

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Tettoia in Legno

Via Vigna 25
Legnano (MI)



Sattamino Andrea
via Garibaldi
Desio MB

Indice

1. Premessa
2. Descrizione opera
3. Dati generali relativi alla struttura
4. Riferimenti legislativi
5. Parametri dei materiali utilizzati
6. Combinazioni di carico
7. Azione sismica
8. Metodi di verifica e caratteristiche del codice di calcolo
9. Principali risultati
- 10 Conclusione

1. Premessa

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica, in accordo con le prescrizioni contenute nel paragrafo 10.1 del Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Relativamente al progetto in oggetto il documento descrive in particolare le modalità operative di applicazione della normativa vigente.

Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte a "regola d'arte" dal progettista, secondo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni. Per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello ed al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato il metodo agli stati limite, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di riferimento elencate nel documento. Si riporta di seguito in proposito l'insieme delle verifiche strutturali, atte a garantire la resistenza ed il comportamento della struttura sia in condizioni di esercizio che sotto l'azione di eventi di carico straordinari.

Secondo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 la relazione di calcolo riporta infine una sezione relativa alle analisi svolte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, al fine di facilitare l'interpretazione e la verifica dei calcoli svolti e di consentire elaborazioni indipendenti da parte di soggetti diversi dal redattore del documento.

2. Descrizione dell'opera

La tettoia è realizzata completamente in legno su platea di fondazione in cemento armato.

La tettoia ha estensione complessiva in pianta di 12x6,3m circa.

La struttura portante è costituita da due telai paralleli, a distanza di 5m, aventi ciascuno :

- 3 pilastri 20x20cm posti con interasse di 5m (luce 4,8m) in legno lamellare (GL24H);
- trave in legno lamellare (GL24H) 20x20cm con 2 campate di 5m e sbalzo laterale di 1m in entrambe le estremità.

La copertura è costituita da 21 travetti di sezione 10x20cm in legno lamellare (GL24H) poggianti sulle 2 travi principali e posti ad interasse 0,6m (luce 0,5m).

Il manto di copertura è costituito da pannello in poliuretano espanso con disegno architettonico a forma di tegola poggiante su correnti in legno massiccio (C24) di dimensioni 5x4 cm.

Tutti gli elementi sono connessi mediante viti opportunamente dimensionate.

In corrispondenza dell'unione trave-pilastri si prevede la posa in opera di saette in legno lamellare GL24H a 45° con sezione 20x12cm .

La tettoia è vincolata a terra mediante bicchieri in acciaio con tirafondi su platea di fondazione in calcestruzzo armato (C25/30) di spessore 15cm.

3 Dati generali

In questo paragrafo si riportano le caratteristiche generali relative all'opera, alla località di ubicazione ed i dati anagrafici dei soggetti coinvolti nell'intervento.

3.1 Caratteristiche

Nome Progetto:	Tettoia in Legno	Tipologia di intervento:	Nuova costruzione di struttura in legno
Tipologia opera:	Tettoia in legno	Classe d'uso dell'edificio:	II
Normativa di riferimento:	Stati limite Norme Tecniche 2008		
Tipo di analisi:			
Numero di pratica:			

3.2 Località

Descrizione area:	L'opera sorgerà in terreno, attualmente incolto, retrostante alla costruzione ad uso residenziale per 2 nuclei familiari.		
Comune:	Legnano	Provincia:	MI
Longitudine:	8,9089 °	Latitudine:	45,5969 °
Altitudine:	199		
Indirizzo:	Via Vigna 25		

3.3 Dati per analisi sismica

Vita nominale della struttura: 50 anni	Zona Sismica: 4
---	------------------------

3.4 Soggetti coinvolti

Progettista struttura: Sattamino Andrea
via Garibaldi 20832 Desio (MB)

Progettista opera: Sattamino Andrea
via Garibaldi 20832 Desio (MB)

Impresa:

Proprietà:

Progettista architettonico: Sattamino Andrea
via Garibaldi 20832 Desio (MB)

Direttore Lavori: Sattamino Andrea
via Garibaldi 20832 Desio (MB)

Committente:

Collaudatore:

4. Riferimenti normativi

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

- *Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008*
“Norme Tecniche per le Costruzioni 2008”, pubblicato sul S.O. n° 30 alla G.U. n° 29 del 4 febbraio 2008.
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617*
“Circolare applicativa delle NTC2008 D.M. 14.01.2008 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)”
- *UNI EN 1995-1-1: 2005*
“Eurocodice 5, parte 1-1 - Progettazione delle strutture di legno. Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici”.
- *CNR-DT 207/2008* "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni"
- *CNR-DT 206/2007*
"Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Legno" per la verifica delle connessioni

5. I materiali

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. Questi sono stati identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in situ ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti.

Descrizione

Nome: **D60**

Tipologia del materiale: legno

Tipo: Legno massiccio

Descrizione:

Caratteristiche del legno

Resistenza caratteristica media a flessione f_{mk} : 60,0 N/mm²

Resistenza caratteristica a trazione parallela f_{t0k} : 36,0 N/mm²

Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare f_{t90k} : 0,7 N/mm²

Resistenza caratteristica a compressione parallela f_{cok} : 32,0 N/mm²

Resistenza caratteristica a compress. perpendicolare f_{c90k} : 10,5 N/mm²

Resistenza caratteristica a taglio f_{vk} : 5,3 N/mm²

Modulo Elastico parallelo medio E_{0m} : 17.000 N/mm²

Modulo Elastico perpendicolare medio E_{90m} : 1.130 N/mm²

Modulo Elastico parallelo caratteristico $E_{0.05}$: 14.300 N/mm²

Modulo Elastico tangenziale medio G_m : 1.060 N/mm²

Densità ρ : 700 kg/m³

Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t : 0

6. Azioni e Carichi sulla struttura

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC 2008, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- *permanenti* (G): azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- *variabili* (Q): azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi (nei risultati SLU statica)

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (nei risultati SLE rara)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili (nei risultati SLE frequente)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine (nei risultati SLE quasi permanente)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (nei risultati SLU sisma)

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

Dettagli per la combinazione sismica

La valutazione dell'azione sismica E è condotta secondo le specifiche del capitolo 3.2 e in accordo con le prescrizioni del capitolo 7.3.3 delle NTC 2008 per i tipi di analisi sismica lineare sia dinamica che statica.

I risultati così ottenuti per ciascuna direzione, X e Y (eventualmente anche Z), vengono poi combinati secondo le indicazioni del capitolo 7.3.5 delle NTC 2008, ovvero vengono sommati i contributi secondo il seguente criterio:

$$E1 = 1,00 \times E_x + 0,30 \times E_y + 0,30 \times E_z$$

$$E2 = 0,30 \times E_x + 1,00 \times E_y + 0,30 \times E_z$$

$$E3 = 0,30 \times E_x + 0,30 \times E_y + 1,00 \times E_z$$

La rotazione dei coefficienti moltiplicativi permette l'individuazione degli effetti più gravosi, la direzione Z è opzionale in virtù delle prescrizioni al paragrafo 7.2.1 delle NTC 2008.

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni **EQU**, **STR** e **GEO** (cfr NTC 2008 § 2.6.1), rispettivamente definite come: stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.

Nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali: per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2008 Tabella 2.6.I].

		Coefficiente γ_f	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti ψ in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte $\psi_0 Q_k$.

Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria H (tetti)	0,00	0,00	0,00
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00

Dettagli per le combinazioni di calcolo ed il progetto dell'armatura.

Per il progetto e la verifica della armature vengono distinti i risultati dell'analisi in condizione statica da quelli dell'analisi sismica.

Progetto dell'armatura in condizione statica

Il progetto iniziale dell'armatura è condotta considerando i risultati di ciascuna combinazione delle azioni di calcolo in condizione statica, ovvero vengono considerati ed inviluppati i risultati massimi e minimi delle seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale SLU
- Combinazione SLE caratteristica rara
- Combinazione SLE frequente
- Combinazione SLE quasi permanente

Per ciascuna combinazione elencata vengono valutate le distinte configurazioni di carico distinguendo i diversi gruppi di carico e considerando tutte le possibili varianti secondo i metodi del calcolo combinatorio ottenendo così ' $2^n + 1$ ' combinazioni, dove 'n' coincide con il numero di carichi accidentali considerati nell'analisi, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente P

Carico accidentale residenziale A

Le combinazioni dedotte sono:

P solo carico permanente

P A carico permanente + carico accidentale A

Inoltre per le combinazioni SLU e SLE caratteristica vengono individuate in aggiunta le permutazioni di tali configurazioni aventi di volta in volta un carico accidentale principale differente fra quelli considerati, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente P

Carico accidentale residenziale A1

Carico accidentale tipo neve	A2
Carico accidentale tipo vento	A3

Le combinazione dedotte sono:

P	solo carico permanente
P A1	carico permanente + carico accidentale A1
P A2	carico permanente + carico accidentale A2
P A3	carico permanente + carico accidentale A3
P A1 A2	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2
P A2 A1	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale)
P A1 A3	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A3 (principale)
P A2 A3	carico permanente + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A2	carico permanente + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)
P A1 A2 A3	carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2 + carico accidentale A3
P A2 A1 A3	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1 A2	carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)

Le effettive combinazioni generate per i diversi stati limite sono riportate nei paragrafi seguenti.

Per gli elementi trave e pilastro vengono inviluppati i risultati di ciascuna combinazione e vengono individuati i valori massimi e minimi dando luogo alle seguenti sollecitazioni:

- massima e minima per l'azione assiale N,
- massima e minima per le azioni di flessione attorno agli assi principali di inerzia di ciascun elemento Mz e My,
- massima e minima per le azioni taglienti lungo gli assi principali d'inerzia Tz e Ty.

Nella progettazione delle armature di travi e pilastri queste 6 sollecitazioni (N^+ , N^- , Mz^+ , Mz^- , My^+ , My^-) vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- N^+, Mz^+, My^+
- N^+, Mz^+, My^-
- N^+, Mz^-, My^+
- N^+, Mz^-, My^-
- N^-, Mz^+, My^+
- N^-, Mz^+, My^-
- N^-, Mz^-, My^+
- N^-, Mz^-, My^-

Per il progetto delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori inviluppati di progetto (Tz^+ , Tz^- , Ty^+ , Ty^-).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di progetto:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali Mx, My e Mxy,
- massimi e minimi per le azioni taglienti Tzx e Tzy.

