



Comune di Verrua Savoia (TO)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PNRR-MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA  
AMPLIAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO "DON LEANDRO BARBERIS" FINALIZZATO ALLA  
REALIZZAZIONE DI SPAZI E LOCALI DA DESTINARE A MENSA SCOLASTICA  
CUP:D58H22001240006

ITALIA	REGIONE PIEMONTE	CITTA' METROPOLITANA DI TORINO	COMUNE DI VERRUA SAVOIA
--------	---------------------	-----------------------------------	----------------------------

**OGGETTO DELL'ELABORATO:** **RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

**PROPRIETÀ:** **SCUOLA DON LEANDRO BARBERIS**

CODICE GENERALE ELABORATO						
ID COMMITTENZA COMUNE DI VERRUA SAVOIA	COMMESSA	AREA PROGETTAZIONE	LIVELLO PROGETTO	NUMERO ELABORATO	REVISIONE	SCALA
	-	<b>DOC</b>	<b>DEF-ESE</b>	<b>015</b>	-	-

REVISIONE	DATA	OGGETTO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**PROGETTISTA**

- Arch. Fabio ASSALONI
- Ing. Nicola CRITELLI
- P.I. Mauro SAVANT

**TIMBRI - FIRME**

Stamp: Ordine Architetti PPC Torino, ARCHITETTO n. 3638, Fabio Assaloni

Stamp: Ordine Ingegneri della Provincia di Torino, Dott. Ing. NICOLA CRITELLI n. 13460

Stamp: Collegio Periti Industriali, Per. Ind. SAVANT MAURO, Iscrizione 3491, SEDE DI TORINO

 Quality management system ISO 9001 • Customer focus • Customer satisfaction • Continuous improvement • System/process effectiveness ID 15 100 178803	 Environmental management system ISO 14001 • Environmental protection as management task • Improvement of environmental performance • Reduction of environmental risks ID 15 104 171479	 Occupational safety management ISO 45001 • Hazard detection • Risk assessment • Control measures • Involvement of employees ID 15 118 20098	<b>GIAS S.R.L.</b> Via Umberto Cosmo 17 bis - 10131 Torino Tel. +39 011.8198393 - Fax +39 011.8198393 info@giasrl.com - P.IVA 11601860015
--	---	---	--

Questo elaborato è di proprietà della società GIAS S.R.L., Via Umberto Cosmo 17 bis - 10131 Torino.  
Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata.

# Indice

1. Introduzione.....	1
2. Riferimenti normativi .....	2
3. Descrizione delle strutture e degli interventi in progetto.....	3
4. Criteri e metodi di analisi e verifica .....	3
5. Analisi delle azioni e dei materiali .....	5
5.1. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento.....	5
5.2. Caratteristiche dei materiali.....	6
5.3. Azioni .....	7
5.4. Coefficienti per la combinazione delle azioni .....	11
6. Analisi delle sollecitazioni e verifica elementi.....	12
6.1. Verifica di idoneità del giunto sismico.....	17
6.2. Verifiche elementi in acciaio.....	18



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

## 1. Introduzione

La presente relazione espone i principali calcoli di dimensionamento e verifica delle nuove strutture in acciaio per l'ampliamento del refettorio della *Scuola primaria e dell'infanzia “Don Leandro Barberis”* di Verrua Savoia (TO), sito in Loc.tà Ronzo n. 93.

## 2. Riferimenti normativi

La Normativa di riferimento per l'esecuzione delle verifiche tecniche è riportata di seguito:

1. Legge n. 1086 del 5/11/1971 “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
2. D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni”, S.O. n. 8 alla G.U. n. 42 del 20/02/18 (*abbreviate nel seguito come “NTC 2018”*);
3. Circolare esplicativa delle Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al n.7/2019 S.O. del n. 5 alla G.U. n. 35 del 11/02/2019 (*abbreviata nel seguito come “Circolare delle NTC 2018”*);
4. D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 “Approvazione delle procedure di controllo [.....] nuova classificazione sismica del territorio piemontese”, di cui alla D.G.R. 4-3084 del 12/12/2011.



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

### 3. Descrizione delle strutture e degli interventi in progetto

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova struttura in acciaio, per l'ampliamento del refettorio della scuola già esistente.

L'intervento viene classificato come “**nuova costruzione**”.

La nuova struttura avrà copertura costituita da una lamiera grecata a soletta collaborante, sostenuta da profili metallici.

La struttura portante della tettoia è formata da profili ad H in carpenteria metallica di acciaio.

Le dimensioni massime in pianta sono rispettivamente pari a **6.61x7.28** m circa, come meglio esplicitato negli elaborati grafici.

Le strutture portanti verticali sono costituite da n. **4** colonne metalliche realizzate mediante profili HEB 200, collegati alla nuova fondazione mediante piastre metalliche e barre filettate annegate.

Le travi sono costituite da profili HEB200.

I collegamenti tra le travi e i pilastri, tra le travi principali e le secondarie vengono realizzati mediante bullonature e saldature. Gli ancoraggi dei pilastri alle fondazioni in c.a. sono realizzati con piastra, contropiastra e tirafondi in acciaio.

Le nuove strutture sono separate da quelle esistenti tramite giunto tecnico di idonee dimensioni.

### 4. Criteri e metodi di analisi e verifica

Le verifiche sono state condotte secondo i criteri della Scienza delle costruzioni, con l'ausilio del programma “Iperspace BIM” versione 6.0.1 della SoftLab S.r.l. nel seguito descritto, impiegato per il calcolo delle sollecitazioni e per le verifiche degli elementi in acciaio.

Descrizione del programma Iperspace BIM



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Iperspace BIM è un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica degli elementi in c.a., muratura, acciaio e legno di opere civili prodotto da SoftLab.

Il programma utilizza come analizzatori e solutori del modello strutturale un algoritmo proprietario chiamato SPACE SOLVER.

Il programma è sostanzialmente costituito da due moduli: un preprocessore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input ai solutori; un post processore che a soluzione avvenuta ne elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i tabulati di output.

Il metodo di calcolo adottato è quello degli stati limite, conformemente alle indicazioni di Norma.

La resistenza della struttura è stata quindi verificata nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU/SLV) e degli Stati Limite di Esercizio (SLE/SLO).

### Combinazione delle azioni

Per la verifica allo Stato Limite Ultimo (SLU):

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Per la verifica allo Stato Limite di Esercizio (SLE):

- Combinazione rara:

$$\sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione frequente:

$$\sum G_{k,j} + \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinazione quasi permanente:

$$\sum G_{k,j} + \psi_{2,i} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Per la verifica sismica:

$$\sum G_{k,j} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} + E$$

I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono derivati dalle NTC - Tabella 2.6.I e sono pari a:

$$\gamma_{G1} = 1.3$$

$$\gamma_{G2} = 1.5$$

$$\gamma_Q = 1.5$$



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

## 5. Analisi delle azioni e dei materiali

### 5.1. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Con riferimento al D.M. 17/01/2018, il progetto delle strutture è stato effettuato impiegando i seguenti parametri:

- Costruzione di tipo **2** con vita nominale  $V_n=50$  anni
- Classe d'uso **IV** e Periodo di Riferimento  $V_R=100$  anni
- Coordinate del sito: latitudine N **45.153417°**; longitudine E **8.094452°**
- Zona sismica **4**
- Categoria del sottosuolo **D**
- Categoria topografica **T2**, con corrispondente coefficiente di amplificazione topografica  $S_T=1.2$
- Classe di duttilità “**non dissipativa**”
- La struttura non presenta i requisiti di regolarità in pianta ed elevazione
- Tipologia strutturale “Strutture a mensola o pendolo inverso” con:
  - $q_0 = 2.00$
- Fattore di struttura  $q_{ND}=2/3 q_{CD} \cdot B = 2/3 \cdot k_R \cdot q_0 = 1.07$

Si precisa che, come da indicazioni fornite dalla stazione appaltante, la struttura è considerata di tipo **Strategico** e classe d'uso **IV**.

#### *Parametri caratteristici della pericolosità sismica di base*

In condizioni di campo libero e su un sito di riferimento rigido, i parametri caratteristici della pericolosità sismica sono i seguenti:

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T^*_C$ [s]
<b>SLO</b>	60	0.021	2.569	0.185
<b>SLD</b>	101	0.026	2.638	0.210
<b>SLV</b>	949	0.045	2.669	0.298

La determinazione delle sollecitazioni è stata effettuata svolgendo una analisi di tipo lineare dinamica; le non linearità di carattere geometrico non sono state prese in conto in quanto si è verificato che ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = P \cdot d / V \cdot h \leq 0.1$$

in particolare:  $\theta_{max} < 0.003$ .



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

La modellazione è stata effettuata per una struttura ad un unico piano fuori terra, posizionando l'origine delle azioni sismiche a livello delle fondazioni.

## 5.2. Caratteristiche dei materiali

### Calcestruzzo:

Tipo cemento:	32,5 R
Classe:	<b>C25/30</b> per strutture ( <a href="#">fondazioni / soletta in lamiera grecata</a> )
Consistenza:	S4 ( <a href="#">fondazioni / soletta in lamiera grecata</a> )
Classe di esposizione ambientale (UNI EN 206): <b>XC2</b>	
Copriferro minimo:	$C_{\min} = 30$ mm ( <a href="#">fondazioni / soletta in lamiera grecata</a> )
Resistenza caratteristica a compressione	$f_{ck} = 25$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione assiale	$f_{ctk} = 1.80$ N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità normale medio	$E_{cm} = 30000$ N/mm <sup>2</sup>

Legame costitutivo utilizzato:

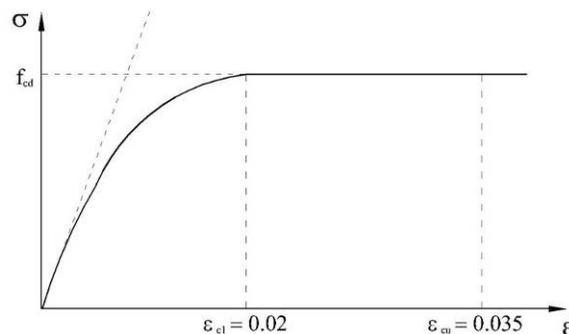


Figura 1 - Legame costitutivo del calcestruzzo

### Acciaio per armature c.a. ordinario:

Tipo:	<b>B450C</b>
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540$ N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 450$ N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità normale medio	$E_{sm} = 210000$ N/mm <sup>2</sup>



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

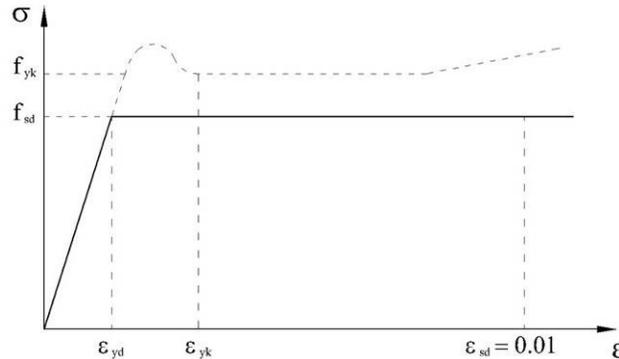


Figura 2 - Legame costitutivo dell'acciaio per armatura lenta

Acciaio da carpenteria per elementi nuovi:

Tipo: **S355** saldabile

Tensione caratteristica a rottura

$$f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica a snervamento

$$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di elasticità normale medio

$$E_{sm} = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di elasticità tangenziale medio

$$G_{sm} = 80769 \text{ N/mm}^2$$

### 5.3. Azioni

Le azioni agenti sugli elementi in progetto sono le seguenti:

Azioni permanenti

Oltre ai pesi propri sono stati previsti i seguenti carichi permanenti e variabili:

#### **Analisi dei carichi**

Codice

**T**

Tipo

**Copertura**

$G_{k,1}$

**2.20**

**kN/m<sup>2</sup>** (perm. proprio lamiera grecata collaborante h=11cm)

$G_{k,2}$

**1.50**

**kN/m<sup>2</sup>** (perm. portati)

$q_{k,1}$

**1.35**

**kN/m<sup>2</sup>** (neve)

**5.05 kN/m<sup>2</sup>**

Neve:

#### **Calcolo del carico neve (NTC)**

$a_s$

**307**

**m** (Verrua Savoia)

$q_{sk}$

**1.64**

**kN/m<sup>2</sup>**

Ce

**1**

Ct

**1**



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

u1            **0.8**  
qs            **1.31** kN/m<sup>2</sup>

Arrotondato a **1.35** kN/m<sup>2</sup> nella presente relazione.

Vento:

La struttura in oggetto si trova nel comune di Verrua Savoia ad un'altezza sul livello del mare di circa **307** m. La tettoia ha un'altezza massima pari a circa **3.50** m.

La pressione/depressione del vento è data dalla formula:

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

dove:

q<sub>b</sub>    =    pressione cinetica di riferimento    =    0.5 · ρ · v<sup>2</sup><sub>b</sub>  
c<sub>e</sub>    =    coefficiente di esposizione  
c<sub>p</sub>    =    coefficiente di forma  
c<sub>d</sub>    =    coefficiente dinamico                    =    **1**  
v<sup>2</sup><sub>b</sub>   =    velocità di riferimento del vento (in m/s)  
ρ      =    densità dell'aria (1.25 Kg/m<sup>3</sup>)

In base alla **Tabella 3.3.I** il Comune di Verrua Savoia si trova in Zona 1:



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

ed essendo  $a_s = 307 \text{ m} < a_0 = 1000 \text{ m}$ , viste le formule 3.3.1 e 3.3.1.b:

$$V_b = V_{b,0} \cdot C_a$$

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

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

si ricavano:

$$V_b = V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0.5 \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2 = 0.39 \text{ kN/m}^2$$

Il sito in questione ha una classe di rugosità del terreno C (Tabella 3.3.III) e di conseguenza, essendo la distanza dalla costa oltre i 30 km, vi è una Categoria di esposizione del sito III (Tabella 3.3.III).



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

ZONE 7,8			
	mare 1.5 km	costa 0,6 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

\* Categoria II in zona B  
Categoria III in zona 7

Utilizzando la seguente tabella:



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

si ricavano i valori necessari ad ottenere il coefficiente di esposizione che vale:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)]$$

e nel caso in esame si ottiene:

$$c_e = 1.71$$

essendo:

$$c_t = \text{coefficiente topografico per zone pianeggianti} = 1$$

$$c_p = + 1.00$$

da cui la **pressione** del vento sulla parete in esame vale:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 391 \cdot 1.71 \cdot 1.00 \cdot 1 = 668.61 \text{ N/m}^2 = 0.67 \text{ kN/m}^2$$

Vista la bassa altezza della costruzione, il vento è considerato non significativo ai fini del dimensionamento degli elementi strutturali.

Sisma:

Macrozonazione sismica: **zona 4**

#### 5.4. Coefficienti per la combinazione delle azioni

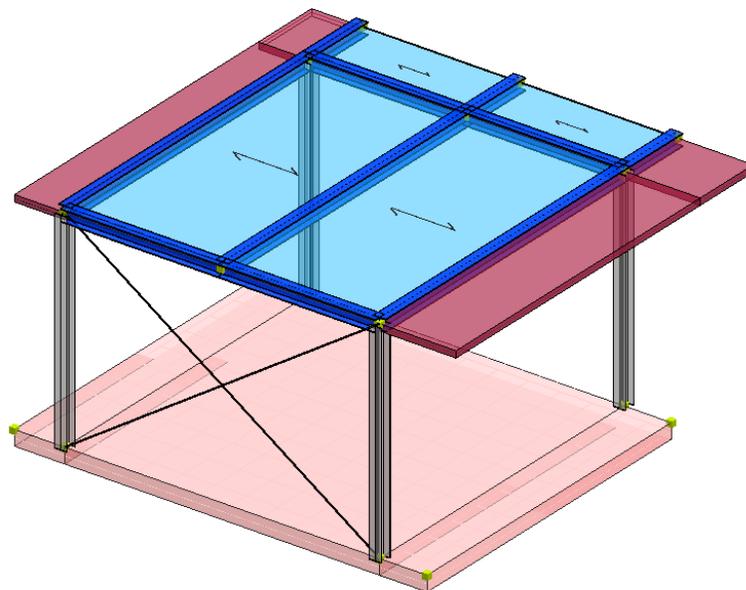
Categoria	Neve (quota $\leq$ 1000 mslm)
$\psi_{0,i}$	0.5
$\psi_{1,i}$	0.2
$\psi_{2,i}$	0.0



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

## 6. Analisi delle sollecitazioni e verifica elementi

Si riportano nel seguito il modello strutturale e i diagrammi delle sollecitazioni della struttura metallica in progetto, nonché le relative verifiche di confronto degli elementi più significativi, eseguite mediante fogli di calcolo Excel.



