	1	0,8	1,5	2,50	10,45	0,44	26%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 65	1	0,8	1,5	2,50	10,09	0,53	32%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 65	1	0,8	1,5	2,50	10,77	0,45	27%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	14800,00	1,00	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	9,26	0,63	63%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	19600,00	1,00	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	4,17	0,21	21%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,74	0,19	16%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,26	0,14	11%
Parete 15	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,74	0,04	3%
Parete 15	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,56	0,02	2%
Parete 16	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,84	0,04	4%
Parete 16	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,55	0,02	2%
Parete 17	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,74	0,04	3%
Parete 17	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,56	0,02	2%
Parete 18	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,60	0,02	2%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	2,62	0,14	11%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	1,44	0,06	5%

Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,60	0,19	15%
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	2,56	0,11	9%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	18800,00	1,00	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	1,74	0,09	9%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	1,63	0,07	5%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	2,58	0,13	11%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	1,50	0,06	5%
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,74	0,19	16%
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,46	0,14	12%
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,49	0,15	12%
Parete 27	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,74	0,04	3%
Parete 27	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,56	0,02	2%
Parete 28	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,84	0,04	4%
Parete 28	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,55	0,02	2%
Parete 29	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,74	0,04	3%
Parete 29	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,56	0,02	2%
Parete 30	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	0,60	0,02	2%
Parete 35	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 65	1	0,8	1,45	2,50	11,23	0,62	30%
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 65	1	0,8	1,45	2,50	18,37	1,02	49%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	5,06	0,26	21%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	2,35	0,10	8%
Parete 44 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 64	1	0,6	1,45	2,50	2,00	0,11	7%
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 72	1	0,9	1,45	2,50	10,94	0,61	26%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	16800,00	1,50	SLU 70	1	0,8	1,45	2,50	7,67	0,46	22%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 70	1	0,8	1,45	2,50	22,79	1,27	61%
Parete 44 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	16800,00	1,50	SLU 71	1	0,9	1,45	2,50	7,42	0,44	19%
Parete 44 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 71	1	0,9	1,45	2,50	9,98	0,55	24%
Parete 50	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 72	1	0,9	1,45	2,50	23,33	1,30	56%
Parete 51	Telaio fibrogesso - 2 lati	Interno	16800,00	1,50	SLU 71	1	0,9	1,45	2,50	9,81	0,58	25%
Parete 51	Telaio fibrogesso - 2 lati	Esterno	18000,00	1,50	SLU 71	1	0,9	1,45	2,50	11,75	0,65	28%
Parete 53	Telaio OSB - 2 LATI	Interno	19200,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	6,02	0,31	25%
Parete 53	Telaio OSB - 2 LATI	Esterno	24000,00	1,25	SLU 64	1	0,6	1,5	2,50	3,30	0,14	11%

Verifiche a taglio

I valori delle sollecitazioni riportati nella tabella sottostante sono relativi, per ogni parete, alla combinazione di carico più gravosa per lo Stato Limite Ultimo di taglio.

Nome parete	Lunghezza [m]	Comb.	Dur.	V2 [kN]
Parete 5	2,97	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	23,30
Parete 6	0,83	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	4,18
Parete 7	4,18	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	29,45
Parete 8	1,27	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	10,43
Parete 9	0,68	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	3,79
Parete 10	1,27	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	10,43
Parete 11	3,28	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	19,62
Parete 13	1,27	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	6,12
Parete 19 - 1	3,28	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	8,51
Parete 21	2,97	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	16,67
Parete 22	0,83	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	2,11
Parete 23	4,18	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	14,85
Parete 24	1,27	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	6,12
Parete 25	0,68	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	2,63
Parete 36 - 1	0,68	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	3,09
Parete 39	2,75	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	11,39
Parete 45	0,68	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	2,22
Parete 36 - 2	1,01	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	5,27

Verifica a taglio degli elementi di unione

La resistenza a taglio di progetto di ogni singolo pannello che compone una determinata parete viene calcolata secondo il modello proposto dalla norma UNI EN 1995-1-1 al punto 9.2.4.2 "Analisi semplificata di pareti a diaframma – Metodo A".

Per una parete realizzata con diversi pannelli, si raccomanda che il valore di progetto della capacità portante sia calcolata da:

$$F_{v,Rd} = \sum_i F_{i,v,Rd}$$

in cui:

$F_{i,v,Rd}$ rappresenta la capacità portante di lastra di progetto del pannello in conformità ai punti 9.2.4.2(4) e 9.2.4.2(5) della norma UNI EN 1995-1-1.

I pannelli contenenti un'apertura di porta o finestra non sono considerati in grado di contribuire alla capacità portante di lastra in conformità al punto 9.2.4.2 (6) della norma UNI EN 1995-1-1.

La capacità portante di lastra di ciascun pannello, $F_{i,v,Rd}$ vale:

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{t,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s}$$

essendo:

$F_{t,Rd}$ il valore di progetto della capacità laterale di un singolo mezzo di unione, modificato con un coefficiente pari a 1,2 in conformità al punto 9.2.4.2 (5)

b_i la larghezza del pannello

s la spaziatura dei mezzi di unione

c_i un coefficiente dipendente dal rapporto tra base ed altezza del singolo pannello della parete

Per i pannelli aventi fogli su entrambi i lati si applicano le seguenti regole:

- se i fogli e i mezzi di unione sono tutti dello stesso tipo e dimensioni, allora la capacità portante di piastra totale della parete è assunta come la somma delle capacità portante di piastra dei singoli lati;
- se si utilizzano differenti tipi di fogli e si usano mezzi di unione aventi simile modulo di scorrimento (moduli di scorrimento che non variano tra loro più del 20%), allora viene preso in considerazione il 75% della capacità portante di piastra del lato più debole;
- negli altri casi viene preso in considerazione il 50% della capacità portante di piastra del lato più debole.

Resistenza connettori

I valori di resistenza sono valutati secondo la teoria di Johansen riportata al punto 8.2.2 della norma UNI EN 1995-1-1 per il caso di connessioni pannello-legno ad un piano di taglio.

La capacità portante caratteristica per singolo piano di taglio e per singolo mezzo di unione è assunta come il valore minimo determinato dalle espressioni che seguono:

$$F_{v,Rk,a} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,b} = f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$$

$$F_{v,Rk,c} = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \cdot \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right]} + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,d} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,e} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \cdot \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$F_{v,Rk,f} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

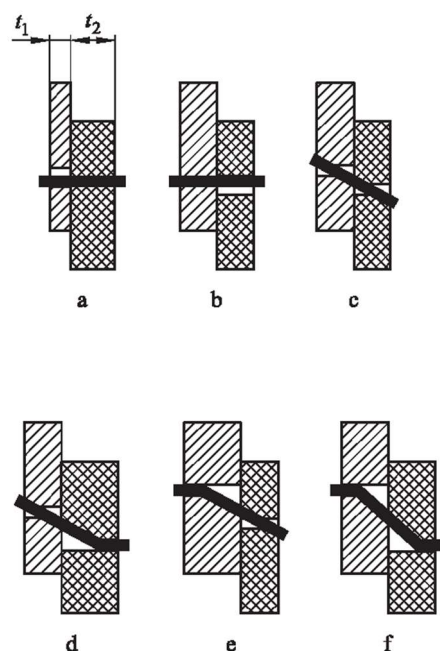


Figura: Modello di calcolo della resistenza di un singolo connettore secondo la teoria di Johansen.