Il progetto dell'armatura degli elementi shell di tipo piastra è condotto valutando i valori massimi e minimi delle azioni inviluppate di flessione M_x, M_y e M_{xy}. Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni inviluppate in un calcolo sezonale indipendente.

Progetto dell'armatura in condizione sismica

L'armatura progettata in condizione statica è verificata ed integrata con i risultati della combinazione sismica (anche SLU sisma) e secondo le specifiche delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, § 7.4.

I risultati dell'azione sismica E danno luogo a sollecitazioni inviluppate e prive di segno in accordo con la combinazione quadratica completa (CQC, § C7.3.3 della Circolare Ministeriale 617 del 2009) necessarie per considerare le correlazioni tra i massimi contributi modalì. La combinazione dei risultati nelle diverse direzioni, attraverso gli opportuni coefficienti di interazione, da luogo alla combinazione sismica più gravosa (E1, E2, E3).

Per la progettazione di travi e pilastri la componente E della combinazione sismica individuata viene considerata positiva e negativa; la combinazione sismica da luogo quindi alle sollecitazioni di progetto le quali vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata (NE⁺, NE⁻, ME1⁺, ME1⁻, ME2⁺, ME2⁻)e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- NE⁺, MEz⁺, MEy⁺
- NE⁺, MEz⁺, MEy⁻
- NE⁺, MEz⁻, MEy⁺
- NE⁺, MEz⁻, MEy⁻
- NE⁻, MEz⁺, MEy⁺
- NE⁻, MEz⁺, MEy⁻
- NE⁻, MEz⁻, MEy⁺
- NE⁻, MEz⁻, MEy⁻

Per il progetto delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori inviluppati di progetto (TEz⁺, TEz⁻, TEy⁺, TEy⁻).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di progetto:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali M_x, M_y e M_{xy},
- massimi e minimi per le azioni taglienti T_{zx} e T_{zy}.

Il progetto dell'armatura degli elementi shell di tipo piastra è condotto valutando i valori massimi e minimi delle azioni inviluppate di flessione M_x, M_y e M_{xy}. Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni inviluppate in un calcolo sezonale indipendente.

6.1 Combinazioni SLU statica

1,3*Permanenti+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti+1,5*Carichi da Neve sotto 1000m

1,3*Permanenti

1*Permanenti

6.2 Combinazioni SLE caratteristica

1*Permanenti+1*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti

6.3 Combinazioni SLE frequente

1*Permanenti+0,2*Carichi da Neve sotto 1000m

1*Permanenti

6.4 Combinazioni SLE quasi permanente

1*Permanenti

6.5 Analisi dei carichi

La struttura è soggetta oltre che ha pesi propri anche a carichi esterni dovuti alla presenza di elementi non strutturali ed alla distribuzione di carichi permanenti e variabili legati alla funzione stessa dell'opera. Tra i carichi variabili inoltre vengono considerate le azioni del vento e della neve. Di seguito, in dettaglio la composizione delle azioni e la loro applicazione sulla struttura in esame.

Tettoia

Carichi permanenti

Copertura	0,6867 N/m
Totale	0,6867 N/m

Carichi permanenti non strutturali

-	-
---	---

Carichi accidentali

Neve	11,772 N/m
Totale	11,772 N/m

6.6 Carichi variabili da vento

Vengono qui di seguito riportati i parametri utilizzati per la valutazione della pressione del vento in conformità a quanto descritto nel paragrafo 3.3 delle NTC2008:

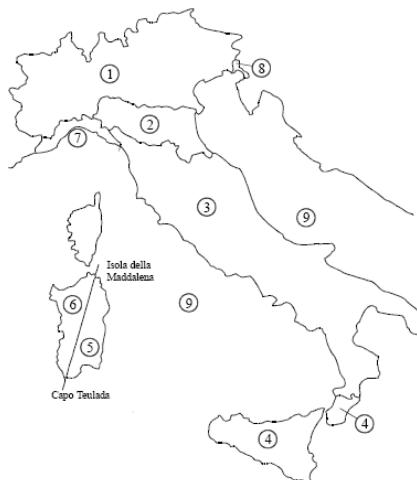
$$p = qb Ce Cp Cd$$

con

$qb = \frac{1}{2} \rho \cdot vb^2$	pressione cinetica di riferimento
ce	coefficiente di esposizione
cp	coefficiente di forma
cd	coefficiente dinamico

Per il sito e la struttura in esame si individuano i seguenti requisiti

Altitudine s.l.m.	as	141 m
Zona di vento		1



Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

essendo

$$\begin{aligned} vb &= vb_0 && \text{per } as \leq a_0 \\ vb &= vb_0 + ka (as - a_0) && \text{per } a_0 < as \leq 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Valori dei parametri $vb,0$, a_0 , k_a

velocità di riferimento

vb 25 m/s

pressione cinetica di riferimento

qb 390,625 N/m²

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
A	- -	IV	IV	V	V	V
B	- -	III	III	IV	IV	IV
C	- -	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5
** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

ZONA 9	
	costa
	mare
A	- -
B	- -
C	- -
D	I

ZONA 6						
	costa	mare	500m			
A	- -	III	IV	V	V	
B	- -	II	III	IV	IV	
C	- -	II	III	III	IV	
D	I	I	II	II	III	

ZONE 7,8			
	mare	costa	
	1,5 km	0,5 km	
A	- -	- -	IV
B	- -	- -	IV
C	- -	- -	III
D	I	II	*

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

Definizione delle categorie di esposizione

classe di rugosità del terreno C
categoria di esposizione del sito III
altezza dal suolo di calcolo z 3

Categoria di esposizione del sito	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

essendo poi

$$ce(z) = kr^2 \cdot ct \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + ct \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

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

coefficiente di esposizione ce 1,71
coefficiente di forma cp 1,43

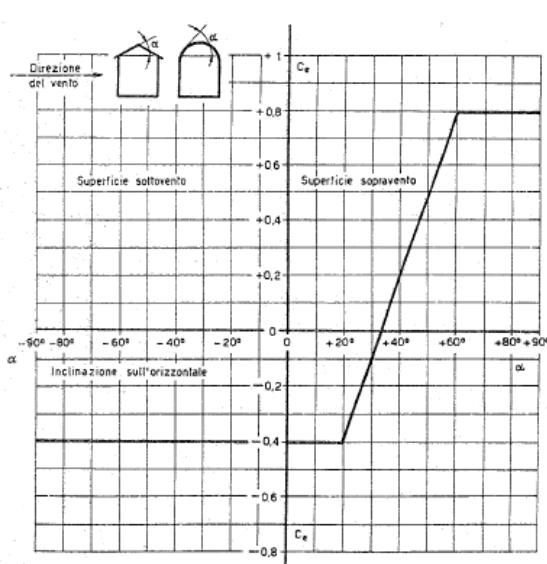


Figura C3.3.2 Valori assunti da c_{pe} al variare di α .

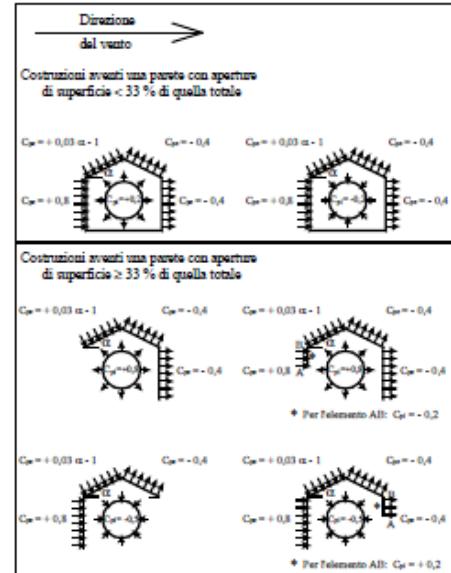


Figura C3.3.3 Coefficienti di forma per gli edifici.

pressione del vento p 953,81 N/m²

6.7 Carichi variabili da neve

Vengono qui di seguito riportati i parametri utilizzati per la valutazione della pressione della neve in conformità a quanto descritto nel paragrafo 3.4 delle NTC2008:

$$q_s = \mu_i q_{sk} c_E c_t$$

con

q_s	carico neve sulla copertura
μ_i	coefficiente di forma della copertura
q_{sk}	valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2] per un periodo di ritorno di 50 anni
c_E	coefficiente di esposizione
c_t	coefficiente termico

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Per il sito e la struttura in esame si individuano i seguenti requisiti

Altitudine s.l.m. as 140 m
Zona 1



Mappa delle zone di carico da neve al suolo in cui è suddiviso il territorio italiano

valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo q_{sk} 1,50 kN/m^2

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Valori di C_E per diverse classi di topografia

coefficiente di esposizione c_E 1
coefficiente termico c_t 1

angolo della falda α 11

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Valori del coefficiente di forma

coefficiente di forma della copertura μ_i 0,80

pressione della neve p 1,20 kN/m^2

7. Dati azione sismica

Nei seguenti paragrafi vengono riportati i parametri utilizzati per la valutazione dell'azione sismica sulla struttura in esame, in accordo alle specifiche definite al capitolo 3.2 e 7.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. In particolare gli spettri elastici considerati si basano sui dati e le correlazioni definite per il reticolo di riferimento così come definito nell'allegato alle Norme Tecniche per le Costruzioni.

