



Comune di SERIATE
Provincia di BERGAMO

**REALIZZAZIONE NUOVA TETTOIA AD USO AUTORIMESSA PER
AUSER MIMOSA ONLUS SITA IN VIA DECO E CANETTA 52,
SERIATE**
CUP E45I24000320004

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE TECNICA STRUTTURE

(Allegato h.8 – art. 8) – D. Lgs 36/2023)

Rev	Revisore	Oggetto revisione	Data
0	Ing. Costante Bonacina	Progetto di fattibilità tecnico economica	05/03/2025

Il R.U.P.	Il Progettista
Arch. Paolo Caglioni	Ing. Costante Bonacina

INDICE

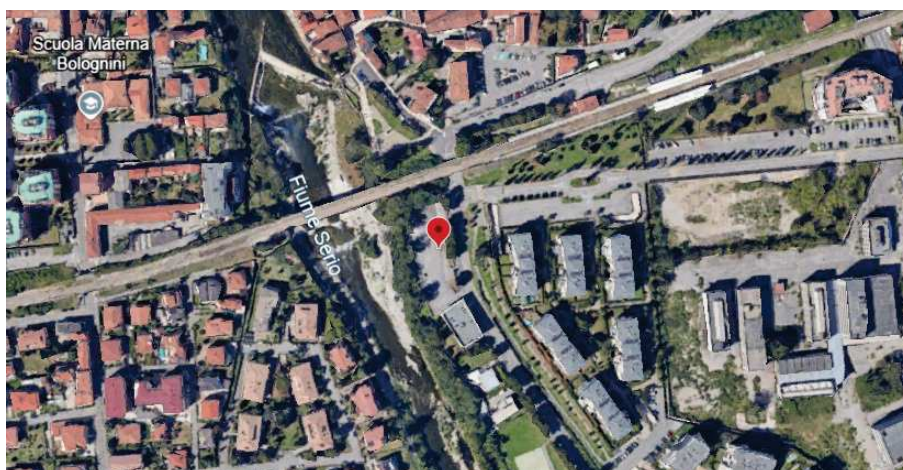
1.	INTRODUZIONE	3
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
3.	PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITÀ	6
4.	MATERIALI.....	7
5.	AZIONI APPLICATE ALLA STRUTTURA.....	12
6.	COMBINAZIONE DI CARICO	23
7.	CRITERI DI MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI	28
8.	RISULTATI DI MODELLAZIONE	33
9.	VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE.....	38
10.	VERIFICA STRUTTURE IN ACCIAIO	44
11.	VERIFICA DEI FISSAGGI	ERRORE. IL SEGNA LIBRO NON È DEFINITO.
12.	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ	62
13.	CONCLUSIONI	64

1. INTRODUZIONE

La presente relazione assume la finalità di rappresentare le analisi strutturali relative agli interventi di realizzazione della nuova tettoia ad uso autorimessa per Auser Mimosa ONLUS in via Decò e Canetta 52, Seriate – CUP E45I24000320004.

L'area in esame, ubicata nel territorio del Seriate, ha le seguenti coordinate:

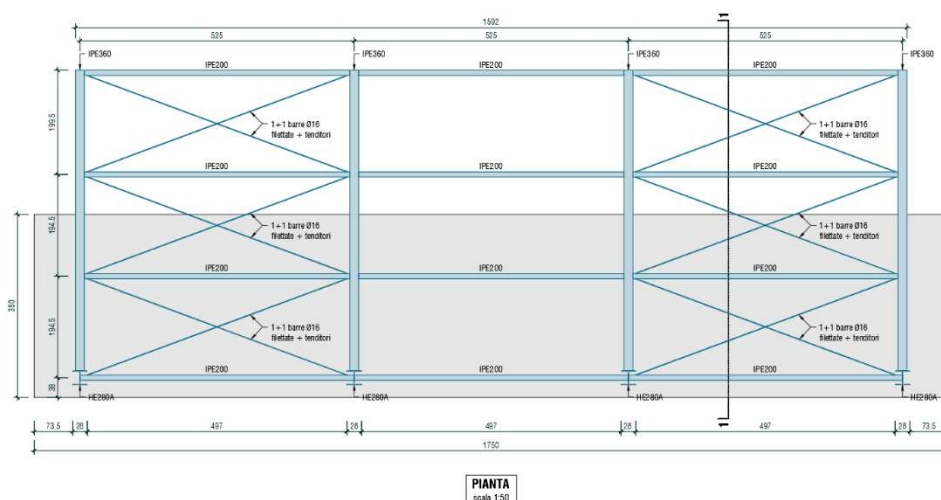
Seriate (BG)		
spigolo 1	LATITUDINE WGS84	45.68240583°
	LONGITUDINE WGS84	9.72333739°



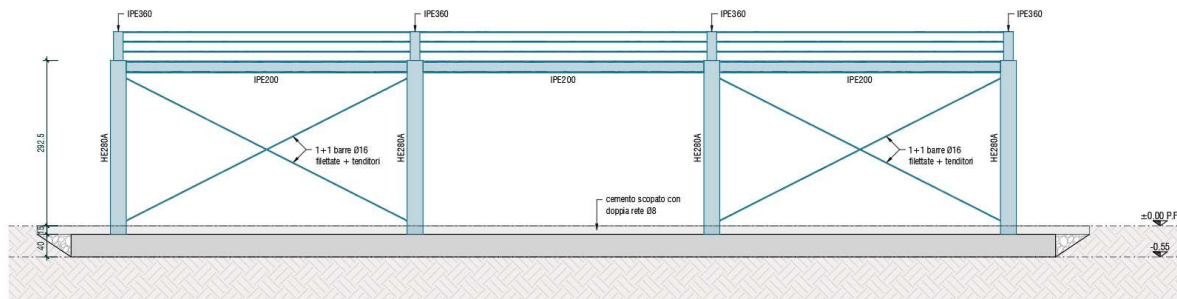
Vista aerea dell'area di intervento

Il presente progetto di fattibilità tecnico economica prevede la realizzazione di una pensilina per auto e furgoni in carpenteria metallica. Si tratta di una struttura leggera e modulare; le dimensioni della pensilina sono tali da poter ospitare 6 stalli auto. Tale caratteristica le conferisce una larghezza di 16 m di larghezza per una profondità pari a 6,90m.

La struttura portante prevede una fondazione in cemento armato nella quale verranno installate le connessioni per la struttura in elevazione costituita da profili metallici in acciaio zincato a caldo.

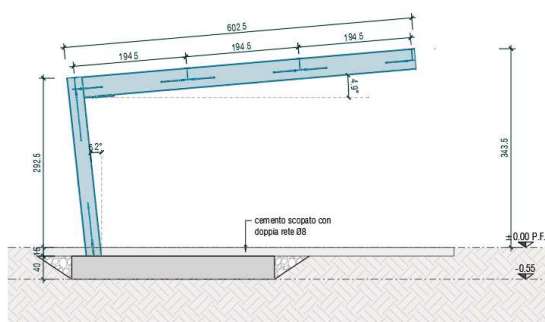


Pianta



PROSPETTO
scala 1:50

Prospetto



SEZ. 1-1
scala 1:50

Sezione

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le Normative di riferimento adottate sono le seguenti:

- D.M. 17/01/2018, Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare applicativa n. 7 21/01/2019, Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.
- Documento CNR DT207/R1 2018 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- Norme UNI EN 1991, Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- Norme UNI EN 1992, Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
- Norme UNI EN 1993, Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- Norme UNI EN 1998, Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.

Altri riferimenti tecnici

Per quanto non diversamente specificato nel D.M. 17/01/2018, si intendono coerenti con i principi alla base del Decreto le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le prescrizioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati, che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss.mm.ii.;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

3. PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITÀ

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate comunemente dal progettista e dal committente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo di struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze di azioni anche accidentali; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

La vita nominale (VN) della costruzione prevista è pari a 50 anni.

Il nuovo edificio è classificato come EDIFICIO CON NORMALI AFFOLLAMENTI, SENZA CONTENUTI PERICOLOSI PER L'AMBIENTE E SENZA FUNZIONI PUBBLICHE E SOCIALI ESSENZIALI e pertanto viene assegnato alla Classe d'Uso II ai sensi del par. 2.4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018.

Risulta così definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione dovranno essere attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Saranno seguiti tutti gli inderogabili suggerimenti previsti nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 17/01/2018.

4. MATERIALI

I principali materiali impiegati nella struttura in oggetto sono il calcestruzzo armato C25/30 e il legno lamellare Gl24h. Segue il dettaglio delle caratteristiche di tali materiali.

• Acciaio per carpenteria metallica

Con riferimento alle norme D.M. 17.01.2018 par. 11.3, conforme UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (tab. C.1 Annex C), si assumono le caratteristiche meccaniche:

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{M0} = 1,05$
Modulo di elasticità	$E = 210\,000\text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,30$
Densità	$\rho = 78,50\text{ kN/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355
tensione di rottura	360 N/mm ²	430 N/mm ²	510 N/mm ²
tensione di snervamento	235 N/mm ²	275 N/mm ²	355 N/mm ²

Nel progetto sono utilizzati elementi in acciaio di classe S275.

Valutazione della classe di esecuzione

Ai sensi della norma UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 la classe di esecuzione di una struttura in acciaio (o alluminio) può essere determinata combinando i parametri essenziali divisi per concetto di AFFIDABILITÀ (CC o Consequence Class) e di TIPO DI CARICO. Si affidano pertanto una classe di conseguenze e una categoria di tipo di carico le quali, combinate mediante l'ultima tabella qui riportata, danno la classe di esecuzione minima richiesta.

Definizione delle classi di conseguenze

UNI EN 1990:2004, Appendice B (informativa)			UNI EN 1991-1-7:2006, Annex A (informativa)	
Classe	Descrizione	Esempi	Classe	Esempi
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, edifici non presidiati (es.: magazzini), serre	1	Edifici agricoli – edifici raramente frequentati
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (es.: edificio per uffici)	2a – basso rischio	Edifici residenziali, uffici e hotel sino a 4 piani – edifici industriali sino a 3 piani – edifici scolastici monopiano – negozi sino a 3 piani o con meno di 1000 mq di area per piano – tutti gli edifici sino a 2 piani con max 2000 mq di area per piano, nei quali è ammesso il pubblico
			2b – alto rischio	Edifici residenziali, uffici e hotel da 5 a 15 piani – Edifici scolastici da 3 a 15 piani – ospedali sino a 3 piani – negozi da 4 a 15 piani – tutti gli edifici da 2000 a 5000 mq di area per piano, nei quali è ammesso il pubblico – parcheggi sino a 6 piani
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate di impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (es.: sala da concerto)	3	Tutti gli edifici delle tipologie definite in classe 2° 2b ma con maggior numero di piani – Tutti gli edifici molto affollati – gli stadi con più di 5000 posti – edifici ospitanti sostanze pericolose o attività rischiose

Determinazione delle classi di esecuzione secondo UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (tab. C.1 Appendice C)

Classi di Affidabilità (RC) o Classi di Conseguenze (CC)	Tipo di carico	
	Quasi-statico e/o classe di duttilità sismica DCL ⁽¹⁾	Soggette a fatica ⁽²⁾ e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH ⁽¹⁾
RC3 o CC3	EXC3 ⁽³⁾	EXC3 ⁽³⁾
RC2 o CC2	EXC2	EXC3
RC1 o CC1	EXC1	EXC2

⁽¹⁾ Classi di duttilità definite in EN 1998-1; DCL=bassa, DCM=media, DCH=alta.
⁽²⁾ Vedi EN 1993-1-9.
⁽³⁾ Per strutture nelle quali il superamento degli stati limite di servizio ed ultimi porti a conseguenze giudicate particolarmente onerose, può essere specificata la classe EXC4.

Classe di Esecuzione EXC2
 Classe di Conseguenze CC2
 Classe di Duttilità sismica DCL
 Durabilità Zincatura a caldo + verniciatura
 Classe di Corrosività C3 (media - ambiente esterno zona urbana)

• **Calcestruzzo armato, classe 28/35 (fondazioni)**

- CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2
- DOSAGGIO MIN $\geq 300 \text{ kg/m}^3$ - Rapporto MAX a/c = 0.60
- AGGREGATI, SABBIA E GHIAIONE IDONEI CON DIMENSIONI MASSIME DI 20 MM.
- SLUMP TEST S4 (CONO DI ABRHAMS UNI 9418)

• **Magrone, classe C16/20 (fondazioni)**

- CLASSE DI ESPOSIZIONE XC0

Classi di resistenza minima

Tab. 4.1.II – Impiego delle diverse classi di resistenza

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

Classe di esposizione (UNI 11104)

Denominazione della Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione																
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco																		
XO	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.																
2 Corrosione indotta da carbonatazione																		
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.																		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.																
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.																
Classi di esposizione																		
Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
					Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti										
	XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45
Minima classe di resistenza*)	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C28/35	C28/35	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45
Minimo contenuto di cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)	-												3,0*					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/sgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati*	

Caratteristiche di resistenza e deformazione

In assenza di più precise determinazioni basate su modelli analitici di comprovata validità, è possibile utilizzare la relazione tensione-deformazione rappresentata in Fig. 4.1.2 (dove le deformazioni di compressione sono assunte positive), in cui la resistenza caratteristica e le deformazioni del calcestruzzo confinato sono valutate secondo le relazioni seguenti:

$$f_{d,c} = f_{d,k} \cdot (1,0 + 5,0 \cdot \sigma_2 / f_{d,k}) \quad \text{per } \sigma_2 \leq 0,05 f_{d,k} \quad [4.1.8]$$

$$f_{d,c} = f_{d,k} \cdot (1,125 + 2,5 \cdot \sigma_2 / f_{d,k}) \quad \text{per } \sigma_2 > 0,05 f_{d,k} \quad [4.1.9]$$

$$E_{c2,c} = E_{c2} \cdot (f_{d,c} / f_{d,k})^2 \quad [4.1.10]$$

$$E_{c2,c} = E_{c2} + 0,2 \cdot \sigma_2 / f_{d,k} \quad [4.1.11]$$

$$f_{sd,c} = \alpha_{sc} \cdot f_{d,c} / \gamma_c \quad [4.1.12]$$

essendo σ_2 la pressione laterale efficace di confinamento allo SLV mentre ϵ_{c2} ed $\epsilon_{c2,c}$ sono valutate in accordo al § 4.1.2.1.2.1.