Nelle espressioni riportate il primo termine rappresenta la capacità portante secondo la teoria di Johansen, mentre il secondo termine $\frac{F_{ax,Rk}}{4}$ è il contributo dovuto all'effetto fune.

Resistenza ad estrazione dei connettori

La capacità caratteristica ad estrazione dei chiodi, $F_{ax,Rk}$, viene assunta come il valore più basso fra quelli ricavati mediante le seguenti espressioni:

- Per i chiodi a gambo liscio:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,punta} d t_{pen,telaio} \\ f_{ax,k,testa} d t + f_{head,k} d_h^2 \end{cases}$$

- Per i chiodi ad aderenza migliorata:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k,punta} d t_{pen,telaio} = f_{ax,k,350} \left(\frac{\rho_{k,tip}}{350} \right)^{0.8} d t_{pen,telaio} \\ f_{head,k} d_h^2 = f_{head,k,350} \left(\frac{\rho_{k,head}}{350} \right)^{0.8} d_h^2 \end{cases}$$

In cui:

$f_{ax,k,punta}$ è la resistenza caratteristica ad estrazione sul lato della punta;

$f_{ax,k,testa}$ è la resistenza caratteristica ad estrazione sul lato della testa;

$f_{head,k}$ è la resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa, sul lato della testa del chiodo;

d è il diametro del chiodo;

d_h è il diametro della testa del chiodo;

$t_{pen,telaio}$ è il valore minimo fra la lunghezza di penetrazione dal lato della punta e la lunghezza della parte filettata inserita nell'elemento che riceve la punta, cioè il telaio

t è lo spessore dell'elemento dal lato della testa, cioè il pannello

In conformità con il punto 8.3.2 (7) per i chiodi a gambo liscio la penetrazione dal lato della punta t_{pen} deve ammontare ad almeno $8d$. Per chiodi con una penetrazione dal lato della punta minore di $12d$ la capacità portante ad estrazione è moltiplicata per $\frac{t_{pen}}{4d} - 2$.

Per i chiodi a gambo filettato la penetrazione dal lato della punta t_{pen} deve ammontare ad almeno $6d$. Per chiodi con una penetrazione dal lato della punta minore di $8d$ la capacità portante ad estrazione è moltiplicata per $\frac{t_{pen}}{2d} - 3$.

Nella seguente tabella si riporta il calcolo delle resistenze ad estrazione dei connettori lato telaio ($F_{ax,k,punta}$) e lato pannello ($F_{ax,k,testa}$).

Sezione	Lato	Connettore pannello-telaio	$\rho_{k,telaio}$ [kg/m³]	$f_{ax,k,punta}$ [MPa]	d [mm]	$t_{pen,telaio}$ [mm]	$F_{ax,k,punta}$ [N]	$\rho_{k,pannello}$ [kg/m³]	$f_{ax,k,testa}$ [MPa]	$f_{head,k}$ [MPa]	d_h [mm]	t [mm]	$F_{ax,k,testa}$ [N]
Telaio OSB - 2 LATI	1	Grafte Z67CSVHA zinc. resin.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telaio OSB - 2 LATI	2	Grafte Z67CSVHA zinc. resin.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telaio fibrogesso - 2 lati	1	Grafte G38 galvanizzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telaio fibrogesso - 2 lati	2	Grafte G38 galvanizzate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Resistenza a taglio dei connettori

Nella seguente tabella si riportano le resistenze dei connettori utilizzati per assemblare i pannelli delle pareti.

$F_{ax,Rk}$ è il valore caratteristico della resistenza ad estrazione del connettore;

Limite effetto fune rappresenta il limite espresso in percentuale del contributo alla capacità portante laterale dovuto all'effetto fune;

$F_{v,Rk}$ è il valore caratteristico della capacità portante del mezzo di unione valutata considerando sia il contributo Johansen sia il contributo dovuto all'effetto fune.

Sezione	Lato	Connettore pannello-telaio	K_{ser} [N/mm]	Modalità di rottura	$F_{ax,Rk}$ [N]	Limite effetto fune	$F_{v,Rk}$
Telaio OSB - 2 LATI	1	Grafte Z67CSVHA zinc. resin.	422	f	-	-	552
Telaio OSB - 2 LATI	2	Grafte Z67CSVHA zinc. resin.	422	f	-	-	552
Telaio fibrogesso - 2 lati	1	Grafte G38 galvanizzate	301	f	-	-	397
Telaio fibrogesso - 2 lati	2	Grafte G38 galvanizzate	301	f	-	-	397

Verifica della capacità portante delle pareti relativa alla rottura dei connettori

Si riportano di seguito le verifiche a taglio relative alle singole pareti. La tabella seguente riassume le caratteristiche geometriche dei pannelli di cui è composta ciascuna parete e la loro capacità portante di lastra $F_{i,v,Rk}$.

Nella stessa si identifica se i pannelli soddisfano i requisiti geometrici di cui al punto 9.2.4.2 (2) della norma UNI EN 1995-1-1:

- la spaziatura dei mezzi di unione sia costante lungo il perimetro di ciascun foglio;
- la larghezza di ciascun foglio ammonti ad almeno $h/4$.

Nome parete	Sezione	Pannello	b_i [mm]	N pannelli	c_i	Verifica geometria UNI EN 1995-1-1 9.2.4.2 (2)	s [mm]	$F_{i,v,Rk}$ lato 1 [kN]	$F_{i,v,Rk}$ lato 2 [kN]
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	2	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	470,00	1	0,38	no	70	0,00	0,00
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	0	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	830,00	1	0,66	ok	70	5,21	5,21
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	3	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	430,00	1	0,34	no	70	0,00	0,00
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	1	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20,00	1	0,02	no	70	0,00	0,00
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	0	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	680,00	1	0,54	ok	70	3,50	3,50
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	1	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20,00	1	0,02	no	70	0,00	0,00
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	2	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	780,00	1	0,62	ok	70	4,61	4,61
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	1	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20,00	1	0,02	no	70	0,00	0,00
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	2	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	780,00	1	0,62	ok	70	4,61	4,61
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	2	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	470,00	1	0,38	no	70	0,00	0,00
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	0	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	830,00	1	0,66	ok	70	5,21	5,21
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	3	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	430,00	1	0,34	no	70	0,00	0,00
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	1	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20,00	1	0,02	no	70	0,00	0,00
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	0	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	680,00	1	0,54	ok	70	3,50	3,50
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250,00	0	1,00	ok	75	7,94	7,94
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	680,00	1	0,54	ok	75	2,35	2,35
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250,00	2	1,00	ok	70	11,83	11,83
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	250,00	1	0,20	no	70	0,00	0,00
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250,00	0	1,00	ok	75	7,94	7,94
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	680,00	1	0,54	ok	75	2,35	2,35
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250,00	0	1,00	ok	75	7,94	7,94
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	1010,00	1	0,81	ok	75	5,18	5,18

Nella tabella seguente vengono riportate le verifiche di sicurezza con riferimento alle combinazioni di carico più significative.