7.1 Caratteristiche del sito

Comune: Rho
Longitudine: 9,0412 °
Categoria di sottosuolo: B

Provincia: MI
Latitudine: 45,5318 °
Amplificazione topografica: T1

7.2 Caratteristiche dell'edificio

Vita nominale Vn: 50 anni
Coefficiente d'uso Cu: 1

Classe d'uso: II
Periodo di riferimento VR: 50,00 anni

	PVR	TR	ag	F0	TC*
Stato Limite di Operatività	81 %	30,00	0,17	2,55	0,16
Stato Limite di Danno	63 %	50,00	0,21	2,52	0,19
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	10 %	475,00	0,42	2,67	0,28
Stato Limite di Prevenzione del Collasco	5 %	975,00	0,51	2,72	0,30

7.3 Parametri sismici

Componente orizzontale

Coefficiente di amplificazione topografica ST: 1

Fattore di utilizzazione dello spettro elastico η : 1

	SS	S	CC	TB	TC	TD
Stato Limite di Operatività	1,20	1,20	1,59	0,08	0,25	1,67
Stato Limite di Danno	1,20	1,20	1,53	0,10	0,29	1,68
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	1,20	1,20	1,41	0,13	0,40	1,77
Stato Limite di Prevenzione del Collasco	1,20	1,20	1,40	0,14	0,42	1,80

Componente verticale

	SS	S	TB	TC	TD	Fv
Parametri dello spettro di risposta elastico verticale	1,0	1,20	0,05	0,15	1,0	2,35

con SS coefficiente di amplificazione stratigrafica

S coefficiente di amplificazione topografica e stratigrafica

Fo fattore di amplificazione spettrale massima su sito rigido orizzontale

Fv fattore di amplificazione spettrale massima

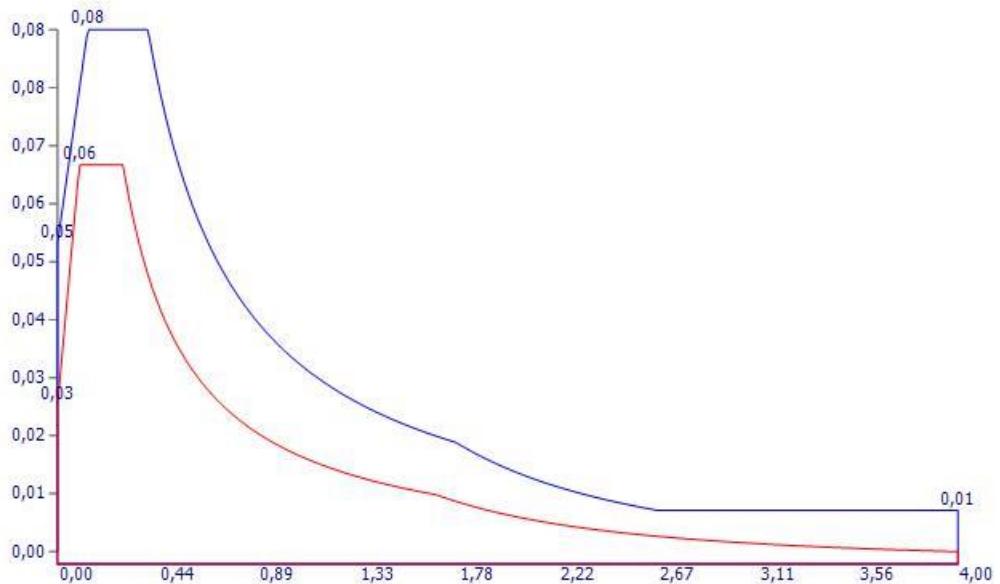
TC periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, in [s]

TB periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro, in [s]

TD periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, in [s]

7.4 Spettro di risposta in accelerazione

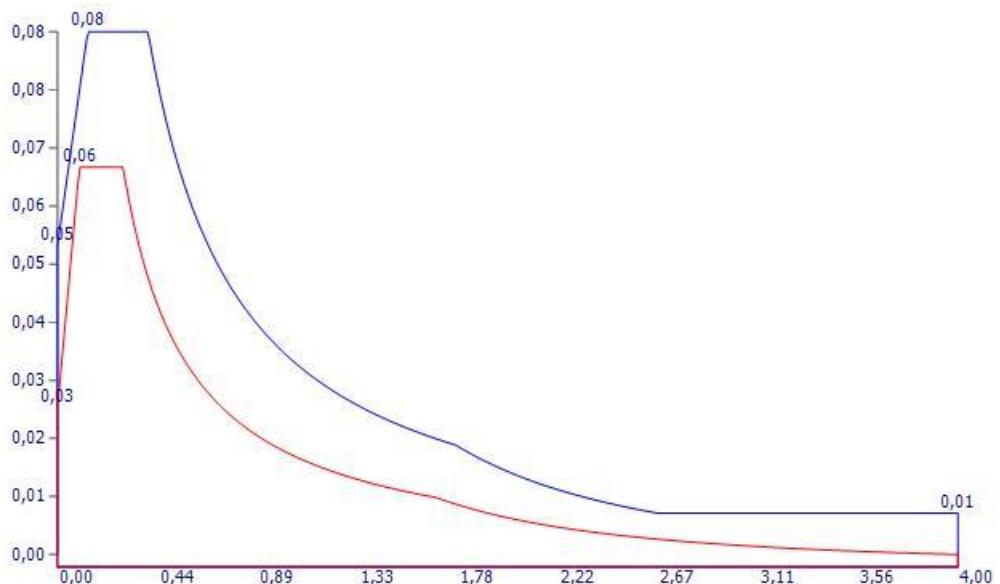
Direzione X



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

Direzione Y



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

7.5 Fattore di struttura (NTC §7.3.1)

Qui di seguito vengono riportati i parametri utilizzati per stimare il valore del fattore di struttura 'q' adottato nel calcolo.

Tale parametro è espressione della presenza di sistemi strutturali dissipativi e dalla loro valutazione agli stati limite ultimi per ciascuna direzione dell'azione sismica, in funzione della tipologia strutturale, del grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità del materiale.

L'espressione più generica per il calcolo del fattore di struttura è:

$$q = q_0 KR KW$$

Parametri di calcolo	
Classe di duttilità: CD 'B'	Regolarità in pianta:
Tipologia di modello strutturale:	Rapporto di sovraresistenza α_u/α_1 : 0
Tipologia strutturale: Strutture a pareti non accoppiate	Fattore di struttura massimo q_0 : 3
Regolarità in altezza: Edifici non regolari	Fattore riduttivo KR : 0,8
Rapporto tra altezza a larghezza delle pareti α_0 : 0,7	Fattore correttivo KW : 0,566666662693024
Fattore di struttura	
Fattore di struttura q_x – componente orizzontale in direzione X: 1	
Fattore di struttura q_y – componente orizzontale in direzione Y: 1	
Fattore di struttura q – componente verticale: 1	
Coefficiente di amplificazione	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione X: 1	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione Y: 1	

8. Caratteristiche dell'Analisi e del Codice di Calcolo

L'analisi strutturale del progetto e le relative verifiche effettuate sono state condotto con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. In conformità con quanto richiesto dalle NTC 2008 § 10.2 si riportano di seguito le caratteristiche riguardanti la tipologia di analisi svolta ed il codice di calcolo utilizzato.

8.1 Analisi svolta

L'analisi condotta per la valutazione dell'azione sismica è di tipo lineare, in particolare è stata eseguita un'analisi dinamica modale.

8.2 Metodo di verifica

Le verifiche condotte si basano sul metodo degli Stati Limite sia per le condizioni ultime che di esercizio della struttura, così come definito al capitolo 4 e 7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

8.2 Origine e Caratteristiche del Codice di Calcolo

Software	TRAVILOG TITANIUM 5 12
Autore, produttore e distributore	Logical Soft s.r.l – via Garibaldi 253, 20832 Desio (MB)
Metodo numerico adottato	Metodo di calcolo agli elementi finiti
Solutore ad elementi finiti adottato	Xfinest di Harpaceas

La licenza di utilizzo del codice di calcolo è concessa da Logical Soft s.r.l a:

Graziella Campagna, Codice Cliente: 119885

via Garibaldi 253, 20832, Desio - MB

Numero di serie: 5890 Chiave HARDWARE

Codice di abilitazione: 5YG8 VE6M MUPF 9DKA GBVG FVQN BLLT J5XN

8.3 Caratteristiche dell'Elaboratore

Sistema Operativo	Sistema Operativo Nome: Microsoft Windows 10 Home Versione: 6.2.9200.0 RAM: 16275 MByte
Processore	Processore computer Tipo CPU: Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz Intel64 Family 6 Model 78 Stepping 3 Velocità CPU: 2401 MHz
Scheda Video	Scheda grafica Descrizione: Intel(R) HD Graphics 520 Versione Driver: 21.20.16.4550 Modalità video: 1366 x 768 x 4294967296 colori Processore video: Intel(R) HD Graphics Family Accelerazione: sconosciuta RAM: 1.024 MByte

(cfr. NTC - § 10.2)

8. Descrizione del codice di calcolo

In questo paragrafo si fornisce un inquadramento teorico relativo alle metodologie di calcolo ed all'impostazione generale impiegata nel software di calcolo ad elementi finiti *TRAVILOG*, utilizzato nella modellazione della struttura.

Codice di calcolo

Il codice di *TRAVILOG* è stato sviluppato da Logical Soft s.r.l. in linguaggio Visual Studio 2015 e .Net Framework 4.5 e non può essere modificato o manipolato dall'utente. In allegato alla relazione si accordano alcuni test effettuati al fine di certificare l'affidabilità del codice di calcolo relativamente ad alcuni semplici casi prova, riportando analisi teorica, soluzione fornita da *TRAVILOG* ed altro codice di calcolo di confronto. Il solutore a elementi finiti utilizzato dal programma è Xfinest 8.5, prodotto da Harpaceas s.r.l. La bontà del solutore è certificata direttamente da CEAS s.r.l., produttore di Xfinest 8.5. Per maggiori dettagli in merito si consiglia di consultare le specifiche relative al solutore di calcolo.

Metodo numerico adottato

Il software esegue l'analisi della struttura tramite **metodo di calcolo agli elementi finiti**, ovvero mediante la costruzione di un modello matematico costituito da un numero definito di elementi discreti, per ognuno dei quali è stata definita analiticamente una relazione tra forze e spostamenti. Da queste elazioni il programma assembla quindi la matrice di rigidezza e calcola la risposta dell'intera struttura.

Caratteristiche del modello

Ogni telaio, realizzato con materiali caratterizzati da comportamento perfettamente elastico, è modellato con 2 tipologie di elemento finito:

- **Tipo asta**, adatto per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento unidirezionale.

L'elemento asta è calcolato mediante funzioni di forma cubiche. Le matrici di rigidezza e di massa associate all'elemento sono costituite sulla base della teoria delle travi snelle, tipo Eulero – Bernoulli. Il programma mostra i diagrammi delle azioni interne discretizzando l'elemento in 17 punti di calcolo.