La pressione efficace di confinamento σ_2 può essere determinata attraverso la relazione seguente:

$$\sigma_2 = \alpha \cdot \sigma_1 \quad [4.1.12.a]$$

dove α è un coefficiente di efficienza (≤ 1), definito come rapporto fra il volume V_{eff} di calcestruzzo efficacemente confinato ed il volume V_c dell'elemento di calcestruzzo, depurato da quello delle armature longitudinali (generalmente trascurabile) e σ_1 è la pressione di confinamento esercitata dalle armature trasversali.

La pressione laterale può essere valutata, per ogni direzione principale della sezione, direttamente da considerazioni di equilibrio sul nucleo confinato, in corrispondenza della tensione di snervamento dell'armatura trasversale, come di seguito indicato.

a) Per sezioni rettangolari

Per le due direzioni principali della sezione x e y valgono, rispettivamente, le relazioni:

$$\sigma_{1,x} = \frac{A_{st,x} \cdot f_{yk,st}}{b_y \cdot s}; \quad \sigma_{1,y} = \frac{A_{st,y} \cdot f_{yk,st}}{b_x \cdot s} \quad [4.1.12.b]$$

dove $A_{st,x}$ e $A_{st,y}$ sono il quantitativo totale (arco delle sezioni) di armatura trasversale in direzione parallela, rispettivamente, alle direzioni principali x e y , b_x e b_y sono le dimensioni del nucleo confinato nelle direzioni corrispondenti (con riferimento alla linea media delle staffe), s è il passo delle staffe, $f_{yk,st}$ è la tensione caratteristica dell'acciaio delle staffe.

La pressione laterale equivalente σ_l può essere determinata attraverso la relazione:

$$\sigma_l = \sqrt{\sigma_{1,x} \cdot \sigma_{1,y}} \quad [4.1.12.c]$$

b) Per sezioni circolari

$$\sigma_l = \frac{2 A_{st} \cdot f_{yk,st}}{D_0 \cdot s} \quad [4.1.12.d]$$

dove: A_{st} è l'area della sezione della staffa, D_0 è il diametro del nucleo confinato (con riferimento alla linea media delle staffe).

Il coefficiente di efficienza α può essere valutato come prodotto di un termine relativo alla disposizione delle armature trasversali nel piano della sezione e di un termine relativo al passo delle staffe, attraverso la relazione:

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s \quad [4.1.12.e]$$

con:

a) per sezioni rettangolari

$$\alpha_n = 1 - \sum_n b_i^2 / (6 \cdot b_x \cdot b_y) \quad [4.1.12.f]$$

$$\alpha_s = [1 - s / (2 \cdot b_x)] \cdot [1 - s / (2 \cdot b_y)] \quad [4.1.12.g]$$

dove: n è il numero totale di barre longitudinali contenute lateralmente da staffe o legature, b_i è la distanza tra barre consecutive contenute.

b) per sezioni circolari

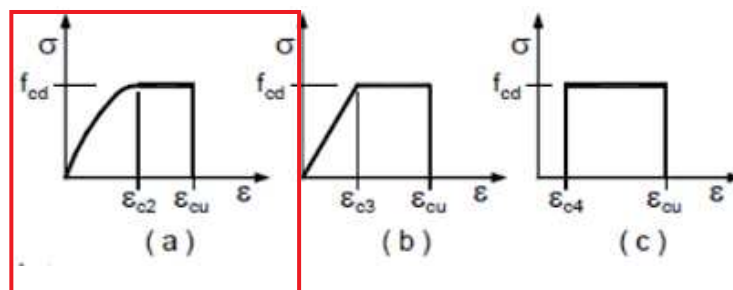
$$\alpha_n = 1 \quad [4.1.12.h]$$

$$\alpha_s = [1 - s / (2 \cdot D_0)]^\beta \quad [4.1.12.i]$$

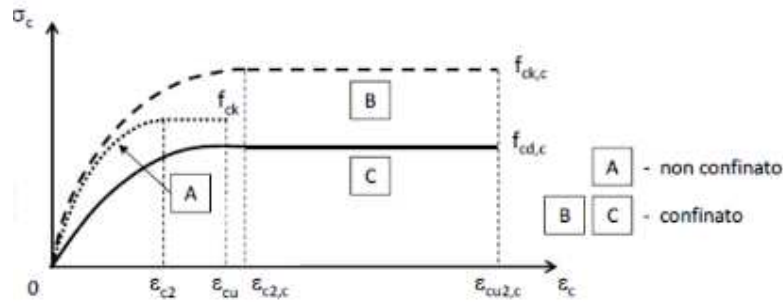
dove: $\beta = 2$ per staffe circolari singole, $\beta = 1$ per staffa a spirale.

Nella valutazione della capacità della sezione il contributo del copriferro non deve essere considerato nelle zone esterne al nucleo confinato in cui la deformazione massima supera la deformazione ultima del calcestruzzo non confinato.

Nel caso di utilizzo di rinforzi appositamente progettati per il confinamento degli elementi è possibile considerare i modelli di comportamento riportati in riferimenti tecnici di comprovata validità.



Diagrammi di progetto tensione-deformazione per il calcestruzzo



Diagrammi di progetto tensione-deformazione per il calcestruzzo confinato

• Acciaio per c.a.

Barre ad aderenza migliorata B450C

Tensione nominale di snervamento $f_{y,k}$

$\geq 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione nominale di rottura $f_{t,k}$

$\geq 540 \text{ N/mm}^2$

$(A_{gt})_k$ (allungamento) \geq

7.5%

Diametro delle barre: $6 \leq \varphi \leq 40 \text{ mm}$.

Modulo elastico normale (E)

210000 N/mm²

Modulo elastico tangenziale (G)

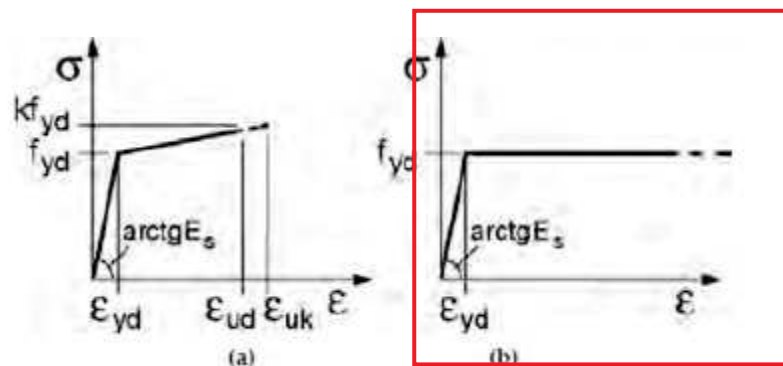
80769 N/mm²

Coefficiente di Poisson (ν)

0.3

Peso specifico ($\rho_{g,k}$)

78,5 KN/m³



Diagrammi di progetto tensione-deformazione per l'acciaio

dove:

deformazione ultima di progetto

$$\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$$

deformazione caratteristica ultima

$$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$$

tensione di snervamento di progetto

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk}$$

coefficiente parziale di sicurezza relativo acciaio

$$\gamma_s$$

rapporto sovreresistenza

$$k = (f_t / f_y)_k$$

5. AZIONI APPLICATE ALLA STRUTTURA

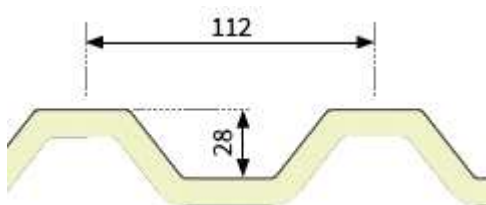
Le prestazioni Le azioni applicate al modello strutturale sono le seguenti: carichi permanenti, strutturali e non, carichi variabili, carichi dovuti all'azione sismica, all'azione del vento e della neve, secondo quanto prescritto nelle norme NTC 2018 al §3 - Azioni sulle costruzioni.

Carichi permanenti (G)

I carichi permanenti sono legati all'azione gravitazionale e si determinano a partire dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali di cui è composta la costruzione sia nelle parti strutturali sia in quelle non strutturali: i pesi dell'unità di volume considerati sono riferiti alla Tab. 3.1.I delle NTC 2018.

Analisi della stratigrafia di copertura

Pannello in lamiera coibentata, profilo grecato trapezoidale H=28 mm con isolamento interno in schiuma poliuretanica di spessore 10 mm.



$$G_2 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

Carichi variabili (Q)

In generale i carichi variabili sono definiti in funzione delle destinazioni d'uso dei locali: i valori di esercizio di tali carichi, per le diverse categorie di edifici, sono riportati in Tab. 3.1.II delle NTC 2018. In particolare, sono considerati in copertura carichi di categoria H.

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.
 ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

Azioni della neve (Q)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

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

Zona

Zona I alpina

Classe topografica

Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi

C_e

1

C_t

1

T_r

50

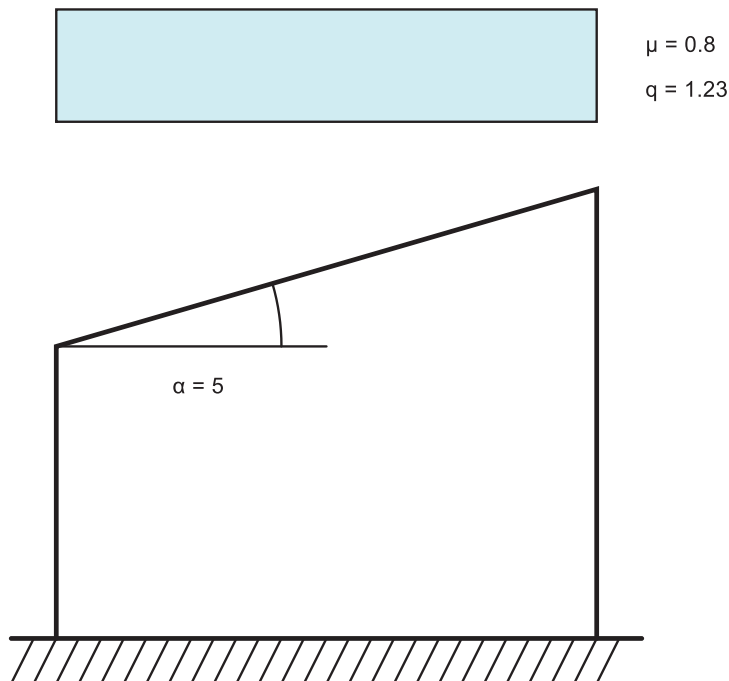
q_{sk}

154

[daN/m²]

Copertura ad una falda D.M. 17-01-18 §3.4.3.2

A	5	[deg]
μ	0.8	
q	1.23	[kN/m ²]

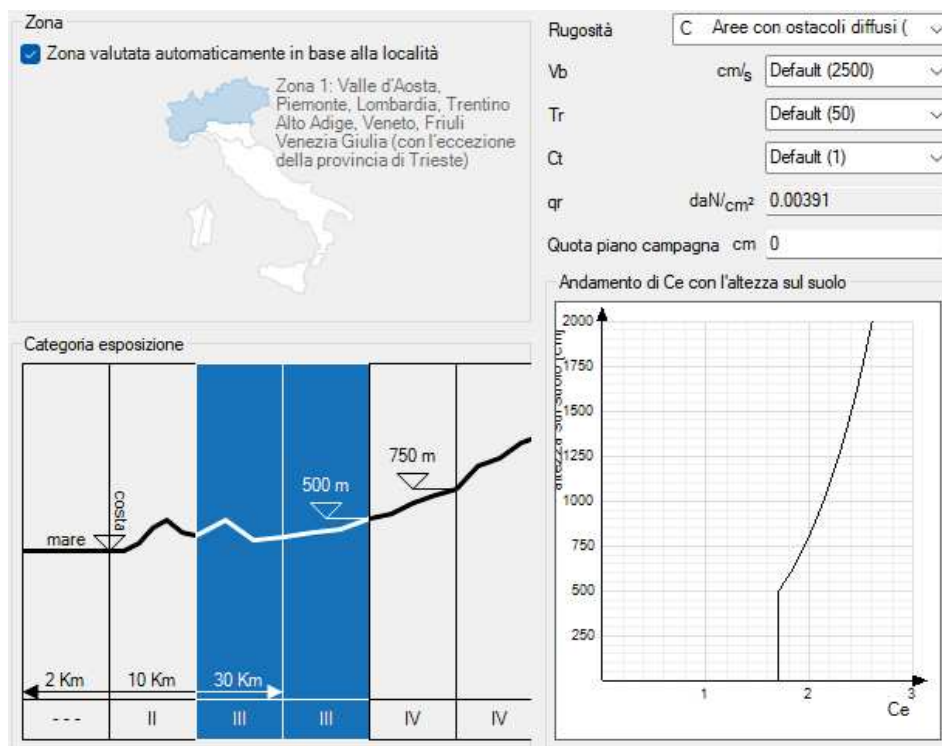


Azioni del vento (Q)

Il carico provocato dall'azione del vento esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Tuttavia, per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti, costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne. La pressione del vento è calcolata secondo l'espressione:

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

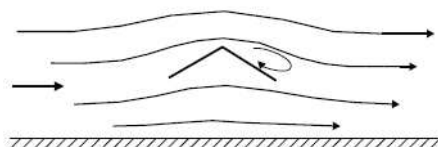
Zona	Zona 1
Rugosità	Aree urbane con ostacoli diffusi (case, alberi, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
Categoria esposizione	III
V_b	25 m/s
T_r	50 anni
q_r	39,1 kg/m ²



Tettoie a semplice falda (§G.6.1 CNR DT 207)

Si definisce grado di bloccaggio ϕ , il rapporto tra l'area esposta al vento di un'eventuale ostruzione presente al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie ortogonale alla direzione del vento al di sotto della tettoia (Figura G.25). Si identificano due situazioni limite:

- $\phi=0$ corrisponde all'assenza di ostruzioni al di sotto della tettoia (tettoia libera);
- $\phi=1$ corrisponde alla situazione in cui lo spazio al di sotto della tettoia risulti completamente ostruito.



Tettoia senza ostruzioni, $\phi=0$

Nel caso di tettoia a semplice falda sono stati calcolati i coefficienti di forza secondo le formule della tabella G.XII del §G.6.1 CNR DT 207.

$$C_p = +0,2 + \alpha/30 = 0,26$$

$$C_p = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30 = -0,57$$

Azioni della temperatura

Per l'opera in esame non sono state considerate le azioni termiche dovute alle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna. In particolare, la struttura metallica perimetrale presenta la possibilità di dilatazione senza incremento di azioni interne grazie alla presenza di idonei vincoli; la struttura in legno invece, oltre ad avere un basso coefficiente di dilatazione, è protetta dal sistema a cappotto e dall'isolamento interposto fra i montanti.

Azioni eccezionali (A)

Per l'opera in esame non sono state prese in considerazione azioni eccezionali di rilievo.