In conformità con il punto 2.3.2.1 (2), in una connessione costituita da due elementi di legno con differente comportamento in funzione del tempo, il calcolo della capacità portante di progetto è eseguito utilizzando il coefficiente di correzione $k_{mod,conn,i}$:

$$k_{mod,conn,i} = \sqrt{k_{mod,montante} \cdot k_{mod,lato\ i}}$$

Nome parete	Sezione	Comb.	Classe di servizio	Dur.	k_{mod} montante	k_{mod} lato 1	k_{mod} lato 2	$k_{R,deg}$	γ_M	$F_{v,Rd}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	Verifica
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	37,17	23,30	63%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	8,19	4,18	51%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	55,76	29,45	53%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	18,59	10,43	56%
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	5,50	3,79	69%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	18,59	10,43	56%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	44,41	19,62	44%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	18,59	6,12	33%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	44,41	8,51	19%
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	37,17	16,67	45%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	8,19	2,11	26%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	55,76	14,85	27%
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	18,59	6,12	33%
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	5,50	2,63	48%
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	3,69	3,09	84%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	37,17	11,39	31%
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	3,69	2,22	60%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	8,15	5,27	65%

Verifica a taglio sui fogli di rivestimento

La resistenza a taglio di progetto di ogni singolo pannello che compone una determinata parete viene calcolata secondo il modello proposto dalla norma UNI EN 1995-1-1 al punto 9.2.4.2 "Analisi semplificata di pareti a diaframma – Metodo A".

Per una parete realizzata con diversi pannelli, si raccomanda che il valore di progetto della capacità portante sia calcolata mediante l'espressione:

$$F_{v,Rd} = \sum_i F_{i,v,Rd}$$

in cui:

$F_{i,v,Rd}$ rappresenta la resistenza a taglio di progetto del pannello

La resistenza a taglio di ciascun pannello, $F_{i,v,Rd}$ vale:

$$F_{i,j,v,Rd} = f_{j,v,d} \cdot b_i \cdot t_{i,j}$$

in cui:

$F_{i,j,v,Rd}$ è la resistenza a taglio del singolo foglio, in cui il primo pedice indica il pannello di appartenenza ed il secondo il lato: esterno od interno

$f_{j,v,d}$ è la resistenza a taglio del singolo foglio di rivestimento

b_i è la larghezza del pannello

$t_{i,j}$ è lo spessore del foglio di rivestimento

Si riportano di seguito le verifiche a taglio relative alle singole pareti. La tabella seguente riassume le caratteristiche geometriche dei diversi pannelli di cui è composta ciascuna parete e ne riporta la capacità portante di lastra $F_{i,V,Rk}$.

Nella stessa si identifica se i pannelli soddisfano i requisiti geometrici di cui al punto 9.2.4.2 (2) della norma UNI EN 1995-1-1:

- la spaziatura dei mezzi di unione sia costante lungo il perimetro di ciascun foglio;
- la larghezza di ciascun foglio ammonti ad almeno $h/4$.

Nome parete	Sezione	Pannello	b_i [mm]	t_i lato 1 [mm]	$f_{v,k}$ lato 1 [MPa]	t_i lato 2 [mm]	$f_{v,k}$ lato 2 [MPa]	N pannelli	Verifica geometria UNI EN 1995-1-1 9.2.4.2 (2)	$F_{i,V,Rk}$ lato 1 [kN]	$F_{i,V,Rk}$ lato 2 [kN]
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	2	ok	102,00	102,00
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	470	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	0	ok	102,00	102,00
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	830	12	6,8	12	6,8	1	ok	67,73	67,73
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	3	ok	102,00	102,00
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	430	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	1	ok	102,00	102,00
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	0	ok	102,00	102,00
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	680	12	6,8	12	6,8	1	ok	55,49	55,49
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	1	ok	102,00	102,00
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	2	ok	102,00	102,00
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	780	12	6,8	12	6,8	1	ok	63,65	63,65
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	1	ok	102,00	102,00
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	2	ok	102,00	102,00
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	780	12	6,8	12	6,8	1	ok	63,65	63,65
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	2	ok	102,00	102,00
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	470	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00

Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	0	ok	102,00	102,00
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	830	12	6,8	12	6,8	1	ok	67,73	67,73
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	3	ok	102,00	102,00
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	430	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	1	ok	102,00	102,00
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	20	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	0	ok	102,00	102,00
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	680	12	6,8	12	6,8	1	ok	55,49	55,49
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250	15	3,5	15	3,5	0	ok	65,63	65,63
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	680	15	3,5	15	3,5	1	ok	35,70	35,70
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Intero	1250	12	6,8	12	6,8	2	ok	102,00	102,00
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Raccordo	250	12	6,8	12	6,8	1	no	0,00	0,00
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250	15	3,5	15	3,5	0	ok	65,63	65,63
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	680	15	3,5	15	3,5	1	ok	35,70	35,70
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Intero	1250	15	3,5	15	3,5	0	ok	65,63	65,63
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Raccordo	1010	15	3,5	15	3,5	1	ok	53,03	53,03

Nella tabella seguente vengono riportate le verifiche di sicurezza con riferimento alle combinazioni di carico più significative.

Nome parete	Sezione	Comb.	Classe di servizio	Dur.	k _{mod} lato 1	k _{mod} lato 2	γ _M lato 1	γ _M lato 2	F _{v,Rd} [kN]	F _{v,Ed} [kN]	Verifica
Parete 5	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	345,23	23,30	7%
Parete 6	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	114,62	4,18	4%
Parete 7	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	517,85	29,45	6%
Parete 8	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	172,62	10,43	6%
Parete 9	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	93,90	3,79	4%
Parete 10	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	172,62	10,43	6%
Parete 11	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	452,94	19,62	4%
Parete 13	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	172,62	6,12	4%
Parete 19 - 1	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	452,94	8,51	2%
Parete 21	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	345,23	16,67	5%
Parete 22	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	114,62	2,11	2%
Parete 23	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	517,85	14,85	3%
Parete 24	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	172,62	6,12	4%
Parete 25	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	93,90	2,63	3%
Parete 36 - 1	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,4	1,4	56,10	3,09	6%
Parete 39	Telaio OSB - 2 LATI	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,3	1,3	345,23	11,39	3%
Parete 45	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,4	1,4	56,10	2,22	4%
Parete 36 - 2	Telaio fibrogesso - 2 lati	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	Istantanea	1,1	1,1	1,4	1,4	83,33	5,27	6%