Se l'asta ha proprietà di suolo elastico, il software valuta le azioni interne e le pressioni sul terreno secondo la teoria delle travi su suolo elastico alla Winkler.

L'elemento finito di XFinest, al cui manuale si rimanda per maggiori dettagli, è l'elemento MBEAM.

- **Tipo shell** (elemento finito tipo QF46) per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento bidimensionale.

Il tipo di elemento utilizzato può lavorare in regime membranale e flessionale e, grazie alla linearità del sistema, i due effetti possono essere considerati separatamente.

L'elemento finito QF46 utilizzato è isoparametrico, basato sulla teoria dei gusci secondo Mindlin – Reissner. È adatto sia per gusci spessi che sottili, non contiene modi spuri, consente di valutare i tagli fuori piano e può degenerare in un triangolo. Tutte le componenti del tensore delle deformazioni sono integrate nel piano medio con ordine di integrazione gaussiana 2 x 2. Per maggiori dettagli si può fare riferimento al manuale di XFinest.

Tipologie di analisi svolte dal software

La scelta del metodo di analisi è effettuata dal progettista a seconda delle prescrizioni previste dalla normativa. Tali prescrizioni dipendono in generale dalla destinazione d'utilizzo della struttura, dalla forma in pianta e dallo sviluppo in altezza della stessa, nonché dalla zona sismica di riferimento. Il software esegue i seguenti metodi di analisi:

- **Analisi statica.** La struttura è soggetta a carichi statici, distribuiti o concentrati, applicati alle aste, ai nodi o agli elementi shell. L'equazione risolvente in tal caso ha la seguente forma:

$$F = K x$$

dove:

F è il vettore dei carichi agenti sulla struttura

K è la matrice di rigidezza

x è il vettore di spostamenti e rotazioni (gradi di libertà del sistema).

- **Analisi sismica statica.** Se la struttura possiede le caratteristiche previste dalla normativa, l'azione del sisma può essere modellata con un sistema di forze di piano equivalenti, valutate e assegnate in funzione della rigidezza degli elementi. La precedente diventa pertanto:

$$F + F_s = K x$$

dove:

F_s è il vettore dei carichi sismici equivalenti agenti sulla struttura, valutati in base alle relative norme di riferimento.

- **Analisi sismica dinamica modale.** In questo caso il programma valuta un comportamento inerziale della struttura, attribuendo un'accelerazione al sistema di riferimento terreno, secondo uno spettro sismico previsto dalla normativa in

funzione della classificazione del territorio e altri parametri.

$$M \cdot x + K \cdot x = - M \cdot u$$

dove:

M è la matrice di massa della struttura

K è la matrice di rigidezza

U è il vettore delle accelerazioni imposte

Gli effetti dinamici dovuti al comportamento inerziale della struttura e l'effetto dei carichi statici vengono successivamente combinati, secondo opportuni coefficienti stabiliti dalla norma.

Formulazione del metodo

Il software esegue il calcolo ad elementi finiti formulando un'**analisi di tipo lineare**. In questo caso la matrice di rigidezza non varia durante lo sviluppo dell'analisi, considerando l'approssimazione per piccoli spostamenti. Sotto tali ipotesi valgono i seguenti benefici:

- Vale il principio di sovrapposizione degli effetti.
- Non influenza la sequenza di applicazione dei carichi sulla struttura.
- La precedente storia di carico della struttura non ha alcuna influenza, pertanto gli sforzi residui possono essere trascurati.

L'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti permette di considerare indipendentemente le ipotesi di carico elementari, per poi combinarle secondo opportuni coefficienti di partecipazione. In questo modo è possibile calcolare la risposta come una combinazione lineare di carichi elementari, rendendo il processo di analisi estremamente efficiente. Le non linearità trascurate in questo tipo di analisi sono le seguenti:

- Non linearità dovuta a effetti geometrici. Grandi spostamenti e rotazioni possono introdurre significativi cambiamenti di forma e orientamento, variando drasticamente la rigidezza totale delle strutture.
- Non linearità delle caratteristiche dei materiali, legate al legame costitutivo o a eventuali anisotropie.
- Non linearità delle condizioni di vincolo.
- Non linearità dei carichi. La direzione di applicazione può variare in funzione della deformata della struttura.

Metodo di risoluzione del problema dinamico

La risoluzione del problema dinamico a n gradi di libertà si basa su un **metodo di sovrapposizione modale**. Tale metodo permette di trasformare un sistema di equazioni accoppiate a un sistema di equazioni disaccoppiate, utilizzando le proprietà di ortogonalità di autovalori e autovettori, ovvero i modi di vibrare della struttura. La studio della struttura non necessita dell'estrazione di tutti gli autovalori, ma solo di una parte significativa di essi, secondo limiti previsti dalle norme. Il metodo utilizzato dal software per l'estrazione degli autovalori è il metodo di *Lanczos*, adatto anche per matrici non simmetriche a termini complessi. Nel calcolo della risposta sismica i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati secondo il metodo CQC, che consente di tener conto delle singole componenti modali X_k, ottenute da una combinazione quadratica delle componenti X_{kj} secondo opportuni coefficienti.

Metodi di verifica svolti dal software

TRAVILOG è in grado di eseguire analisi di sezioni e di verificare il comportamento delle strutture secondo due metodi principali di verifica:

- **Tensioni ammissibili.** I carichi sono applicati alla struttura con il loro valore nominale. Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per opportuni coefficienti ottenendo delle tensioni massime a cui potranno lavorare i materiali stessi. Tali tensioni risultano al di sotto del limite elastico convenzionale.
- **Stati limite.** Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per dei coefficienti di sicurezza ottenendo dei valori limite in campo plastico. I carichi di esercizio, accidentali o permanenti vengono incrementati secondo opportuni coefficienti definiti dalla normativa (vedi in seguito). Il programma valuta diverse condizioni di stato limite:
 - **Stato limite ultimo.** La normativa prevede in questo caso che la struttura sia soggetta in condizioni straordinarie a carichi che possano causare il collasso della stessa, quali ad esempio l'evento sismico.
 - **Stato limite di esercizio.** Anche in questo caso il calcolo della struttura è effettuato incrementando i carichi secondo opportuni coefficienti. A differenza del caso precedente però la struttura è soggetta a carichi in condizioni di esercizio, sotto l'azione dei quali devono prodursi deformazioni controllate, che non impediscono il funzionamento previsto. Esistono tre diverse condizioni di esercizio: **Rara**, **Frequente**, **Quasi permanente**.
 - **Stato limite di danno.** E' il caso in cui la struttura è soggetta a forze di natura sismica. La verifica al danno è da effettuarsi sugli spostamenti.

La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dalle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

Sistemi di riferimento

Il programma possiede 2 diversi tipi di sistema di riferimento:

- **Riferimento globale.**

Il sistema di riferimento è definito da una terna cartesiana destrorsa, valido per tutti gli elementi della struttura e non dipende dal particolare orientamento di parti di essa.

I vincoli esterni, le reazioni vincolari e gli spostamenti nodali calcolati sono riferiti alla terna globale

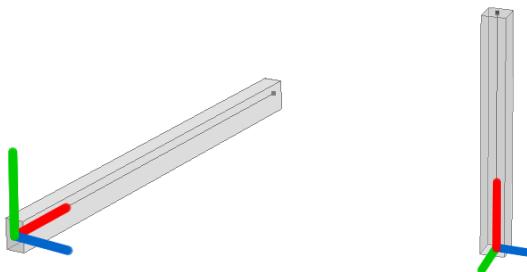


La terna di riferimento globale

- **Riferimento locale.**

In questo caso il sistema di riferimento è ancora definito da una terna cartesiana destrorsa, l'orientamento del quale varia elemento per elemento. Le azioni interne sono sempre riferite alla terna locale

- **Riferimento locale per le Aste.** Per l'elemento asta la direzione x è coincidente con l'asse baricentrico dell'asta stessa, mentre y e z sono perpendicolari ad x e diretti secondo gli assi principali d'inerzia della sezione assegnata all'asta. Secondo l'impostazione di default y è diretto secondo la direzione di azione del peso, a meno di rotazioni assegnate alla sezione. Selezionando un'asta TRAVILOG mostra la terna locale: asse locale X rosso, asse locale Y verde, asse locale Z blu.



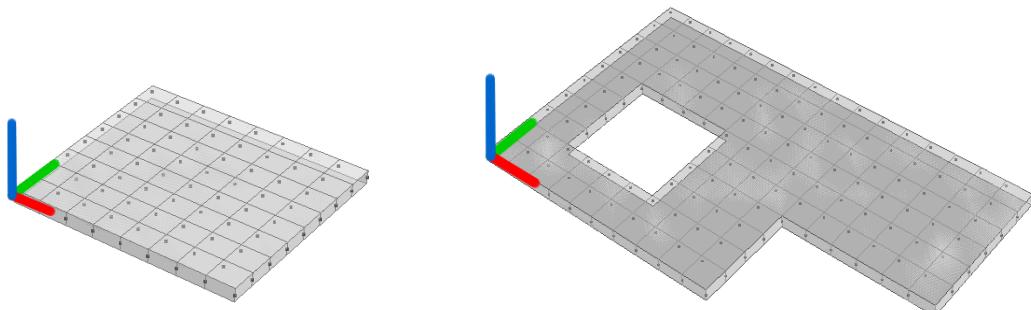
Terne locali dell'elemento asta (trave e pilastro)

- **Riferimento locale per gli elementi shell.** Per gli elementi bidimensionali TRAVILOG trasforma le azioni interne in un unico sistema di riferimento.