**Figura 3 - Modello strutturale**



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 2  
Sollecitazione aste: Momento f.l.Y - pilastri/pali: Momento f.l.Y  
Sollecitazione Muri: S1  
Sollecitazione Setti: Momento f.l.Z

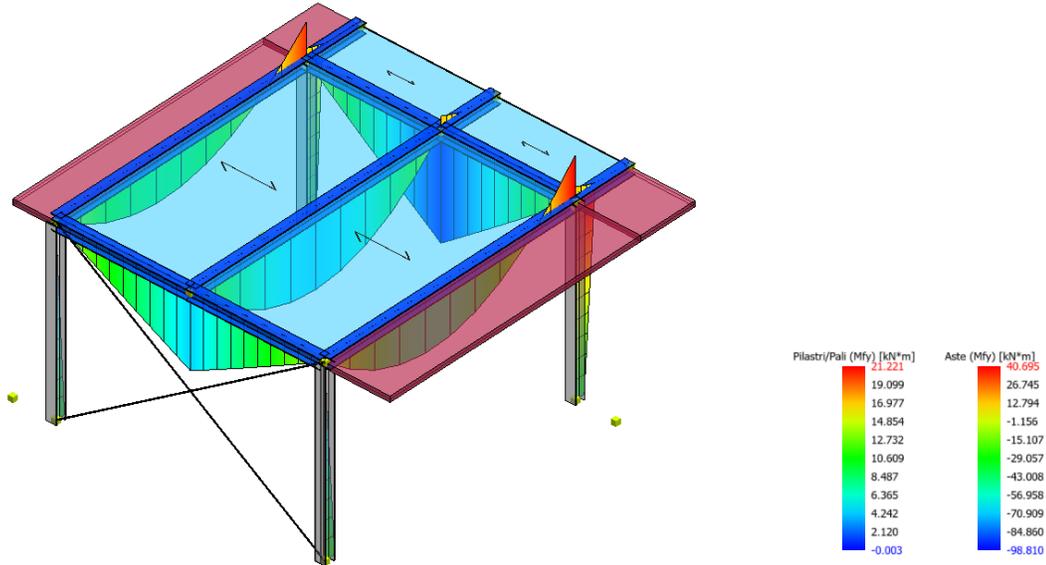


Figura 4 - Diagramma di momento flettente massimo My (Combinazione SLU)

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 2  
Sollecitazione aste: Taglio Tz - pilastri/pali: Taglio Tz  
Sollecitazione Muri: S1  
Sollecitazione Setti: Momento f.l.Z

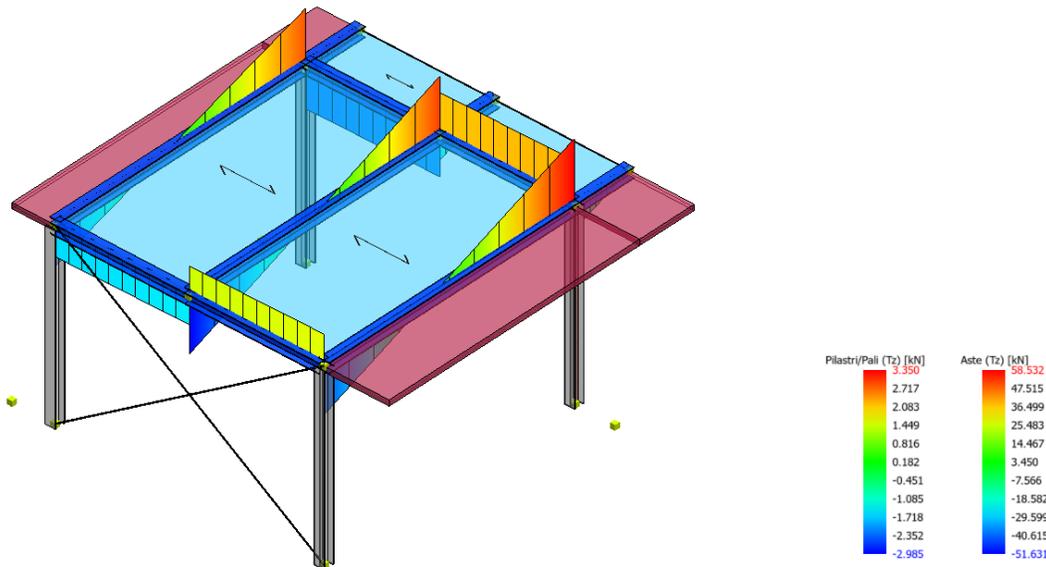


Figura 5 - Diagramma di taglio massimo Tz (Combinazione SLU)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 2  
Sollecitazione aste: Sforzo Normale - pilastri/pali: Sforzo Normale  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

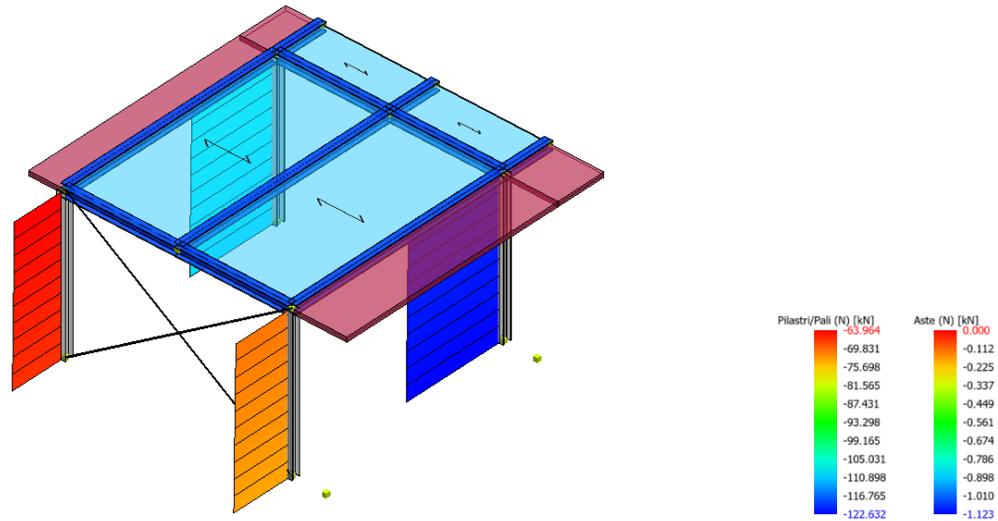


Figura 6 - Diagramma di sforzo normale minimo N (Combinazione SLU)

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 16-I  
Posizione masse N° 1  
Sollecitazione aste: Momento fl.Z - pilastri/pali: Momento fl.Z  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

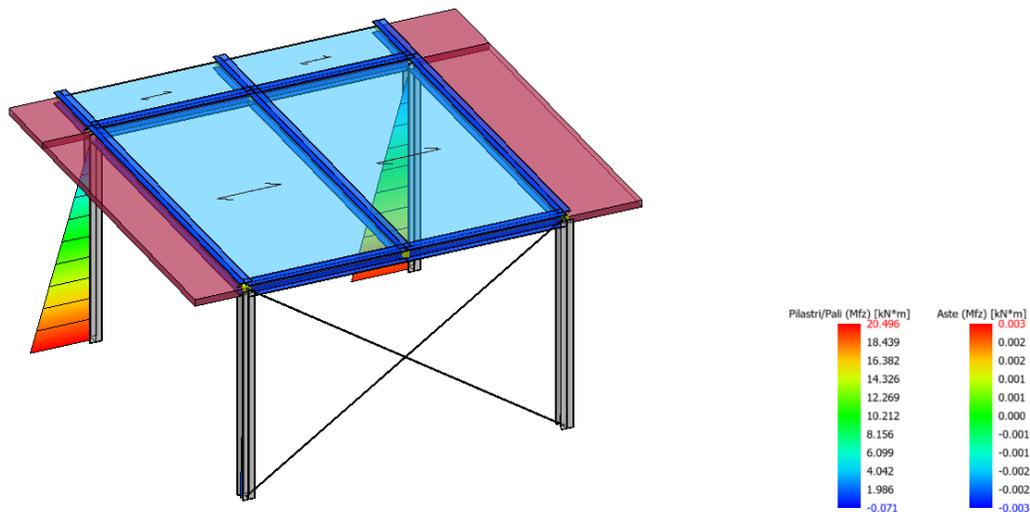


Figura 7 - Diagramma di momento flettente massimo Mz (Combinazione SLV)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 16-I  
Posizione masse N° 1  
Sollecitazione aste: Taglio Ty - pilastri/pali: Taglio Ty  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

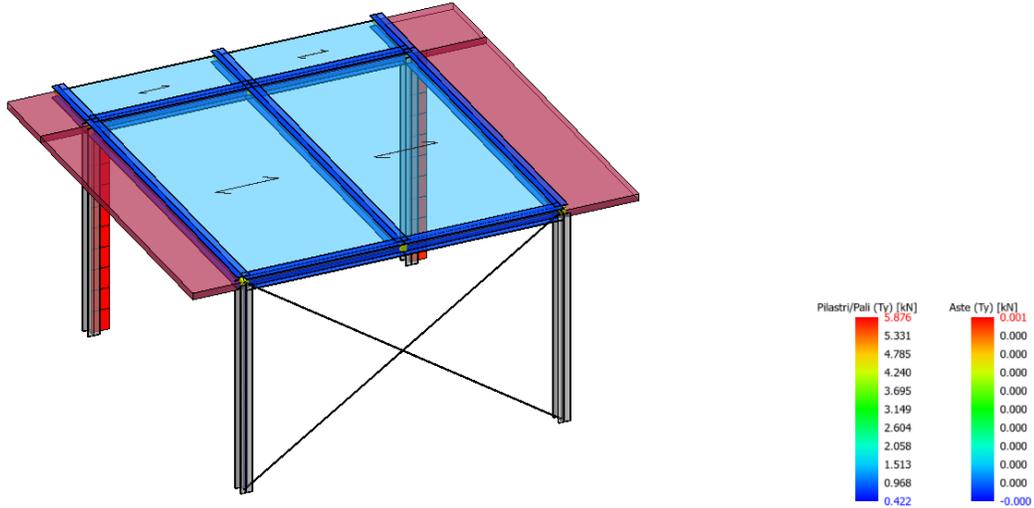


Figura 8 - Diagramma di taglio massimo Ty (Combinazione SLV)

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 17-I  
Posizione masse N° 1  
Sollecitazione aste: Momento fl.Y - pilastri/pali: Momento fl.Y  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

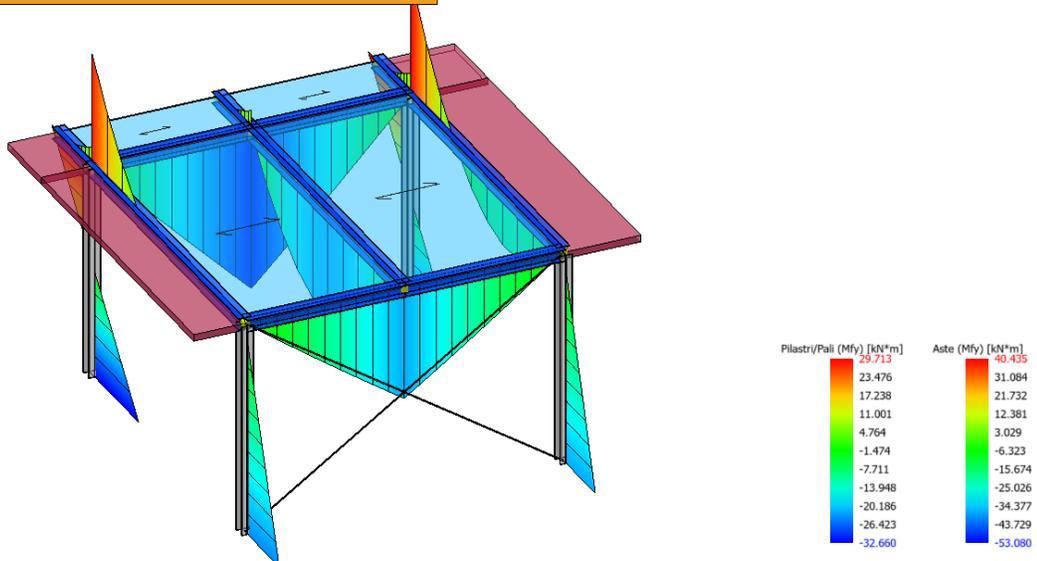


Figura 9 - Diagramma di momento flettente massimo My (Combinazione SLV)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 17-I  
Posizione masse N° 1  
Sollecitazione aste: Taglio Tz - pilastri/pali: Taglio Tz  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

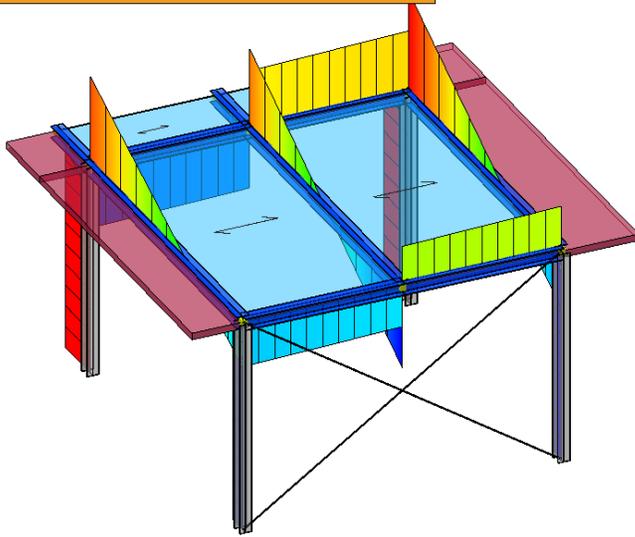


Figura 10 - Diagramma di taglio massimo Tz (Combinazione SLV)

Tipo diagramma: Sollecitazioni  
Combinazione corrente: Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 16-I  
Posizione masse N° 1  
Sollecitazione aste: Sforzo Normale - pilastri/pali: Sforzo Normale  
Sollecitazione Muri: S I  
Sollecitazione Setti: Momento fl.Z

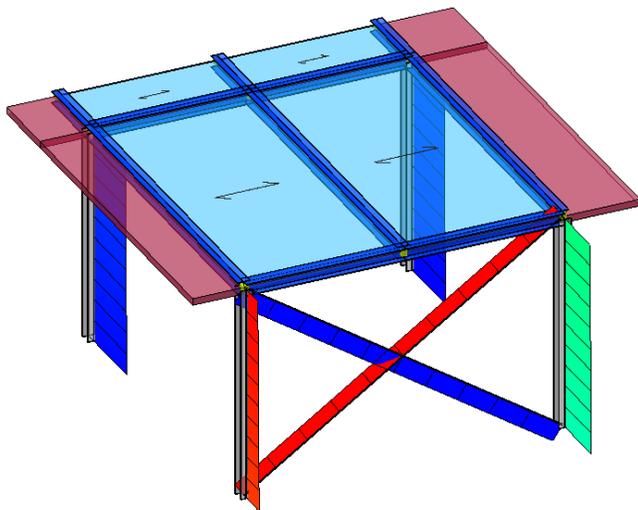


Figura 11 - Diagramma di sforzo normale minimo N (Combinazione SLV)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

### 6.1. Verifica di idoneità del giunto sismico

Per evitare il martellamento tra strutture contigue, la nuova struttura in progetto è stata realizzata prevedendo un giunto di 8 cm da quelle adiacenti. Si riporta nel seguito la verifica di idoneità del suddetto giunto sismico.

Non essendo disponibili modelli strutturali della palestra, si impiega la formula di calcolo semplificato degli spostamenti massimi in combinazione SLV, proposta dalle NTC2018 al §7.2.1.

$$S_{max, palestra} = \frac{H}{100} \frac{a_g}{g} S = \frac{800}{100} \cdot 0.045 \cdot 1.8 \cdot 1.2 \cdot 2.67 = \mathbf{2.08 \text{ cm}}$$

Gli spostamenti massimi in direzione X e Y della nuova struttura sono invece dedotti dal programma di calcolo nelle rispettive combinazioni.

In particolare,

$$S_{x,max} = s_{el,x}q = -2.595 \cdot 1.07 = -2.78 \text{ cm}$$

Tipo diagramma: Deformata  
Combinazione corrente : Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C.16-II  
Posizione masse N° 3

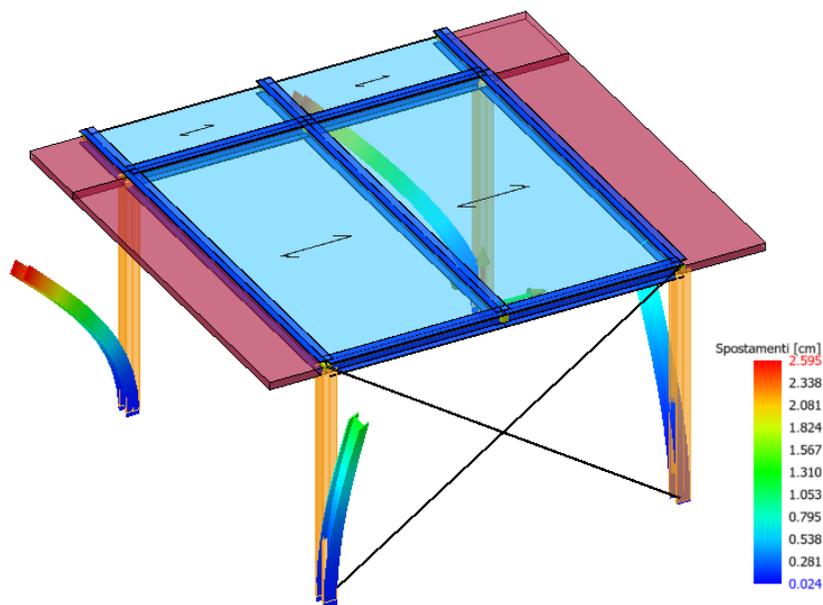


Figura 12 - Spostamento massimo direzione x (combinazione SLV)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

$$s_{y,max} = s_{el,y}q = -1.397 \cdot 1.07 = -1.49 \text{ cm}$$

Tipo diagramma: Deformata  
Combinazione corrente : Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018 - C 17-II  
Posizione masse N° 2

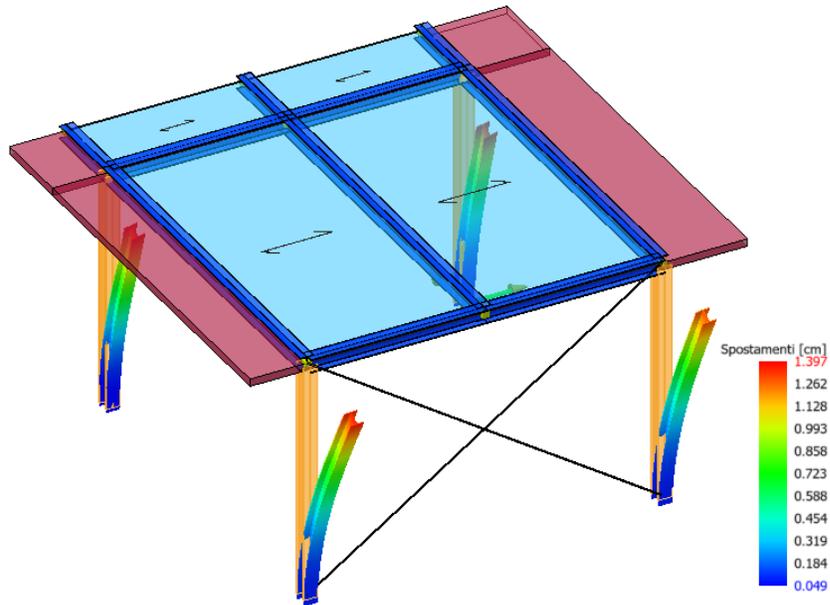


Figura 13 - Spostamento massimo direzione y (combinazione SLV)

La somma degli spostamenti è inferiore alle dimensioni del giunto tecnico adottato, per cui la verifica è **soddisfatta**.

## 6.2. Verifiche elementi in acciaio

Si riportano nel seguito i calcoli manuali di confronto e le relative verifiche eseguite su alcuni elementi strutturali mediante l'ausilio di un foglio di calcolo Excel, assumendo uno schema statico in semplice appoggio.