Azione sismica (E)

Il Comune di Seriate (BG) è in zona sismica 3, con il seguente valore di accelerazione massima al suolo:

ISTAT COMUNE	016198
ZONA SISMICA	3
a_g/g SLV	0,1182

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinata dello spettro di risposta elastico in accelerazione corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento V_R .

La struttura ricade nella classe d'uso II, ad interpretazione del § 2.4.2 delle NTC, il coefficiente d'uso, dunque, risulta $C_u=1,0$. La vita nominale dell'opera V_N (opera ordinaria) si assume ≥ 50 anni; perciò, la vita di riferimento per l'azione sismica V_R risulta pari a 50 anni.

Il terreno di fondazione, come da studio geologico allegato al presente progetto esecutivo, può essere considerato appartenente alla categoria di sottosuolo B e alla categoria topografica T1.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 3.2.II, Categorie di Sottosuolo (NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

Tabella 3.2.III, Categorie topografiche (NTC 2018)

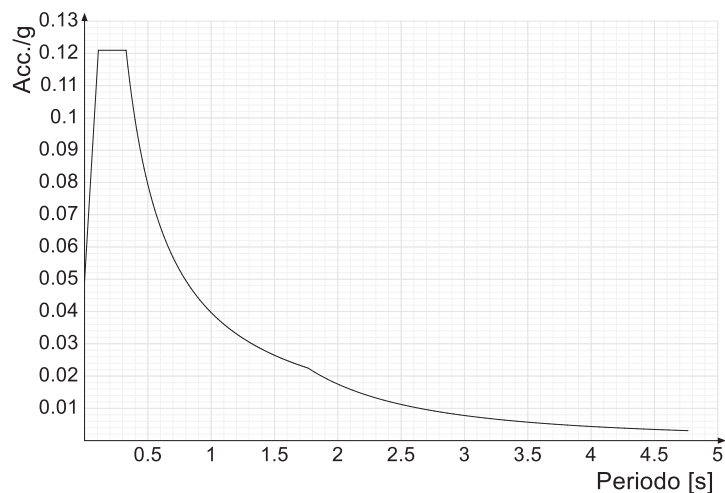
Fattore di comportamento

Il valore del fattore di comportamento q della struttura, da utilizzare per lo stato limite considerato e nella direzione considerata, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e tiene conto, convenzionalmente, delle capacità dissipative del materiale.

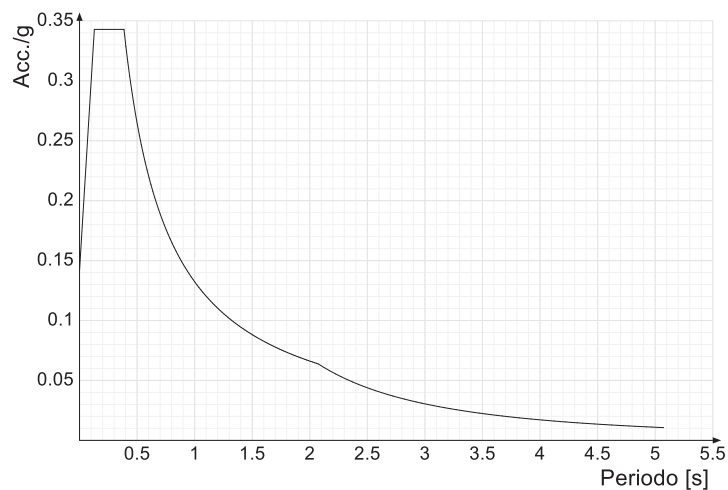
La struttura è stata considerata **“non dissipativa”** fissando il valore di $q_0=2.0$ considerando una struttura a “mensola o pendolo inverso”.

Spettro di risposta di progetto

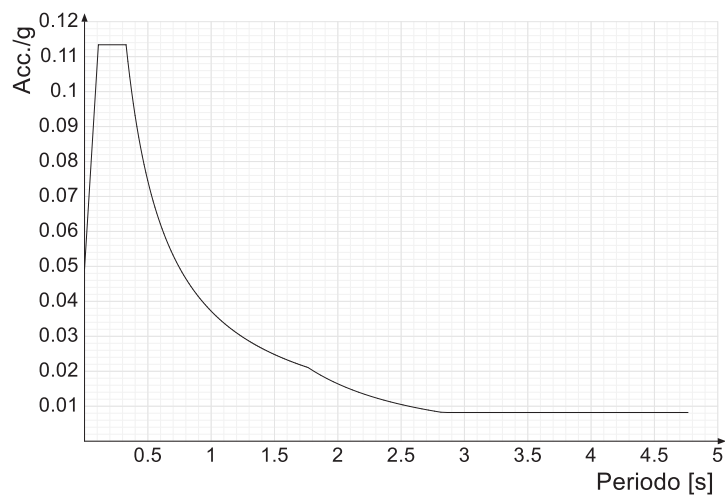
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



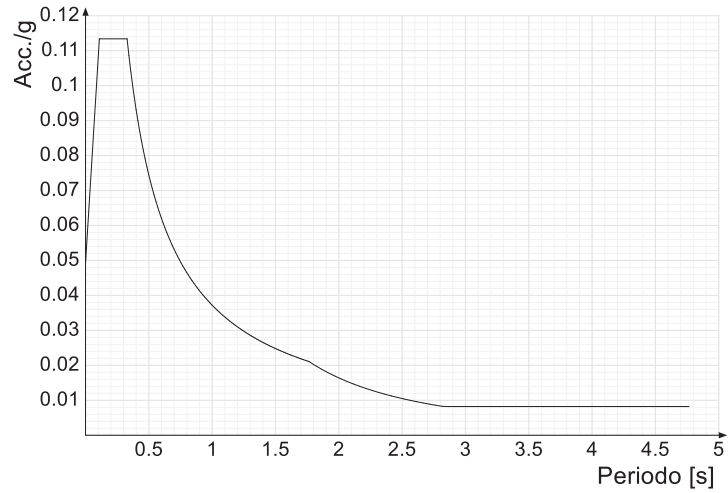
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



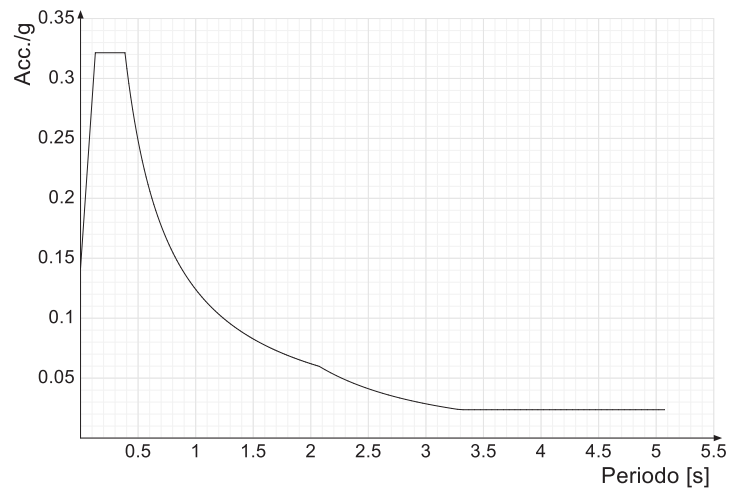
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



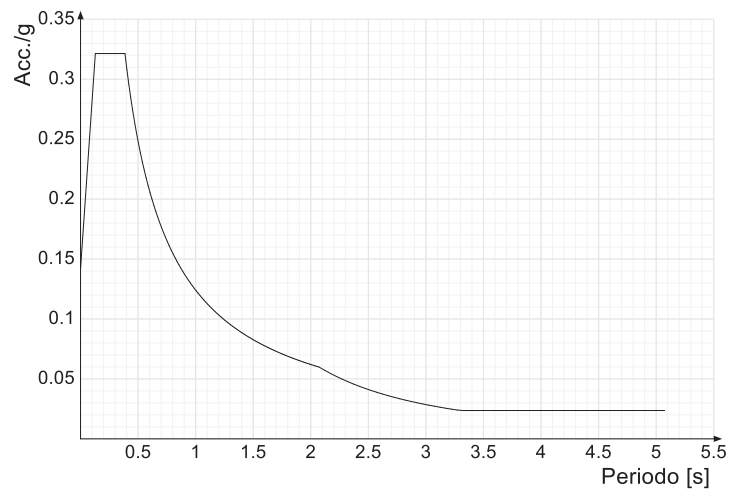
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



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

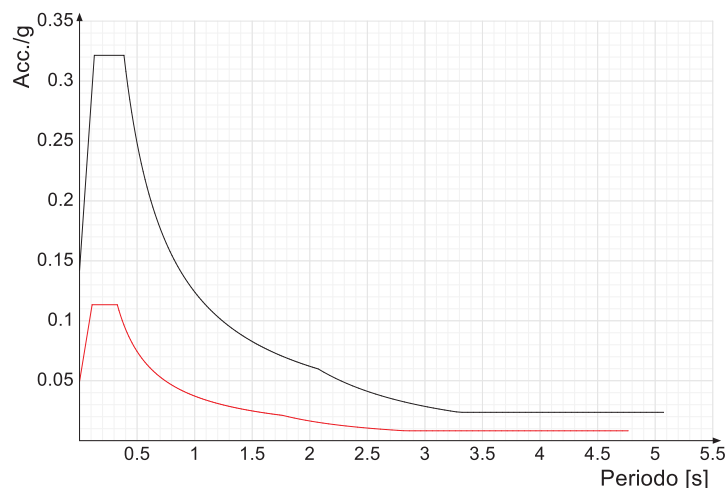


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



Confronti spettri SLV-SLD

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



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

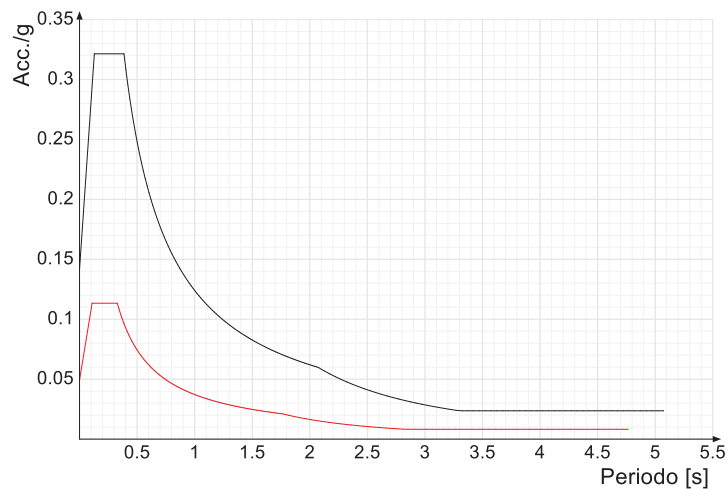


Tabella di sintesi modello

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	II
Vr	50
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Località	Bergamo, Seriate; Latitudine ED50 45,6804° (45° 40' 49"); Longitudine ED50 9,7282° (9° 43' 42"); Altitudine s.l.m. 241,43 m.
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Ss orizzontale SLD	1.2
Tb orizzontale SLD	0.109 s
Tc orizzontale SLD	0.328 s
Td orizzontale SLD	1.764 s
Ss orizzontale SLV	1.2
Tb orizzontale SLV	0.129 s
Tc orizzontale SLV	0.386 s
Td orizzontale SLV	2.073 s
St	1
Smorzamento viscoso (%)	5
Rotazione del sisma	0
Quota dello '0' sismico	0.0 m
Regolarità in pianta	No
Regolarità in elevazione	No
Edificio in acciaio	Sì
Altezza costruzione	390 cm
T1,x	0.21168 s
T1,y	0.15472 s
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005
Fattore di comportamento SLD X	1.07
Fattore di comportamento SLD Y	1.07
Fattore di comportamento SLV X	1.07
Fattore di comportamento SLV Y	1.07

Carichi inseriti nel modello FEM

Definizioni di carichi superficiali

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [daN/cm²]

Cp vento: valore del coefficiente di pressione C_p , nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.

Tipo: tipo di carico.

Nome	Valori			
	Condizione	Valore	Cp vento	Tipo
	Descrizione			
Pannello	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0.1		Verticale
	Variabile H	0.5		Verticale
	Neve	1.23		Verticale
	Vento +		0.26	Cp vento
	Vento -		-0.57	Cp vento

6. COMBINAZIONE DI CARICO

Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile H	Variabile H	Media	0	0	0	
Neve	Neve	Media	0.5	0.2	0	
Vento +	Vento +	Media	0.6	0.2	0	
Vento -	Vento -	Media	0.6	0.2	0	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	SLD X					
Sisma Y SLD	SLD Y					
Sisma Z SLD	SLD Z					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Terreno sisma X SLV	Tr SLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr SLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr SLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr SLD X					
Terreno sisma Y SLD	Tr SLD Y					
Terreno sisma Z SLD	Tr SLD Z					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

Combinazioni di carico

Nome: È il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: È il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Variabile H: Variabile H

Neve: Neve

Vento X: Vento X

Vento Y: Vento Y

ΔT : ΔT

SLO X: Sisma X SLO

SLO Y: Sisma Y SLO

SLO Z: Sisma Z SLO

EySx SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

ExSy SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr SLO X: Terreno sisma X SLO

Tr SLO Y: Terreno sisma Y SLO

Tr SLO Z: Terreno sisma Z SLO

SLD X: Sisma X SLD

SLD Y: Sisma Y SLD

SLD Z: Sisma Z SLD

EySx SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD

ExSy SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD

Tr SLD X: Terreno sisma X SLD

Tr SLD Y: Terreno sisma Y SLD

Tr SLD Z: Terreno sisma Z SLD

SLV X: Sisma X SLV

SLV Y: Sisma Y SLV

SLV Z: Sisma Z SLV

EySx SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

ExSy SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr SLV X: Terreno sisma X SLV