Verifiche ad ingobbamento per taglio dei fogli di rivestimento

In accordo con il punto 9.2.4.2 dell'Eurocodice EN1995-1-1 l'ingobbamento per taglio dei fogli di rivestimento può essere trascurato poiché tutte le pareti utilizzate nel progetto verificano il criterio

$$\frac{b_{net}}{t} \leq 100$$

dove

b_{net} è la distanza libera fra i montanti

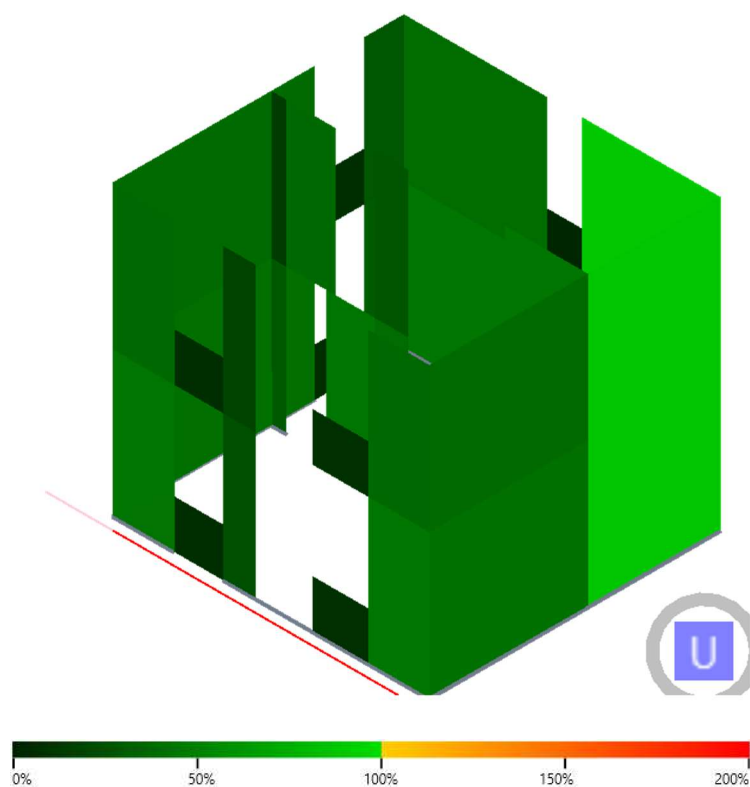
t è lo spessore del foglio di rivestimento

Tutte le pareti utilizzate nel progetto soddisfano quindi la verifica ad ingobbamento per taglio dei fogli di rivestimento.

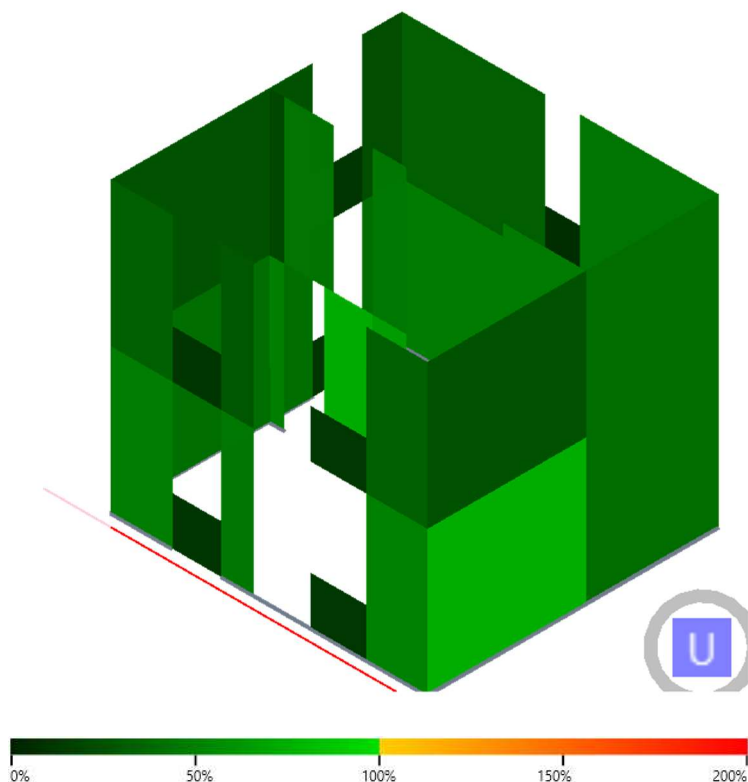
Percentuale di sfruttamento pareti

Stato Limite Ultimo (SLU)

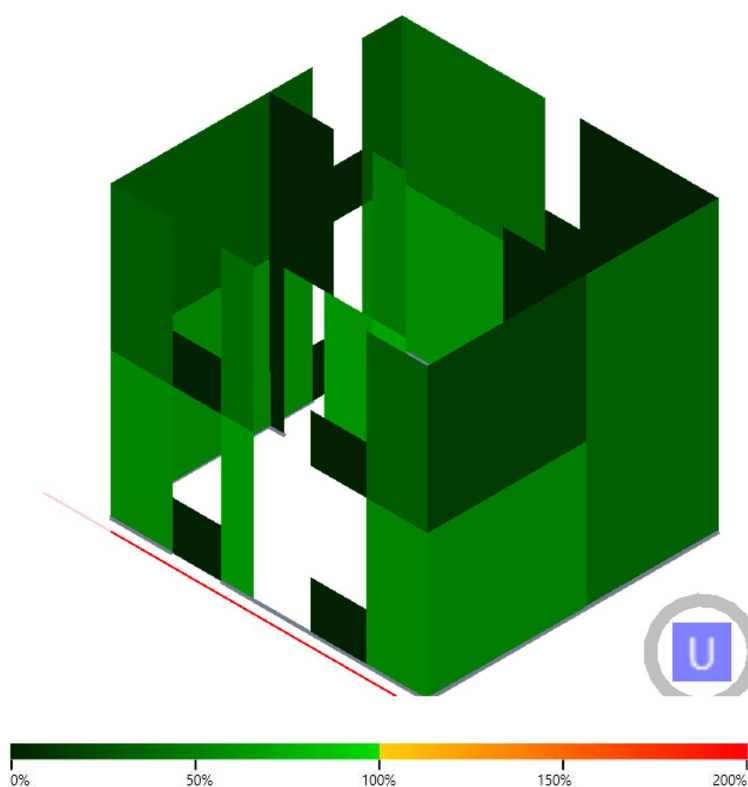
Verifiche di instabilità



Verifiche a compressione ortogonale alla fibratura

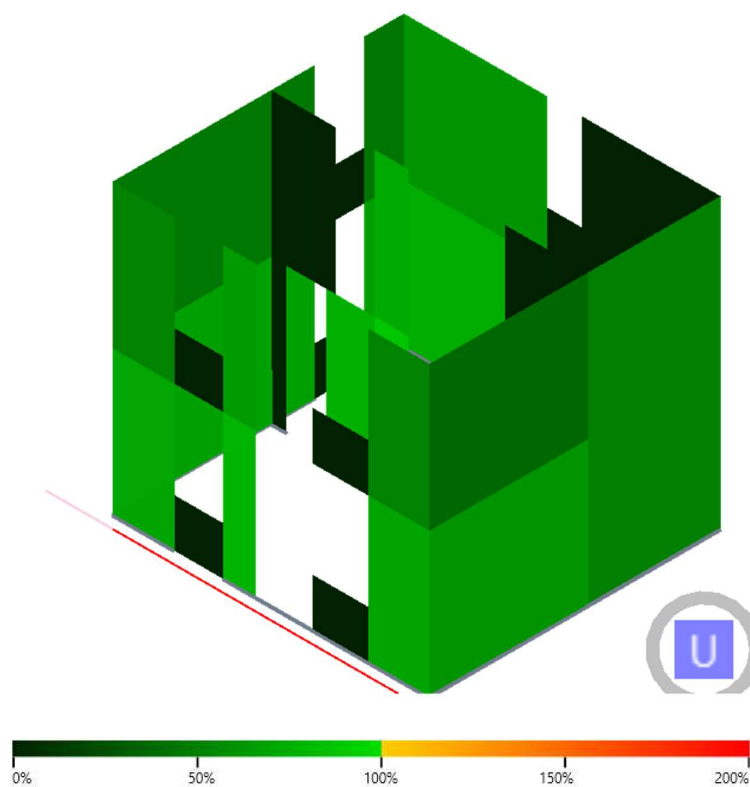


Verifiche a taglio



Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV dinamica)

Verifiche a taglio



Verifiche connessioni

Piastra a trazione legno-legno

La resistenza di progetto R_d delle connessioni a trazione con piastre forate è stata determinata come il valore minimo tra le resistenze relative ai modi di rottura:

- rottura a trazione della piastra forata;
- rottura della chiodatura.