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

## VERIFICA SOLAIO IN LAMIERA GRECATA CON SOLETTA COLLABORANTE

H=110mm

Sollecitazioni in kN, kN·m - tensioni in N/mm<sup>2</sup>

### Lamiera grecata con soletta collaborante

$f_{ctk}$	25.0	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{ck}$	1.8	N/mm <sup>2</sup>	
$f_{yk}$	235	N/mm <sup>2</sup>	
$\gamma_c$	1.50		
$\gamma_a$	1.05		
Aa	7.14	cm <sup>2</sup> /m	(area lamiera)
Ja	47.20	cm <sup>4</sup> /m	(inerzia lamiera)
Wa	13.90	cm <sup>3</sup> /m	(modulo resistente lamiera)
ha	55	mm	(altezza lamiera)
ba	60	mm	(base lamiera)
t	0.7	mm	(spessore lamiera)
hc	55	mm	(altezza cappa collaborante)
ia	150	mm	(interasse greche)
dp=	83	mm	
i	1.00	m	(fascia di carico)
Lc	2.60	m	(luce di calcolo)
km	8		(coefficiente di vincolo a momento)
kv	2		(coefficiente di vincolo a taglio)
q <sub>Sd</sub>	7.06	kN/m	
M <sub>Sd</sub>	5.97	kNm	
V <sub>Sd</sub>	9.18	kN	
Verifica a flessione			
$R_c = bh_c 0.85 f_{ck} / \gamma_c$	779.17	kN	(resistenza a compressione soletta)
$R_a = A_a f_y / \gamma_a$	159.80	kN	(resistenza a trazione lamiera)
$x = R_a / R_c \cdot hc$	11.28	mm	(asse neutro)
$d_p = h_c + h_a / 2$	82.5	mm	(altezza utile)
$M_{pl,Rd} = R_d \cdot (d_p - x / 2)$	12.28	kNm	(momento resistente)
D/C	0.49		
Verifica a taglio			
$\tau_{Rd} = 0.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c$	0.30	N/mm <sup>2</sup>	(tensione tangenziale resistente)
$kv = (1.6 - dp)$	1.52		
$V_{vRd} = b_0 d_p \tau_{Rd} kv + (1.2 + 40\rho)$	2.25	kN/nervatura	(resistenza a taglio nervatura soletta)
$V_{Rd} = V_{vRd} \cdot 1000 / i_a$	14.99	kN/m	(resistenza a taglio per metro lineare soletta)
D/C	0.61		

Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

## VERIFICA SPORTO SOLAIO IN LAMIERA GRECATA CON SOLETTA COLLABORANTE H=110mm

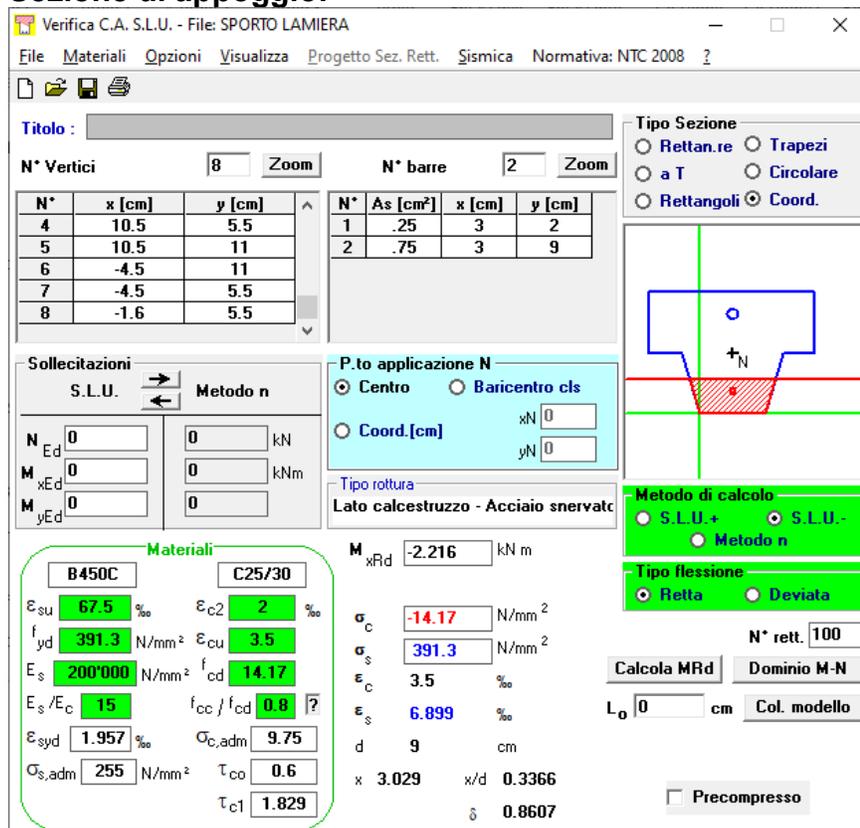
Sollecitazioni in kN, kN·m - tensioni in N/mm<sup>2</sup>

Vista la necessità di realizzare uno sporto del solaio in lamiera grecata con soletta collaborante, si è previsto l'impiego di opportuna armatura aggiuntiva. Si riportano nel seguito le relative verifiche.

### Determinazione del momento resistente a S.L.U.

Le schermate seguenti riportano la determinazione della resistenza ultima a flessione del travetto, con l'armatura individuata mediante il programma di calcolo. La resistenza è stata determinata con l'ausilio del software VcaSLU.

### Sezione di appoggio:



Verifica C.A. S.L.U. - File: SPORTO LAMIERA

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° Vertici: 8 Zoom N° barre: 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
4	10.5	5.5
5	10.5	11
6	-4.5	11
7	-4.5	5.5
8	-1.6	5.5

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	.25	3	2
2	.75	3	9

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> E<sub>cu</sub> 3.5  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 E<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
 τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> -2.216 kN m  
 σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>c</sub> 3.5 %  
 ε<sub>s</sub> 6.899 %  
 d 9 cm  
 x 3.029 x/d 0.3366  
 δ 0.8607

$$A_{inf} = 1\Phi 8\text{mm}/300\text{mm}; A_{sup} = 1\Phi 8\text{mm}/150\text{mm} + 1\Phi 8\text{mm}/300\text{mm} + \rightarrow M_{Rd} = -2.22 \text{ kNm}$$



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Determinazione delle sollecitazioni a S.L.U. e verifica

Combinazione di carico a S.L.U.:

$$w_{SLU} = [2.20 \cdot 1.3 + 1.5 \cdot 1.5 + 1.35 \cdot 1.5] \cdot 0.15 = 1.07 \text{ kN/m}$$

Considerato uno schema statico a mensola e una luce di calcolo  $L_c = 1.16 \cdot 1.05 = 1.22 \text{ m}$ , si ottiene ( $M_{sd,A} = -w_{SLU} L_c^2 / 2$ ):

$M_{sd,max,SLU,A} = -0.80 \text{ kNm};$	$M_{Rd,SLU,A} = -2.22 \text{ kNm}$	→	$ M_{sd,max,SLU,A}  <  M_{Rd,SLU,A} $	<b>SI</b>
---	------------------------------------	---	---------------------------------------	-----------

In cui si sono utilizzate le seguenti notazioni:

A: momento in appoggio

Le verifiche sono **soddisfatte**.

**VERIFICA TRAVI PRINCIPALI HEB200**

Sollecitazioni in kN, kN·m - tensioni in N/mm<sup>2</sup>

<b>Dati Geometrici della sezione</b>			
Area sezione	A	78.08	[cm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia	J <sub>x</sub>	5696	[cm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza	W <sub>x</sub>	569.6	[cm <sup>3</sup> ]
<b>Schema di carico (Combinazione S.L.U.)</b>			
Lunghezza	L	5.35	[m]
Peso proprio e permanenti	G	14.08	[kN/m]
Carico variabile	Q	5.27	[kN/m]
Fascia di carico	i	2.60	[m]
Coefficiente di vincolo a momento		8	
<b>Sollecitazioni (Combinazione S.L.U.)</b>			
Momento flettente massimo in campata	M <sub>Ed</sub>	69.2	[kN·m]
<b>Verifica tensionale (Combinazione S.L.U.)</b>			
Coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	γ <sub>M0</sub>	1.05	[-] <span style="float: right;">21</span>



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Tensione assiale complessiva	$\sigma = M_{Ed}/W_x$	121.5	[N/mm <sup>2</sup> ]
	$\sigma < f_{yk}/\gamma_{M0} =$	<b>338</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
	<b>D/C</b>	<b>0.36</b>	[ - ]
<b>Verifica di inflessione (Combinazione S.L.E.)</b>			
Peso proprio e permanenti	G	10.23	[kN/m]
Carico variabile	Q	3.51	[kN/m]
Coefficiente di vincolo per deformazioni		5/384	
Spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti	$\delta_1$	0.91	[cm]
Spostamento elastico dovuto ai carichi variabili	$\delta_2$	0.31	[cm]
	<b><math>\delta_2 &lt; L/300</math></b>	<b>1.78</b>	[cm]
	<b>D/C</b>	<b>0.18</b>	[ - ]
Spostamento elastico totale	$\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2$	1.23	[cm]
	<b><math>\delta_{tot} &lt; L/250</math></b>	<b>2.14</b>	[cm]
	<b>D/C</b>	<b>0.57</b>	[ - ]

### VERIFICA TRAVI SECONDARIE HEB200

Sollecitazioni in kN, kN·m - tensioni in N/mm<sup>2</sup>

<b>Dati Geometrici della sezione</b>			
Area sezione	A	78.08	[cm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia	J <sub>x</sub>	5696	[cm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza	W <sub>x</sub>	569.6	[cm <sup>3</sup> ]
<b>Schema di carico (Combinazione S.L.U.)</b>			
Lunghezza	L	5.20	[m]
Peso proprio e permanenti	G	20.32	[kN/m]
Carico variabile	Q	7.74	[kN/m]
Fascia di carico	i	3.82	[m]
Coefficiente di vincolo a momento		8	
<b>Sollecitazioni (Combinazione S.L.U.)</b>			
Momento flettente massimo in campata	M <sub>Ed</sub>	94.8	[kN·m]
<b>Verifica tensionale (Combinazione S.L.U.)</b>			



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	$\gamma_{M0}$	1.05	[ - ]
Tensione assiale complessiva	$\sigma = M_{Ed}/W_x$	166.5	[N/mm <sup>2</sup> ]
	$\sigma < f_{yk}/\gamma_{M0} =$	<b>338</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
	<b>D/C</b>	<b>0.49</b>	[ - ]
<b>Verifica di inflessione (Combinazione S.L.E.)</b>			
Peso proprio e permanenti	G	14.75	[kN/m]
Carico variabile	Q	5.16	[kN/m]
Coefficiente di vincolo per deformazioni		5/384	
Spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti	$\delta_1$	1.17	[cm]
Spostamento elastico dovuto ai carichi variabili	$\delta_2$	0.41	[cm]
	<b><math>\delta_2 &lt; L/300</math></b>	<b>1.73</b>	<b>[cm]</b>
	<b>D/C</b>	<b>0.24</b>	[ - ]
Spostamento elastico totale	$\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2$	1.58	[cm]
	<b><math>\delta_{tot} &lt; L/250</math></b>	<b>2.08</b>	<b>[cm]</b>
	<b>D/C</b>	<b>0.76</b>	[ - ]

#### VERIFICA UNIONE BULLONATA TRAVE SECONDARIA-TRAVE PRINCIPALE

Sollecitazioni in daN, daN·cm - tensioni in daN/cm<sup>2</sup>

Il collegamento tra le travi secondarie e quelle principali è realizzato mediante due piatti in acciaio 100x130x8mm, posizionati sull'anima della trave secondaria mediante n. 2 bulloni M16 Cl. 8.8, a sua volta saldati su un piatto 200x130x6mm, posto sull'anima della trave principale mediante n. 2+2 bulloni M16 Cl. 8.8. Si riporta nel seguito la verifica del nodo cerniera della trave secondaria.

Si specifica che il taglio verticale agente è ottenuto considerando la trave in semplice appoggio, trascurando il taglio dovuto alla mensola.

Azioni	
(sforzo normale) N =	0 daN
(taglio orizzont.) T <sub>v</sub> =	0 daN
(taglio verticale) T <sub>z</sub> =	7296 daN



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

### Sez. 1-1 Squadretta sull'anima della trave secondaria

#### Trave Secondaria:

Tipo di Acciaio =	S 355	$f_{yk} = 3'550$ daN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0} = 1.05$
		$f_{tk} = 5'100$ daN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2} = 1.25$
Profilo =	HE		
Tipo =	HE 200 B		
(altezza) h =	200 mm		
(larghezza ala) b =	200 mm		
(spessore ala) e =	15.0 mm		
(spess. anima) $t_w$ =	9.0 mm		
(raggio di racc.) r =	18 mm		
(area della sez.) A =	78.08 cm <sup>2</sup>		
(mom. d'inertia) $I_y$ =	5'696.17 cm <sup>4</sup>		
(area resistente Taglio) $A_v$ =	24.83 cm <sup>2</sup>		

#### Bulloni:

classe =	8.8	$f_t = 8'000$ daN/cm <sup>2</sup>
(diametro) d =	16 mm	$f_y = 6'400$ daN/cm <sup>2</sup>
n° bulloni =	2 per fila	Aresist. = 1.570 cm <sup>2</sup>
a1 =	121 mm	interasse tra baricentro fila esterna / asse trave principale
a2 =	61 mm	interasse tra baricentro fila interna / asse trave principale
a =	91.0 mm	interasse tra baricentro bulloni / asse trave princip.
h' =	60 mm	interasse tra i bulloni più esterni
d0 =	18 mm	diametro nominale del foro
dT =	24 mm	diametro testa bullone

#### Squadrette:

Tipo di Acciaio =	S 355	$f_{yk} = 3'550$ daN/cm <sup>2</sup>
		$f_{tk} = 5'100$ daN/cm <sup>2</sup>
B =	140 mm	
H =	130 mm	
s =	8 mm	
e1 =	30 mm	eccentricità bullone esterno / bordo   Direzione verticale
e2 =	30 mm	eccentricità bullone esterno / bordo   Direz. orizzontale
p1 =	70 mm	interasse tra i bulloni in direzione verticale
p2 =	60 mm	interasse tra i bulloni in direzione orizzontale

#### Verifica a Taglio dei Bulloni

f =	0.500	coefficiente riduzione Hmax
V =	1'824.0 daN	forza verticale indotta su ogni bullone
Hmax =	5'532.8 daN	forza orizzontale indotta su ogni bullone
H' =	0.0 daN	forza orizzontale indotta da N su ogni bullone
Rmax =	5'825.7 daN	risultante indotta su ogni bullone nelle 2 sezioni
R =	2'912.9 daN	risultante indotta su ogni bullone su ogni sez. di taglio
Fv,Sd =	2'912.85 daN	
Fv,Rd =	6'028.80 daN	> Fv,Sd ?

Verifica soddisfatta



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

**Verifica a Rifollamento lato Trave secondaria**

$\alpha = 0.556$	per bulloni di bordo nella direzione verticale	
$\alpha = 0.861$	per bulloni interni nella direzione verticale	
$k = 2.500$	per bulloni di bordo nella direzione orizzontale	
$k = 2.500$	per bulloni interni nella direzione orizzontale	
$F_v, S_d = 5'825.71$	daN	
$F_b, R_d = 8'160.00$	daN	$> F_v, S_d ?$ <b>Verifica soddisfatta</b>

**Verifica a taglio e trazione della sezione depurata della trave secondaria nel caso di asportazione di una parte di anima e di ala superiore**

(profondità taglio) $h_v =$	20 mm	
$K_{bl} =$	0.5	(vale 1 per bullonatura simmetrica con sollecitazione centrata; 0,5 negli altri casi)
$L_t =$	90 mm	
$L_v =$	100 mm	
(area netta a trazione) $A_{nt} =$	5.7 cm <sup>2</sup>	
(area netta a soggetta a taglio) $A_{nv} =$	6.6 cm <sup>2</sup>	
$V_{eff.Rd} =$	24391.40 daN	<b>Verifica soddisfatta</b>

**Verifica della sezione depurata della trave secondaria**

**SEZ 1-1**

(area netta) $A_n =$	41.6 cm <sup>2</sup>	
(momento d'inerzia) $J_{x-x} =$	3'316.58 cm <sup>4</sup>	
(modulo di resistenza) $W_x =$	331.66 cm <sup>3</sup>	
(tensione normale) $\sigma =$	200.2 daN/cm <sup>2</sup>	
(tensione tangenziale) $\tau =$	175.3 daN/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{id} =$	363.74 daN/cm <sup>2</sup>	$> \sigma_{id} ?$ <b>Verifica soddisfatta</b>
$\sigma_{resist} =$	4'080.00 daN/cm <sup>2</sup>	

**SEZ 3-3**

(profondità taglio in orizzontale) $h_{v,h} =$	100 mm	
(area netta) $A_n =$	44.9 cm <sup>2</sup>	
(momento d'inerzia) $J_{x-x} =$	3'388.01 cm <sup>4</sup>	
(modulo di resistenza) $W_x =$	338.80 cm <sup>3</sup>	
(tensione normale) $\sigma =$	215.3 daN/cm <sup>2</sup>	
(tensione tangenziale) $\tau =$	162.7 daN/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{id} =$	354.63 daN/cm <sup>2</sup>	$> \sigma_{id} ?$ <b>Verifica soddisfatta</b>
$\sigma_{resist} =$	4'080.00 daN/cm <sup>2</sup>	

**Verifica Sezione Depurata delle Squadrette**

$d_l =$	3.5 cm	momenti d'inerzia da sottrarre	
		$J_{x-n1} =$	70.56 cm <sup>4</sup>
(area netta) $A_n =$	9.3 cm <sup>2</sup>		
(momento d'inerzia) $J_{x-x} =$	220.82 cm <sup>4</sup>		



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

(modulo di resistenza) $W_x =$	33.97	cm <sup>3</sup>	
(tensione normale) $\sigma =$	1954.4	daN/cm <sup>2</sup>	
(tensione tangenziale) $\tau =$	786.2	daN/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{id} =$	2'381.99	daN/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{resist} =$	3'380.95	daN/cm <sup>2</sup>	$> \sigma_{id} ?$

Verifica soddisfatta

Verifica a trazione della sezione depurata delle squadrette

$A_{nt\ squadretta} =$	9.3	cm <sup>2</sup>
$N_{ed} =$	0	daN
$\sigma =$	0.0	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{resist} =$	4857.143	daN/cm <sup>2</sup>

Verifica soddisfatta

**Sez. 2-2 Squadretta sull'anima della trave principale**

**Trave Principale:**

Tipo di Acciaio =	S 355	$f_{yk} =$	3550 daN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0} =$	1.05
		$f_{tk} =$	5100 daN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2} =$	1.25
Profilo =	HE				
Tipo =	HE 200 B				
(altezza) $h =$	200	mm			
(larghezza ala) $b =$	200	mm			
(spessore ala) $e =$	15.0	mm			
(spess. anima) $t_w =$	9.0	mm			
(raggio di racc.) $r =$	18	mm			
(area della sez.) $A =$	78.08	cm <sup>2</sup>			
(mom. d'inerzia) $I_y =$	5'696.17	cm <sup>4</sup>			
(area resistente Taglio) $A_v =$	24.83	cm <sup>2</sup>			

**Bulloni:**

classe =	8.8	$f_t =$	8'000 daN/cm <sup>2</sup>
(diametro) $d =$	16 mm	$f_y =$	6'400 daN/cm <sup>2</sup>
n° bulloni =	2 per fila	$A_{resit.} =$	1.570 cm <sup>2</sup>
$b =$	71 mm		interasse bulloni-asse trave second.
$h' =$	140 mm		interasse tra i bulloni più esterni
$d_0 =$	18 mm		diametro nominale del foro
$d_T =$	24 mm		diametro testa bullone

**Squadrette:**

$e_1 =$	40 mm	eccentricità bullone esterno / bordo	Direzione verticale
$e_2 =$	40 mm	eccentricità bullone esterno / bordo	Direzione orizzontale
$p_1 =$	70 mm	interasse tra i bulloni in direzione verticale	
$p_2 =$	70 mm	interasse tra i bulloni in direzione orizzontale	

**Verifica a Taglio / Trazione bulloni**

$F_{t,Ed} =$	0.0	daN	trazione data dallo sforzo normale
$F_{t,Rd} =$	9'043.2	daN	
$f =$	0.500		coefficiente di riduzione $H_{max}$



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

$V_{Tz} =$	1'824.0 daN	taglio vert. indotto da $T_z$ su ogni bullone
$V_{Ty} =$	0.0 daN	taglio orizz. indotto da $T_y$ su ogni bullone
$H_{max} =$	925.0 daN	forza orizzontale indotta su ogni bullone
$F_{v,Ed} =$	2'045.2 daN	risultante di taglio indotta su ogni bullone
$F_{v,Rd} =$	6'028.8 daN	

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \quad ? \quad 33.92\% \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

**Verifica a Rifollamento lato Trave Principale**

$\alpha = 0.741$	per bulloni di bordo nella direzione del carico	
$\alpha = 1.000$	per bulloni interni nella direzione del carico	
$k = 2.500$	per bulloni di bordo nella direzione perpend. al carico	
$k = 2.500$	per bulloni interni nella direzione orizzontale	
$F_{v,Ed} =$	2'045.2 daN	
$F_{b,Rd} =$	10'880.0 daN	
	$> F_{v,Sd} ?$	<b>Verifica soddisfatta</b>

**Verifica Sezione Depurata delle Squadrette**

	distanze bulloni dall'asse		momenti d'inerzia da sottrarre
$d_1 =$	3.5 cm	$J_{x-n1} =$	70.6 cm <sup>4</sup>
(area netta) $A_n =$	4.6 cm <sup>2</sup>		
(momento d'inerzia) $J_{x-x} =$	75.1 cm <sup>4</sup>		
(modulo di resistenza) $W_x =$	11.6 cm <sup>3</sup>		
(tensione normale) $\sigma =$	2'240.9 daN/cm <sup>2</sup>		
(tensione tangenziale) $\tau =$	786.2 daN/cm <sup>2</sup>		
$\sigma_{id} =$	2'622.2 daN/cm <sup>2</sup>		
$\sigma_{resist} =$	3'381.0 daN/cm <sup>2</sup>	$> \sigma_{id} ?$	<b>Verifica soddisfatta</b>

**VERIFICA NODO COLONNA-FONDAZIONE**

Per l'ancoraggio dei pilastri si utilizza una piastra di dimensioni 400x350x26 mm ancorata alla platea in c.a. mediante n. 10 barre filettate Cl. 8.8 M20.