Il riferimento adottato dipende da come vengono costruiti i macro elementi dai quali verrà generata automaticamente la mesh di calcolo:

Elemento poligonale. Si tratta di un macro elemento poligonale o quadrangolare a mesh regolare. La terna locale è così definita:

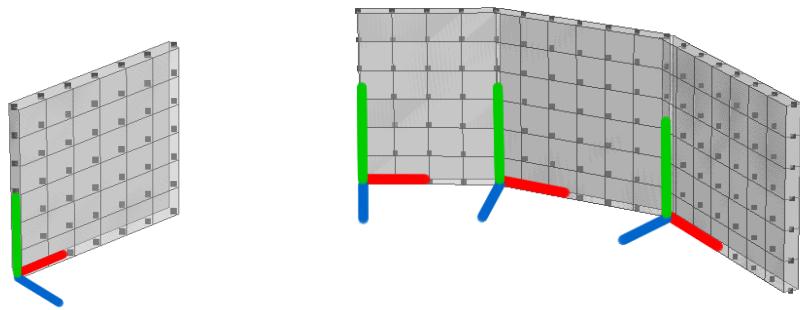
asse X locale (rosso) con origine nel primo nodo cliccato e in direzione primo nodo – secondo nodo. Asse Y locale (verde) ortogonale a X locale, complanare all'elemento ed in direzione del terzo nodo. Asse Z locale (blu) ortogonale al macro elemento. Per questo tipo di elemento è anche possibile definire fori poligonali. La mesh può essere generata manualmente (solo per elementi quadrangolari) o automaticamente.



Esempi terna locale elemento poligonale ed elemento quadrangolare

Elemento estruso (Muro o Nucleo):

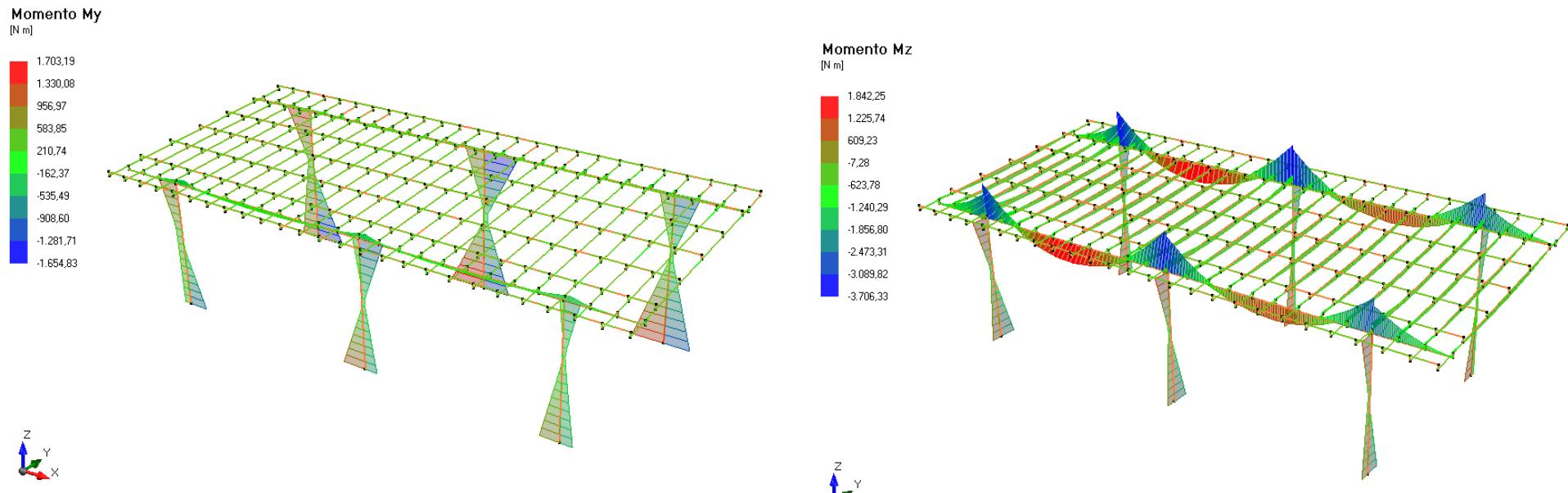
Si tratta di un macro elemento a mesh regolare generato per estrusione in direzione delle forze peso a partire da una traccia. Per ciascuna faccia piana la terna locale è definita nel seguente modo: Asse locale X (rosso) lungo i nodi della traccia. Asse locale Y (verde) diretto come la direzione di estrusione. Asse locale Z (blu) ortogonale alla faccia a formare una terna destra con X e Y.



Esempio terne locali elementi estrusi

9. Principali risultati del calcolo

Diagrammi dei momenti

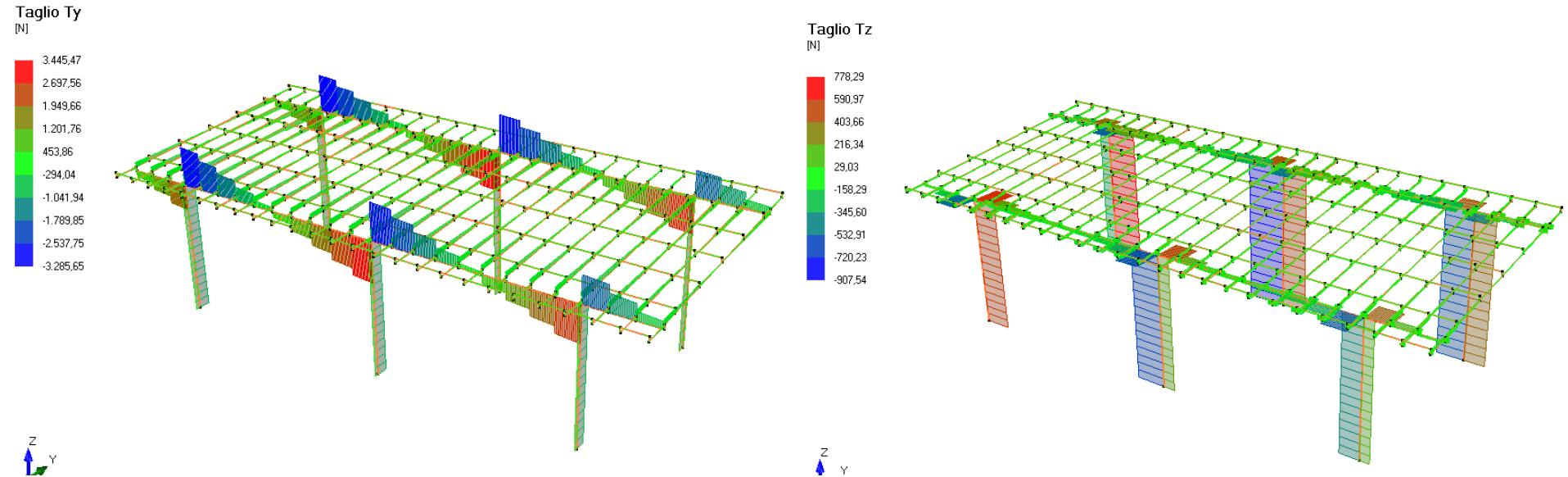


Asta	Momento x max [N m]	Ascissa [m]	Momento x min [N m]	Ascissa [m]	Momento y max [N m]	Ascissa [m]	Momento y min [N m]	Ascissa [m]	Momento z max [N m]	Ascissa [m]	Momento z min [N m]	Ascissa [m]
1	5,91	0,00	-28,14	0,00	1.020,81	3,20	-934,52	0,00	1.546,98	3,20	-1.570,89	0,00
2	25,59	0,00	-14,70	0,00	1.044,63	0,00	-1.085,65	3,20	1.517,58	3,20	-1.506,84	0,00
3	24,75	0,00	-22,43	0,00	790,38	0,00	-580,17	3,20	1.417,05	3,20	-1.389,73	0,00
4	7,08	0,00	-23,54	0,00	1.384,55	3,70	-1.496,01	0,00	1.419,19	0,00	-1.480,95	3,70
5	22,19	0,00	-13,63	0,00	1.703,19	0,00	-1.654,83	3,70	1.359,12	0,00	-1.443,84	3,70
6	21,04	0,00	-20,28	0,00	1.369,47	0,00	-1.110,83	0,00	1.278,06	0,00	-1.370,44	3,70
7	63,03	0,00	-503,08	0,00	-18,44	0,56	-421,54	0,00	-766,21	0,56	-3.171,41	0,00
8	-4,28	0,00	-307,36	0,00	87,38	0,56	-117,44	0,00	440,48	0,56	-1.438,97	0,00
9	-27,50	0,00	-168,37	0,00	153,70	0,56	-12,44	0,56	1.277,33	0,56	-109,11	0,00
10	-21,92	0,00	-82,89	0,00	192,52	0,56	28,99	0,56	1.734,80	0,56	842,98	0,00

11	-2,71	0,00	-29,89	0,00	202,47	0,56	56,20	0,56	1.816,57	0,56	1.428,71	0,00
12	33,40	0,00	-1,45	0,00	197,39	0,00	57,80	0,00	1.818,20	0,00	1.460,90	0,56
13	83,33	0,00	19,93	0,00	175,27	0,00	28,52	0,00	1.557,09	0,00	808,84	0,56
14	161,49	0,00	30,99	0,00	127,44	0,00	-17,32	0,00	1.019,18	0,00	-230,05	0,56
15	288,77	0,00	16,29	0,00	57,56	0,00	-122,44	0,56	122,37	0,00	-1.649,74	0,56
16	470,89	0,00	-41,57	0,00	-64,44	0,00	-426,86	0,56	-1.140,53	0,00	-3.480,71	0,56
17	53,10	0,00	-463,83	0,00	-58,03	0,56	-403,77	0,00	-929,70	0,56	-3.098,07	0,00
18	-7,80	0,00	-283,10	0,00	44,71	0,56	-117,75	0,00	135,21	0,56	-1.454,06	0,00
19	-22,66	0,00	-154,03	0,00	99,49	0,56	-18,43	0,00	836,68	0,56	-206,16	0,00
20	-10,56	0,00	-70,62	0,00	132,45	0,56	17,60	0,56	1.205,59	0,56	663,82	0,00
21	12,57	0,00	-11,79	0,00	140,72	0,00	29,60	0,00	1.331,52	0,56	1.100,52	0,56
22	63,72	0,00	19,52	0,00	146,20	0,00	18,17	0,00	1.330,09	0,00	698,03	0,56
23	148,70	0,00	31,54	0,00	126,59	0,00	-10,91	0,56	1.092,60	0,00	-67,13	0,56
24	279,21	0,00	18,84	0,00	78,98	0,00	-106,58	0,56	479,55	0,00	-1.200,97	0,56
25	456,02	0,00	-32,35	0,00	-6,76	0,00	-379,71	0,56	-504,26	0,00	-2.728,32	0,56
26	439,85	0,00	2,15	0,00	143,67	0,00	-149,95	0,56	-727,11	0,56	-3.364,55	0,00
27	261,22	0,00	53,66	0,00	-4,13	0,00	-132,02	0,56	256,68	0,56	-1.669,15	0,00
28	140,39	0,00	50,36	0,00	57,39	0,56	-71,25	0,56	879,69	0,56	-365,28	0,00
29	63,65	0,00	23,15	0,00	106,66	0,56	-17,13	0,56	1.189,17	0,56	575,98	0,00
30	13,70	0,00	-16,13	0,00	125,15	0,00	-0,86	0,00	1.380,67	0,56	1.020,46	0,56
31	-31,06	0,00	-60,59	0,00	126,80	0,00	-22,12	0,00	1.372,63	0,00	554,30	0,56
32	-59,88	0,00	-135,90	0,00	83,54	0,00	-65,96	0,00	1.211,53	0,00	-280,36	0,56
33	-62,96	0,00	-259,29	0,00	35,19	0,56	-117,98	0,00	685,99	0,00	-1.481,97	0,56
34	-20,71	0,00	-434,97	0,00	182,18	0,56	-132,93	0,00	-191,38	0,00	-3.070,89	0,56
35	465,95	0,00	-9,93	0,00	190,80	0,00	-147,52	0,56	-449,44	0,56	-3.460,57	0,00
36	274,88	0,00	49,45	0,00	39,32	0,00	-132,44	0,56	669,60	0,56	-1.684,08	0,00
37	146,47	0,00	57,88	0,00	110,58	0,56	-68,70	0,56	1.426,40	0,56	-306,38	0,00