Sollecitazioni agenti

Il valore di progetto del carico agente sulla piastra forata è stato valutato come illustrato nel paragrafo “Descrizione del modello”.

Nome parete	Lunghezza [m]	Nome connessione	N° ancoraggi estremità di parete	Comb.	Dur.	N [kN]	M ₃₋₃ [kNm]	Ta [kN]
Parete 5	2,97	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	26,60	119,28	26,86
Parete 6	0,83	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 5 ex-ey+	Istantanea	6,34	18,79	19,46
Parete 7	4,18	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 5 ex-ey+	Istantanea	24,99	132,36	19,17
Parete 8	1,27	Trazione interpiano - NPB1	2	Dinamica SLV 1 ex-ey-	Istantanea	14,16	49,31	15,88
Parete 9	0,68	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 1 ex-ey-	Istantanea	10,31	19,13	22,97
Parete 10	1,27	Trazione interpiano - NPB1	2	Dinamica SLV 1 ex-ey-	Istantanea	14,68	49,31	15,75
Parete 11	3,28	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex-ey+	Istantanea	26,63	83,73	12,21
Parete 13	1,27	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey-	Istantanea	6,42	18,35	11,24
Parete 19 - 1	3,28	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex-ey+	Istantanea	9,67	25,54	2,95
Parete 21	2,97	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	12,31	50,01	10,68
Parete 22	0,83	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 5 ex-ey+	Istantanea	2,87	6,32	6,19
Parete 23	4,18	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 5 ex-ey+	Istantanea	12,19	44,56	4,56
Parete 24	1,27	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey-	Istantanea	6,55	18,35	11,17
Parete 25	0,68	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey-	Istantanea	4,69	7,89	9,26
Parete 36 - 1	0,68	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	17,48	15,85	14,57
Parete 39	2,75	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex-ey+	Istantanea	15,31	67,10	16,74
Parete 45	0,68	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	7,95	6,67	5,83
Parete 36 - 2	1,01	Trazione interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex-ey+	Istantanea	16,52	15,82	7,40

Resistenza acciaio

La resistenza dell'elemento forato in acciaio è stata valutata sulla base delle indicazioni del punto 6.2.3 della norma UNI EN 1993-1-1 secondo il quale, per sezioni in cui sono presenti fori si raccomanda che il valore di progetto della resistenza a trazione $N_{t,Rd}$ sia assunto pari al valore più piccolo fra la resistenza plastica di progetto della sezione trasversale lorda e la resistenza della sezione trasversale netta.

La resistenza plastica di progetto della sezione trasversale lorda valutata mediante la seguente formula

$$R_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

in cui:

A è l'area della sezione trasversa lorda;

f_y è la resistenza di snervamento dell'acciaio utilizzato;

γ_{M0} è il coefficiente di sicurezza del materiale.

La resistenza ultima di progetto della sezione trasversale netta in corrispondenza dei fori per i dispositivi di giunzione viene valutata mediante l'espressione:

$$R_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

in cui:

A_{net} è l'area netta della sezione trasversale;

f_u è la resistenza ultima dell'acciaio utilizzato per le piastre;

γ_{M2} è il coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza a rottura della sezione soggetta a trazione.

Resistenza chiodatura

La resistenza caratteristica del collegamento è stata calcolata come prodotto tra il numero efficace di connettori inseriti e la portata del singolo connettore

$$R_{c,k} = n_{ef,conn} \cdot R_{k,conn}$$

dove la portata del singolo connettore $R_{k,conn}$ è valutata utilizzando la teoria di Johansen ed il numero efficace di connettori secondo i punti 8.3.1.1 (8) e 8.5.1.1 (4) della norma UNI EN 1995-1-1.

Nome parete	Nome connessione	Numero file di connettori	Numero connettori in una fila	Spaziatura connettori in una fila [mm]	Numero efficace di connettori	$R_{conn,k}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]
Parete 5	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 6	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 7	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 8	Trazione interpiano - NPB1	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 9	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 10	Trazione interpiano - NPB1	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 11	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 13	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75

Parete 15	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 16	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 17	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 18	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 19 - 1	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 21	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 22	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 23	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 24	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 25	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 27	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 28	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 29	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 30	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 35	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 36 - 1	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 39	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 44 - 1	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,98	41,96
Parete 45	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,98	41,96
Parete 36 - 2	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 44 - 2	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,98	41,96
Parete 50	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 51	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,98	41,96
Parete 53	Trazione interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75

Il valore di progetto della capacità portante è dato dalla

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k}}{\gamma_M}$$

in cui:

$R_{c,k}$ è la resistenza caratteristica del collegamento;

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo alle connessioni.

Le verifiche sono riassunte nella seguente tabella nella quale si riportano i valori caratteristici delle resistenze associate alla rottura delle diverse componenti nonché le rispettive resistenze di progetto.

Nome: Nome della connessione nella quale è utilizzata la piastra forata

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per l'angolare considerato

$T_{a,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

$k_{R,deg}$: Coefficiente di degrado della resistenza per effetto delle sollecitazioni cicliche

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, dipendente dal tipo di verifica

R_d : Valore di progetto della resistenza, assunto pari al minore tra i valori relativi alle resistenze di progetto di tutti i meccanismi di rottura considerati

$$T_{a,d} \leq \min (R_{pl,Rd}; R_{u,d}; R_{c,d})$$

Nome parete	Nome connessione	Comb.	Classe di servizio	$T_{a,d}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]	$R_{pl,k}$ [kN]	$R_{u,k}$ [kN]	k_{mod}	$k_{R,deg}$	γ_M	γ_{M0}	γ_{M2}	R_d [kN]	Modo di rottura	Verifica
Parete 5	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey+	1	26,86	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	86%
Parete 6	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex-ey+	1	19,46	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	62%
Parete 7	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex-ey+	1	19,17	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	61%
Parete 8	Trazione interpiano - NPB1	Dinamica SLV 1 ex-ey-	1	15,88	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	51%
Parete 9	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 1 ex-ey-	1	22,97	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	74%
Parete 10	Trazione interpiano - NPB1	Dinamica SLV 1 ex-ey-	1	15,75	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	50%
Parete 11	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ey+	1	12,21	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	39%
Parete 13	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey-	1	11,24	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	36%
Parete 19 - 1	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ey+	1	2,95	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	9%
Parete 21	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey+	1	10,68	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	34%
Parete 22	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex-ey+	1	6,19	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	20%
Parete 23	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex-ey+	1	4,56	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	15%
Parete 24	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey-	1	11,17	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	36%
Parete 25	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey-	1	9,26	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	30%
Parete 36 - 1	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey+	1	14,57	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	47%
Parete 39	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ey+	1	16,74	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	54%
Parete 45	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey+	1	5,83	41,96	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	32,97	Trazione: chiodatura	18%
Parete 36 - 2	Trazione interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex-ey+	1	7,40	39,75	191,25	165,73	1,1	1	1,4	1,05	1,25	31,24	Trazione: chiodatura	24%

Angolare legno-legno

La resistenza di progetto R_d dell'angolare è stata determinata come il valore che porta alla rottura dell'angolare e/o del gruppo di connettori del collegamento.