La verifica più gravosa per gli elementi avviene in combinazione SLV.

**Simbologia**

**Simbologia sezione I**

Sezione	Nome della sezione
B	Base delle ali
H	Altezza della sezione
tbi	Spessore ala inferiore
tbs	Spessore ala superiore
th	Spessore anima



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

### Geometria costole

N°	Indice della costola
$X_i, Y_i$	Coordinate estremo iniziale
$X_f, Y_f$	Coordinate estremo finale
$l, h, t$	Lunghezza, altezza, spessore della costola

### Geometria Tirafondi

N°	Indice del tirafondo
$X, Y$	Coordinate centro bullone
$\Phi_{mm}$	Diametro nominale del bullone
classe	Classe di resistenza
Ares	Area resistente
L	Lunghezza del tirafondo
R	Eventuale raggio dell'uncino del tirafondo
$\Phi_m$	Min(diametro del dado, diametro medio della testa) (NTC 4.2.70)

### Forze applicate

Comb.	Nome della combinazione cui corrispondono le forze
$N, T_y, T_z$	Sforzo normale, taglio in direzione Y, taglio in direzione Z, nel riferimento locale della colonna
$M_t, M_y, M_z$	Momento torcente, flettente secondo Y, flettente secondo Z, nel riferimento locale della colonna

### Verifica piastra di base

Comb., Pann.	Combinazione, indice del pannello della mesh con minimo SF
N°	Indice del pannello della mesh
$X, Y$	Coordinate del centro del pannello della mesh
$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \tau_{xy}$	Tensioni del pannello nel riferimento della piastra
$\sigma_{id}$	Tensione ideale di Von Mises = $(\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 - \sigma_{xx} \cdot \sigma_{yy} + 3 \cdot \tau_{xy}^2)^{1/2}$
SF	Fattore di sicurezza = $\sigma_{id} / (f_{yk} / \gamma_{M0})$ (cfr. NTC. 4.2.4.1.2)

### Verifica a punzonamento piastra di base

N°bull	Indice del tirafondo
$X, Y$	Coordinate del tirafondo
Fd	Azione assiale nel tirafondo
$B_{p, Rd}$	Resistenza al punzonamento della piastra (cfr. formula NTC. 4.2.70)
SF	Fattore di sicurezza al punzonamento = $B_{p, Rd} / Azione$

### Verifica calcestruzzo

Comb.	combinazione delle azioni
N°Vert	Indice vertice area compressa
$X, Y$	Coordinate del vertice
$\sigma$	Tensione (di compressione) nel vertice
SF	Fattore di sicurezza = $f_{cd} / \sigma$

### Verifica costole

N°	Indice elemento di costola, parte di costola compresa tra due costole o tra costola e sezione
N° cost	Indice della costola cui appartiene l'elemento
$X_i, Y_i$	Coordinate estremo iniziale dell'elemento
$X_f, Y_f$	Coordinate estremo finale dell'elemento
$\sigma, \tau$	Tensione normale e tangenziale agente sulla sezione verticale dell'elemento di costola
$\sigma_{id}$	Tensione ideale di Von Mises = $(\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)^{1/2}$
SF	Fattore di sicurezza = $\sigma_{id} / (f_{yk} / \gamma_{M0})$ (cfr. NTC. 4.2.4.1.2)



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

**Verifica saldature orizzontali costole**

Comb.	Nome della combinazione delle azioni
N°	Indice elemento di costola, parte di costola compresa tra due costole o tra costola e sezione
N° cost	Indice della costola cui appartiene l'elemento
Xi, Yi	Coordinate estremo iniziale dell'elemento
Xf, Yf	Coordinate estremo finale dell'elemento
L	Lunghezza dell'elemento
a/2	Semidimensione del cordone di saldatura
$\sigma_n, \tau_p, \tau_n$	Tensione normale, tangenziale parallela ed ortogonale sul cordone
SF	Fattore di sicurezza <sup>(1)</sup>

**Verifica saldature verticali costole**

Comb.	Nome della combinazione delle azioni
N° cost	Indice della costola
X, Y	Punto nel piano ove è posto il cordone
H	Altezza della costola
a	Dimensione del cordone di saldatura
$\sigma_n, \tau_p, \tau_n$	Tensione normale, tangenziale parallela ed ortogonale sul cordone
SF	Fattore di sicurezza <sup>(1)</sup>

**Verifica tirafondi**

Comb.	Nome della combinazione delle azioni
N°	Indice tirafondo
X, Y	Coordinate tirafondo
Ft, Fv	Azione assiale e tangenziale del tirafondo
$\sigma_{id}$	Tensione ideale piastra anulare di testa
SFb	Fattore di sicurezza del bullone (Sola trazione SFb=Ftrd/Ft, solo taglio SFb=Fvrd/Fv, taglio e trazione SFb=1/(Fv/Fvrd+Ft/Ftrd/1.4) con Ft/Ftrd<1 cfr. formula NTC 4.2.65)
FtRDcls	Resistenza del cuneo di calcestruzzo allo sfilamento: $\pi * (\Phi_e + L/2 \text{ tg}(\text{diff})) * L * f_{ctd}$ , essendo diff l'angolo di diffusione assunto e $\Phi_e$ il diametro della rosetta
SFt	Fattore di sicurezza della piastra anulare di testa SFt= $\sigma_{id}/f_{yk}/\gamma_{M0}$
SFcls	Fattore di sicurezza rottura cono Cls (Ft/FtRDcls)

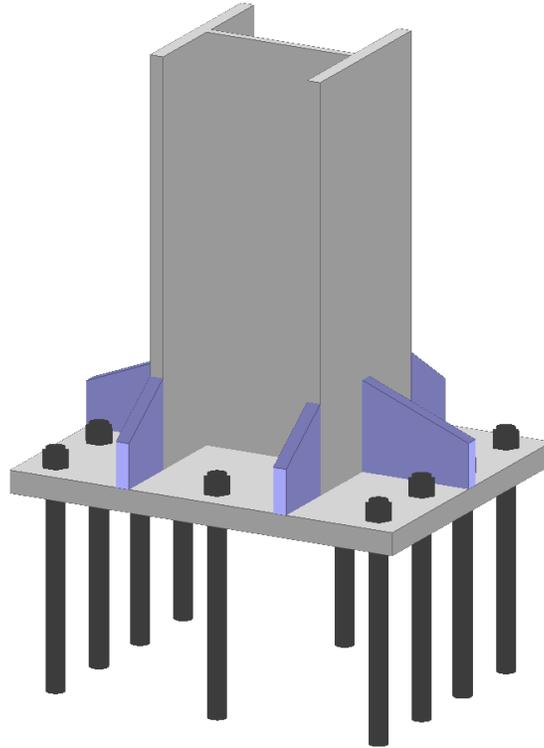
<sup>(1)</sup> SF=valore minimo tra:  $\beta_1 * f_{yk}/(\sigma_n^2 + \tau_p^2 + \tau_n^2)^{1/2}$  e  $\beta_2 * f_{yk}/(|\sigma_n| + |\tau_n|)$  (cfr. formule NTC 4.2.84, 4.2.85)



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

**Geometria**

**Dimensioni piastra:** 35 x 45 x 2.6



**Figura 14 - Vista 3D nodo colonna-fondazione**

**Geometria**

**Dimensioni piastra:** 35 x 45 x 30

**Sezione della colonna**

Centro anima

X 17.5 cm

Y 22.5 cm

Rotazione a 0°

Baricentro

X 17.5 cm

Y 22.5 cm

Sezione	Tipo	B	H	tbi	tbs	th
		mm	mm	mm	mm	mm
[HEB] 200	I	200	200	15	15	9

**Geometria costole**

N°	Xi	Yi	Xf	Yf	l	h1	h2	t
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1	17.5	0	17.5	12.5	12	5	10	1



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

N°	Xi	Yi	Xf	Yf	l	h1	h2	t
2	17.5	32.5	17.5	45	12	10	5	1
3	0	13.25	7.5	13.25	7	5	10	1
4	27.5	13.25	35	13.25	7	10	5	1
5	27.5	31.75	35	31.75	7	10	5	1
6	0	31.75	7.5	31.75	7	5	10	1

### Geometria Tirafondi

N°	X	Y	F	classe	Ares	L	R	Fm
	cm	cm	mm		cm <sup>2</sup>	cm	cm	mm
1	3.5	3.5	20	8.8	2.45	22	5	30
2	13	3.5	20	8.8	2.45	22	5	30
3	22	3.5	20	8.8	2.45	22	5	30
4	31.5	3.5	20	8.8	2.45	22	5	30
5	3.5	22.5	20	8.8	2.45	22	5	30
6	31.5	22.5	20	8.8	2.45	22	5	30
7	3.5	41.5	20	8.8	2.45	22	5	30
8	13	41.5	20	8.8	2.45	22	5	30
9	22	41.5	20	8.8	2.45	22	5	30
10	31.5	41.5	20	8.8	2.45	22	5	30

### Proprietà materiali

Calcestruzzo Rck=300 DaN/cm<sup>2</sup>, fcd=141.10 DaN/cm<sup>2</sup>  
 Coefficiente Omog. 15  
 Acciaio piastra classe S355, fyd=fyk/gM=3350/1.05=3190.48 DaN/cm<sup>2</sup>  
 Acciaio costole classe S355, fyd=fyk/gM=3550/1.05=3380.95 DaN/cm<sup>2</sup>

### Saldature

Verifiche condotte secondo le formule:

$$(s_n^2 + t_p^2 + t_n^2)^{1/2} \leq f_y k \cdot b_1$$

$$|s_n| + |t_n| \leq f_y k \cdot b_2$$

Elemento	fyk<40 mm	fyk³40 mm	b1	b2
	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>		
Piastra	3550	3350	0.7	0.85
Costole	3550	3350	0.7	0.85

### Risultati dell'analisi

#### Riferimento locale della colonna

	X	Y	Z
Origine cm	17.5000	22.5000	0.0000
Asse x	0.0000	0.0000	1.0000
Asse y	1.0000	0.0000	0.0000
Asse z	0.0000	1.0000	0.0000

### Caratteristiche applicate alla colonna

Le caratteristiche sono intese positive se dirette secondo gli assi locali della colonna e sono applicate nel baricentro della sezione.

Comb.	N	Ty	Tz	Mt	My	Mz
	DaN	DaN	DaN	DaN*m	DaN*m	DaN*m



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Comb.	N	Ty	Tz	Mt	My	Mz
1	-8130.6	28.4	160.5	-0.1	665.5	99.1
2	-10966	38.9	221.4	-0.2	905.1	136
3	-10966	38.9	221.4	-0.2	905.1	136
4	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
5	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
6	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
7	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
8	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
9	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
10	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
11	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
12	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
13	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
14	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
15	-9548.3	33.7	190.9	-0.1	785.3	117.6
(16+17)-I-1	-6371.7	622.4	1899.4	-5.1	-3637.8	2171
(16+17)-I-2	-6105	552.8	904	-4.5	-1337.4	1928.2
(16+17)-I-3	-5757.4	-511.6	-671	4.3	2306.8	-1784.1
(16+17)-I-4	-5490.7	-581.2	-1666.4	4.9	4607.1	-2026.9
(16+17)-II-1	-6467.9	306.7	2161.2	-2.4	-4240.9	1070
(16+17)-II-2	-5578.8	74.7	-1157	-0.6	3426.8	260.6
(16+17)-II-3	-6283.6	-33.5	1390	0.4	-2457.5	-116.5
(16+17)-II-4	-5394.5	-265.5	-1928.2	2.2	5210.2	-925.9
(16+17)-III-1	-6372.9	577.2	1870.7	-4.7	-3572.4	2013.4
(16+17)-III-2	-6103.7	598	932.7	-4.9	-1402.8	2085.8
(16+17)-III-3	-5758.7	-556.8	-699.7	4.7	2372.1	-1941.7
(16+17)-III-4	-5489.4	-536	-1637.8	4.5	4541.7	-1869.3
(16+17)-IV-1	-6472.1	156.1	2065.5	-1.2	-4023	544.6
(16+17)-IV-2	-5574.6	225.3	-1061.4	-1.8	3209	786
(16+17)-IV-3	-6287.8	-184.1	1294.4	1.6	-2239.7	-641.9
(16+17)-IV-4	-5390.3	-114.9	-1832.5	1	4992.4	-400.5
(16+17)-V-1	-6431.5	725.1	2141.3	-5.9	-4198.1	2529
(16+17)-V-2	-6164.8	655.5	1145.9	-5.3	-1897.8	2286.2
(16+17)-V-3	-5697.6	-614.2	-912.9	5.2	2867.1	-2142.1
(16+17)-V-4	-5430.9	-683.8	-1908.4	5.7	5167.4	-2384.9
(16+17)-VI-1	-6485.8	337.5	2233.7	-2.7	-4409	1177.4
(16+17)-VI-2	-5596.7	105.5	-1084.5	-0.8	3258.7	368
(16+17)-VI-3	-6265.6	-64.2	1317.5	0.6	-2289.4	-223.9
(16+17)-VI-4	-5376.6	-296.3	-2000.7	2.5	5378.3	-1033.3
(16+17)-VII-1	-6432.7	679.9	2112.7	-5.5	-4132.8	2371.4
(16+17)-VII-2	-6163.5	700.7	1174.6	-5.7	-1963.1	2443.8
(16+17)-VII-3	-5698.9	-659.4	-941.6	5.5	2932.5	-2299.7
(16+17)-VII-4	-5429.6	-638.6	-1879.7	5.3	5102.1	-2227.3
(16+17)-VIII-1	-6490	186.9	2138.1	-1.5	-4191.1	652
(16+17)-VIII-2	-5592.5	256.1	-988.8	-2	3040.9	893.4
(16+17)-VIII-3	-6269.8	-214.9	1221.8	1.9	-2071.6	-749.3
(16+17)-VIII-4	-5372.4	-145.7	-1905.1	1.3	5160.5	-507.9



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

**Verifiche piastra**

Comb.	Pann.	X	Y	sxx	syy	txy	sid	SF
		cm	cm	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	
(16+17)-V-4	312	8.18	12.37	-43.62	-64.94	-8.47	59.19	53.9

Tensione massima ideale  $s_{id}$  = 59.19 DaN/cm<sup>2</sup>, SF=53.9 ((16+17)-V-4): **Verificato**

**Verifica a punzonamento piastra**

Comb.	N°bull	X	Y	Fd	B <sub>p,Rd</sub>	SF
		cm	cm	DaN	DaN	
(16+17)-V-4	10	31.50	41.50	4448	637869	>100

Forza di punz. massima  $F_{dmax}$  = 4448.46 DaN, SF=>100 ((16+17)-V-4) (bull 10): **Verificato**

**Verifica calcestruzzo**

Comb.	N°Vert	X	Y	s	SF	
		cm	cm	DaN/cm <sup>2</sup>		
	1	2	35.00	0.00	11.93	11.8
	2	2	35.00	0.00	16.19	8.71
	3	2	35.00	0.00	16.19	8.71
	4	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	5	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	6	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	7	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	8	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	9	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	10	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	11	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	12	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	13	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	14	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	15	2	35.00	0.00	14.06	10.0
	(16+17)-I-1	2	35.00	45.00	81.10	1.74
	(16+17)-I-2	3	35.00	45.00	48.68	2.90
	(16+17)-I-3	1	0.00	0.00	58.43	2.41
	(16+17)-I-4	1	0.00	0.00	89.55	1.58
	(16+17)-II-1	2	35.00	45.00	67.89	2.08
	(16+17)-II-2	2	35.00	0.00	44.02	3.21
	(16+17)-II-3	3	0.00	45.00	31.08	4.54
	(16+17)-II-4	1	0.00	0.00	75.47	1.87
	(16+17)-III-1	2	35.00	45.00	77.55	1.82
	(16+17)-III-2	3	35.00	45.00	52.12	2.71
	(16+17)-III-3	1	0.00	0.00	61.90	2.28
	(16+17)-III-4	1	0.00	0.00	85.90	1.64
	(16+17)-IV-1	2	35.00	45.00	55.84	2.53
	(16+17)-IV-2	2	35.00	0.00	51.10	2.76
	(16+17)-IV-3	3	0.00	45.00	37.78	3.73
	(16+17)-IV-4	1	0.00	0.00	63.59	2.22
	(16+17)-V-1	2	35.00	45.00	93.99	1.50



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Comb.	N°Vert	X	Y	s	SF
(16+17)-V-2	3	35.00	45.00	61.58	2.29
(16+17)-V-3	1	0.00	0.00	71.37	1.98
(16+17)-V-4	1	0.00	0.00	102.44	1.38
(16+17)-VI-1	2	35.00	45.00	71.73	1.97
(16+17)-VI-2	2	35.00	0.00	44.05	3.20
(16+17)-VI-3	3	0.00	45.00	31.09	4.54
(16+17)-VI-4	1	0.00	0.00	79.25	1.78
(16+17)-VII-1	2	35.00	45.00	90.44	1.56
(16+17)-VII-2	3	35.00	45.00	65.00	2.17
(16+17)-VII-3	1	0.00	0.00	74.84	1.89
(16+17)-VII-4	1	0.00	0.00	98.78	1.43
(16+17)-VIII-1	2	35.00	45.00	59.58	2.37
(16+17)-VIII-2	2	35.00	0.00	51.21	2.76
(16+17)-VIII-3	3	0.00	45.00	37.67	3.75
(16+17)-VIII-4	1	0.00	0.00	67.37	2.09

Tensione cls max s= 102.44 DaN/cm<sup>2</sup>, SF=1.38 ((16+17)-V-4): **Verificato**

#### Verifiche Costole

Cond	N°Cost.	s	t	sid	SF
		DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	
(16+17)-V-4	54	46	3	47	72.5

#### Calcolo saldature orizzontali

Comb.	N°cost	Xi	Yi	Xf	Yf	L	a/2	sn	tp	SF
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	
1	1	17.50	0.00	17.50	12.50	12.50	0.60	0.00	0.00	>100
1	2	17.50	32.50	17.50	45.00	12.50	0.60	0.00	0.00	>100
(16+17)-V-4	3	0.00	13.25	7.50	13.25	7.50	0.60	84.95	0.15	27.6
(16+17)-VIII-2	4	27.50	13.25	35.00	13.25	7.50	0.60	55.10	0.07	42.6
(16+17)-V-1	5	27.50	31.75	35.00	31.75	7.50	0.60	118.11	0.14	19.9
(16+17)-VIII-3	6	0.00	31.75	7.50	31.75	7.50	0.60	32.24	0.06	72.7

#### Calcolo saldature verticali

Comb.	N°cost	X	Y	H	a	sn	tp	SF
		cm	cm	cm	cm	DaN/cm <sup>2</sup>	DaN/cm <sup>2</sup>	
(16+17)-V-4	3	7.50	13.25	10.00	1.20	3.82	0.11	>100
(16+17)-VIII-2	4	27.50	13.25	10.00	1.20	1.78	0.05	>100
(16+17)-V-1	5	27.50	31.75	10.00	1.20	3.80	0.11	>100
(16+17)-VIII-3	6	7.50	31.75	10.00	1.20	1.45	0.04	>100

#### Verifica Tirafondi

Acciaio S355  
Fyk(t<sup>3</sup>40 mm) 3350 DaN/cm<sup>2</sup>  
Fyk(t<40 mm) 3550 DaN/cm<sup>2</sup>  
gM0 1.05  
gM2 1.25

Resistenza a trazione bullone Ftrd

14112.00 DaN





Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Resistenza a taglio bullone Fvrd 9408.00 DaN  
Angolo diffusione tensioni nel cls 30 °  
Resistenza rottura cono di cls FtRDcls 5400.69 DaN

Si assume che la distanza del bullone dal bordo della fondazione sia sufficiente per consentire lo sviluppo della diffusione delle tensioni a 30 (°).