Tr SLV Y: Terreno sisma Y SLV

Tr SLV Z: Terreno sisma Z SLV

Rig Ux: Rig Ux

Rig Uy: Rig Uy

Rig Rz: Rig Rz

Famiglia SLU

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	0	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	0	1.5	0	0
4	SLU 4	1	0.8	0	0.75	0	1.5	0
5	SLU 5	1	0.8	0	0.75	1.5	0	0
6	SLU 6	1	0.8	0	1.5	0	0	0
7	SLU 7	1	0.8	0	1.5	0	0.9	0
8	SLU 8	1	0.8	0	1.5	0.9	0	0
9	SLU 9	1	0.8	1.5	0	0	0	0
10	SLU 10	1	0.8	1.5	0	0	0.9	0
11	SLU 11	1	0.8	1.5	0	0.9	0	0
12	SLU 12	1	0.8	1.5	0.75	0	0	0
13	SLU 13	1	0.8	1.5	0.75	0	0.9	0
14	SLU 14	1	0.8	1.5	0.75	0.9	0	0
15	SLU 15	1	1.5	0	0	0	0	0
16	SLU 16	1	1.5	0	0	0	1.5	0
17	SLU 17	1	1.5	0	0	1.5	0	0
18	SLU 18	1	1.5	0	0.75	0	1.5	0
19	SLU 19	1	1.5	0	0.75	1.5	0	0
20	SLU 20	1	1.5	0	1.5	0	0	0
21	SLU 21	1	1.5	0	1.5	0	0.9	0
22	SLU 22	1	1.5	0	1.5	0.9	0	0
23	SLU 23	1	1.5	1.5	0	0	0	0
24	SLU 24	1	1.5	1.5	0	0	0.9	0
25	SLU 25	1	1.5	1.5	0	0.9	0	0
26	SLU 26	1	1.5	1.5	0.75	0	0	0
27	SLU 27	1	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0
28	SLU 28	1	1.5	1.5	0.75	0.9	0	0
29	SLU 29	1.3	0.8	0	0	0	0	0
30	SLU 30	1.3	0.8	0	0	0	1.5	0
31	SLU 31	1.3	0.8	0	0	1.5	0	0
32	SLU 32	1.3	0.8	0	0.75	0	1.5	0
33	SLU 33	1.3	0.8	0	0.75	1.5	0	0
34	SLU 34	1.3	0.8	0	1.5	0	0	0
35	SLU 35	1.3	0.8	0	1.5	0	0.9	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT
36	SLU 36	1.3	0.8	0	1.5	0.9	0	0
37	SLU 37	1.3	0.8	1.5	0	0	0	0
38	SLU 38	1.3	0.8	1.5	0	0	0.9	0
39	SLU 39	1.3	0.8	1.5	0	0.9	0	0
40	SLU 40	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0	0
41	SLU 41	1.3	0.8	1.5	0.75	0	0.9	0
42	SLU 42	1.3	0.8	1.5	0.75	0.9	0	0
43	SLU 43	1.3	1.5	0	0	0	0	0
44	SLU 44	1.3	1.5	0	0	0	1.5	0
45	SLU 45	1.3	1.5	0	0	1.5	0	0
46	SLU 46	1.3	1.5	0	0.75	0	1.5	0
47	SLU 47	1.3	1.5	0	0.75	1.5	0	0
48	SLU 48	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0
49	SLU 49	1.3	1.5	0	1.5	0	0.9	0
50	SLU 50	1.3	1.5	0	1.5	0.9	0	0
51	SLU 51	1.3	1.5	1.5	0	0	0	0
52	SLU 52	1.3	1.5	1.5	0	0	0.9	0
53	SLU 53	1.3	1.5	1.5	0	0.9	0	0
54	SLU 54	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0	0
55	SLU 55	1.3	1.5	1.5	0.75	0	0.9	0
56	SLU 56	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	0	0

Famiglia SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	0	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	0	1	0	0
4	SLE RA 4	1	1	0	0.5	0	1	0
5	SLE RA 5	1	1	0	0.5	1	0	0
6	SLE RA 6	1	1	0	1	0	0	0
7	SLE RA 7	1	1	0	1	0	0.6	0
8	SLE RA 8	1	1	0	1	0.6	0	0
9	SLE RA 9	1	1	1	0	0	0	0
10	SLE RA 10	1	1	1	0	0	0.6	0
11	SLE RA 11	1	1	1	0	0.6	0	0
12	SLE RA 12	1	1	1	0.5	0	0	0
13	SLE RA 13	1	1	1	0.5	0	0.6	0
14	SLE RA 14	1	1	1	0.5	0.6	0	0

Famiglia SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0	0	0.2	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0	0.2	0	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.2	0	0	0

Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0	0	0

Famiglia SLD

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

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT	SLD X
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLD 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLD 3	1	1	0	0	0	0	0	-1

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT	SLD X
4	SLD 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLD 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLD 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLD 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLD 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLD 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLD 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLD 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLD 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLD 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLD 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLD 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLD 16	1	1	0	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	SLD Y	SLD Z	EySx SLD	ExSy SLD	Tr SLD X	Tr SLD Y	Tr SLD Z
1	SLD 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

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

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile H	Neve	Vento +	Vento -	ΔT	SLV X
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	0	-1
2	SLV 2	1	1	0	0	0	0	0	-1
3	SLV 3	1	1	0	0	0	0	0	-1
4	SLV 4	1	1	0	0	0	0	0	-1
5	SLV 5	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
6	SLV 6	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
7	SLV 7	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
8	SLV 8	1	1	0	0	0	0	0	-0.3
9	SLV 9	1	1	0	0	0	0	0	0.3
10	SLV 10	1	1	0	0	0	0	0	0.3
11	SLV 11	1	1	0	0	0	0	0	0.3
12	SLV 12	1	1	0	0	0	0	0	0.3
13	SLV 13	1	1	0	0	0	0	0	1
14	SLV 14	1	1	0	0	0	0	0	1
15	SLV 15	1	1	0	0	0	0	0	1
16	SLV 16	1	1	0	0	0	0	0	1

Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr SLV X	Tr SLV Y	Tr SLV Z
1	SLV 1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0

Nome	Nome breve	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr SLV X	Tr SLV Y	Tr SLV Z
7	SLV 7	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

7. CRITERI DI MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI

È stata effettuata un'analisi di tipo numerico mediante il programma di calcolo Sismicad 12.24, prodotto da Concrete srl di Padova (chiave 9132537 intestata a ARPOSTUDIO srl – via Don Carlo Botta, 11 - Bergamo).

Il comportamento della struttura sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello ad impostazione tridimensionale: mediante il pre-processore del software Sismicad 13 si introducono le caratteristiche geometriche e i carichi, successivamente viene creato il file dati di input da trasmettere al solutore agli elementi finiti. Una volta eseguito il calcolo e verificata la coerenza dei risultati di sollecitazioni e spostamenti, il post processore elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output. È stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 17.01.2018. Nel calcolo della risposta spettrale vengono determinate, per ogni verso del sisma, le deformazioni relative ai vari modi di vibrare e la corrispondente media quadratica. Tali risultati vengono successivamente combinati e danno luogo ad uno o più inviluppi in relazione a quanto imposto dall'utente nella fase iniziale di intestazione del lavoro.

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde) e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici di interpiano con possibilità di collegamento inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- **travi e pilastri** deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente.
- **travi di fondazione** su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;

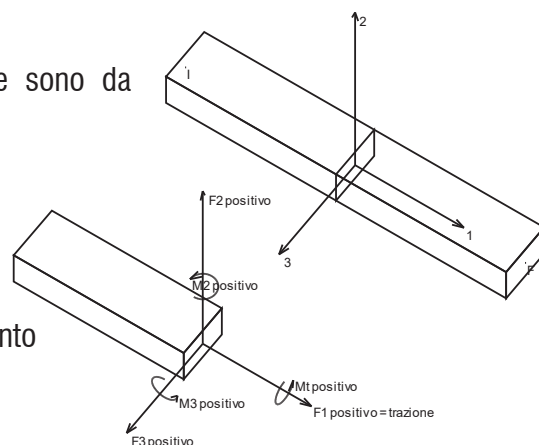
- **pareti** sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- **piastre** sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale e richiesta anche orizzontale.

La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso l'introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali. Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincoli tradizionali così come cerniere parziali o cerniere plastiche. Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincoli con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell'asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1, equivale al momento torcente;
- M2: momento attorno all'asse locale 2;
- M3: momento attorno all'asse locale 3.



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente: presa un'asta con nodo iniziale i e nodo finale f, asse 1 che va da i a f, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

Convenzioni di segno gusci

Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

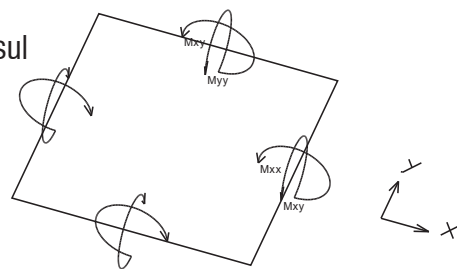
Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X . Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x , y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X , Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

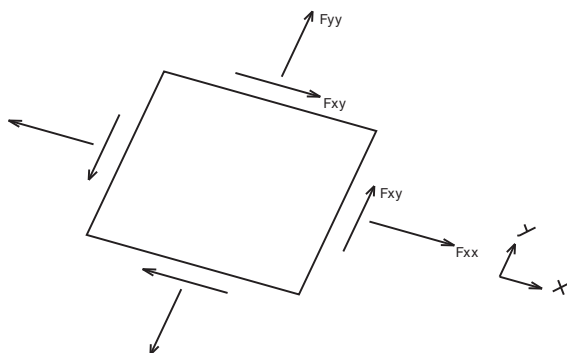
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{xx} , M_{yy} , M_{xy} .

Si definiscono:

- M_{xx} : momento flettente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{yy} momento flettente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{xy} : momento torcente [Forza*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).



Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione F_{xx} , F_{yy} , F_{xy} .



Si definiscono:

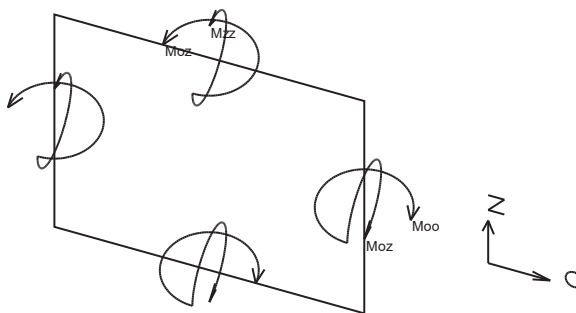
- F_{xx} : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- F_{yy} : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse y (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- F_{xy} : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- V_x : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse x ;
- V_y : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse y .

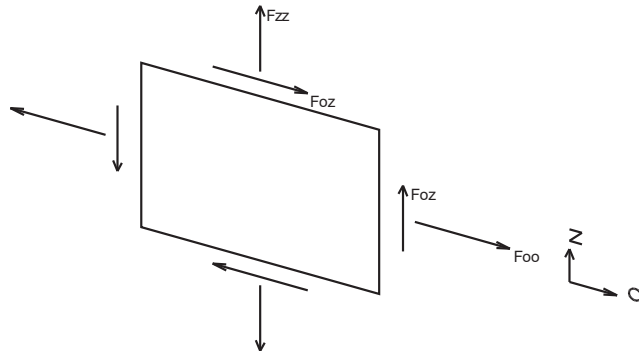
Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse O (ascisse) e z (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare, l'asse O è orizzontale e l'asse z parallelo ed equiverso con l'asse Z globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione M_{oo} , M_{zz} , M_{oz} .



- M_{oo} : momento flettente distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{zz} : momento flettente distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- M_{oz} : momento 'torcente' distribuito [Forza*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

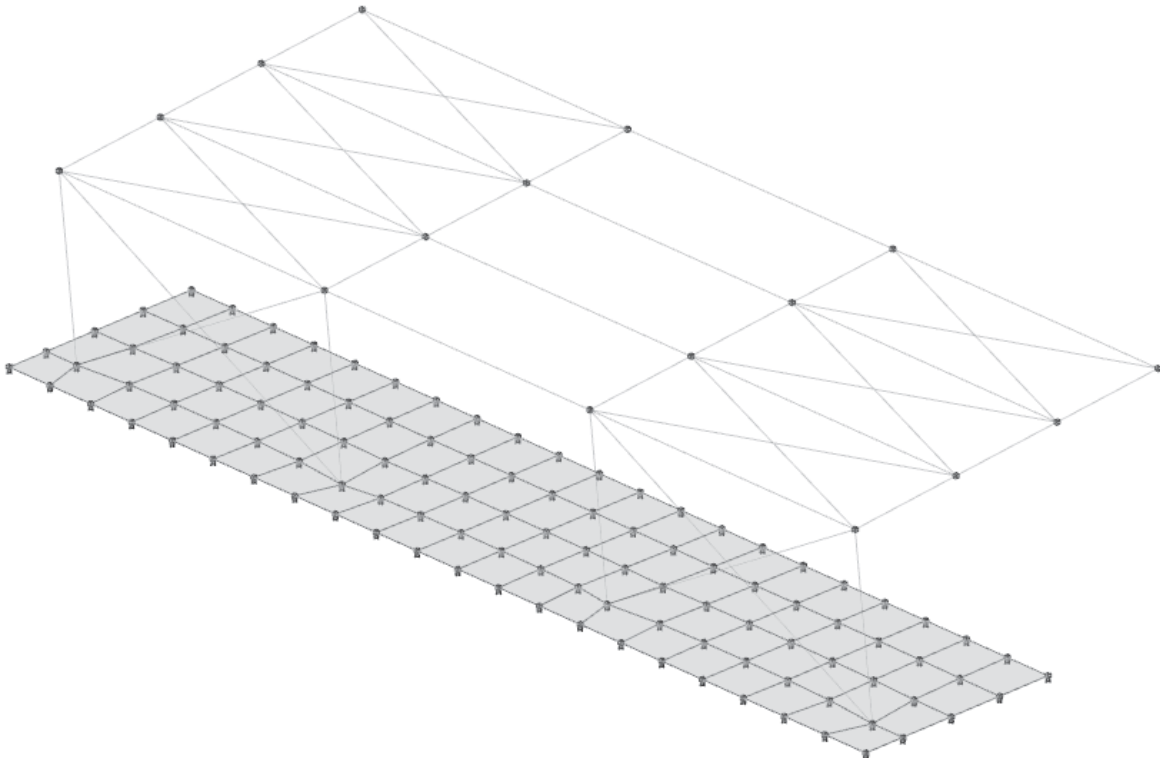
Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione F_{oo} , F_{zz} , F_{oz} sono rispettivamente:



- F_{zz} : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse z (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- F_{oo} : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- F_{oz} : sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- V_o : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O ;
- V_z : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z .



Modello FEM dell'edificio

8. RISULTATI DI MODELLAZIONE

Di seguito sono indicati i risultati della modellazione.