Sollecitazioni agenti

Le sollecitazioni taglienti agenti sul singolo angolare sono valutate dividendo il taglio V_2 per il numero degli angolari presenti nella parete (tenendo in conto dell'eventuale presenza di angolari su entrambi i lati dell'elemento strutturale).

$$V_a = \frac{V_2}{n_{anc}}$$

in cui:

V_2 è la sollecitazione tagliente di progetto agente sulla parete considerata;

n_{anc} è il numero di ancoraggi a taglio presenti nella parete.

Nome parete	Lunghezza [m]	Nome connessione	Numero ancoraggi	Comb.	Dur.	V2 [kN]	Va [kN]
Parete 36 - 1	0,68	Taglio interpiano - angolare ABR2	1	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	3,09	3,09
Parete 45	0,68	Taglio interpiano - angolare ABR2	1	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	2,22	2,22
Parete 36 - 2	1,01	Taglio interpiano - angolare ABR255	1	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	5,27	5,27

Resistenza angolare

Il valore di progetto della resistenza a taglio del singolo angolare viene valutato come

$$R_{a,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{a,k,dens}}{\gamma_M}$$

in cui:

$R_{a,k,dens}$ è la resistenza caratteristica dell'angolare corretta, per una densità del materiale utilizzato inferiore a 350 kg/m³, secondo la formula $R_{c,k,dens} = R_{c,k} \cdot \left(\frac{\rho_k}{350}\right)^2$;

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale.

Le verifiche sono riassunte nella seguente tabella in cui si riporta il valore caratteristico di resistenza dell'angolare ed il relativo valore di progetto. La verifica viene effettuata confrontando quest'ultimo con la forza agente.

Nome: Nome della connessione nella quale è utilizzato l'angolare

- Comb.: Combinazione di carico più gravosa per l'angolare considerato
- $V_{a,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente sul singolo angolare
- k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità
- γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, dipendente dal tipo di verifica

$$V_{a,d} \leq R_{a,d}$$

Nome parete	Nome connessione	Comb.	Classe di servizio	$V_{a,d}$ [kN]	$R_{a,k,dens}$ [kN]	k_{mod}	$k_{R,deg}$	γ_M	$R_{a,d}$ [kN]	Verifica
Parete 36 - 1	Taglio interpiano -angolare ABR2	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	3,09	43,80	1,1	1	1,4	34,41	9%
Parete 45	Taglio interpiano -angolare ABR2	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	2,22	43,80	1,1	1	1,4	34,41	6%
Parete 36 - 2	Taglio interpiano -angolare ABR255	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	5,27	43,80	1,1	1	1,4	34,41	15%

Piastra a taglio legno-legno

La resistenza di progetto R_d delle connessioni a taglio con piastre forate viene determinata come il valore minimo tra le resistenze relative a due modi di rottura:

- rottura a taglio della piastra forata;
- rottura della chiodatura.

Sollecitazioni agenti

Le sollecitazioni taglienti agenti sulla singola piastra sono valutate dividendo il taglio V_2 per il numero delle piastre presenti nella parete (tenendo in conto dell'eventuale presenza di angolari su entrambi i lati dell'elemento strutturale).

$$V_a = \frac{V_2}{n_{anc}}$$

in cui:

V_2 è la sollecitazione tagliente di progetto agente sulla parete considerata;

n_{anc} è il numero di ancoraggi a taglio presenti nella parete.

Nome parete	Lunghezza [m]	Nome connessione	Numero ancoraggi	Comb.	Dur.	V_2 [kN]	V_a [kN]
Parete 5	2,97	Taglio interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	23,30	23,30
Parete 6	0,83	Taglio interpiano - NPB1	1	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	4,18	4,18
Parete 7	4,18	Taglio interpiano - NPB255	2	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	29,45	14,73
Parete 8	1,27	Taglio interpiano - utente3	1	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	10,43	10,43
Parete 9	0,68	Taglio interpiano - utente	1	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	3,79	3,79
Parete 10	1,27	Taglio interpiano - utente3	1	Dinamica SLV 1 ex- ey-	Istantanea	10,43	10,43
Parete 11	3,28	Taglio interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	19,62	19,62
Parete 13	1,27	Taglio interpiano - utente3	1	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	6,12	6,12
Parete 19 - 1	3,28	Taglio interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	8,51	8,51
Parete 21	2,97	Taglio interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 4 ex- ey+	Istantanea	16,67	16,67
Parete 22	0,83	Taglio interpiano - NPB1	1	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	2,11	2,11
Parete 23	4,18	Taglio interpiano - NPB255	2	Dinamica SLV 5 ex- ey+	Istantanea	14,85	7,43
Parete 24	1,27	Taglio interpiano - utente3	1	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	6,12	6,12
Parete 25	0,68	Taglio interpiano - utente	1	Dinamica SLV 4 ex- ey-	Istantanea	2,63	2,63
Parete 39	2,75	Taglio interpiano - NPB255	1	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	Istantanea	11,39	11,39

Resistenza acciaio

Il valore di progetto della resistenza a taglio della singola piastra viene calcolato secondo le indicazioni del paragrafo 6.2.6 della norma UNI EN 1993-1-1 mediante la seguente espressione

$$R_{s,d} = \frac{A_v \cdot f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

in cui:

A_v è l'area della sezione netta resistente a taglio della piastra ridotta per la presenza dei fori;

f_y è la resistenza di snervamento dell'acciaio della piastra forata;

γ_{M0} è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale.

Resistenza chiodatura

La resistenza caratteristica del collegamento viene calcolata come prodotto tra il numero efficace di connettori inseriti e la portata del singolo connettore

$$R_{c,k} = n_{ef,conn} \cdot R_{k,conn}$$

dove la portata del singolo connettore $R_{k,conn}$ è valutata utilizzando la teoria di Johansen ed il numero efficace di connettori secondo i punti 8.3.1.1 (8) e 8.5.1.1 (4) della norma UNI EN 1995-1-1.