Comb.	N°	X	Y	Ft	Fv	sid	SFb	SFt	SFcls	SF
		cm	cm	DaN	DaN	DaN/c m <sup>2</sup>				
(16+17)-V-1	1	3.50	3.50	3880	227	571.9	3.64	5.91	1.39	1.39
(16+17)-V-1	2	13.00	3.50	2856	226	420.9	4.94	8.03	1.89	1.89
(16+17)-VI-1	3	22.00	3.50	2116	225	311.8	6.67	10.8	2.55	2.55
(16+17)-VIII-1	4	31.50	3.50	1815	214	267.5	7.77	12.6	2.98	2.98
(16+17)-V-1	5	3.50	22.50	2077	228	306.1	6.79	11.0	2.60	2.60
(16+17)-V-4	6	31.50	22.50	2169	201	319.6	6.51	10.6	2.49	2.49
(16+17)-VIII-4	7	3.50	41.50	2593	192	382.1	5.44	8.85	2.08	2.08
(16+17)-VI-4	8	13.00	41.50	2855	203	420.7	4.94	8.04	1.89	1.89
(16+17)-V-4	9	22.00	41.50	3473	203	511.8	4.06	6.61	1.55	1.55
(16+17)-V-4	10	31.50	41.50	4448	202	655.6	3.17	5.16	1.21	1.21

### Verifica complessiva

Coefficiente di sicurezza minimo 1.214058 (Tirafondi): **Verificato**

Per le ulteriori verifiche, si rimanda ai tabulati di calcolo allegati alla presente relazione.

Allegati:

- Tabulati di calcolo Iperspace BIM.

Verrua Savoia, li 18/05/2023

Il progettista delle strutture  
(ing. Nicola CRITELLI)





Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

**APPENDICE A - SOFTWARE DI CALCOLO E ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**  
**§10.2 NTC 2018**

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO:**

- Decreto Ministero delle Infrastrutture: 17 Gennaio 2018:  
“Norme Tecniche per le Costruzioni”

**SOFTWARE IPESPACE BIM 6.0.1**

Il software di calcolo impiegato per la progettazione delle strutture in oggetto è un programma prodotto dalla Soft.Lab S.r.L.

Il software è basato sulle NTC 2018 e sugli Eurociclici.

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA  dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	<b>SOFT.LAB srl</b>  via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	<b>IperSpaceBIM 6.0.1</b>
Licenza n.	<b>Concesso in licenza a CRITELLI NICOLA codice utente C05217</b>

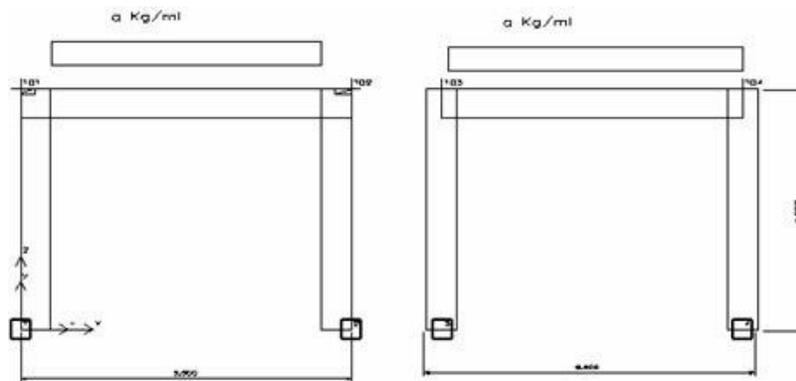


Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

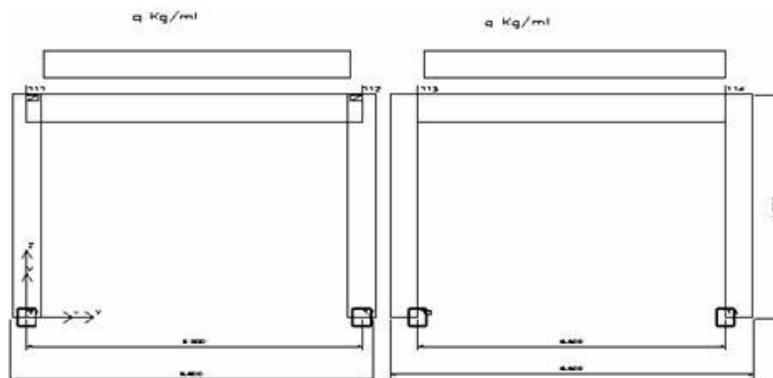
CASI PROVA

L'affidabilità dei codici utilizzati è stata testata attraverso la risoluzione di alcuni casi prova, che il Produttore fornisce all'Utente, e vengono di seguito documentati.

CASO PROVA 1 - Influenza della posizione dei nodi rispetto agli assi delle aste



I due portali sono due strutture identiche, ma il primo ha la luce teorica (da nodo a nodo) del traverso di lunghezza maggiore ( $5.50 > 5.00$ ) e i risultati di calcolo sono diversi; se però si introducono nel traverso del primo telaio dei conci rigidi pari a 25 cm, cioè mezzo pilastro, allora la luce flessibile dei due telai coincide praticamente e i risultati sono perfettamente coincidenti.



Anche in questo esempio i portali sono due strutture identiche, però il traverso del primo è più lungo e quindi i risultati saranno gli stessi se vengono introdotti sul traverso del primo portale dei conci rigidi pari a metà pilastro.

In entrambi gli esempi (anziché introdurre i conci rigidi) si potevano avere gli stessi risultati modificando il filo fisso del traverso del primo portale rispettivamente 8585 per l'esempio I e 8684 per l'esempio II.

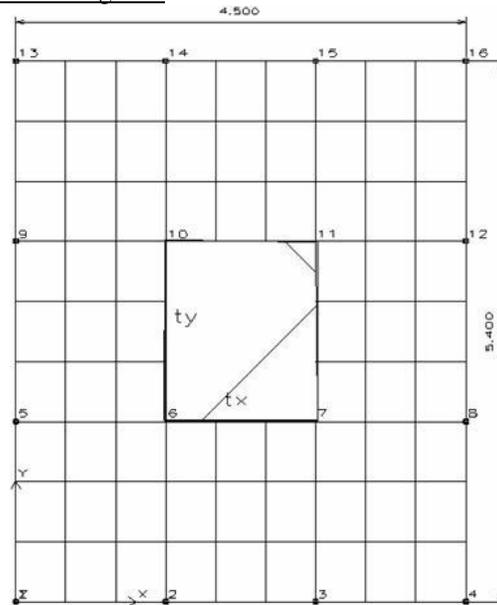
Concludendo qualunque sia la posizione dei nodi rispetto agli assi delle travi e dei pilastri, le sollecitazioni (vengono prese sugli assi delle aste) sono sempre le stesse se la geometria 3D è la stessa e si scelgono oculatamente i fili fissi o si introducono i conci rigidi. Al riguardo si ribadisce che lo schema di calcolo è quello 3D e NON lo schema unifilare. Infine si fa notare che l'equilibrio nel nodo (ad esempio N° 101) non sussiste in quanto le sollecitazioni nel traverso vengono prese sull'asse dello stesso, mentre le sollecitazioni del pilastro vengono prese nel nodo e quindi in punti diversi. Per l'equilibrio



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

quindi non bisogna prendere in considerazione solo i momenti, ma anche gli effetti delle altre sollecitazioni sul nodo rigido.

CASO PROVA 2 - Piastra rettangolare



Siano  $L_x$  ed  $L_y$  i lati della piastra ( $L_y \geq L_x$ ) e  $t_x$   $t_y$  i corrispondenti lati del rettangolo caricato, si ha:  $p$  carico uniforme;

$$P = p \cdot t_x \cdot t_y \text{ carico totale;}$$

$M_{xm} = a_{xm} \cdot P$  momento al centro, agente parallelamente al lato  $L_x$  (cioè nella sezione di mezzeria parallela al lato  $L_y$ );

$M_{ym} = a_{ym} \cdot P$  momento al centro, agente parallelamente al lato  $L_y$  (cioè nella sezione di mezzeria parallela al lato  $L_x$ ).

Nel caso in esame essendo:

$$L_x = 4.5 \text{ [m]; } L_y = 5.4 \text{ [m]; } t_x = 1.5 \text{ [m]; } t_y = 1.8 \text{ [m]; } p = 5000 \text{ [dN/mq];}$$

$$\text{si ha: } P = 13500 \text{ [dN]}$$

$$\text{e per } n = 0 \text{ sarà: } a_{xm} = 0.1377; a_{ym} = 0.1050 \text{ e pertanto si ha: } M_{xm}$$

$$= 1860 \text{ [dNm]; } M_{ym} = 1418 \text{ [dNm].}$$

Se consideriamo la piastra discretizzata come in figura (9 x 9) con IperSpace si hanno i seguenti valori:  $M_{xx}$

$$= 1731 \text{ [dNm]; } M_{yy} = 1314 \text{ [dNm]} \text{ con un errore } < 8 \%$$



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

Se la discretizzazione è di 15 x 15 elementi i valori sono:  $M_{xx}$

= 1810 [dNm];  $M_{yy}$  = 1382 [dNm] con un errore < 3 % Se la

discretizzazione è di 21 x 21 elementi i valori sono:

$M_{xx}$  = 1832 [dNm];  $M_{yy}$  = 1400 [dNm] con un errore < 1.5 %.

CASO PROVA 3 - Mensola inflessa

Prendiamo in considerazione la mensola di acciaio ( $E = 20.000$  kN/cm<sup>2</sup>,  $\nu = 0.25$ ) delle dimensioni 48x4x1 cm, sollecitata all'estremità da un taglio di 40 kN, riportata a pag. 121 del testo di C.A. BREBBIA e J.J. CONNOR.

Il limite superiore dello spostamento all'estremo caricato, ottenuto con la Teoria delle travi è : cm 0.53374. Nella tabella che segue vengono riportati i valori dello spostamento per vari tipi di elementi finiti e varie discretizzazioni.

**Risultati estratti dal Testo di Trebbia e Connor**

Tipo di elemento	Numero	Freccia di estremità	Errore %
Elemento triangolare a deformazione costante	160	0.45834	14.59
	576	0.51282	3.92
Elemento triangolare a deformazione lineare	160	0.53259	0.22
	576	0.53353	0.04
Elemento triangolare a deformazione quadratica	68	0.53059	0.17
	214	0.53259	0.22
Elemento rettangolare di primo ordine	160	0.51679	3.18
Elemento rettangolare del terzo ordine	52	0.52807	1.25

**Risultati del solutore di IperSpace**

Tipo di elemento	Numero elementi	Freccia di estremità	Errore %
Elemento rettangolare	16	0.5198	2.60
“	36	0.5298	0.74
“	64	0.5311	0.49
“	100	0.5322	0.29
“	144	0.5328	0.18

L'elemento piastra consente, con una discretizzazione molto piccola ( $12 \times 3 = 36$  elementi), di avere un errore inferiore all'1%. Per ottenere risultati simili occorre eseguire non solo discretizzazioni più spinte, ma scegliere anche elementi a deformazione quadratica o di ordine superiore. L'impiego di tale elemento risulta particolarmente indicato per seguire le prescrizioni delle Norme Tecniche (D.M. 2005), che impongono la sostituzione ai pilastri snelli delle pareti. La risoluzione di questo problema di modellazione consente di evitare errori grossolani sulla stima di sforzi e deformazioni degli elementi bidimensionali.

CASO PROVA 4 - Analisi Dinamica



**Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica**

Si consideri la struttura a telaio riportata nelle successive figure, costituita da un materiale con modulo elastico  $E=250.000 \text{ dN/mq}$ , nella quale le dimensioni delle sezioni trasversali dei pilastri sono:

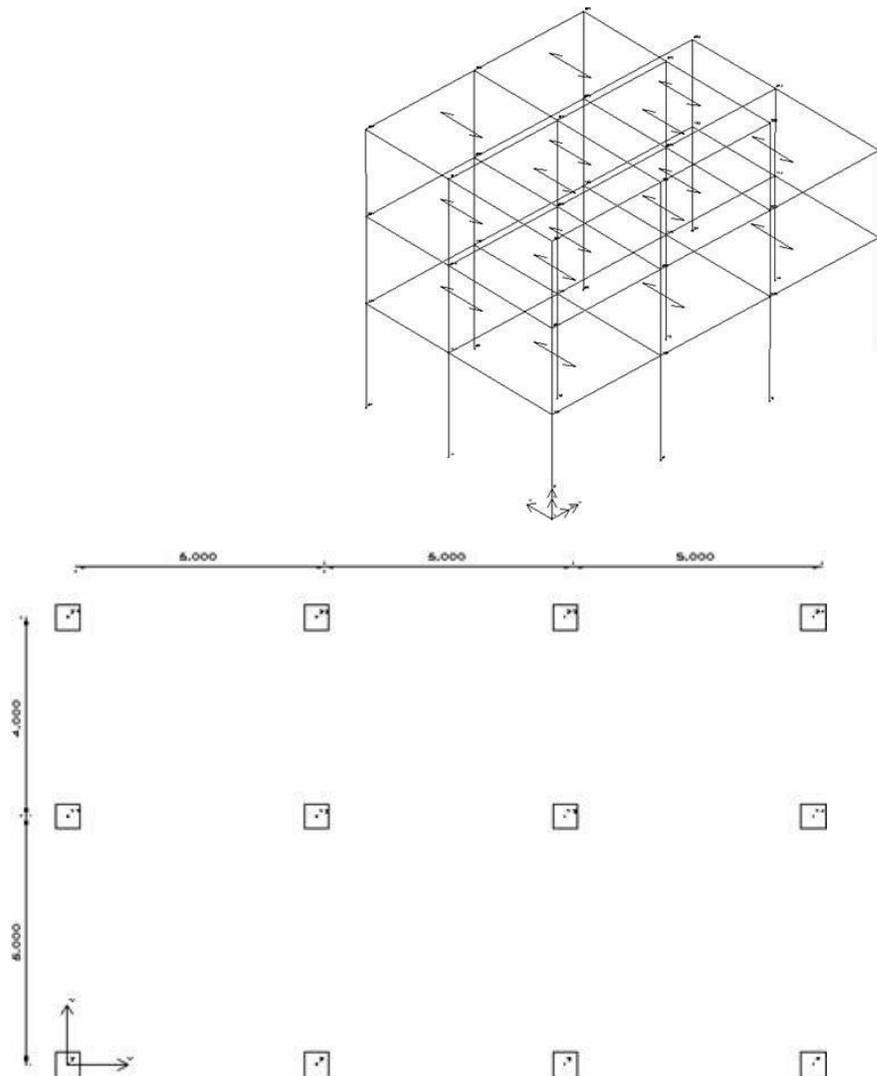
50x50 al primo piano

40x40 al secondo piano

35x35 al terzo piano

e le dimensioni delle sezioni trasversali delle travi sono tutte 25x60.

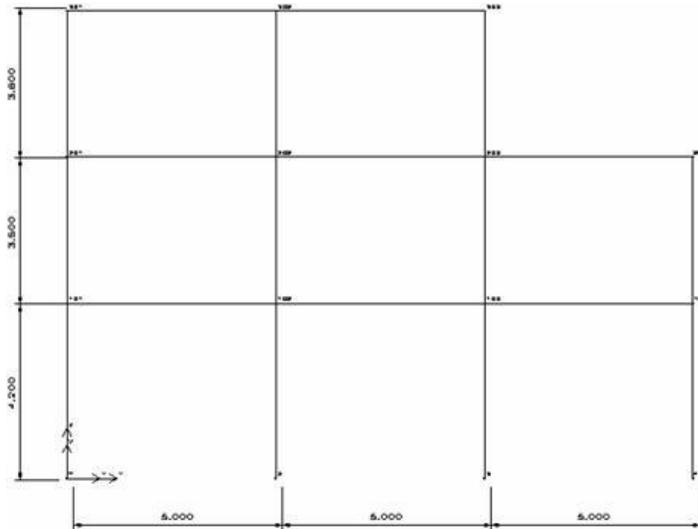
I carichi gravitazionali sono tutti nulli a meno di un carico uniformemente distribuito, dato attraverso le aree di carico costituite dai solai, sulla struttura è di  $850 \text{ dN/mq}$ .