Analisi modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 1

Traslazione Y: 0.999915

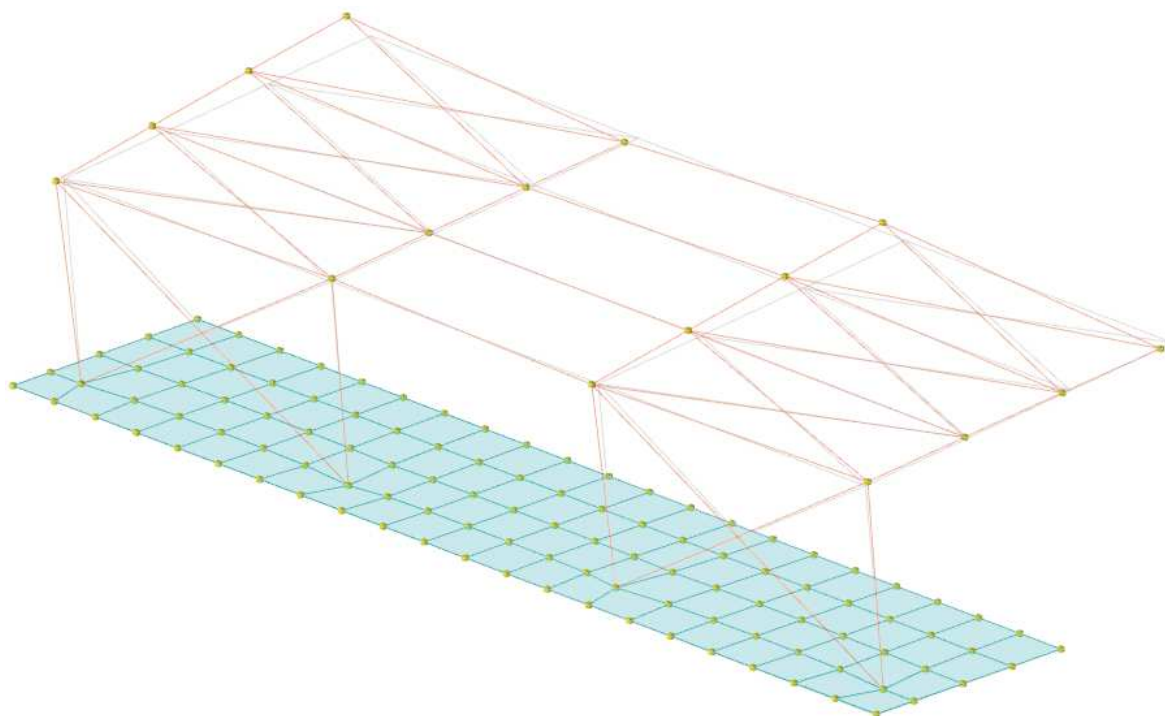
Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.999996

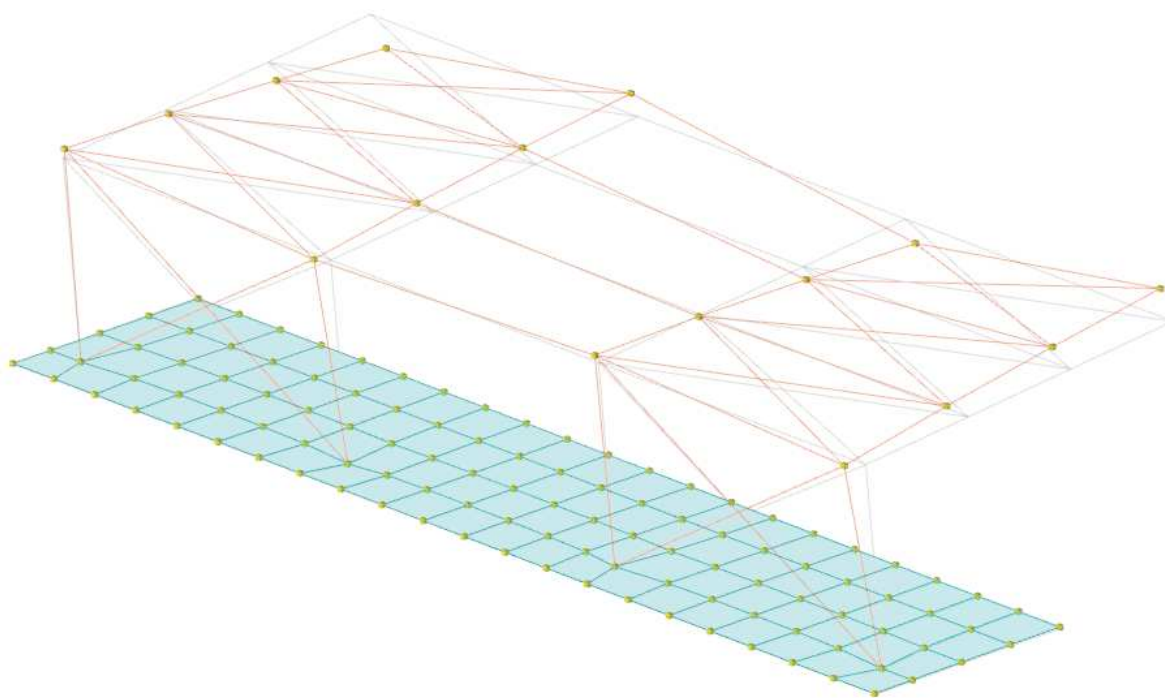
Rotazione Y: 1

Rotazione Z: 0.999927

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.263219084	0.658735915	0	0	0	0.696540328	0.089594873	0.658735915	0
2	0.167944369	0	0.988408446	0	0.993348938	0	0.852314528	0	0.988408446
3	0.150835688	0.001138302	0.000000082	0	0.000000082	0.001147983	0.000058106	0.001138302	0.000000082
4	0.112279479	0.28077295	0.000000007	0	0.000000006	0.261907332	0.039766371	0.28077295	0.000000007
5	0.093319871	0.000000193	0.006632312	0	0.006371201	0.000000168	0.005743975	0.000000193	0.006632312
6	0.06276304	0.046321366	0	0	0	0.029237467	0.006426671	0.046321366	0
7	0.043828442	0.012543632	0	0	0	0.010853471	0.001751295	0.012543632	0
8	0.029038569	0.000485835	0	0	0	0.000311794	0.000067883	0.000485835	0
9	0.012583426	0	0.000006994	0	0.000000399	0	0.000006028	0	0.000006994
10	0.011989519	0	0.003244404	0	0.000189146	0	0.002797602	0	0.003244404
11	0.011897994	0	0.000167673	0	0.000009736	0	0.000144585	0	0.000167673
12	0.011779085	0.000000312	0.000000015	0	0.000000001	0.000000819	0.000000007	0.000000312	0.000000015
13	0.01127435	0	0.000000052	0	0.000000003	0	0.000000045	0	0.000000052
14	0.010079242	0.000001104	0.000000013	0	0.000000001	0.000000325	0.000000026	0.000001104	0.000000013
15	0.009889286	0	0.001451749	0	0.000076509	0	0.001251856	0	0.001451749
16	0.00953626	0	0.000003302	0	0.000000175	0	0.000002847	0	0.000003302
17	0.007228586	0.000000037	0	0	0	0.000000291	0.000000052	0.000000037	0
18	0.006839457	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0.006814343	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.00584079	0	0	0	0	0	0	0	0



1° modo di vibrare

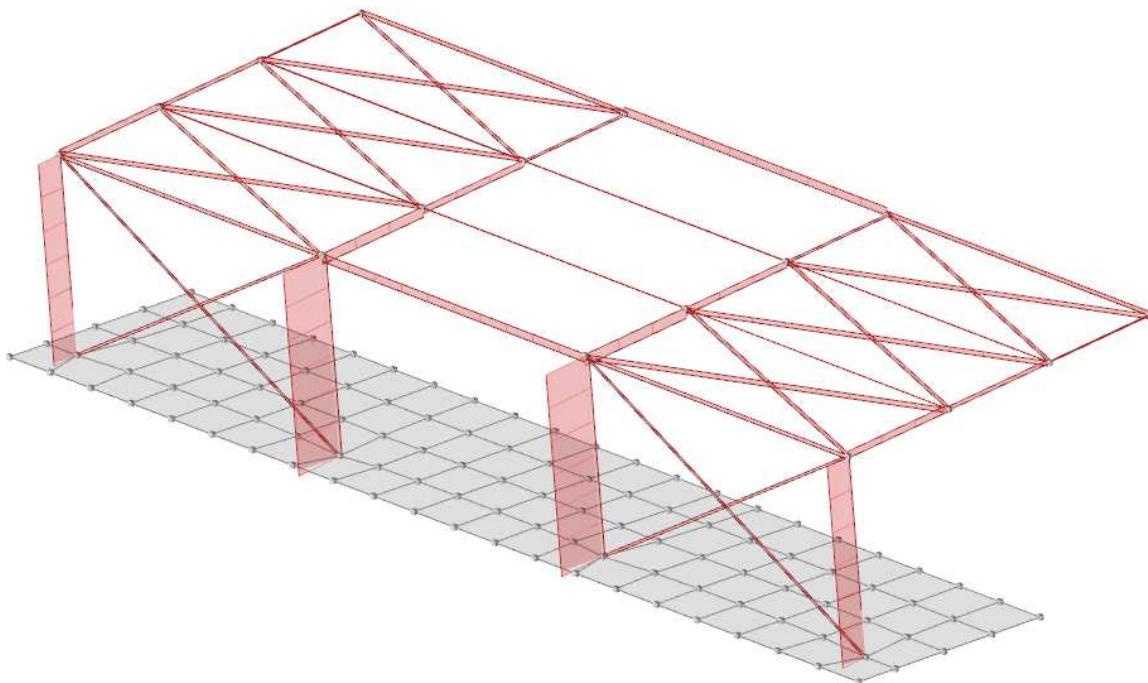


4° modo di vibrare

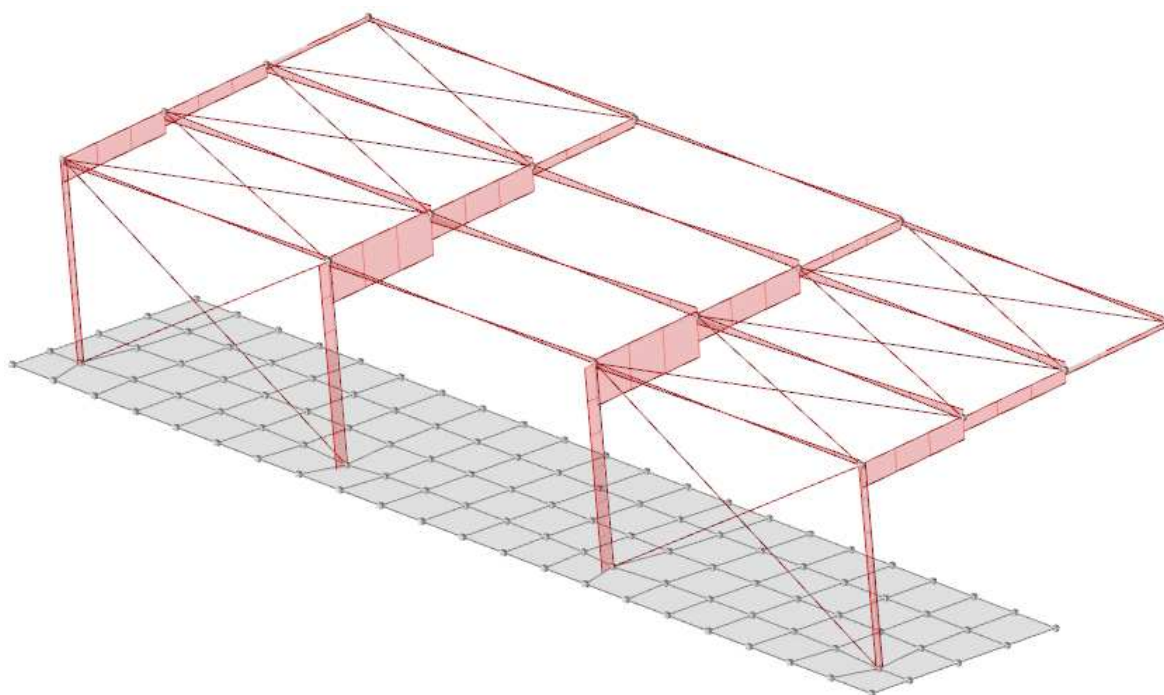
Sollecitazioni

Sollecitazioni aste

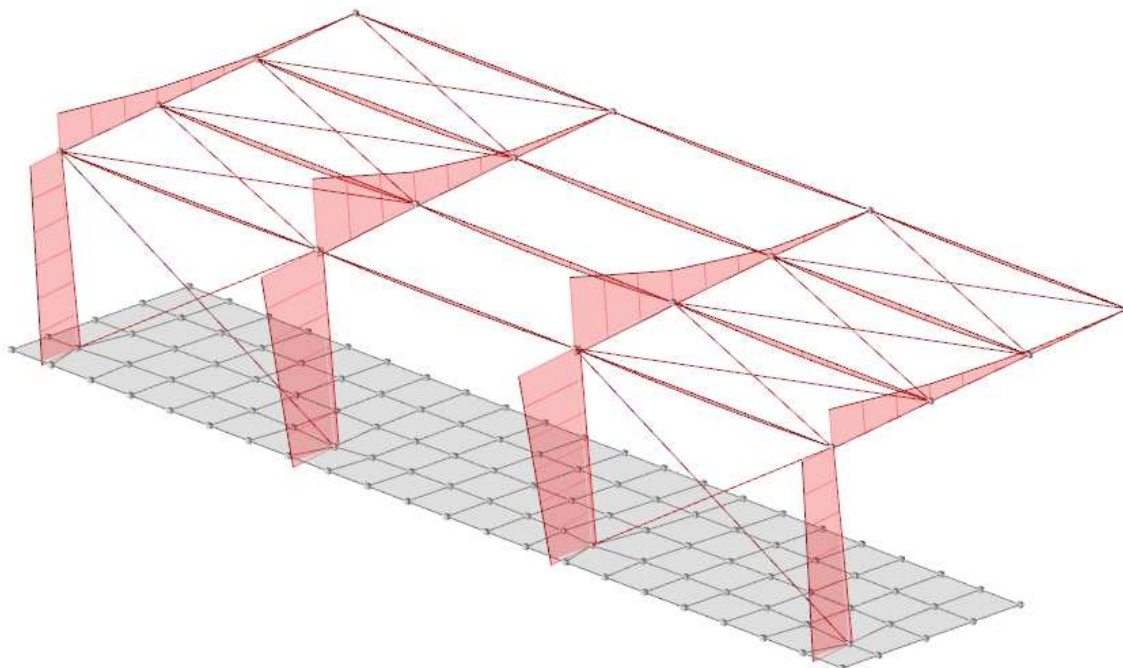
Azione assiale, involucro SLU/SLV



Taglio F2, involucro SLU/SLV



Momento M3, involucro SLU/SLV



Equilibrio globale forze

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

Fx: Componente X di forza del sistema risultante. [daN]