Nome parete	Nome connessione	Numero file di connettori	Numero connettori in una fila	Spaziatura connettori in una fila [mm]	Numero efficace di connettori	$R_{conn,k}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]
Parete 5	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 6	Taglio interpiano - NPB1	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 7	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 8	Taglio interpiano - utente3	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 9	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 10	Taglio interpiano - utente3	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 11	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 13	Taglio interpiano - utente3	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 15	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 16	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 17	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 18	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 19 - 1	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 21	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 22	Taglio interpiano - NPB1	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 23	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 24	Taglio interpiano - utente3	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 25	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 27	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 28	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 29	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 30	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 39	Taglio interpiano - NPB255	3	10	40	21,24	1,87	39,75
Parete 53	Taglio interpiano - utente	3	10	40	21,24	1,87	39,75

Il valore di progetto della capacità portante è dato dalla

$$R_{c,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,k}}{\gamma_M}$$

in cui:

$R_{c,k}$ è la resistenza caratteristica del collegamento;

k_{mod} è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo alle connessioni.

Le verifiche sono riassunte nella seguente tabella in cui si riporta il valore caratteristico di resistenza dell'angolare ed il relativo valore di progetto. La verifica viene effettuata confrontando quest'ultimo con la forza agente.

Nome: Nome della connessione nella quale è utilizzato l'angolare

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per l'angolare considerato

$V_{a,d}$: Valore di progetto della sollecitazione agente su ogni piastra

k_{mod} : Coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico e dell'umidità

$k_{R,deg}$: Coefficiente di degrado della resistenza per effetto delle sollecitazioni cicliche

γ_M : Coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, dipendente dal tipo di verifica

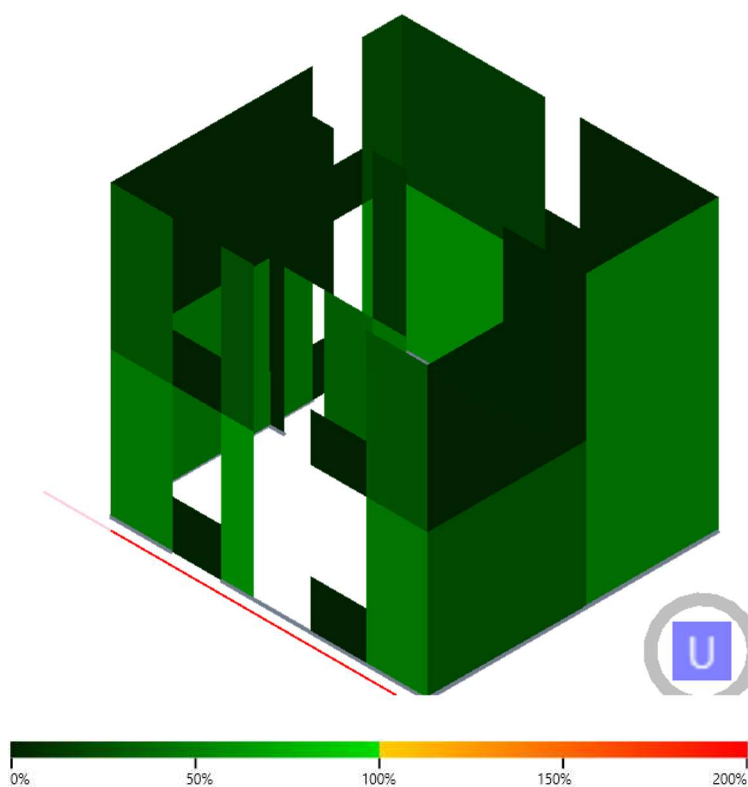
$$V_{a,d} \leq \min(R_{s,d}; R_{c,d})$$

Nome parete	Nome connessione	Comb.	Classe servizio	$V_{a,d}$ [kN]	$R_{c,k}$ [kN]	k_{mod}	$k_{R,deg}$	γ_M	$R_{c,d}$ [kN]	Verifica chiodatura	$R_{s,k}$ [kN]	γ_{M0}	$R_{s,d}$ [kN]	Verifica piastra a taglio
Parete 5	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	23,30	39,75	1,1	1	1,4	31,24	75%	80,54	1,05	76,70	30%
Parete 6	Taglio interpiano - NPB1	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	4,18	39,75	1,1	1	1,4	31,24	13%	80,54	1,05	76,70	5%
Parete 7	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	14,73	39,75	1,1	1	1,4	31,24	47%	80,54	1,05	76,70	19%
Parete 8	Taglio interpiano - utente3	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	10,43	39,75	1,1	1	1,4	31,24	33%	80,54	1,05	76,70	14%
Parete 9	Taglio interpiano - utente	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	3,79	39,75	1,1	1	1,4	31,24	12%	80,54	1,05	76,70	5%
Parete 10	Taglio interpiano - utente3	Dinamica SLV 1 ex- ey-	1	10,43	39,75	1,1	1	1,4	31,24	33%	80,54	1,05	76,70	14%
Parete 11	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	19,62	39,75	1,1	1	1,4	31,24	63%	80,54	1,05	76,70	26%
Parete 13	Taglio interpiano - utente3	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	6,12	39,75	1,1	1	1,4	31,24	20%	80,54	1,05	76,70	8%
Parete 19 - 1	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	8,51	39,75	1,1	1	1,4	31,24	27%	80,54	1,05	76,70	11%
Parete 21	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 4 ex- ey+	1	16,67	39,75	1,1	1	1,4	31,24	53%	80,54	1,05	76,70	22%
Parete 22	Taglio interpiano - NPB1	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	2,11	39,75	1,1	1	1,4	31,24	7%	80,54	1,05	76,70	3%
Parete 23	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 5 ex- ey+	1	7,43	39,75	1,1	1	1,4	31,24	24%	80,54	1,05	76,70	10%
Parete 24	Taglio interpiano - utente3	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	6,12	39,75	1,1	1	1,4	31,24	20%	80,54	1,05	76,70	8%
Parete 25	Taglio interpiano - utente	Dinamica SLV 4 ex- ey-	1	2,63	39,75	1,1	1	1,4	31,24	8%	80,54	1,05	76,70	3%
Parete 39	Taglio interpiano - NPB255	Dinamica SLV 8 ex+ ey+	1	11,39	39,75	1,1	1	1,4	31,24	36%	80,54	1,05	76,70	15%

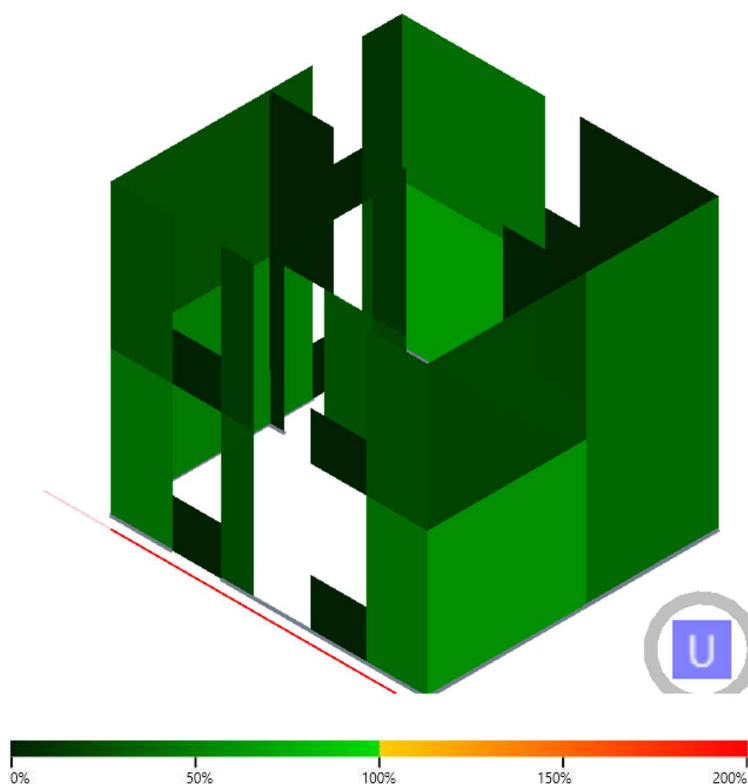
Percentuale di sfruttamento connessioni

Stato Limite Ultimo (SLU)