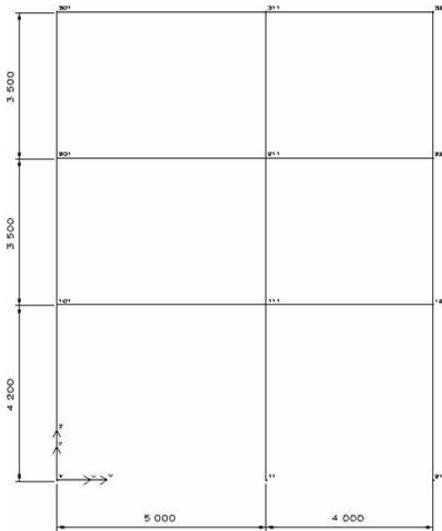
Pianta



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica



Telaio 1



Telaio 4

Nell'ipotesi di telai shear-type, cioè con traversi infinitamente rigidi, il calcolo eseguito a mano dai *proff. Carlo Greco e Roberto Ramasco* dell' Università di Napoli (esempio riportato nella pubblicazione *PROGETTAZIONE E PARTICOLARI ESECUTIVI IN ZONA SISMICA* - ed. ANCE), fornisce, per  $S=12$ , i seguenti risultati:



Comune di Verrua Savoia (TO) - Ampliamento edificio scolastico "Don Leandro Barberis" finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

Modo	Periodo in sec	Spostamenti in mm dei nodi del telaio 4
2	0.3160	piano primo 1.204
3	0.2175	piano secondo 2.667
4	0.1466	piano terzo 4.332
5	0.1450	

I momenti nei pilastri del telaio 4, dovuti solo al primo modo di vibrare, (uguali al piede ed in testa di ogni pilastro, essendo i traversi infinitamente rigidi) sono:

$$M1=5309 \text{ dNm}; M2=3840 \text{ dNm}; M3=2622 \text{ dNm}.$$

Risultati di IperSpace:

a) traversi deformabili, cioè travi di sezione effettiva (25x60)

Modo	Periodo in sec	Spostamenti in mm dei nodi del pilastro N° 1
1	0.431	piano primo 2.157
2	0.416	piano secondo 5.000
3	0.326	piano terzo 7.300
4	0.173	
5	0.170	

I momenti nel pilastro N° 1 (telaio N° 4), dovuti al primo modo (non più uguali in testa e piede come nel modello shear-type) sono :

$$M1 \text{ max}=6633 \text{ dNm}; M2\text{max}=3210 \text{ dNm}; M3\text{max}=2045 \text{ dNm}.$$

risultati si evince che ci sono le seguenti variazioni:

- 25 % circa sul periodo del primo modo di vibrare;
- 40 % sullo spostamento del terzo piano;
- 20 % sul momento d'incastro al piede del piano primo.

b) traversi rigidi (travi di sezione 200x200 e modulo 21000000 dN/mq)

Modo	Periodo in sec.	Spostamenti in mm dei nodi del pilastro N° 1
1	0.326	piano primo 1.244
2	0.317	piano secondo 2.728
3	0.251	piano terzo 4.203
4	0.151	
5	0.148	

I momenti nel pilastro N° 1, dovuti al primo modo (uguali in testa e piede) sono:

$$M1=5509 \text{ dNm}; M2=3878 \text{ dNm}; M3=2258 \text{ dNm}.$$

In questo caso le variazioni sono contenute entro il 3 %. E' da presupporre che esse siano dovute essenzialmente al differente tipo di arrotondamento praticato tra il calcolo manuale ed il calcolo numerico, nonché al fatto che il calcolo eseguito da IperSpace è di tipo spaziale. Si può concludere che il test su IperSpace è nettamente positivo. Inoltre, la e che la qualità della soluzione il modello shear-type fornisce risultati tanto più piuttosto grossolani quanto più ci si allontana dall'ipotesi di traversi infinitamente rigidi.



Comune di Verrua Savoia (TO) – Ampliamento edificio scolastico “Don Leandro Barberis” finalizzato alla realizzazione di spazi e locali da destinare a mensa scolastica

## TABULATI DI CALCOLO

**Comune:**

VERRUA SAVOIA (TO)

**Titolo del progetto:**

PROGETTO AMPLIAMENTO REFETTORIO  
SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA VERRUA  
SAVOIA

**Committenti:**

COMUNE DI VERRUA SAVOIA

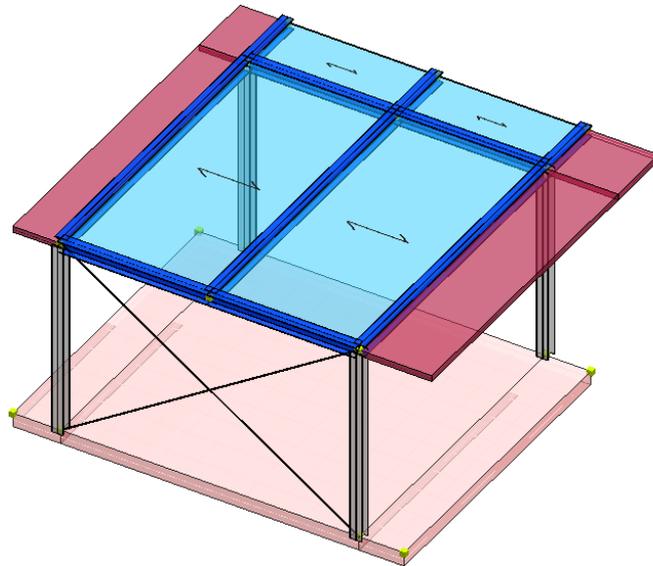
**Opera:**

STRUTTURA METALLICA

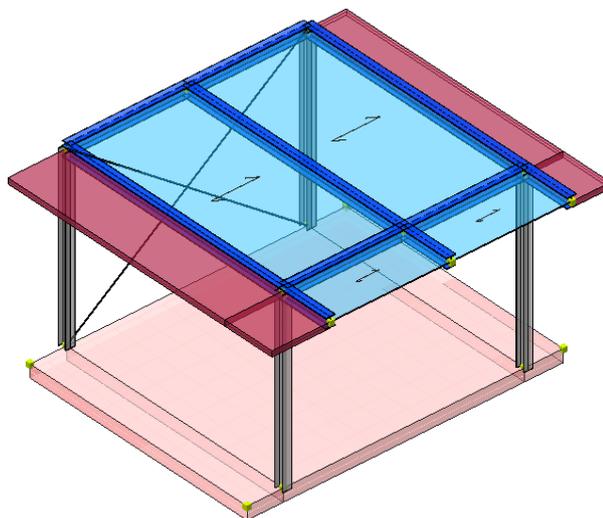
## Descrizione generale dell'opera

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

**Vista Anteriore**



**Vista Posteriore**



## Normativa di riferimento

Nel seguente elenco sono riportate le norme di riferimento secondo le quali sono state condotte le fasi di calcolo e verifica degli elementi strutturali:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

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

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

**D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**

Nel seguito denominate NT (norme tecniche)

Nel caso in cui la progettazione coinvolga anche azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state condotte adottando l'Approccio Progettuale 2 previsto dalle NT.

## Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

<b>Vita della struttura</b>	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso CU	2.000
Periodo di riferimento VR [anni]	100.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLO	81.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLO [anni]	60.2
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	949.1

Per maggiori dettagli riguardo l'azione sismica si veda la definizione degli spettri di risposta

## Materiali impiegati e resistenze di calcolo

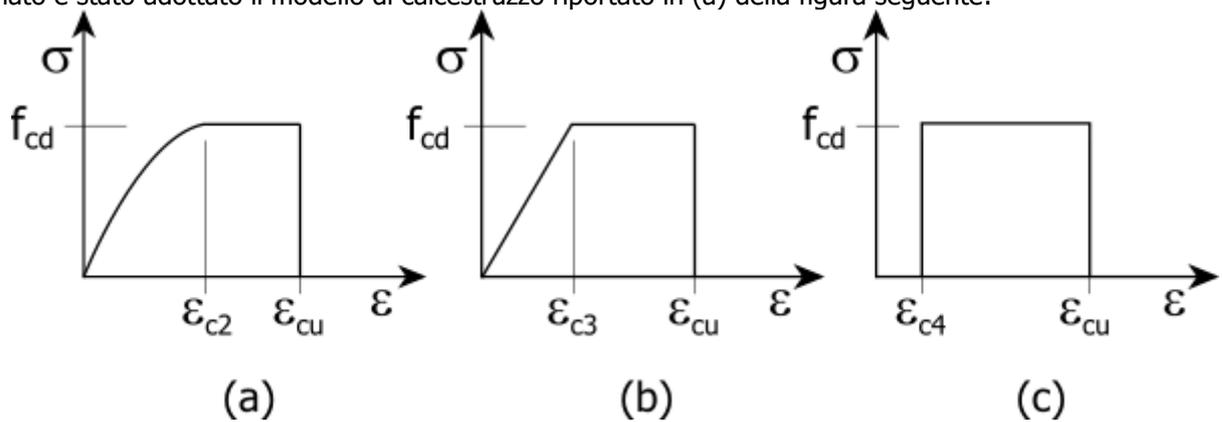
Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

<b>Materiali</b>		
<b>C25/30</b>		
Peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25.0
Modulo di Young E	MPa	3.15E04
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-05
<b>Acciaio</b>		
Peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	78.5
Modulo di Young E	MPa	2.10E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.30
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1.2e-05

<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in calcestruzzo armato</b>		
Classe calcestruzzo		Cl <sub>s</sub> C25/30
Resistenza cubica R <sub>ck</sub>	MPa	30

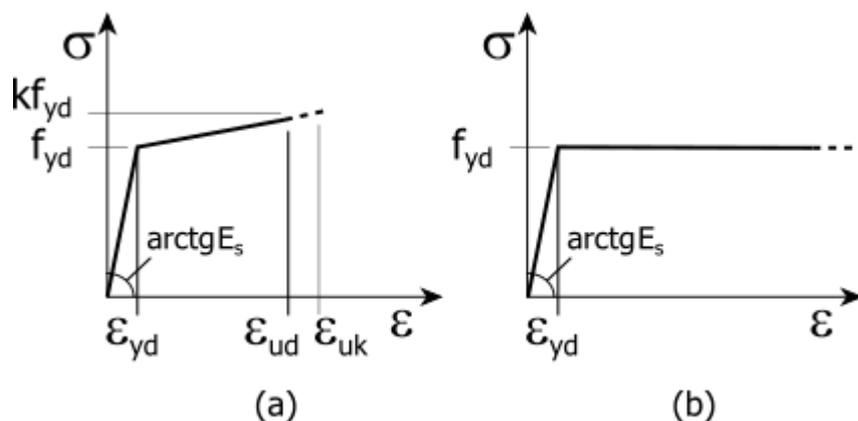
Resistenza di calcolo $f_{cd}$	MPa	14
Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd}$	MPa	1
Resistenza cilindrica $f_{ck}$	MPa	25
Resistenza a trazione media $f_{ctm}$	MPa	3
Classe acciaio barre longitudinali		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento $f_{yk}$	MPa	$\geq 450$
Resistenza alla rottura barre $f_{tk}$	MPa	$\geq 540$
Classe acciaio staffe		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento $f_{yk}$	MPa	$\geq 450$
Resistenza alla rottura barre $f_{tk}$	MPa	$\geq 540$
<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in acciaio</b>		
Acciaio_Flessione		
Classe acciaio		S355
$f_{yd}$ ( $t < 40\text{mm}$ )	MPa	355
$f_{yd}$ ( $t > 40\text{mm}$ )	MPa	335
$f_t$ ( $t < 40\text{mm}$ )	MPa	510
$f_t$ ( $t > 40\text{mm}$ )	MPa	470
Classe acciaio		FE430
$f_{yd}$ ( $t < 40\text{mm}$ )	MPa	275
$f_{yd}$ ( $t > 40\text{mm}$ )	MPa	250
$f_t$ ( $t < 40\text{mm}$ )	MPa	430
$f_t$ ( $t > 40\text{mm}$ )	MPa	410

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2 delle NT; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in (a) della figura seguente:



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

ed il modello di acciaio riportato in a) o b) della figura seguente:



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / \gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza è  $\gamma_f$ .

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. Riguardo ai coefficienti di sicurezza parziali, alle deformazioni del calcestruzzo e dell'acciaio (modello incrudente) si faccia riferimento ai criteri di verifica nella sezione "Verifica Elementi Strutturali"

## Terreno di fondazione

Le fondazioni del fabbricato in oggetto sono costituite da un insieme di: platea in conglomerato cementizio armato. La struttura di fondazione è posta ad una profondità media di m. 0.40 dal piano campagna e di dimensioni planimetriche massime pari a m.7.20 x 6.02. I valori delle tensioni sul piano di posa e le sollecitazioni negli elementi di fondazione, sono riportati nell'allegato 'Calcoli Strutturali'. Dalla Relazione Geologica redatta dal geologo Andrea SCAGLIA risulta che nell'area in oggetto, si ha un terreno di tipo D con la seguente stratigrafia:

N°	s	G	GSat.	Ø	A	OCR	c	cu	Eed	nu	Note
	cm	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°			daN/cmq	daN/cmq	MPa		
1	700	17.0	17.0	28	No	--	0	0	2.00E01	0.3	Strato 1
2	1500	19.0	19.0	30	No	--	0	1	2.00E01	0.3	Strato 2

N° = Numero strato, s = spessore, G = peso specifico, GSat. = peso specifico saturo, OCR = grado di sovraconsolidazione, A = Addensato, c = coesione, cu = coesione non drenata, Eed = modulo edometrico, nu = coefficiente di Poisson

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, pertanto, si sono assunti i parametri fisico-meccanici precedentemente indicati. Per maggiori dettagli riguardo i parametri che caratterizzano il terreno si rimanda alla relazione geologica e a quella geotecnica.

## Analisi dei carichi

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel **D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**

I carichi adottati sono i seguenti:

I carichi relativi ai pesi propri sono valutati in automatico in funzione della geometria degli elementi e del loro peso specifico. I tamponamenti vengono valutati per metro lineare di trave su cui insistono; maggiori dettagli a essi relativi sono riportati nel tabulato di calcolo, alla sezione dei carichi relativi alle aste, nodi e shell.

## Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 delle NT. La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base alle quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione, attraverso latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando i dati relativi ai 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio, secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:
  - $a_g$** : accelerazione orizzontale massima al sito;
  - $F_0$** : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
  - $T_c^*$** : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

Oltre alla determinazione dei parametri sismici del sito si è considerata la tipologia di terreno, la posizione topografica e la tipologia strutturale (classe di duttilità, regolarità, ecc..) che ha condotto alla determinazione dei seguenti spettri di risposta:

## Spettri di risposta

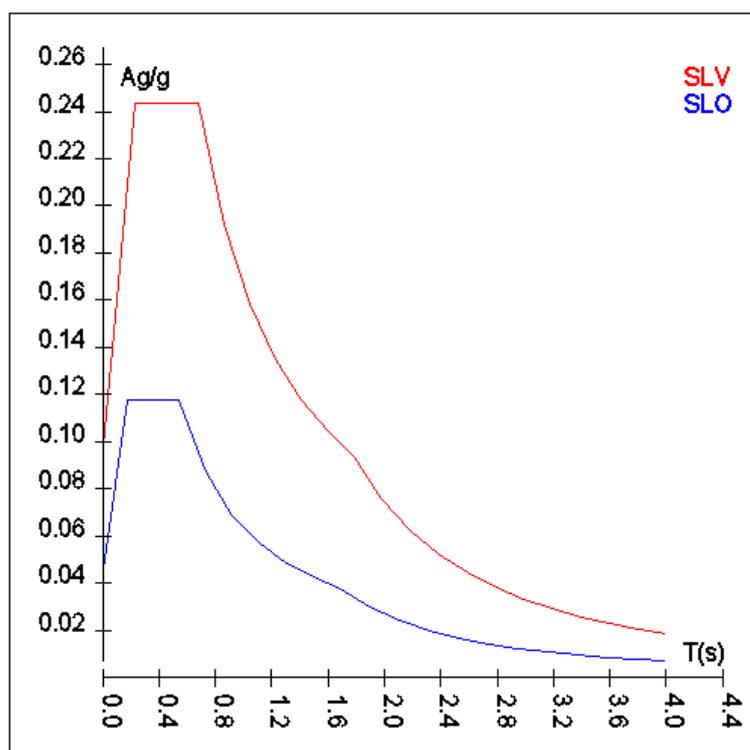
Spettro: **SpettroNT\_ 2018(q=1.5)**

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

<b>Vita della struttura</b>	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso CU	2.000
Periodo di riferimento VR [anni]	100.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLO	81.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLO [anni]	60.2
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	949.1
<b>Parametri del sito</b>	
Comune	
Longitudine	8.09445
Latitudine	45.1534
Id reticolo del sito	13355-13577-13354-13576
<b>Valori di riferimento del sito</b>	
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLO (TR=60.2)	0.0212
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLO (TR=60.2)	2.5698
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLO (TR=60.2)	0.185
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLV (TR=949.1)	0.0452
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLV (TR=949.1)	2.6695
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLV (TR=949.1)	0.298
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.200
Categoria terreno	D
<b>Stato limite SLV</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.80
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.23
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.68
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.78
<b>Stato limite SLO</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.80
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.18
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.54
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.68
<b>Fattore di comportamento (SLV)</b>	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Acciaio
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	NO (cfr.NTC7.3.1)
Coefficiente moltiplicativo Ce - Strutture a mensola o pendolo inverso	2.000
Fattore di comportamento q = Kw*Kr*Ce	1.070
<b>Fattore di comportamento SLO (spettro elastico)</b>	
q	1.000

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLO [s]	Sd SLO[a/g]
0.00000	0.09769	0.00000	0.04585

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLO [s]	Sd SLO[a/g]
0.22742	0.24372	0.17906	0.11782
0.68225	0.24372	0.53719	0.11782
0.86536	0.19215	0.72847	0.08688
1.04847	0.15859	0.91976	0.06881
1.23158	0.13501	1.11105	0.05697
1.41469	0.11753	1.30233	0.04860
1.59779	0.10407	1.49362	0.04237
1.78090	0.09337	1.68491	0.03756
1.98264	0.07533	1.89537	0.02968
2.18438	0.06206	2.10583	0.02405
2.38611	0.05201	2.31629	0.01988
2.58785	0.04422	2.52676	0.01670
2.78958	0.03805	2.73722	0.01423
2.99132	0.03309	2.94768	0.01227
3.19306	0.02904	3.15815	0.01069
3.39479	0.02569	3.36861	0.00940
3.59653	0.02289	3.57907	0.00832
3.79826	0.02053	3.78954	0.00743
4.00000	0.01851	4.00000	0.00667



## Elementi di fondazione

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di comportamento per struttura non dissipativa ( $1 < q < 1.5$ ) e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione. Le precedenti limitazioni comprendono anche il caso di struttura calcolata con spettro elastico o con fattore di comportamento  $q$  relativo a struttura non dissipativa.

## Metodo di analisi e criteri di verifica

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello. Tali masse sono

ottenute considerando le reazioni vincolari di incastro perfetto che si ottengono per effetto dei carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi. La risposta massima di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati;
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate considerando varie posizioni del baricentro delle masse e composte secondo diverse combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito; il risultato di tali combinazioni, successivamente, è stato composto con quello derivante dai carichi non sismici, secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche.