Fy: Componente Y di forza del sistema risultante. [daN]

Fz: Componente Z di forza del sistema risultante. [daN]

Mx: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN-cm]

My: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN-cm]

Mz: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN-cm]

Bilancio in condizione di carico: Pesì strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-630.75837	235691.2964	588073.7003	0
Reazioni	0	0	630.75837	-235691.2964	-588073.7003	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-9.19412	3421.8332	8571.9303	0
Reazioni	0	0	9.19412	-3421.8332	-8571.9303	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile H

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-45.97058	17109.1662	42859.6516	0
Reazioni	0	0	45.97058	-17109.1662	-42859.6516	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	-113.08762	42088.549	105434.7429	0
Reazioni	0	0	113.08762	-42088.549	-105434.7429	0
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento +

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	-2.33535	1.36129	-15.90974	5916.6909	14825.3074	400.0048
Reazioni	2.33535	-1.36129	15.90974	-5916.6909	-14825.3074	-400.0048
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento -

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	-2.98436	34.87905	-12971.207	-32518.7132	-2782.403
Reazioni	0	2.98436	-34.87905	12971.207	32518.7132	2782.403
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	13.47668	0	0	0	44.6939	5018.7326
Reazioni	-13.47668	0	0	0	-44.6939	-5018.7326
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	13.47668	0	-44.6939	0	12564.6884
Reazioni	0	-13.47668	0	44.6939	0	-12564.6884
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	4.75377	0	0	0	15.7654	1770.3111
Reazioni	-4.75377	0	0	0	-15.7654	-1770.3111
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLD

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	4.75377	0	-15.7654	0	4432.0767
Reazioni	0	-4.75377	0	15.7654	0	-4432.0767
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig Ux

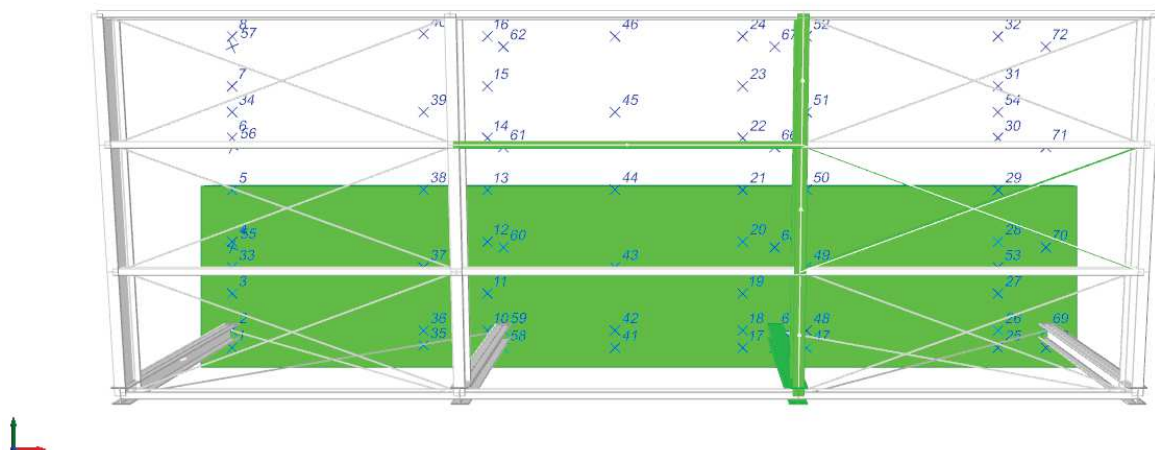
Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0.01	0	0	0	0.0358	3.6927
Reazioni	-0.01	0	0	0	-0.0358	-3.6927
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig Uy

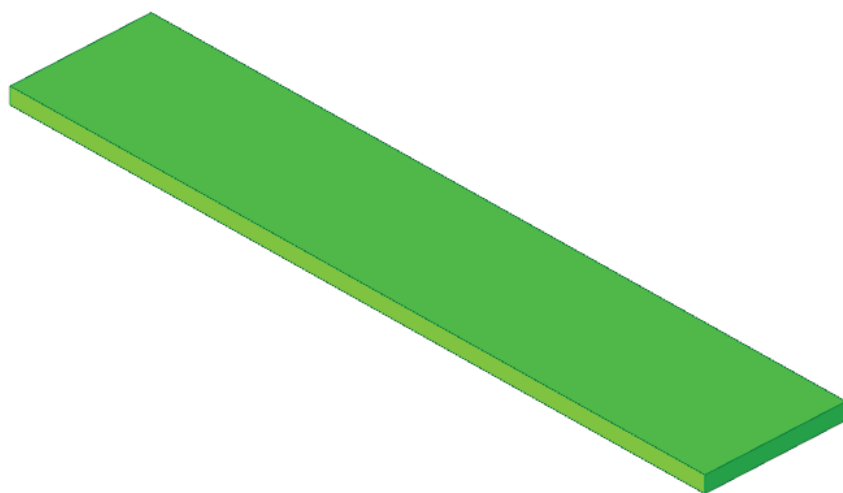
Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0.01	0	-0.0358	0	9.297
Reazioni	0	-0.01	0	0.0358	0	-9.297
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig Rz

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Forze applicate	0	0	0	0	0	0.0001
Reazioni	0	0	0	0	0	-0.0001
P-Delta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0



9. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE



Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [m]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

A. sup.: area barre armatura superiori. [m²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [m²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [kN-m]

N: sforzo normale. [kN]

Mu: momento flettente ultimo. [kN·m]
Nu: sforzo normale ultimo. [kN]
c.s.: coefficiente di sicurezza.
Verifica: stato di verifica.
σc: tensione nel calcestruzzo. [kN/m²]
σlim: tensione limite. [kN/m²]
Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.
σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m²]
εsm: deformazione unitaria media delle barre di armatura.
Δmax: distanza massima tra le fessure. [m]
Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]
Pos.: posizione dell'armatura.
A. efficace: area efficace. [m²]
A. min: area minima. [m²]
Comb.: combinazione.
Fh: componente orizzontale del carico. [kN]
Fv: componente verticale del carico. [kN]
Cnd: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).
Ad: adesione di progetto. [kN/m²]
Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]
RPI: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m]
γR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.
Rd: resistenza alla traslazione di progetto. [kN]
Ed: azione di progetto. [kN]
Rd/Ed: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.
ID: indice della verifica di capacità portante.
Fx: componente lungo x del carico. [kN]
Fy: componente lungo y del carico. [kN]
Fz: componente verticale del carico. [kN]
Mx: componente lungo x del momento. [kN·m]
My: componente lungo y del momento. [kN·m]
ix: inclinazione del carico in x. [deg]
iy: inclinazione del carico in y. [deg]
ex: eccentricità del carico in x. [m]
ey: eccentricità del carico in y. [m]
B': larghezza efficace. [m]
L': lunghezza efficace. [m]
Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).
C: coesione di progetto. [kN/m²]
Qs: sovraccarico laterale da piano di posa. [kN/m²]
Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [kN]
Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [kN]
Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.
N:
Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.
Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.
Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.
S:
Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.
Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.
Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.
D:
Dq: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.
Dc: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.
Dg: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.
I:
Iq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.
Ic: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.
Ig: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.

B:

Bq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.

Bc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.

Bg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.

G:

Gq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.

Gc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.

Gg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.

P:

Pq: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.

Pc: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.

Pg: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.

E:

Eq: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.

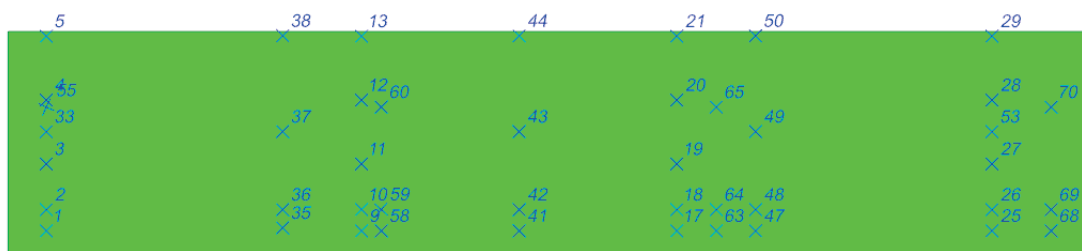
Ec: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.

Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

Platea a "Fondazione"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C25/30_1 Rck 30000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (923.854; -375.463; 0), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
28	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLU 50	-72.9401	0	-79.6329	0	1.0918	Si
25	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLU 50	-70.7456	0	-79.6329	0	1.1256	Si
29	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLU 50	29.5114	0	51.176	0	1.7341	Si
24	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLU 50	29.132	0	51.176	0	1.7567	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
26	X	1	0.4	0.001181	0.049	0.00077	0.049	SLU 50	-87.4299	0	-153.8564	0	1.7598	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
28	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLD 3	-14.3946	0	-72.1687	0	5.0136	Si
25	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLD 15	-14.3316	0	-72.1687	0	5.0356	Si
24	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLD 11	5.6515	0	45.9308	0	8.1271	Si
29	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLD 7	5.6444	0	45.9308	0	8.1375	Si
9	Y	0.5	0.4	0.000283	0.036	0.000283	0.036	SLD 3	-4.3392	0	-35.865	0	8.2654	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
26	X	1	0.4	0.001181	0.049	0.00077	0.049	SLE RA 8	-59.5715	0	-2007	14940	15	Si
27	X	1	0.4	0.001181	0.049	0.00077	0.049	SLE RA 8	-58.1863	0	-1960	14940	15	Si
28	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLE RA 8	-49.7354	0	-1708	14940	15	Si
25	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLE RA 8	-48.2635	0	-1658	14940	15	Si
29	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLE RA 8	20.1619	0	-1400	14940	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
26	X	1	0.4	0.001181	0.049	0.00077	0.049	SLE RA 8	-59.5715	0	22307	360000	15	Si
27	X	1	0.4	0.001181	0.049	0.00077	0.049	SLE RA 8	-58.1863	0	21788	360000	15	Si
28	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLE RA 8	-49.7354	0	19717	360000	15	Si
25	X	1	0.4	0.000565	0.048	0.00077	0.049	SLE RA 8	-48.2635	0	19134	360000	15	Si
29	X	0.5	0.4	0.000283	0.048	0.000385	0.049	SLE RA 8	20.1619	0	15656	360000	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Verifiche area minima longitudinali nei nodi

Nodo	Dir.	Pos.	A. efficace	A. min	c.s.	Verifica
53	X	Superiore	0.000565	0.0004	1.4137	Si
68	X	Superiore	0.000283	0.0002	1.4137	Si
67	Y	Superiore	0.000565	0.0004	1.4137	Si
67	X	Superiore	0.000565	0.0004	1.4137	Si
66	Y	Superiore	0.000565	0.0004	1.4137	Si

Verifiche sezioni di diaframma

Sezioni di verifica di diaframma

Nome	X iniziale	Y iniziale	X finale	Y finale
S1	10.884	4.011	10.884	-0.342

Rettangoli costituenti le sezioni di verifica di diaframma

Sezione	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
S1	-1.75	0.2	1.75	0.2	1.75	-0.2	-1.75	-0.2

Armature sezioni di verifica di diaframma

Sezione	Area	X	Y	Area	X	Y	Area	X	Y	Area	X	Y
S1	0.00011	-1.7	0	0.00011	-1.5	0	0.00011	-1.3	0	0.00011	-1.1	0
	0.00011	-0.9	0	0.00011	-0.7	0	0.00011	-0.5	0	0.00011	-0.3	0
	0.00011	-0.1	0	0.00011	0.1	0	0.00011	0.3	0	0.00011	0.5	0
	0.00011	0.7	0	0.00011	0.9	0	0.00011	1.1	0	0.00011	1.3	0
	0.00011	1.5	0	0.00011	1.7	0	0.00011	-1.7	0	0.00011	-1.5	0
	0.00011	-1.3	0	0.00011	-1.1	0	0.00011	-0.9	0	0.00011	-0.7	0
	0.00011	-0.5	0	0.00011	-0.3	0	0.00011	-0.1	0	0.00011	0.1	0
	0.00011	0.3	0	0.00011	0.5	0	0.00011	0.7	0	0.00011	0.9	0
	0.00011	1.1	0	0.00011	1.3	0	0.00011	1.5	0	0.00011	1.7	0

Verifiche SLU flessione sezioni di diaframma

Sezione	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
S1	SLV 7	9.5854	-0.88	1811.4971	-165.82	188.9841	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione sezioni di diaframma

Sezione	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
S1	SLD 7	7.1995	-0.44	1730.3736	-104.85	240.3467	Si

Verifiche SLU taglio sezioni di diaframma

Sezione	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotg θ	Asl	c.s.	Verifica
S1	0.4	3.5	0.001357	0.5	0.001357	0.5	0.001357	SLV 1	2.68	-2.68	2924.87	291.95	2924.87	2952.72	2.05	0.0013572	1093.3883	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio sezioni di diaframma

Sezione	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotg θ	Asl	c.s.	Verifica
S1	0.4	3.5	0.001357	0.5	0.001357	0.5	0.001357	SLD 1	0.97	-1.09	2924.87	380.3	2924.87	2952.48	2.05	0.0013572	3018.6932	Si

Verifiche SLU scorrimento sezioni di diaframma

Sezione	Comb.	Ved	N	M	Vdd	Vfd	Vrd,s	ξ	ΣAsj	bw	lw	c.s.	Verifica
S1	SLV 15	-2.63	2.31	2.5443	393.3	68.52	461.81	0.07	0.004072	0.4	3.5	175.8801	Si

Verifiche SLD Resistenza scorrimento sezioni di diaframma

Sezione	Comb.	Ved	N	M	Vdd	Vfd	Vrd,s	ξ	ΣAsj	bw	lw	c.s.	Verifica
S1	SLD 15	-0.92	0.72	4.7338	393.3	139.67	532.97	0.15	0.004072	0.4	3.5	579.5721	Si

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 932.3; -373.7; -0.4

Lato minore B dell'impronta: 3.5

Lato maggiore L dell'impronta: 16.9

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 59.3

Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 13.29

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 2	4.48	-585.8	LT	0	17	0	1.1	165.87	4.48	37.05	Si
SLV 11	13.63	-639.95	LT	0	17	0	1.1	181.2	13.63	13.29	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 2.8 m

Peso specifico efficace del terreno di progetto γ_s : 1800 daN/m³

Coefficiente sismico pseudo-statico K_h nel volume di terreno sottostante la fondazione per verifiche in SLD: 0.049

Coefficiente sismico pseudo-statico K_h nel volume di terreno sottostante la fondazione per verifiche in SLV: 0.142

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 8.12

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γ_R	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 50	0	1.23	-	-	-7.8607	0	0	-	-	2.81	16.93	LT	0	26	8	2.3	8261.74	1017.73	8.12	Si
2	SLV 11	0	13.32	-639.95	-94.797	11.8435	0	1	0.02	-	3.2	16.91	LT	0	26	8	2.3	8675.29	639.95	13.56	Si
3	SLD 11	0	4.7	-639.95	-62.7199	4.2311	0	0	0.01	-0.1	3.3	16.93	LT	0	26	8	2.3	10313.42	639.95	16.12	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	12	22	13	1.08	1.09	0.93	1.04	1.05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	12	22	13	1.09	1.1	0.92	1.04	1.05	1	0.96	0.96	0.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.89	0.95	0.89
3	12	22	13	1.1	1.1	0.92	1.04	1.05	1	0.99	0.99	0.98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96	0.98	0.96

10. VERIFICA STRUTTURE IN ACCIAIO

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Sezione: sezione in acciaio.