Tabella INTERROTTA

Diagrammi dei tagli

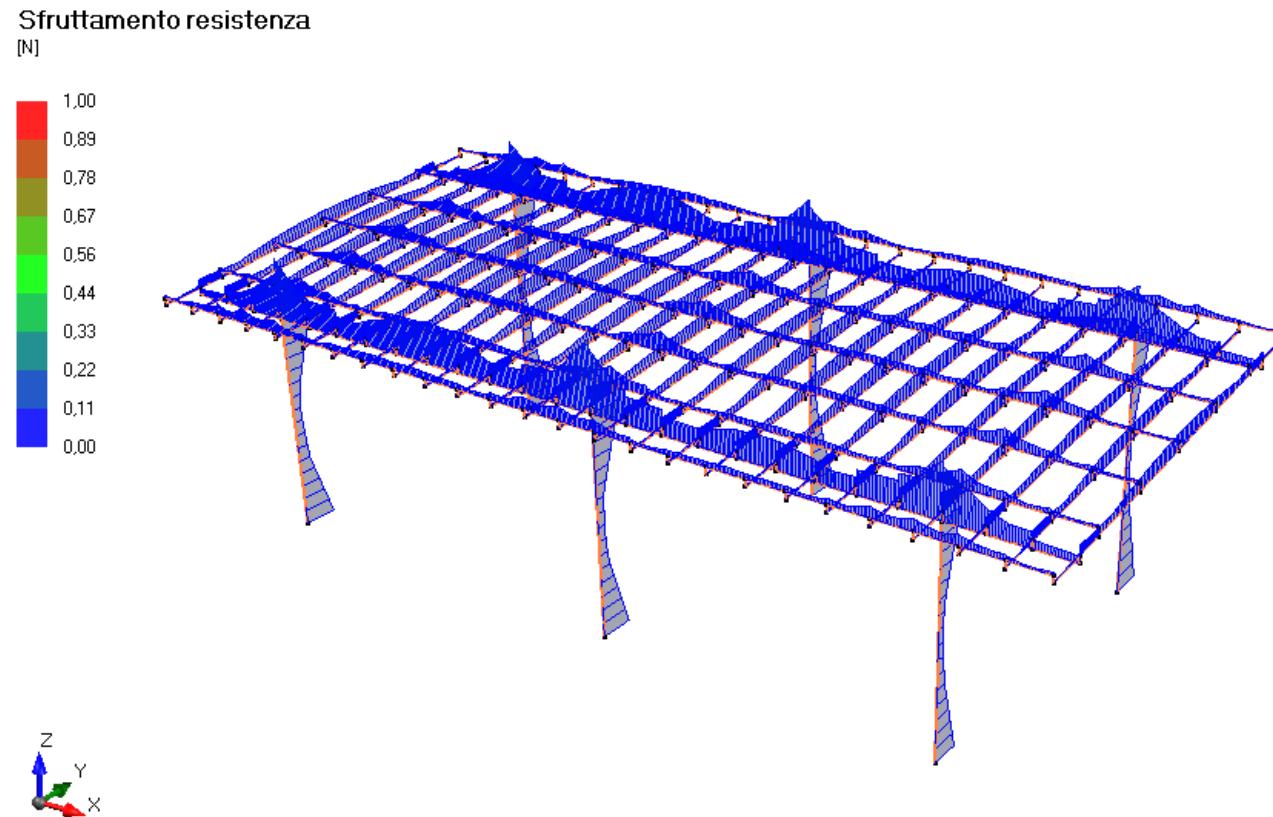


Asta	Assiale max [N]	Ascissa [m]	Assiale min [N]	Ascissa [m]	Taglio y max [N]	Ascissa [m]	Taglio y min [N]	Ascissa [m]	Taglio z max [N]	Ascissa [m]	Taglio z min [N]	Ascissa [m]
1	-5.202,20	3,20	-6.889,02	0,00	389,76	0,00	-974,32	0,00	610,14	0,00	4,35	0,00
2	-6.224,69	3,20	-7.839,45	0,00	339,14	0,00	-945,13	0,00	266,51	0,00	-665,63	0,00
3	-4.882,89	3,20	-6.473,09	0,00	297,42	0,00	-877,10	0,00	212,49	0,00	-427,86	0,00
4	-5.095,10	3,70	-7.036,28	0,00	783,82	0,00	-195,92	0,00	778,29	0,00	-281,95	0,00
5	-6.195,16	3,70	-7.938,26	0,00	757,55	0,00	-161,88	0,00	583,38	0,00	-907,54	0,00
6	-4.729,83	3,70	-6.666,89	0,00	715,81	0,00	-129,16	0,00	465,19	0,00	-637,37	0,00
7	-159,09	0,00	-573,29	0,00	-2.735,70	0,56	-3.200,65	0,00	644,26	0,00	-33,55	0,00
8	-120,59	0,00	-546,03	0,00	-2.068,19	0,56	-2.477,17	0,00	322,70	0,00	-84,84	0,00
9	-79,64	0,00	-493,51	0,00	-1.400,09	0,56	-1.810,81	0,00	181,74	0,00	-100,97	0,00
10	-43,29	0,00	-447,41	0,00	-726,69	0,56	-1.146,04	0,00	117,18	0,00	-76,68	0,00
11	-1,24	0,00	-443,38	0,00	-53,32	0,56	-483,72	0,00	69,90	0,00	-60,08	0,00
12	5,16	0,00	-450,75	0,00	620,17	0,56	178,73	0,00	47,97	0,00	-70,97	0,00
13	-21,63	0,00	-471,85	0,00	1.293,07	0,56	841,33	0,00	45,01	0,00	-97,93	0,00
14	-75,83	0,00	-501,31	0,00	1.966,89	0,56	1.504,92	0,00	69,78	0,00	-161,55	0,00

15	-98,07	0,00	-572,37	0,00	2.639,36	0,56	2.166,98	0,00	52,55	0,00	-299,11	0,00
16	-99,22	0,00	-633,57	0,00	3.359,31	0,56	2.830,89	0,00	-4,82	0,00	-609,10	0,00
17	41,46	0,00	-368,29	0,00	-2.481,46	0,56	-3.047,42	0,00	566,93	0,00	35,66	0,00
18	34,20	0,00	-305,64	0,00	-1.832,31	0,56	-2.342,70	0,00	265,15	0,00	-25,16	0,00
19	51,91	0,00	-249,01	0,00	-1.169,24	0,56	-1.670,97	0,00	128,15	0,00	-48,49	0,00
20	79,77	0,00	-217,09	0,00	-506,98	0,56	-999,91	0,00	86,73	0,00	-49,43	0,00
21	89,32	0,00	-202,66	0,00	154,22	0,56	-329,07	0,00	68,52	0,00	-60,52	0,00
22	82,14	0,00	-213,98	0,00	814,78	0,56	342,32	0,00	62,89	0,00	-84,58	0,00
23	85,76	0,00	-272,29	0,00	1.477,31	0,56	1.013,99	0,00	81,79	0,00	-146,56	0,00
24	70,59	0,00	-327,41	0,00	2.141,15	0,56	1.683,39	0,00	54,98	0,00	-281,85	0,00
25	50,86	0,00	-361,63	0,00	2.841,94	0,56	2.353,35	0,00	-10,12	0,00	-586,55	0,00
26	78,92	0,00	-586,46	0,00	-2.281,63	0,56	-3.158,54	0,00	-65,23	0,00	-475,54	0,00
27	137,71	0,00	-445,69	0,00	-1.684,89	0,56	-2.471,74	0,00	105,00	0,00	-225,34	0,00
28	176,58	0,00	-290,75	0,00	-1.041,04	0,56	-1.808,41	0,00	122,44	0,00	-101,32	0,00
29	241,80	0,00	-227,51	0,00	-382,30	0,56	-1.137,01	0,00	86,89	0,00	-64,45	0,00
30	278,58	0,00	-212,57	0,00	282,41	0,56	-470,33	0,00	76,37	0,00	-72,71	0,00
31	291,73	0,00	-252,99	0,00	947,55	0,56	195,56	0,00	88,76	0,00	-104,08	0,00
32	335,04	0,00	-401,81	0,00	1.616,04	0,56	857,35	0,00	144,73	0,00	-159,96	0,00
33	320,88	0,00	-562,69	0,00	2.277,54	0,56	1.500,81	0,00	266,57	0,00	-142,54	0,00
34	298,68	0,00	-732,23	0,00	2.967,95	0,56	2.109,09	0,00	510,06	0,00	30,02	0,00
35	110,32	0,00	-872,43	0,00	-2.524,63	0,56	-3.285,65	0,00	12,27	0,00	-553,87	0,00
36	162,14	0,00	-704,97	0,00	-1.909,67	0,56	-2.585,41	0,00	187,63	0,00	-297,90	0,00
37	211,97	0,00	-541,13	0,00	-1.266,94	0,56	-1.922,93	0,00	198,94	0,00	-169,27	0,00