Per tener conto dell'aleatorietà della posizione del baricentro delle masse, per ogni impalcato si è considerato uno spostamento del centro di massa dalla sua posizione originaria di una quantità pari a una percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica vengono combinate al fine di ottenere le azioni più sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse. Le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

- la prima indica la percentuale della dimensione della struttura secondo cui viene spostato il baricentro ad ogni impalcato; lo spostamento è assegnato nelle due direzioni ortogonali secondo cui agisce il sisma e per ognuna di tali posizioni è eseguito un calcolo modale della struttura;
- la seconda tabella è usata in fase di verifica per la valutazione dell'azione sismica: l'effetto del sisma in una direzione è combinato con quello ortogonale di un'altra posizione con i fattori specificati nelle due colonne.

## Percentuali Spostamento masse impalcati

Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

## Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb.	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

Comb. Numero di combinazione dei sismi

Pos. SismaX Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X

Pos. SismaY Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y  
 Fx Fattore con cui il sisma X partecipa  
 Fy Fattore con cui il sisma Y partecipa  
 Fz Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz.

Si è considerato un numero di modi di vibrazione sufficiente ad eccitare almeno l'85% della massa sismica in ogni posizione delle masse, di seguito si riportano i risultati salienti dell'analisi modale sia per il calcolo allo Stato Limite Ultimo che per quello di Esercizio.

## Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		s		kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6229	-32.631	2.293	10442	52	52.68	0.26
2(3)	0.4233	1.852	44.738	34	19627	0.17	99.02
3(6)	0.1742	-30.775	0.266	9288	1	46.86	0.00
4(7)	0.0557	0.071	2.636	0	68	0.00	0.34
5(8)	0.0508	-0.147	1.959	0	38	0.00	0.19
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19764	19786		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.70	99.81	99.70	99.81

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		kgm*g					
1(2)	0.6229	78.444		60345		24.58	
2(3)	0.4233	2.814		78		0.03	
3(6)	0.1742	-136.781		183472		74.73	
4(7)	0.0557	5.487		295		0.12	
5(8)	0.0508	-6.452		408		0.17	

### Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		s		kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6505	-33.952	5.924	11305	344	57.03	1.74
2(3)	0.4219	5.002	44.376	245	19312	1.24	97.42
3(6)	0.1641	28.946	-0.734	8216	5	41.45	0.03
4(7)	0.0633	0.123	2.907	0	83	0.00	0.42
5(8)	0.0496	-0.204	2.054	0	41	0.00	0.21
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19767	19785		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.72	99.81	99.72	99.81

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali kgm*g	Percentuali
1(2)	0.6505	81.688	65439	28.40
2(3)	0.4219	8.941	784	0.34
3(6)	0.1641	128.705	162448	70.49
4(7)	0.0633	7.090	493	0.21
5(8)	0.0496	-6.487	413	0.18

**Posizione masse 3**

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6741	-35.604	1.885	12431	35	62.71	0.18
2(3)	0.4237	1.639	44.715	26	19608	0.13	98.92
3(6)	0.1547	27.313	-0.244	7316	1	36.91	0.00
4(7)	0.0626	0.187	3.013	0	89	0.00	0.45
5(8)	0.0573	-0.199	2.412	0	57	0.00	0.29
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19774	19789		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.76	99.83	99.76	99.83

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali kgm*g	Percentuali
1(2)	0.6741	83.597	68534	31.93
2(3)	0.4237	3.115	95	0.04
3(6)	0.1547	121.231	144128	67.15
4(7)	0.0626	7.157	502	0.23
5(8)	0.0573	-7.551	559	0.26

**Posizione masse 4**

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6487	34.171	1.851	11451	34	57.77	0.17
2(3)	0.4236	1.565	-44.738	24	19628	0.12	99.02
3(6)	0.1647	-29.089	-0.233	8298	1	41.86	0.00
4(7)	0.0585	-0.112	2.861	0	80	0.00	0.41
5(8)	0.0546	0.166	2.150	0	45	0.00	0.23
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19773	19788		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.75	99.83	99.75	99.83

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali kgm*g	Percentuali
1(2)	0.6487	-80.896	64176	27.94
2(3)	0.4236	2.879	81	0.04
3(6)	0.1647	-129.239	163797	71.31
4(7)	0.0585	-6.097	365	0.16
5(8)	0.0546	7.136	499	0.22

## Azioni sulla struttura

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del **D.M. 17.01.2018**. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, sono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle aste a sezione nulla la cui funzione è quella di ripartire il carico sui nodi degli elementi della platea ad essa collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicato per i coefficienti di contemporaneità  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Le azioni sono state assegnate su aste e piastre, definendo le seguenti condizioni di carico:

[Condizioni di carico]

In fase di combinazione delle condizioni di carico si è agito su coefficienti moltiplicatori delle condizioni per definirne l'esatto contributo, sia in termini di carico che di massa; sono stati infine definiti gli scenari di calcolo come gruppi omogenei di combinazioni di carico. Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico usate per lo Stato Limite Ultimo e per lo Stato Limite di Esercizio. Le verifiche sono riportate nel fascicolo dei calcoli. Le tabelle riportano nell'ordine:

- Il nome della combinazione di carico.
- Il tipo di analisi svolta:
  - STR=Strutturale,
  - Statica STR=Sismica statica Strutturale,
  - Modale STR=Sismica modale strutturale,
  - SLE Rara=Stato Limite Esercizio combinazione rara,
  - SLE Freq=Stato Limite Esercizio combinazione frequente,
  - SLE Q.Perm=Stato Limite Esercizio combinazione quasi Permanente,
  - GEO=Geotecnica,
  - Statica GEO=Sismica Statica Geotecnica,
  - Modale GEO=Sismica modale Geotecnica,
  - STR+GEO=Strutturale+Geotecnica,
  - Statica STR+GEO=Sismica Statica Strutturale+Geotecnica,
  - Modale STR+GEO=Sismica modale Strutturale+Geotecnica,
  - Modale SLE= Combinazione sismica modale con spettro di progetto SLD,
  - Statica SLE=Combinazione sismica statica con spettro di progetto SLD.

I termini "**Strutturale**", "**Geotecnica**" e "**Strutturale+Geotecnica**" indicano rispettivamente che la combinazione è usata dal programma per la determinazione delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali, delle sole verifiche geotecniche, sia per le verifiche strutturali che geotecniche.

- Lo spettro usato, se sismica.
- Il fattore amplificativo del sisma.
- L'angolo di ingresso del sisma, se trattasi di analisi sismica.
- Il nome della condizione di carico.
- Il fattore di combinazione per i carichi verticali.
- Se la condizione (con il suo coefficiente di peso) è inclusa nella combinazione (colonna Attiva).
- Se la condizione partecipa alla determinazione della massa (colonna Massa).
- Il fattore con cui partecipa alla determinazione della massa (se non è esclusa dalla determinazione della massa).

## Scenario di calcolo

Scenario : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018

**Combinazione n° 1: Solo Permanenti**

Tipo: STR

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.60

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 2: AD QVSolai**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 3: AD QVSolai**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 4: AD Neve**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 5: AD Neve**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 6: AD Neve**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 7: AD Neve**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 8: AD VentoX**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 9: AD VentoY**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1.5	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 10: AD Termici**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: -1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 11: AD Termici**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: -1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 12: AD Termici**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: -1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 13: AD Termici**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: -1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 14: AD Vento-X**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 15: AD Vento-Y**

Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1.5	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 16: SISMAX\_SLV**  
 Tipo: Modale STR+GEO  
 Spettro: SpettroNT\_ 2018(q=1.5)  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 0  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 17: SISMAX\_SLV**  
 Tipo: Modale STR+GEO  
 Spettro: SpettroNT\_ 2018(q=1.5)  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 90  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
----------------------	-------------------------	--------	-------	---------------

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 18: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 19: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 20: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 21: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 22: AD Neve**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 23: AD Neve**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 24: AD VentoX**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 25: AD vento Y**

Tipo: SLE Rara  
Spettro: n.a.  
Fattore sisma: n.a.  
Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 26: AD Vento - X**

Tipo: SLE Rara  
Spettro: n.a.  
Fattore sisma: n.a.  
Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 27: AD Vento - X**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 28: AD Termici**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Carichi termici	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 29: AD Termici**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 30: AD Termici**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 31: AD Termici**

Tipo: SLE Rara

Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 32: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 33: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.2	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 34: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 35: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 36: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 37: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.2	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 38: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 39: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 40: AD VentoX**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 41: AD Vento Y**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.5	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 42: AD Vento - X**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 43: AD Vento - Y**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.5	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 44: AD Termici**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 45: AD Termici**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.2	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 46: AD Termici**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 47: AD Termici**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.2	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 48: Quasi P1**  
 Tipo: SLE Q.Perm.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 49: SISMAX\_SLD**  
 Tipo: Modale SLE  
 Spettro: SpettroNT\_ 2018(q=1.5)  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 0  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 50: SISMA\_SLD**

Tipo: Modale SLE  
 Spettro: SpettroNT\_ 2018(q=1.5)  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 90  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Codice di calcolo impiegato**

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	<b>SOFT.LAB srl</b> <b>via Borgo II - 82030 PONTE (BN)</b> tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	<b>IperSpaceBIM 6.0.1</b>
Licenza n.	<b>Concesso in licenza a CRITELLI NICOLA codice utente C05217</b>

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare.

Il modello di calcolo è definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell, a comportamento sia flessionale che membranale; l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al suo piano.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica.

Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del **MASTER-SLAVE**, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi; la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non condizionare in modo errato la matrice di rigidezza della struttura.

Qualora una maglia di travi non sia collegata da solai, lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi; la rigidezza flessionale delle travi è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati; pertanto, non è necessario definire preventivamente il centro di massa e momento d'inerzia delle masse poiché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo.

Il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questo richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme. Il codice di calcolo, infatti, considera i carichi presenti sull'asta, che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + \psi_2 Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali; tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  forniscono il contributo dell'elemento alla determinazione della massa del nodo e, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo, si ottiene la massa complessiva.

Per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza: in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $1/3$  oppure  $1/4$  del peso dell'elemento shell e  $1/3$  oppure  $1/4$  dell'eventuale carico variabile ridotto; sommando i contributi di tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare a quest'ultimo.

## Verifica degli elementi strutturali

Le verifiche di resistenza degli elementi sono condotte considerando le sollecitazioni di calcolo ed imponendo che le resistenze siano superiori alle azioni. Gli elementi sono verificati e/o progettati applicando la gerarchia delle resistenze, in particolare la gerarchia flessione-taglio per la verifica/progetto dell'elemento e la gerarchia pilastro-trave per la determinazione delle resistenze del pilastro.

I criteri di verifica sono una raccolta di parametri usati in fase di verifica secondo le esigenze strutturali; ognuno di essi contiene i dati per tutti gli elementi; è sottinteso che nella verifica di un elemento (es. trave) non sono presi in considerazione i dati relativi agli altri elementi (ad es. se si verifica una trave non sono presi in considerazione i dati relativi a pilastri e shell, così come se si esegue una verifica agli SLU non sono presi in considerazione i dati relativi agli SLE). Ogni criterio di verifica è identificato da un nome a scelta dell'operatore, per cui nei tabulati di verifica il nome del criterio ne identifica i parametri usati.

Riguardo alle verifiche agli SLU le resistenze sono determinate in base a quanto specificato dalla norma attraverso il modello plastico-incrudente o elastico-perfettamente plastico. La verifica consiste nel controllare che, assegnate le sollecitazioni, le deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori a quelle ultime; ciò equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale  $N, M_y, M_z$  il punto rappresentativo delle sollecitazioni è interno al dominio di resistenza della sezione.

Le verifiche agli SLE riguardano le verifiche di:

- deformabilità degli impalcati con  $\delta \leq 0.0033 \cdot h$ ;
- fessurazione;
- tensioni in esercizio.

## Criteri di verifica

CLS Platee ND		
Generici		
Resistenza caratteristica Rck	MPa	30
Tensione caratteristica snervamento acciaio barre fyk	MPa	450
Tensione caratteristica snervamento acciaio staffe fyk	MPa	450

Deformazione unitaria $\varepsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\varepsilon_{cu}$		0.0022
$\varepsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.002
Modulo elastico E acciaio	MPa	2.10E05
Copriferro di calcolo	mm	35.0
Copriferro di disegno	mm	20.0
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{ClS}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		No
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento $E_y/E_0$		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	MPa	9.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	MPa	2.2
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	MPa	260.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	MPa	0.6
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	MPa	1.8
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
Resistenza media a trazione $f_{ctm}$	MPa	2.6
Coefficiente di breve o lunga durata $k_t$		0.40
Coefficiente di aderenza $k_1$		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{ClS}$	MPa	15
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	MPa	360
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{ClS}$	MPa	11
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	MPa	360
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura muri</b>		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	0.1
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
<b>Verifica muri</b>		
Step incremento armatura	cmq	0.01
Verifica muri come pareti		No

**Acciaio Flessione****Verifiche**

Tipo di acciaio		S355
$\sigma$ amm (T<40mm)	MPa	240
$\sigma$ amm (T>40mm)	MPa	220
Fy (T<40mm)	MPa	355
Fy (T>40mm)	MPa	335
Ft (T<40mm)	MPa	510
Ft (T>40mm)	MPa	470
Piano di verifica		$\xi$
Tipo di instabilità		Nessuna
$\lambda$ Max		250
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbamento Jw		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale Mz		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0
Limite spostamento nello stato finale	cm	L/250.00
Limite spostamento nello stato finale (mensola)	cm	L/125.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	cm	L/300.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili (mensola)	cm	L/150.00

<b>Acciaio Tirante</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		FE430
$\sigma$ amm (T<40mm)	MPa	190
$\sigma$ amm (T>40mm)	MPa	170
Fy (T<40mm)	MPa	275
Fy (T>40mm)	MPa	250
Ft (T<40mm)	MPa	430
Ft (T>40mm)	MPa	410
Piano di verifica		altro
Tipo di instabilità		Nessuna
$\lambda$ Max		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbamento Jw		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale Mz		No
Verifica come pendolo		Si
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		No

**Acciaio Pressflessione**

<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		S355
$\sigma$ amm (T<40mm)	MPa	240
$\sigma$ amm (T>40mm)	MPa	220
Fy (T<40mm)	MPa	355
Fy (T>40mm)	MPa	335
Ft (T<40mm)	MPa	510
Ft (T>40mm)	MPa	470
Piano di verifica		$\eta$
Tipo di instabilità		Pressoflessione senza svergolamento
$\lambda$ Max		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbamento Jw		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale Mz		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0
Limite spostamento nello stato finale	cm	L/250.00
Limite spostamento nello stato finale (mensola)	cm	L/125.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	cm	L/300.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili (mensola)	cm	L/150.00

## Validazione del calcolo

Di seguito si riportano alcuni dati significativi del calcolo in base ai quali si ritiene che il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

## Reazioni nodali

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Le reazioni nei nodi sono riferite al sistema globale XYZ, la risultante (Forza+Momento) è riferita all'origine del sistema

Riepilogo risultanti reazioni

Comb	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kN*m	My kN*m	Mz kN*m
1	-0	0	0	0	0	0
2	-0	0	0	0	0	0
3	-0	0	0	0	0	0
4	-0	0	0	0	0	0
5	-0	0	0	0	0	0
6	-0	0	0	0	0	0
7	-0	0	0	0	0	0
8	-0	0	0	0	0	0
9	-0	0	0	0	0	0

Comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
10	-0	0	0	0	0	0
11	-0	0	0	0	0	0
12	-0	0	0	0	0	0
13	-0	0	0	0	0	0
14	-0	0	0	0	0	0
15	-0	0	0	0	0	0
16-I-1	-48	3	0	0	0	105
16-II-1	48	-3	0	0	0	-105
16-I-2	-42	7	0	0	0	137
16-II-2	42	-7	0	0	0	-137
16-I-3	-40	2	0	0	0	154
16-II-3	40	-2	0	0	0	-154
16-I-4	-44	-2	0	0	0	118
16-II-4	44	2	0	0	0	-118
17-I-1	1	-48	0	0	0	-173
17-II-1	-1	48	0	0	0	173
17-I-2	-36	-50	0	0	0	-25
17-II-2	36	50	0	0	0	25
17-I-3	0	-49	0	0	0	-176
17-II-3	-0	49	0	0	0	176
17-I-4	0	-48	0	0	0	-158
17-II-4	-0	48	0	0	0	158
18	-0	0	0	0	0	0
19	-0	0	0	0	0	0
20	-0	0	0	0	0	0
21	-0	0	0	0	0	0
22	-0	0	0	0	0	0
23	-0	0	0	0	0	0
24	-0	0	0	0	0	0
25	-0	0	0	0	0	0
26	-0	0	0	0	0	0
27	-0	0	0	0	0	0
28	-0	0	0	0	0	0
29	-0	0	0	0	0	0
30	-0	0	0	0	0	0
31	-0	0	0	0	0	0
32	-0	0	0	0	0	0
33	-0	0	0	0	0	0
34	-0	0	0	0	0	0
35	-0	0	0	0	0	0
36	-0	0	0	0	0	0
37	-0	0	0	0	0	0
38	-0	0	0	0	0	0
39	-0	0	0	0	0	0
40	-0	0	0	0	0	0
41	-0	0	0	0	0	0
42	-0	0	0	0	0	0
43	-0	0	0	0	0	0
44	-0	0	0	0	0	0
45	-0	0	0	0	0	0
46	-0	0	0	0	0	0
47	-0	0	0	0	0	0
48	-0	0	0	0	0	0
49-I-1	-26	2	0	0	0	30
49-II-1	26	-2	0	0	0	-30
49-I-2	-21	3	0	0	0	43
49-II-2	21	-3	0	0	0	-43
49-I-3	-19	1	0	0	0	49
49-II-3	19	-1	0	0	0	-49
49-I-4	-23	-1	0	0	0	35
49-II-4	23	1	0	0	0	-35
50-I-1	0	-23	0	0	0	-83
50-II-1	-0	23	0	0	0	83

Comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
50-I-2	-15	-24	0	0	0	-23
50-II-2	15	24	0	0	0	23
50-I-3	-0	-24	0	0	0	-83
50-II-3	0	24	0	0	0	83
50-I-4	0	-23	0	0	0	-77
50-II-4	-0	23	0	0	0	77

## Reazioni Terreno

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Le reazioni sono intese proiettate sul piano xy (z=0)

Comb	X	Y	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	cm	cm	kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m
1	347.77	294.03	0	0	576	1694	-2003	0
2	349.23	298.72	0	0	673	2010	-2350	0
3	349.23	298.72	0	0	673	2010	-2350	0
4	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
5	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
6	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
7	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
8	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
9	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
10	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
11	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
12	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
13	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
14	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
15	348.56	296.56	0	0	625	1852	-2177	0
16-I-1	372.81	291.74	0	0	432	1260	-1610	0
16-II-1	322.25	294.66	0	0	432	1274	-1393	0
16-I-2	373.21	289.34	0	0	432	1249	-1611	0
16-II-2	321.87	297.05	0	0	433	1285	-1392	0
16-I-3	374.53	291.86	0	0	432	1260	-1617	0
16-II-3	320.52	294.54	0	0	432	1273	-1386	0
16-I-4	373.49	294.50	0	0	432	1273	-1614	0
16-II-4	321.51	291.90	0	0	432	1261	-1389	0
17-I-1	349.08	335.01	0	0	433	1451	-1511	0
17-II-1	345.94	251.20	0	0	431	1083	-1491	0
17-I-2	351.80	334.86	0	0	433	1449	-1523	0
17-II-2	343.21	251.39	0	0	431	1084	-1480	0
17-I-3	348.94	335.10	0	0	434	1453	-1513	0
17-II-3	346.08	250.99	0	0	430	1080	-1490	0
17-I-4	346.15	335.06	0	0	433	1452	-1500	0
17-II-4	348.89	251.09	0	0	431	1082	-1503	0
18	348.87	297.55	0	0	497	1478	-1733	0
19	348.87	297.55	0	0	497	1478	-1733	0
20	348.87	297.55	0	0	497	1478	-1733	0
21	348.87	297.55	0	0	497	1478	-1733	0
22	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
23	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
24	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
25	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
26	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
27	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
28	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
29	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
30	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
31	348.24	295.52	0	0	464	1372	-1617	0
32	347.81	294.17	0	0	445	1309	-1548	0

Comb	X	Y	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
33	347.81	294.17	0	0	445	1309	-1548	0
34	347.81	294.17	0	0	445	1309	-1548	0
35	347.81	294.17	0	0	445	1309	-1548	0
36	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
37	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
38	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
39	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
40	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
41	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
42	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
43	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
44	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
45	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
46	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
47	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
48	347.51	293.20	0	0	432	1267	-1501	0
49-I-1	359.41	292.59	0	0	432	1264	-1552	0
49-II-1	335.63	293.81	0	0	432	1270	-1451	0
49-I-2	358.92	291.67	0	0	432	1259	-1550	0
49-II-2	336.12	294.73	0	0	432	1274	-1453	0
49-I-3	358.86	292.69	0	0	432	1264	-1550	0
49-II-3	336.17	293.71	0	0	432	1269	-1453	0
49-I-4	359.07	293.73	0	0	432	1269	-1552	0
49-II-4	335.95	292.67	0	0	432	1264	-1451	0
50-I-1	348.28	313.43	0	0	433	1356	-1506	0
50-II-1	346.75	272.92	0	0	432	1178	-1497	0
50-I-2	349.61	313.29	0	0	433	1355	-1512	0
50-II-2	345.41	273.06	0	0	432	1179	-1491	0
50-I-3	348.21	313.48	0	0	433	1357	-1507	0
50-II-3	346.81	272.84	0	0	431	1177	-1496	0
50-I-4	346.84	313.46	0	0	433	1356	-1501	0
50-II-4	348.18	272.88	0	0	431	1177	-1502	0

## Taglianti di piano

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

I taglianti sono dati per combinazioni di calcolo C-S-Pm con C=Combinazione(1,2,...) S=Sisma(I,II) Pm=posizione masse(1,2,...). Le azioni, compressive, sono riferite al sistema di riferimento globale.