Rotazione: rotazione della sezione. [deg]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

J_x: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

J_y: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

i_x: raggio di inerzia relativo all'asse x. [m]

i_y: raggio di inerzia relativo all'asse y. [m]

W_x: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

W_y: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

W_{plx}: modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [m³]

W_{ply}: modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [m³]

X: distanza dal nodo iniziale. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

Sfruttamento: rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

Classe: classe della sezione.

N_{Ed}: sollecitazione assiale. [kN]

N_{c,Rd}: resistenza assiale a compressione ridotta per taglio. [kN]

N_{t,Rd}: resistenza assiale a trazione ridotta per taglio. [kN]

Riduzione da taglio: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

p_x: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

p_y: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

Verifica: stato di verifica.

V_{Ed}: sollecitazione di taglio. [kN]

V_{c,Rd}: resistenza a taglio. [kN]

A_v: area resistenza a taglio. [m²]

Interazione taglio-torsione: indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

Riduzione torsione: coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.

Sfruttamento torsione: rapporto tra T_{Ed} e T_{Rd}.

T_{Ed}: sollecitazione torcente. [kN·m]

T_{Rd}: resistenza a torsione. [kN·m]

Riduzione taglio resistente: indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

Sfruttamento taglio-torsione: $\tau_{Ed,totale} / (0.5 * \tau_{Rd})$. Non verificato se maggiore di 1.

$\tau_{Ed,totale}$: somma delle tensioni tangenziali totale derivanti da taglio e torsione. [kN/m²]

τ_{Rd} : tensione tangenziale resistente. [kN/m²]

M_{x,Ed}: sollecitazione flettente attorno x-x. [kN·m]

M_{x,Rd}: resistenza a flessione attorno x-x ridotta per taglio. [kN·m]

Rid. M_{x,Rd} da V_{Ed}: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.

M_{y,Ed}: sollecitazione flettente attorno y-y. [kN·m]

M_{y,Rd}: resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [kN·m]

Rid. M_{y,Rd} da V_{Ed}: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

α : esponente α per flessione deviata.

β : esponente β per flessione deviata.

N_{Rd}: resistenza assiale ridotta per taglio. [kN]

Rid. N_{Rd} da V_{Ed}: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

M_{x,Rd}: resistenza a flessione attorno x-x ridotta. [kN·m]

Rid. M_{x,Rd} da N_{Ed}: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno x-x.

M_{y,Rd}: resistenza a flessione attorno y-y ridotta. [kN·m]

Rid. M_{y,Rd} da N_{Ed}: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno y-y.

Numero rit.: numero del ritegno.

Presente: indica se il ritegno è presente o meno.

Ascissa: ascissa del ritegno rispetto al nodo iniziale del superelemento o ascissa iniziale e finale della campata. [m]

Campata: campata tra i ritegni.

$6x/m$: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a x/m .

Vincolo a entrambi estremi: indica se il tratto è vincolato a entrambi gli estremi.

$\lambda x/m$: snellezza attorno a x/m del tratto tra i due ritegni.

λVer : snellezza accettabile.

$6y/n$: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a y/n .

k_{LT} : coefficiente di lunghezza efficace per rotazione nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(3).

$k_{w,LT}$: coefficiente di lunghezza efficace per ingobbamento nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(4).

$\lambda y/n$: snellezza attorno a y/n del tratto tra i due ritegni.

Obblig.: indica se la verifica è obbligatoria da norma.

$M_{b,Rd,x}$: momento resistente di progetto per l'instabilità per sollecitazione flettente attorno l'asse $x-x$. [kN·m]

χ_{LT} : coefficiente di riduzione per instabilità flesso-torsionale.

$\lambda_{adim. LT}$: snellezza adimensionale per instabilità flesso-torsionale.

L_{LT} : distanza tra due ritegni torsionali. [m]

$M_{critico}$: momento critico. [kN·m]

$M_{x,Ed,Ed}$: momento interno efficace di verifica attorno $x-x$ secondo ENV1993-1-1 §5.5.3. [kN·m]

k_{LT} : valore di k_{LT} .

k_y : valore di k_y .

W_x : modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse $x-x$. [m³]

W_y : modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse $y-y$. [m³]

N_{Rk} : resistenza caratteristica assiale. [kN]

$M_{x,Ed max}$: momento sollecitante massimo attorno l'asse $x-x$ tra due ritegni all'inflessione attorno $x-x$. [kN·m]

$M_{x,Rk}$: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse $x-x$. [kN·m]

$M_{y,Ed max}$: momento sollecitante massimo attorno l'asse $y-y$ tra due ritegni all'inflessione attorno $y-y$. [kN·m]

$M_{y,Rk}$: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse $y-y$. [kN·m]

χ_x : coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse $x-x$.

χ_y : coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse $y-y$.

k_{xx} : valore di k_{xx} .

k_{xy} : valore di k_{xy} .

k_{yx} : valore di k_{yx} .

k_{yy} : valore di k_{yy} .

η : valore di η .

h_w : altezza dell'anima. [m]

t_w : spessore dell'anima. [m]

$h_w/t_w max$: rapporto tra h_w e t_w massimo.

Ascissa freccia: ascissa della massima freccia. [m]

Combinazione: combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.

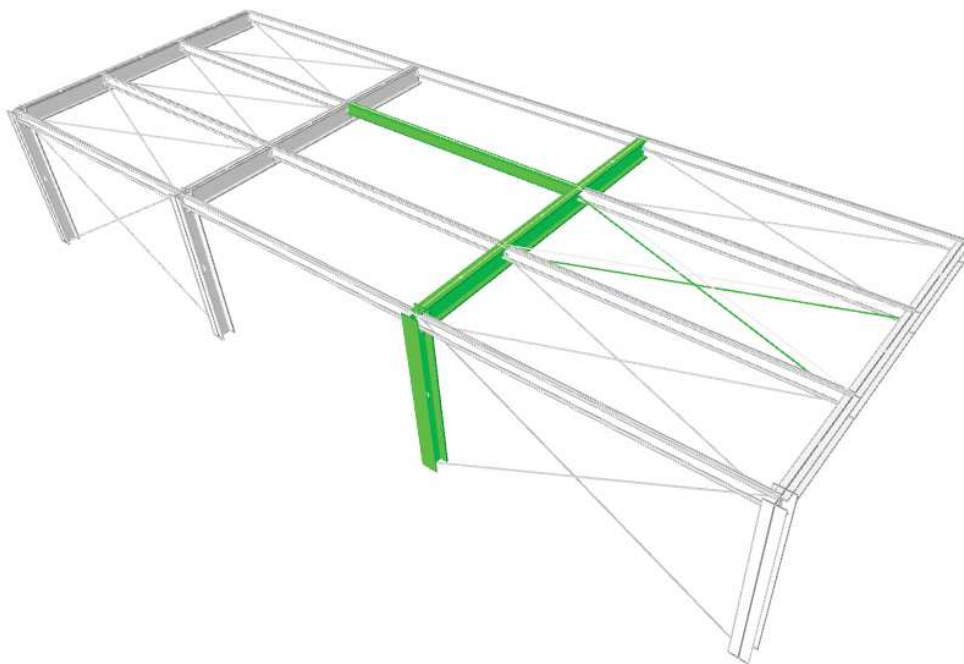
Freccia: massima freccia. [m]

Luce: luce di verifica. [m]

L/f : rapporto luce su freccia.

$L/f,min$: minimo rapporto luce su freccia consentito.

Tipo: freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.



Superelemento in acciaio a "Falda" 61-66

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275_1, $f_yk = 275000$

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 5.25

Nodo iniziale: 121 Nodo finale: 122

Cerniera iniziale: Svincolo: M3 Cerniera finale: Svincolo: M3

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE200_1	0	0.002818	0.0000191963	0.0000014222	0.0825	0.0225	0.00019196	0.00002844	0.00021796	0.00004441

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	ρ_x	ρ_y	Verifica
5.075	SLU 47	0.001		0.721		738.015	1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 46	0.001	-0.249	271.132	0.001793	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
5.25	SLU 50	0.058	-11.742	202.69	0.00134	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 1	0.005	1.092	202.69	0.00134	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	τ_{Rd}	Verifica
5.25	SLV 4	0.001	0.001	0.9189	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
3.675	SLU 52	0.07	1	-3.97826	57.08444	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.975	SLD 3	0.025	1	-1.40715	57.08444	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLV 4	0.025	1	0.29362	11.63182	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLD 4	0.01	1	0.11121	11.63182	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.625	SLU 48	0.26	1	-14.3674	57.0844	0.0931	11.6318	1	1			0	0	Si

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.1	SLD 3	0.027	1	-1.3753	57.0844	0.0311	11.6318	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
4.375	SLU 19	0.095	1	0.719	738.015	1	-5.3854	57.0844	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
5.25	SLU 3	0.013	1	0.668	738.015	1	-0.1429	11.6318	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ _x	ρ _y	Verifica
2.625	SLU 50	0.282	1	0.506	738.015	1	-15.4116	57.0844	0.1283	11.6318	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura secondaria per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β _x /m	Vincolo a entrambi estremi	λ _x /m	λ _{Ver}
1	Si	0					
			1-2	1	Si	63.6	Si, (<250)
2	Si	5.25					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β _y /n	k _{LT}	k _{w,LT}	Vincolo a entrambi estremi	λ _y /n	λ _{Ver}
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	233.7	Si, (<250)
2	Si	5.25							

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ _{LT}	λ _{adim. LT}	L _{LT}	M _{critico}	Verifica
4.375	SLU 19	0.26	1	Si	0.719	-5.38539	-5.35108	20.55336	0.36	1.667	5.25	21.58103	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ _{LT}	k _{LT}	k _y	M _{critico}	W _x	W _y	Verifica
2.625	SLU 50	0.76	1	0.506	-15.4116	-15.38748	0.12835	0.36	1	1	21.58103	0.000218	0.0000444	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ_x	χ_y	k _{xx}	k _{xy}	k _y	k _{yy}	χ_{LT}	Verifica
4.025	SLU 48	0.707	1	0	774.915	14.36736	59.93867	0.09747	12.21341	0.832	0.122	0.95	0.579	1	0.965	0.36	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ_x	χ_y	k _{xx}	k _{xy}	k _y	k _{yy}	χ_{LT}	Verifica
5.25	SLD 3	0.074	1	0	774.915	1.43262	59.93867	0.11121	12.21341	0.832	0.122	0.95	0.24	1	0.4	0.36	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.183	0.006	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.183	0.006	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
2.45	SLE RA 8	-0.00088	5.25	5935.5	200	Totale	Si
2.45	SLE RA 14	-0.00083	5.25	6338.5	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 6	-0.00073	5.25	7229.7	200	Totale	Si
2.45	SLE RA 5	-0.00069	5.25	7597.5	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 12	-0.00067	5.25	7838.7	200	Totale	Si
2.45	SLE RA 8	-0.00076	5.25	6888.1	300	Variabile	Si
2.45	SLE RA 14	-0.00071	5.25	7436.7	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 6	-0.0006	5.25	8699.4	300	Variabile	Si
2.275	SLE RA 5	-0.00057	5.25	9223	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 2	0.00057	5.25	9230.2	300	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
2.625	SLE RA 8	-0.0075	5.25	700.3	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 6	-0.00699	5.25	750.7	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 14	-0.00694	5.25	756.5	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 12	-0.00644	5.25	815.7	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 7	-0.00589	5.25	891.2	200	Totale	Si
2.625	SLE RA 8	-0.00646	5.25	812.5	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 6	-0.00596	5.25	881.1	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 14	-0.0059	5.25	889.2	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 12	-0.0054	5.25	972	300	Variabile	Si
2.625	SLE RA 7	-0.00486	5.25	1081.2	300	Variabile	Si

Superelemento in acciaio a "Falda" 63-67

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275_1, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 5.838

Nodo iniziale: 115 Nodo finale: 126

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE360 1	0	0.007279	0.0001628252	0.0000104354	0.1496	0.0379	0.00090458	0.00012277	0.0010202	0.00019117

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 50	0.008	1	-14.961	1906.523		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 1	0.002	1	-3.057	1906.523		1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
1.946	SLV 4	0.001	0.554	690.502	0.004603	Considerata	0.99	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 50	0.121	63.717	527.456	0.00352	Considerata	0.99	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 7	0.018	9.562	531.399	0.00352	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	τ_{Rd}	Verifica
0.065	SLU 50	0.023	-0.078	3.44398	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	τ_{Rd}	Verifica
1.881	SLD 4	0.008	-0.02852	3.44398	Considerata				Si

Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
1.103	SLV 8	0.087	1	23.2147	267.19426	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
0.13	SLD 11	0.118	1	31.6254	267.19426	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
5.838	SLV 4	0.004	3	0.13387	32.15404	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
5.838	SLD 3	0.002	3	0.06774	32.15404	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLV 13	0.131	1	31.9585	267.1943	0.5615	50.0679	1	1			0	0	Si

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLD 15	0.125	1	32.5391	267.1943	0.1666	50.0679	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
1.233	SLU 50	0.548	1	-14.883	1906.523	1	144.4213	267.1943	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
0.584	SLD 9	0.102	1	-2.454	1906.523	1	26.7923	267.1943	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
5.838	SLU 50	0.011	3	-2.982	1906.523	1	0.2937	32.154	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLU 50	0.85	1	-14.961	1906.523	1	222.3908	267.1943	-0.5093	50.0679	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
0	SLD 3	0.129	1	-2.484	1906.523	1	32.7515	267.1943	-0.2556	50.0679	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'intradosso; Curva svergolamento: c;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_x/m	Vincolo a entrambi estremi	λ_x/m	λ_{Ver}
1	Si	0					
			1-2	2	No	78.1	Si, (<200)
2	No	5.838					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_y/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λ_y/n	λ_{Ver}
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	51.4	Si, (<200)
2	Si	1.946							
			2-3	1	1	1	Si	51.4	Si, (<200)
3	Si	3.892							
			3-4	1	1	1	Si	51.4	Si, (<200)
4	Si	5.838							

Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ_{LT}	$\lambda_{adim. LT}$	L,LT	M,critico	Verifica
1.946	SLU 16	0.021	1	Si	-5.5033	267.19426	1	0.397	1.946	1777.98821	Si

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ_{LT}	$\lambda_{adm.LT}$	L,LT	M,critico	Verifica
1.168	SLU 2	0.051	1	Si	0.82	-	-	261.76334	0.98	0.436	1.946	1473.03939	Si
						13.34443	13.27311						

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ_{LT}	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
0	SLV 15	0.135	1	1.701	32.5548	32.40684	0.55037	0.975	1	1	1413.06616	0.0010202	0.0001912	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ_x	χ_y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ_{LT}	Verifica
5.838	SLU 50	0.945	3	-	2001.849	222.39083	248.76071	0.29366	33.76175	0.734	0.841	0.901	0.478	1	0.478	1	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ_x	χ_y	kxx	kxy	kyx	kyy	χ_{LT}	Verifica
5.838	SLD 4	0.14	3	0	2001.849	32.75151	248.76071	0.06774	33.76175	0.734	0.841	0.9	0.818	1	0.818	1	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.335	0.008	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.335	0.008	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: Finale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
0.714	SLE RA 1	0	5.838	10000	90	Totale	Si
0.908	SLE RA 2	0	5.838	10000	90	Totale	Si
3.179	SLE RA 3	-0.0001	5.838	10000	90	Totale	Si
0.714	SLE RA 4	0.00001	5.838	10000	90	Totale	Si
3.308	SLE RA 5	-0.0001	5.838	10000	90	Totale	Si
0.778	SLE RA 2	-0.00001	5.838	10000	100	Variabile	Si
3.114	SLE RA 3	-0.00009	5.838	10000	100	Variabile	Si
5.125	SLE RA 4	0	5.838	10000	100	Variabile	Si
3.308	SLE RA 5	-0.0001	5.838	10000	100	Variabile	Si
0.778	SLE RA 6	0.00002	5.838	10000	100	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
5.838	SLE RA 8	-0.12839	11.677	90.9	90	Totale	Si
5.838	SLE RA 6	-0.12053	11.677	96.9	90	Totale	Si
5.838	SLE RA 14	-0.11974	11.677	97.5	90	Totale	Si
5.838	SLE RA 12	-0.11189	11.677	104.4	90	Totale	Si
5.838	SLE RA 7	-0.10263	11.677	113.8	90	Totale	Si

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
5.838	SLE RA 8	-0.10036	11.677	116.3	100	Variabile	Si
5.838	SLE RA 6	-0.0925	11.677	126.2	100	Variabile	Si
5.838	SLE RA 14	-0.09171	11.677	127.3	100	Variabile	Si
5.838	SLE RA 12	-0.08385	11.677	139.3	100	Variabile	Si
5.838	SLE RA 7	-0.0746	11.677	156.5	100	Variabile	Si

Superelemento in acciaio a "Falda" 66-70

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275 E ridotto, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 5.597

Nodo iniziale: 122 Nodo finale: 119

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: Svincolo: M2, M3

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
Tondo 12_1	355	0.000113	0.000000001	0.000000001	0.003	0.003	0.00000017	0.00000017	0.00000028	0.00000028

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 50	0.189		5.586		29.621	1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 3	0.038		1.118		29.621	1	0	0	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 38	0.002	0.032	17.102	0.000113	Non considerata		Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 1	0.001	0.025	17.102	0.000113	Non considerata		Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
5.597	SLU 50	0.004	0.00019	0.0513	Non considerata*	0.011	832	151211	Si

* La resistenza a taglio del profilo non viene ridotta per la presenza di torsione anche se questa puo' non essere trascurabile.

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	τ_{Rd}	Verifica
5.597	SLD 16	0.001	0.00004	0.0513	Non considerata*	0.005	344	151211	Si

* La resistenza a taglio del profilo non viene ridotta per la presenza di torsione anche se questa puo' non essere trascurabile.

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.799	SLD 14	0.518	1	-0.0346	0.0726	-0.003	0.0726	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.799	SLU 50	0.862	1	5.585	29.621	1	-0.045	0.0726	-0.0039	0.0726	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.799	SLD 3	0.556	1	1.117	29.621	1	-0.0346	0.0726	-0.003	0.0726	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Verifica non richiesta. Non viene eseguita neppure la verifica a svergolamento.

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non richieste.

Superelemento in acciaio a "Falda" 71-65

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275 E ridotto, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 5.597

Nodo iniziale: 123 Nodo finale: 118

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: Svincolo: M2, M3

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
Tondo 12 1	355	0.000113	0.000000001	0.000000001	0.003	0.003	0.00000017	0.00000017	0.00000028	0.00000028

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
5.597	SLU 50	0.188	1	-5.583	29.621		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
5.597	SLD 4	0.038	1	-1.117	29.621		1	0	0	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 38	0.002	0.032	17.102	0.000113	Non considerata		Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 1	0.001	0.025	17.102	0.000113	Non considerata		Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
5.597	SLU 50	0.002	0.00009	0.0513	Non considerata*	0.007	536	151211	Si

* La resistenza a taglio del profilo non viene ridotta per la presenza di torsione anche se questa può non essere trascurabile.

Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
2.799	SLD 14	0.518	1	-0.0346	0.0726	-0.003	0.0726	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
2.799	SLU 50	0.862	1	-5.582	29.621	1	-0.045	0.0726	-0.0039	0.0726	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
2.799	SLD 3	0.556	1	-1.117	29.621	1	-0.0346	0.0726	-0.003	0.0726	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Verifica non richiesta. Non viene eseguita neppure la verifica a svergolamento.

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
4.478	SLE RA 2	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
4.851	SLE RA 3	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
5.037	SLE RA 4	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
5.037	SLE RA 5	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
5.037	SLE RA 6	0	5.597	10000	300	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
0.373	SLE RA 2	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
0.56	SLE RA 3	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
4.291	SLE RA 4	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
0.56	SLE RA 5	0	5.597	10000	300	Variabile	Si
0.187	SLE RA 6	0	5.597	10000	300	Variabile	Si

Superelemento in acciaio a "Fondazione"- "Falda" 64-63

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275_1, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 3.105

Nodo iniziale: 27 Nodo finale: 115

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA280	0	0.009738	0.0001368824	0.0000476289	0.1186	0.0699	0.00101394	0.00034021	0.00111354	0.00051828

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 50	0.031	2	-79.046	2550.44		1	0	0	Si

Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 3	0.005	2	-13.838	2550.44		1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLV 1	0.001	-0.993	1176.349	0.007786	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 50	0.042	20.079	481.764	0.003186	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.009	4.336	481.764	0.003186	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
3.105	SLV 16	0.002	-0.01127	5.25457	Considerata				Si

Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
3.105	SLD 16	0.001	-0.00407	5.25457	Considerata				Si

Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLU 44	0.026	2	7.3282	291.6408	0.0825	135.74	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
1.966	SLU 48	0.671	2	-72.157	2550.44	1	-187.4245	291.6408	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	ρ_x	ρ_y	Verifica
3.105	SLD 8	0.117	2	-11.386	2550.44	1	-32.9218	291.6408	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
3.105	SLU 50	0.793	2	-75.979	2550.44	1	-222.3856	291.6408	0.1325	135.74	1		1				0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
3.105	SLD 4	0.117	2	-11.478	2550.44	1	-32.7505	291.6408	0.0516	135.74	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_x/m	Vincolo a entrambi estremi	λ_x/m	λ_{Ver}
1	Si	0					
			1-2	2	No	52.4	Si, (<200)
2	No	3.105					

Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_y/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λ_y/n	λ_{Ver}
1	Si	0							
			1-2	2	2	1	No	88.8	Si, (<200)
2	No	3.105							

Verifica a svergolamento con trazione §4.2.4.1.3.2 NTC18 § 5.5.3 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	Mb,Rd,x	χ_{LT}	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
3.105	SLU 2	0.075	2	Si	6.871	20.30494	19.80414	263.51794	0.904	0.63	3.105	772.58267	Si

Verifica di stabilità per tenso-flessione deviata §§ 5.5.3-5.5.4 ENV 1993-1-1:1992 + AC:1992 + A1:1994 + A2:1998

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Mx,Ed	Mx,Eff,Ed	My,Ed	χ_{LT}	kLT	ky	M,critico	Wx	Wy	Verifica
1.345	SLU 2	0.069	2	5.534	18.48755	18.0842	0.03686	0.904	1	1	772.58267	0.0011135	0.0005183	Si

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb	Sfruttament	Class	NEd	NRk	Mx,Ed	Mx,Rk	My,Ed	My,Rk	χ_x	χ_y	kxx	kxy	kyy	χ_{LT}	Verific	
0	SLU	0.89	2	-	2677.96	222.3856	306.2228	0.5715	142.5270	0.83	0.52	0.91	0.58	0.99	0.97	0.91	Si
50				79.046	2	2	1	2	4	5	7	3	4	1	4	3	

Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

X	Comb	Sfruttament	Class	NEd	NRk	Mx,Ed	Mx,Rk	My,Ed	My,Rk	χ_x	χ_y	kxx	kxy	kyy	χ_{LT}	Verifica	
0	SLD 15	0.142	2	- 13.26 7	2677.96 2	32.6388 6	306.2228 1	1.093 6	142.5270 4	0.83 5	0.52 7	0.90 2	0.54 7	0.99 9	0.91 2	0.89 9	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.244	0.008	55.46	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	0.244	0.008	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: Finale; Mensola Y: Finale.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
3.105	SLE RA 1	0.00001	6.209	10000	200	Totale	Si
1.759	SLE RA 2	-0.00001	6.209	10000	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 3	0.00027	6.209	10000	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 4	0.00001	6.209	10000	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 5	0.00028	6.209	10000	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 2	-0.00001	6.209	10000	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 3	0.00026	6.209	10000	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 4	0	6.209	10000	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 5	0.00028	6.209	10000	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 6	0.00003	6.209	10000	300	Variabile	Si

Frecce lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
3.105	SLE RA 8	0.02372	6.209	261.8	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 6	0.02227	6.209	278.9	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 14	0.02212	6.209	280.6	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 12	0.02067	6.209	300.4	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 7	0.01882	6.209	330	200	Totale	Si
3.105	SLE RA 8	0.01852	6.209	335.3	300	Variabile	Si

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
3.105	SLE RA 6	0.01707	6.209	363.9	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 14	0.01692	6.209	366.9	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 12	0.01547	6.209	401.4	300	Variabile	Si
3.105	SLE RA 7	0.01362	6.209	456	300	Variabile	Si

11. VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Sismicad

Il programma di calcolo utilizzato Sismicad 13 è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà. Le funzioni di controllo disponibili consentono di verificare la corrispondenza con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

È stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate dalla Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

Validazione del codice di calcolo

In applicazione di quanto richiesto al punto 10.2. del D.M. 17-01-18, il software Sismicad 13 presenta alcuni casi di prova svolti e riproducibili per il controllo ed il riscontro dell'affidabilità del codice. Alcuni esempi sono confrontati con semplici calcolazioni; in altri invece si confrontano i risultati ottenuti in Sismicad con esempi noti reperiti in letteratura. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene opportuno proporre una sintesi dell'argomento.

Il solutore ad elementi finiti (mono e bidimensionali) consente di analizzare strutture tridimensionali con le seguenti modalità:

- analisi statica lineare delle strutture;
- analisi dinamica lineare delle strutture;
- risposta allo spettro;

- analisi P-Delta;
- analisi per l'instabilità globale (Buckling);
- analisi statica non-lineare in controllo di forze;
- analisi statica non-lineare in controllo di spostamento (Path-Following).

Il programma è aperto dal punto di vista dell'immissione dei dati, i quali sono immessi attraverso un separatore alfabetico iniziale e da una successione di stringhe alfabetiche seguite da un segno di eguale e dal valore numerico. I blocchi dati possono essere immessi senza alcuna priorità e tutti i dati letti vengono di volta in volta processati, controllati e archiviati in file binari o sequenziali avendo quindi la possibilità, in ogni momento dell'elaborazione, di attingere dati da files ove se ne ravvisi la necessità.

Il disegno 3D creato attraverso Sismicad ha la funzione di descrivere compiutamente l'oggetto da verificare per poterlo schematizzare in un modello matematico e produrre poi gli elaborati esecutivi. Il modello matematico della struttura è un unico modello di telaio spaziale composto da aste ed elementi bidimensionali tenendo conto di quanto previsto dalle norme di analisi e di verifica indicate dall'utente.

In particolare, il programma:

- individua i nodi necessari numerandoli e vincolandoli;
- individua le aste numerandole, vincolandole, orientandole e caricandole;
- crea automaticamente mesh di forma e dimensione massima specificata per gli elementi strutturali modellati con elementi bidimensionali (pareti, piastre e platee, ecc.);
- simula il suolo con elementi asta su suolo elastico (od elastoplastico) e/o con molle elastiche-lineari (o elastoplastiche) le cui caratteristiche meccaniche sono calcolate automaticamente a partire dai dati specificati nelle preferenze, nelle caratteristiche geotecniche del sito e negli elementi di fondazione disegnati;
- schematizza i pali di fondazione con mesh di elementi asta nei cui nodi vengono disposte molle assial-simmetriche elastoplastiche le cui rigidità in fase elastica sono calcolate automaticamente a partire dalla stratigrafia nella quale il palo è immerso;
- modella con elementi membrana i carichi di superficie aventi tale comportamento;
- scrive il file di accesso al solutore.

La creazione del modello agli elementi finiti (FEM) è una fase del lavoro completamente automatica nella quale l'utente segue a video i vari messaggi che segnalano l'evoluzione delle operazioni: le segnalazioni significative vengono raccolte per categoria nelle Note di calcolo e sono quindi sempre consultabili, anche in successive sessioni di lavoro.

Apposite procedure di controllo e verifica sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema ed è possibile, per ogni piano, conoscere la risultante delle azioni verticali e orizzontali.

12. CONCLUSIONI

I risultati di calcolo ottenuti dall'analisi modale agli elementi finiti confermano la validità del progetto in tutte le sue parti, così come richiesto dalle normative in vigore.

Bergamo, 26 febbraio 2025

Il tecnico incaricato