-----TABELLA INTERROTTA

Sfruttamento della RESISTENZA



Verifiche di resistenza (cfr NTC § 4.4.8.1) - combinazione SLU (statica)

	Criterio	Sfritt.	Ascissa [m]	N [N]	M ₃ [N m]	T ₂ [N]	M ₂ [N m]	T ₃ [N]	k _{mod}	k _h	k _m	Verifica
Asta 1	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	3,200	-7.522,15	879,13	--	927,72	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 2	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	3,200	-8.864,44	909,24	--	539,75	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 3	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	3,200	-7.027,37	873,05	--	287,54	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 4	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	3,700	-7.456,06	939,29	--	866,00	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 5	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	3,700	-8.817,60	955,50	--	506,38	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 6	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	3,700	-6.961,56	936,41	--	264,72	--	0,90	1,00	0,70	SI

Asta 7	Verifica a pressoflessione deviata	0,08	0,000	-497,15	3.705,03	--	321,67	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 8	Verifica a taglio	0,04	0,000	--	--	3.152,72	--	161,20	0,90	1,00	--	SI
Asta 9	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,560	-390,60	1.434,37	--	95,89	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 10	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,560	-335,25	2.132,61	--	149,51	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 11	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,560	-304,29	2.330,60	--	174,27	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 12	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,000	-304,94	2.330,66	--	171,93	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 13	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,000	-337,11	2.032,27	--	137,34	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 14	Verifica a taglio	0,03	0,560	--	--	2.435,18	--	62,00	0,90	1,00	--	SI
Asta 15	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,560	-455,87	1.877,82	--	98,43	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 16	Verifica a pressoflessione deviata	0,09	0,560	-497,55	4.204,57	--	357,71	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 17	Verifica a pressoflessione deviata	0,08	0,000	-224,41	3.665,28	--	345,37	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 18	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,000	-187,47	1.603,91	--	96,70	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 19	Verifica a taglio	0,02	0,000	--	--	2.009,67	--	53,94	0,90	1,00	--	SI
Asta 20	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,556	-97,59	1.571,82	--	101,29	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 21	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,556	-81,49	1.636,75	--	117,98	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 22	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,000	-93,88	1.637,99	--	111,06	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 23	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,000	-130,53	1.211,02	--	79,59	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 24	Verifica a taglio	0,03	0,556	--	--	2.666,73	--	153,83	0,90	1,00	--	SI
Asta 25	Verifica a pressoflessione deviata	0,07	0,556	-213,49	3.074,06	--	299,21	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 26	Verifica a pressoflessione deviata	0,08	0,000	-345,32	3.634,24	--	29,44	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 27	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,000	-210,75	1.616,28	--	68,60	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 28	Verifica a taglio	0,02	0,000	--	--	2.016,02	--	14,10	0,90	1,00	--	SI
Asta 29	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,556	9,29	1.548,01	--	59,96	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 30	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,556	42,90	1.616,02	--	84,83	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 31	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,000	25,18	1.617,84	--	70,35	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 32	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,000	-47,71	1.199,55	--	11,76	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 33	Verifica a taglio	0,03	0,556	--	--	2.635,30	--	84,76	0,90	1,00	--	SI
Asta 34	Verifica a pressoflessione deviata	0,06	0,556	-294,41	3.000,21	--	63,48	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 35	Verifica a pressoflessione deviata	0,08	0,000	-515,42	3.600,61	--	44,19	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 36	Verifica a taglio	0,04	0,000	--	--	3.118,47	--	75,46	0,90	1,00	--	SI
Asta 37	Verifica a pressoflessione deviata	0,03	0,560	-224,24	1.445,02	--	28,17	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 38	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,560	-125,45	2.132,84	--	109,90	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 39	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,560	-79,32	2.324,42	--	146,70	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 40	Verifica a pressoflessione deviata	0,05	0,000	-87,29	2.325,21	--	142,77	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 41	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,000	-149,02	2.026,09	--	97,19	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 42	Verifica a taglio	0,03	0,560	--	--	2.436,76	--	21,23	0,90	1,00	--	SI
Asta 43	Verifica a pressoflessione deviata	0,04	0,560	-416,95	1.862,71	--	73,46	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 44	Verifica a pressoflessione deviata	0,09	0,560	-567,58	4.140,19	--	19,73	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 47	Verifica a taglio	0,01	0,000	--	--	635,92	--	2,03	0,90	1,00	--	SI
Asta 48	Verifica a pressoflessione deviata	0,01	1,000	326,13	297,22	--	0,54	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 49	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	336,23	424,48	--	0,80	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 50	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	330,28	425,97	--	0,74	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 51	Verifica a pressoflessione deviata	0,01	0,000	345,95	289,65	--	2,38	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 52	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,396	379,65	357,12	--	7,16	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 53	Verifica a taglio	0,00	0,600	--	--	137,19	--	0,39	0,90	1,00	--	SI
Asta 54	Verifica a taglio	0,00	0,000	--	--	130,76	--	0,61	0,90	1,00	--	SI
Asta 93	Verifica a taglio	0,01	0,000	--	--	507,62	--	4,51	0,90	1,00	--	SI

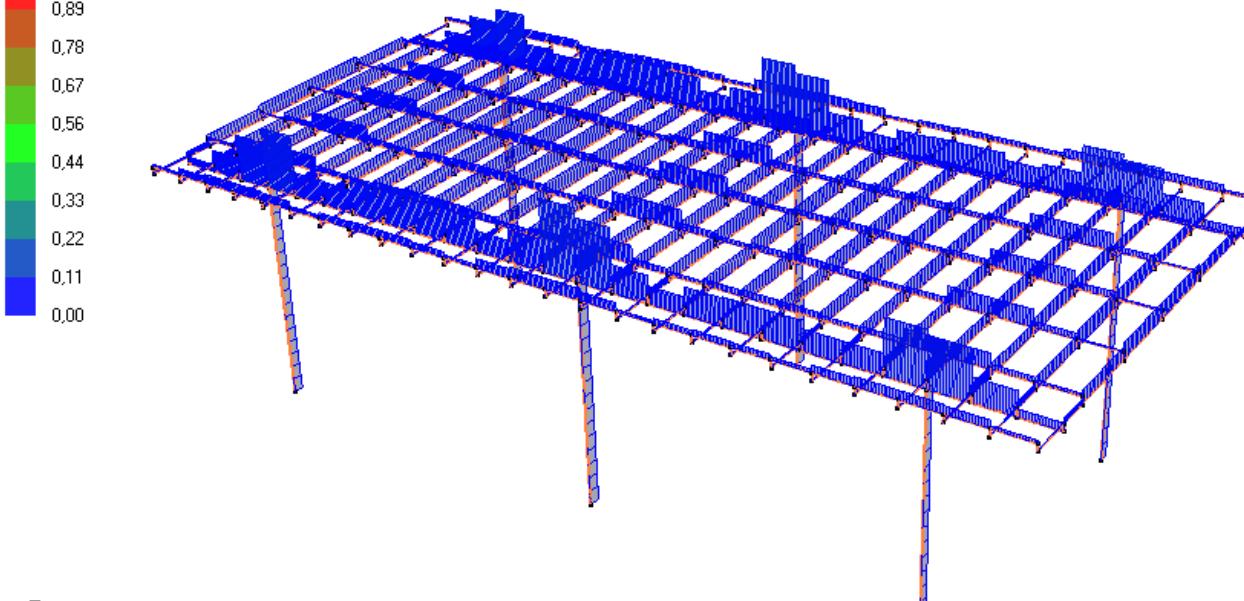
Asta 94	Verifica a pressoflessione deviata	0,01	1,000	-283,17	324,62	--	4,85	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 95	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	-266,90	429,24	--	4,24	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 96	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	-269,22	429,83	--	3,97	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 97	Verifica a pressoflessione deviata	0,01	0,000	-252,93	320,42	--	6,03	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 98	Verifica a taglio	0,01	0,396	--	--	511,96	--	205,94	0,90	1,00	--	SI
Asta 99	Verifica a pressoflessione deviata	0,00	0,600	13,37	64,73	--	20,85	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 100	Verifica a pressoflessione deviata	0,00	0,000	-7,59	66,85	--	37,47	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 101	Verifica a taglio	0,01	0,000	--	--	514,02	--	8,57	0,90	1,00	--	SI
Asta 102	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	-127,86	369,05	--	5,36	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 103	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	-102,45	473,04	--	4,63	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 104	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	-95,81	472,71	--	4,16	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 105	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	-71,22	367,26	--	7,10	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 106	Verifica a taglio	0,01	0,396	--	--	515,04	--	197,26	0,90	1,00	--	SI
Asta 107	Verifica a pressoflessione deviata	0,00	0,600	14,32	47,81	--	33,62	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 108	Verifica a pressoflessione deviata	0,00	0,000	-12,30	48,13	--	31,96	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 109	Verifica a taglio	0,01	0,000	--	--	519,27	--	8,75	0,90	1,00	--	SI
Asta 110	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	-43,38	398,02	--	4,02	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 111	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	1,000	-15,37	505,07	--	3,35	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 112	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	-6,34	504,54	--	2,92	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 113	Verifica a pressoflessione deviata	0,02	0,000	20,99	397,14	--	5,73	--	0,90	1,00	0,70	SI
Asta 114	Verifica a taglio	0,01	0,396	--	--	518,05	--	133,54	0,90	1,00	--	SI

-----TABELLA INTERROTA

Sfruttamento della STABILITÀ'