Verifiche ancoraggi a trazione

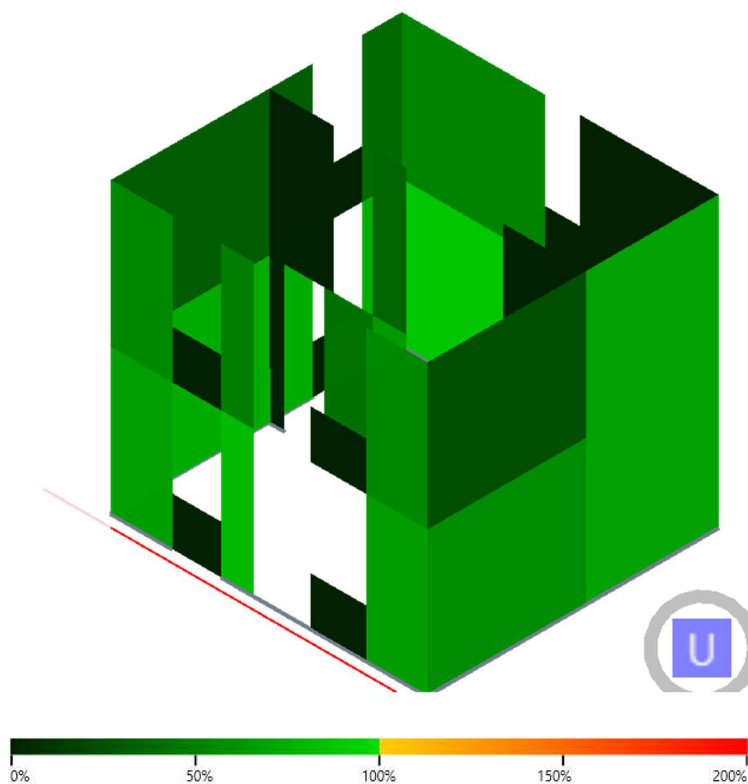


Verifiche ancoraggi a taglio

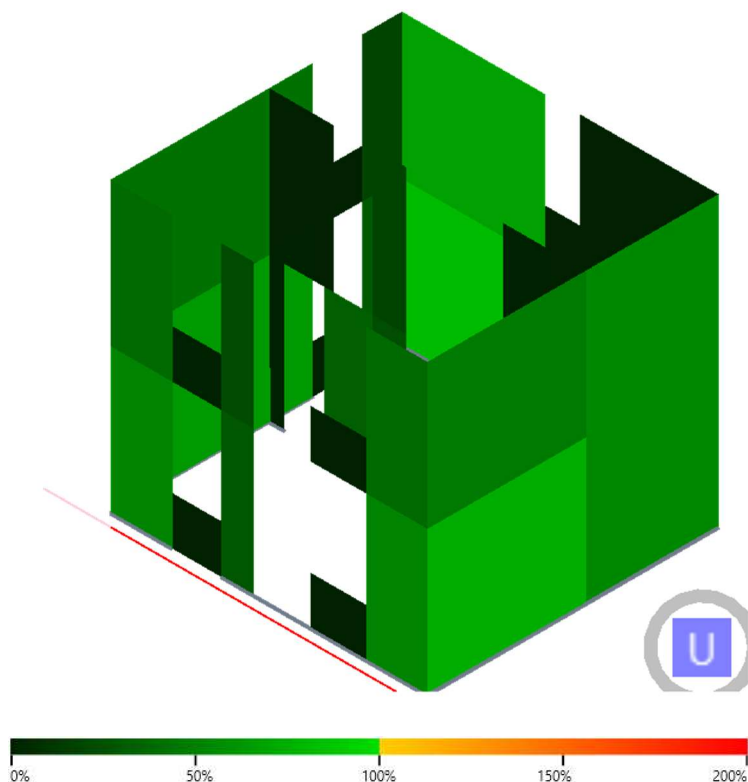


Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV dinamica)

Verifiche ancoraggi a trazione



Verifiche ancoraggi a taglio



Verifiche sismiche agli stati limite di danno

Si verifica che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori ai limiti indicati nel seguito

$$q \cdot d_r < d_{r,lim} = 0,005 h$$

dove:

q è il fattore di comportamento allo SLD che vale 1,50;

d_r è lo spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore, ottenuto dall'analisi lineare;

h è l'altezza del piano.

A seguire si riportano, in forma tabellare, le verifiche sismiche allo stato limite di danno.

Parete: Nome indicativo della parete considerata

h: Altezza di interpiano

Comb.: Combinazione di carico più gravosa per la verifica in esame

dr: Spostamento relativo calcolato

$d_{r,lim}$: Spostamento relativo limite

Nella tabella si riportano le verifiche sismiche allo stato limite di esercizio in riferimento all'Analisi Dinamica Lineare.

Parete	h [m]	Comb.	d_r [mm]	d_{lim} [mm]	Verifica
Parete 5	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey+	2,05	15,00	20%
Parete 6	3,00	Dinamica SLD 5 ex- ey+	1,68	15,00	17%
Parete 7	3,00	Dinamica SLD 5 ex- ey+	1,68	15,00	17%
Parete 8	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey-	2,02	15,00	20%
Parete 9	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey-	2,02	15,00	20%
Parete 10	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey-	2,02	15,00	20%
Parete 11	3,00	Dinamica SLD 8 ex+ ey+	1,56	15,00	16%
Parete 13	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey-	1,41	15,00	14%
Parete 19 - 1	3,00	Dinamica SLD 5 ex+ ey+	0,68	15,00	7%
Parete 21	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey+	1,47	15,00	15%
Parete 22	3,00	Dinamica SLD 5 ex- ey+	0,85	15,00	8%
Parete 23	3,00	Dinamica SLD 5 ex- ey+	0,85	15,00	8%
Parete 24	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey-	1,41	15,00	14%
Parete 25	3,00	Dinamica SLD 1 ex- ey-	1,41	15,00	14%
Parete 36 - 1	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey+	1,88	15,00	19%
Parete 39	5,89	Dinamica SLD 8 ex+ ey+	2,22	29,45	11%
Parete 45	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey+	1,36	15,00	14%
Parete 36 - 2	3,00	Dinamica SLD 4 ex- ey+	1,88	15,00	19%

Si riportano di seguito le percentuali di sfruttamento delle pareti.