Sfruttamento stabilità

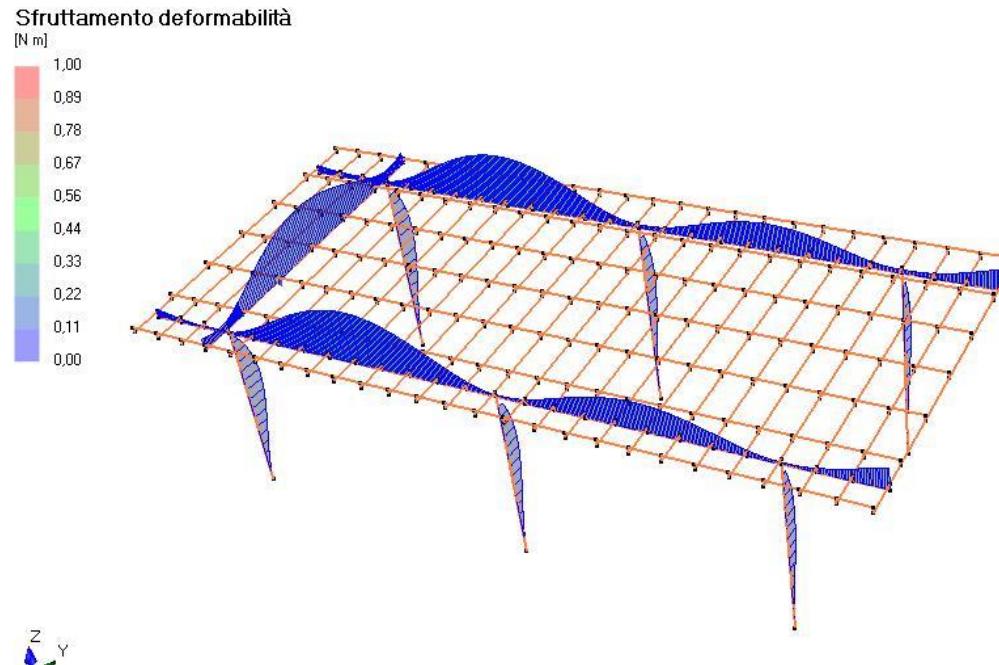
[N]



	Criterio	Sfrutt.	Ascissa [m]	N [N]	M ₃ [N m]	M ₂ [N m]	K _{mod}	K _h	k _{crit,c,y}	k _{crit,c,z}	k _{crit,c,m}	Verifica
Asta 1	Verifica stabilità a compressione	0,01	0,000	-7.522,15	--	--	0,90	--	0,80	0,80	--	SI
Asta 2	Verifica stabilità a compressione	0,01	0,000	-8.864,44	--	--	0,90	--	0,80	0,80	--	SI
Asta 3	Verifica stabilità a compressione	0,01	0,000	-7.027,37	--	--	0,90	--	0,80	0,80	--	SI
Asta 4	Verifica stabilità a compressione	0,01	0,000	-7.456,06	--	--	0,90	--	0,72	0,72	--	SI
Asta 5	Verifica stabilità a compressione	0,02	0,000	-8.817,60	--	--	0,90	--	0,72	0,72	--	SI
Asta 6	Verifica stabilità a compressione	0,01	0,000	-6.961,56	--	--	0,90	--	0,72	0,72	--	SI
Asta 7	Verifica stabilità a flessotorsione	0,08	0,000	--	3.705,03	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI

Asta 8	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.476,27	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 9	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,560	--	1.434,37	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 10	Verifica stabilità a flessotorsione	0,04	0,560	--	2.132,61	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 11	Verifica stabilità a flessotorsione	0,05	0,560	--	2.330,60	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 12	Verifica stabilità a flessotorsione	0,05	0,000	--	2.330,66	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 13	Verifica stabilità a flessotorsione	0,04	0,000	--	2.032,27	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 14	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.233,60	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 15	Verifica stabilità a flessotorsione	0,04	0,560	--	1.877,82	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 16	Verifica stabilità a flessotorsione	0,09	0,560	--	4.204,57	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 17	Verifica stabilità a flessotorsione	0,08	0,000	--	3.665,28	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 18	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.603,91	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 19	Verifica stabilità a flessotorsione	0,02	0,556	--	1.012,11	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 20	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,556	--	1.571,82	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 21	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,556	--	1.636,75	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 22	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.637,99	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 23	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.211,02	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 24	Verifica stabilità a flessotorsione	0,02	0,556	--	1.139,38	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 25	Verifica stabilità a flessotorsione	0,06	0,556	--	3.074,06	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 26	Verifica stabilità a flessotorsione	0,08	0,000	--	3.634,24	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 27	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.616,28	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 28	Verifica stabilità a flessotorsione	0,02	0,556	--	988,22	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 29	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,556	--	1.548,01	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 30	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,556	--	1.616,02	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 31	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.617,84	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 32	Verifica stabilità a flessotorsione	0,02	0,000	--	1.199,55	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 33	Verifica stabilità a flessotorsione	0,02	0,556	--	1.119,62	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 34	Verifica stabilità a flessotorsione	0,06	0,556	--	3.000,21	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 35	Verifica stabilità a flessotorsione	0,08	0,000	--	3.600,61	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 36	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,000	--	1.430,28	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI
Asta 37	Verifica stabilità a flessotorsione	0,03	0,560	--	1.445,02	--	0,90	1,00	--	--	1,00	SI

Sfruttamento della DEFORMABILITÀ'



	Criterio	Sfrutt.	Lunghezza [m]	Spostamento [cm]	Spostamento limite [cm]	Lungo termine	Verifica
Asta 1	Elemento singolo	0,04	3,200	0,05	1,28	SI	SI
Asta 2	Elemento singolo	0,03	3,200	0,04	1,28	SI	SI
Asta 3	Elemento singolo	0,03	3,200	0,04	1,28	SI	SI
Asta 4	Elemento singolo	0,04	3,700	0,06	1,48	SI	SI
Asta 5	Elemento singolo	0,03	3,700	0,05	1,48	SI	SI
Asta 6	Elemento singolo	0,03	3,700	0,04	1,48	SI	SI
Asta 7	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,11	2,240	0,10	0,90	SI	SI
Asta 8	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,27	2,240	0,24	0,90	SI	SI
Asta 9	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,42	2,240	0,38	0,90	SI	SI
Asta 10	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,52	2,240	0,47	0,90	SI	SI
Asta 11	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,56	2,240	0,50	0,90	SI	SI
Asta 12	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,56	2,240	0,50	0,90	SI	SI
Asta 13	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,51	2,240	0,46	0,90	SI	SI
Asta 14	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,40	2,240	0,36	0,90	SI	SI

Asta 15	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,24	2,240	0,22	0,90	SI	SI
Asta 16	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,09	2,240	0,08	0,90	SI	SI
Asta 17	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,04	2,240	0,04	0,90	SI	SI
Asta 18	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,13	2,240	0,11	0,90	SI	SI
Asta 19	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,22	2,240	0,19	0,90	SI	SI
Asta 20	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,28	2,240	0,25	0,90	SI	SI
Asta 21	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,29	2,240	0,26	0,90	SI	SI
Asta 22	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,28	2,240	0,25	0,90	SI	SI
Asta 23	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,24	2,240	0,21	0,90	SI	SI
Asta 24	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,15	2,240	0,14	0,90	SI	SI
Asta 25	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,06	2,240	0,05	0,90	SI	SI
Asta 47	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,03	4,996	0,05	2,00	SI	SI
Asta 48	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,07	4,996	0,14	2,00	SI	SI
Asta 49	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,09	4,996	0,18	2,00	SI	SI
Asta 50	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,09	4,996	0,18	2,00	SI	SI
Asta 51	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,07	4,996	0,14	2,00	SI	SI
Asta 52	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,03	4,996	0,06	2,00	SI	SI
Asta 53	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,02	4,996	0,04	2,00	SI	SI
Asta 54	Macroelemento nodo 416 - nodo 50	0,02	4,996	0,04	2,00	SI	SI
Asta 245	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,04	2,240	0,04	0,90	SI	SI
Asta 246	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,12	2,240	0,11	0,90	SI	SI
Asta 249	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,22	2,240	0,20	0,90	SI	SI
Asta 257	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,02	2,240	0,02	0,90	SI	SI

	Criterio	Sfrutt.	Lunghezza [m]	Spostamento [cm]	Spostamento limite [cm]	Lungo termine	Verifica
Asta 258	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,04	2,240	0,04	0,90	SI	SI
Asta 259	Macroelemento nodo 14 - nodo 140	0,09	2,240	0,08	0,90	SI	SI
Asta 624	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,25	0,00	SI	NO
Asta 625	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,16	0,00	SI	NO
Asta 626	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,08	0,00	SI	NO
Asta 627	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,05	0,00	SI	NO
Asta 628	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,10	0,00	SI	NO
Asta 629	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,19	0,00	SI	NO
Asta 630	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,27	0,00	SI	NO
Asta 631	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,31	0,00	SI	NO
Asta 632	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,30	0,00	SI	NO
Asta 633	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,25	0,00	SI	NO
Asta 634	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,16	0,00	SI	NO
Asta 635	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,08	0,00	SI	NO
Asta 636	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,05	0,00	SI	NO
Asta 637	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,13	0,00	SI	NO
Asta 638	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,27	0,00	SI	NO
Asta 639	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,41	0,00	SI	NO
Asta 640	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,52	0,00	SI	NO
Asta 641	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,56	0,00	SI	NO
Asta 642	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,53	0,00	SI	NO
Asta 643	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,44	0,00	SI	NO
Asta 644	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,30	0,00	SI	NO
Asta 645	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,15	0,00	SI	NO
Asta 646	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,05	0,00	SI	NO
Asta 647	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,04	0,00	SI	NO
Asta 648	Macroelemento nodo 449 - nodo 449	∞	0,000	0,08	0,00	SI	NO

10 Conclusione

Nel rispetto di quanto richiesto nel capitolo 10 dalle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 ed al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità dei valori raggiunti, alla luce delle verifiche e dei calcoli effettuati, di cui è data spiegazione nel presente documento, il progettista strutturale ritiene che i risultati ottenuti relativamente al progetto in oggetto siano conformi a quanto previsto dai regolamenti e dalle leggi vigenti in materia.

A supporto di tale affermazione il progettista dichiara di aver controllato accuratamente i tabulati ottenuti mediante codice di calcolo, di aver preliminarmente esaminato il software di calcolo, ritenendolo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto, di aver confrontato i risultati ottenuti da analisi computazionale con semplici calcoli di massima svolti dallo stesso progettista e di aver infine esaminato gli stati tensionali e deformativi, ritenendoli consistenti e coerenti con la modellazione della struttura analizzata.