$\Theta = Fz \cdot dr / (Fh \cdot H)$  con:

Fz Forza verticale

dr Spostamento medio del piano rispetto al piano inferiore

Fh Tagliante

H Altezza del piano

dx spostamento medio di piano in direzione X

dy spostamento medio di piano in direzione Y

dr  $((dxs-dxi)^2 + (dys-dyi)^2)^{0.5}$  s=impalcato superiore i=impalcato inferiore

Nel caso di combinazioni sismiche l'aliquota dovuta al sisma di dx e dy è valutata secondo le indicazioni in 7.3.3, moltiplicando lo spostamento per  $\mu d$

### Combinazione: 16-I-1 (SISMAX\_SLV)

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	$\Theta$
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-24	1	203	-0.03	0.03	--
1	24	-1	-194	0.08	0.05	0.002599

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-8	1	0	0	0	0	-24	1
1	8	-1	0	0	0	0	24	-1

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-2 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	Θ
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-24	3	203	-0.03	0.03	--
1	24	-3	-194	0.08	0.05	0.002623

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-9	3	0	0	0	0	-24	3
1	9	-3	0	0	0	0	24	-3

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-3 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	Θ
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-24	1	203	-0.03	0.04	--
1	24	-1	-194	0.08	0.06	0.002629

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-10	1	0	0	0	0	-24	1
1	10	-1	0	0	0	0	24	-1

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-4 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	Θ
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-24	-1	203	-0.03	0.04	--
1	24	1	-194	0.08	0.06	0.002634

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-9	-1	0	0	0	0	-24	-1
1	9	1	0	0	0	0	24	1

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-1 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	⊖
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-2	-32	203	-0.05	0.06	--
1	2	32	-194	0.05	0.08	0.001784

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-1	-32	0	0	0	0	-2	-32
1	1	32	0	0	0	0	2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-2 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	⊖
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-5	-32	203	-0.05	0.06	--
1	5	32	-194	0.06	0.08	0.001808

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-2	-32	0	0	0	0	-5	-32
1	2	32	0	0	0	0	5	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-3 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	⊖
	kN	kN	kN	cm	cm	

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	Θ
0	-2	-32	204	-0.05	0.06	--
1	2	32	-195	0.05	0.08	0.001791

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-1	-32	0	0	0	0	-2	-32
1	1	32	0	0	0	0	2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione:** 17-I-4 (SISMAY\_SLV)

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	Θ
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	2	-32	204	-0.05	0.06	--
1	-2	32	-195	0.05	0.08	0.001771

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	0	-32	0	0	0	0	2	-32
1	-0	32	0	0	0	0	-2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

## Informazioni dell'elaborazione

La valutazione della correttezza dei dati in ingresso e dell'accuratezza dei risultati è stata effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore, sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo e alle caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è [cifre significative], e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è: [pivot]. Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$[\text{pivot} < 10^{\text{cifre significative}}]$$

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

**Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidità**Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Minimo della diagonale	3.692308e+03
Massimo della diagonale	5.452772e+12
Rapporto Max/Min	1.476792e+09
Media della diagonale	1.216139e+11
Densità	4.085774e+00

## Modellazione

La struttura è costituita da diversi elementi distinti, in base alla loro funzione, in:

- Fondazione in c.a. costituita da: platea
- Travi in acciaio
- Pilastri in acciaio
- Solaio per Tetti e Coperture

I livelli di sicurezza scelti dal Committente e dal Progettista in funzione del tipo e dell'uso della struttura, nonché in funzione delle conseguenze del danno, con riguardo a persone, beni, e possibile turbativa sociale, compreso il costo delle opere necessarie per la riduzione del rischio di danno o di collasso, hanno indirizzato al progetto di una struttura con i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

La struttura è stata schematizzata attraverso un modello spaziale agli elementi finiti che tenga conto dell'effettivo stato deformativo e di sollecitazione, secondo l'effettiva realizzazione.

I vincoli esterni della struttura sono stati caratterizzati, a seconda della presenza degli elementi di fondazione, con: travi winkler, plinti diretti, plinti su pali, platee, ovvero con vincoli perfetti di incastro, appoggio, carrello, ecc.

I vincoli interni sono stati schematizzati secondo le sollecitazioni mutuamente scambiate tra gli elementi strutturali, inserendo, ove opportuno, il rilascio di alcune caratteristiche della sollecitazione per schematizzare il comportamento di vincoli interni non iperstatici (cerniere, carrelli, ecc.).

Il modello agli elementi finiti è stato calcolato tenendo conto dell'interazione tra strutture in fondazione e strutture in elevazione, consentendo un'accurata distribuzione delle azioni statiche e sismiche; il calcolo è stato eseguito considerando che la struttura abbia un comportamento elastico lineare.

I solai sono schematizzati come aree di carico, sulle quali vengono definiti i carichi permanenti (QP Solai), i carichi fissi (QFissi Solai) e i carichi variabili (QV solai); tali carichi sono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. Le masse corrispondenti ai carichi variabili sui solai nelle combinazioni sismiche sono state trattate in maniera automatica mediante un coefficiente moltiplicativo, definito in funzione della tipologia del solaio.

Il modello utilizzato è stato valutato alla luce dei diversi scenari di carico a cui la struttura è sottoposta durante la sua costruzione e la sua vita, al fine di garantire la sicurezza e la durabilità della stessa. Per la tipologia strutturale affrontata non è stato necessario definire scenari di contingenza; pertanto non si è tenuto conto delle fasi costruttive della struttura e, inoltre, si ritiene che non ci siano variazioni del modello di calcolo e degli schemi di vincolo, durante la vita dell'opera. Per il dettaglio degli scenari di calcolo si faccia riferimento alla "Relazione di Calcolo".

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali è stato effettuato seguendo la teoria degli Stati limite. I parametri relativi alle verifiche effettuate sono riportati nella Relazione di Calcolo.

Il solutore agli elementi finiti impiegato nell'analisi è SpaceSolver, per il calcolo di strutture piane e spaziali schematizzabili da un insieme di elementi finiti tipo:

- BEAM
- PLATE-SHELL
- WINK
- BOUNDARY

Questi elementi interagiscono tra loro attraverso i nodi, con la possibilità di tenere in conto tutti i possibili disassamenti, mediante l'introduzione di concetti rigidi e traslazioni degli elementi bidimensionali. Il solutore lavora in campo elastico lineare, si basa sulle routines di Matlab ed è stato sviluppato in collaborazione con l'Università di Roma – Tor Vergata. Il solutore offre la possibilità di risolvere anche travi su suolo alla Winkler con molle spalmate sull'intera suola, anziché sul solo asse, plinti diretti e su pali, pali singoli, platee, piastre sottili e spesse, con controllo delle rotazioni attorno all'asse normale alla piastra (drilling). Inoltre, per gli elementi BEAM l'equilibrio è scritto rispetto alla linea dei centri di taglio anziché rispetto alla linea dei baricentri. L'affidabilità del solutore è stata testata su una serie di esempi campioni calcolati con altri procedimenti o con formule note, di cui si rende disponibile la documentazione.

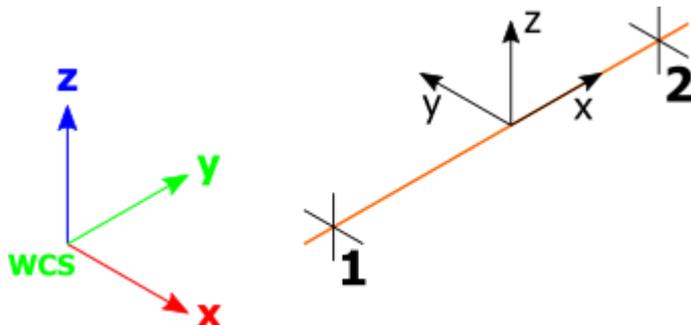
## Affidabilità dei codici utilizzati

Il programma è dotato di una serie di filtri di auto diagnostica che segnalano i seguenti eventi:

- labilità della struttura;
- assenza di masse;
- nodi collegati ad aste nulle;
- mancanza di terreno sugli elementi in fondazione;
- controllo sull'assegnazione dei nodi all'impalcato;
- correttezza degli spettri di progetto;
- fattori di partecipazione modali;
- assegnazione dei criteri di verifica agli elementi;
- numerazione degli elementi strutturali;
- congruenza delle connessioni tra elementi shell;
- congruenza delle aree di carico;
- definizione delle caratteristiche d'inerzia delle sezioni;
- presenza del magrone sotto la travi tipo wink;
- elementi non verificati per semi progetto allo SLU, con inserimento automatico delle armature secondo i criteri di verifica;
- elementi non verificati allo SLU per armature già inserite nell'elemento strutturale;
- elementi non verificati allo SLE per armature già inserite nell'elemento strutturale.

## Presentazione dei risultati

I disegni dello schema statico adottato sono riportati nel fascicolo allegato alla presente relazione. E' stato impiegato il Sistema Internazionale per le unità di misura, con riferimento al daN per le forze.



Il sistema di riferimento globale rispetto al quale è stata riferita l'intera struttura è una terna di assi cartesiani sinistrorsa OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

La terna di riferimento locale per un'asta è anch'essa una terna sinistrorsa O'xyz che ha l'asse x orientato dal nodo iniziale I dell'asta verso il nodo finale J e gli assi y e z diretti secondo gli assi geometrici della sezione, con l'asse y orizzontale e orientato in modo da portarsi a coincidere con l'asse x a mezzo di una rotazione oraria di 90° e l'asse z di conseguenza.

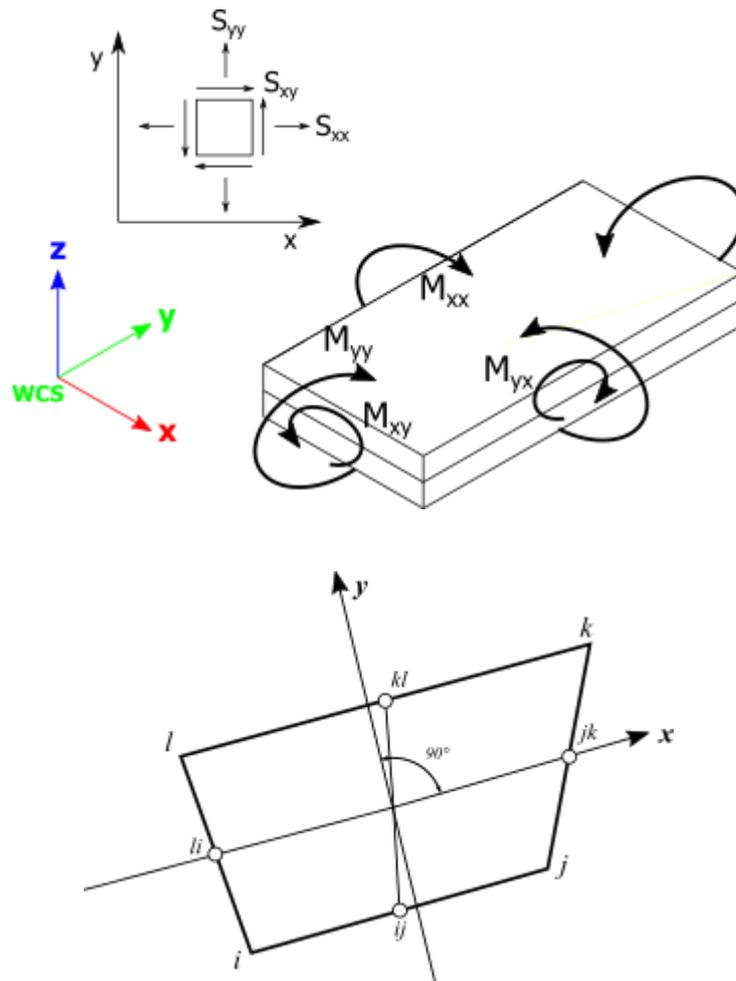
Per un'asta comunque disposta nello spazio la sua terna locale è orientata in modo tale da portarsi a coincidere con la terna globale a mezzo di rotazioni orarie degli assi locali inferiori a 180°.

- Le forze, sia sulle aste che sulle pareti o lastre, sono positive se opposte agli assi locali.
- Le forze nodali sono positive se opposte agli assi globali.
- Le coppie sono positive se sinistrorse.

Le caratteristiche di sollecitazione sono positive se sulla faccia di normale positiva sono rappresentate da vettori equiversi agli assi di riferimento locali; in particolare il vettore momento positivo rappresenta una coppia che ruota come le dita della mano destra che si chiudono quando il pollice è equiverso all'asse locale.

- Le traslazioni sono positive se concordi con gli assi globali.
- Le rotazioni sono positive se sinistrorse.

Il sistema di riferimento locale per gli elementi bidimensionali è quello riportato nelle figure seguenti.



La terna locale per l'elemento shell è costituita dall'asse x locale che va dal nodo li al nodo jk, l'asse y è diretto secondo il piano dell'elemento e orientato verso il nodo i e l'asse z, di conseguenza, è orientato in modo da formare la solita terna sinistrorsa. L'asse z locale rappresenta la normale positiva all'elemento.

Le sollecitazioni dell'elemento sono:

- Sforzi membranali
  - $S_{xx} = \sigma_x$
  - $S_{yy} = \sigma_y$
  - $S_{xy} = \tau_{xy}$
- Sforzi flessionali (momenti)
  - $M_{xx}$ , momento che genera  $\sigma_x$  (intorno ad y)
  - $M_{yy}$ , momento che genera  $\sigma_y$  (intorno a x)
  - $M_{xy}$ , momento torcente che genera  $\tau_{xy}$

Le sollecitazioni principali dell'elemento sono:

$$M_{1,2} = \frac{M_{xx} + M_{yy}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{M_{xx} - M_{yy}}{2}\right)^2 + M_{xy}^2}$$

$$S_{1,2} = \frac{S_{xx} + S_{yy}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{S_{xx} - S_{yy}}{2}\right)^2 + S_{xy}^2}$$

$$\tan 2\theta = \frac{M_{xy}}{M_{xx} - M_{yy}} \quad \tan 2\psi = \frac{S_{xy}}{S_{xx} - S_{yy}}$$

dove  $\theta$  è l'angolo formato dagli assi principali di  $M_1$  e  $M_2$  con quelli di riferimento e  $\psi$  è l'angolo formato dagli assi principali di  $S_1$  e  $S_2$  con quelli di riferimento. L'elemento shell usato come piastra fornisce i momenti flettenti e non i tagli in direzione ortogonale all'elemento, che possono ottenersi come derivazione dei momenti flettenti;

$$\tau_{zx} = M_{xx,x} + M_{xy,y}$$

$$\tau_{zy} = M_{xy,y} + M_{yy,y}$$

Quando invece viene usato come lastra ci restituisce valori di  $\sigma$  e  $\tau$  costanti, non adatti a rappresentare momenti flettenti, ma solo sforzi normali e tagli nel piano della lastra.

I tabulati di calcolo contengono due sezioni principali: la descrizione del modello di calcolo e la presentazione dei risultati.

La descrizione del modello di calcolo contiene:

- i dati generali (dimensioni);
- le coordinate nodali;
- i vincoli dei nodi e i vincoli interni delle aste, con le eventuali sconnessioni;
- le caratteristiche sezionali;
- le caratteristiche dei solai;
- le caratteristiche delle aste;
- i carichi sulle aste, sui nodi e sui muri (inclusa la distribuzione delle distorsioni impresse, e delle variazioni e dei gradienti di temperatura);
- configurazione di sistemi che introducono stati coattivi;
- le caratteristiche dei materiali;
- legami costitutivi e criteri di verifica;
- le condizioni di carico.

La stampa dei risultati contiene:

- le combinazioni dei carichi;
- le forze sismiche agenti sulla struttura;
- gli spostamenti d'impalcato, se l'impalcato è rigido;
- gli spostamenti nodali;
- le sollecitazioni sulle membrature per ogni combinazione di carico;
- la sollecitazione sul terreno sotto travi di fondazione o platee;
- deformate;
- diagrammi sollecitazioni.

## Tabulati di input

### Dati generali

Nome struttura	Struttura_01
Fattore rigidezza assiale pilastri	1
Numero di frequenze	9
% Filtro masse libere	0.1
% Coefficiente di smorzamento viscoso	5
Spostamenti modali con segno	Si
Deformabilità a taglio delle aste	Si
Spostamento ammissibile impalcato	0.0050*h

## Impalcati

N°	Quota cm	Rigido cm	Incr.Soll.Pil	Inc.Soll.Par.
0	0.000	No	1.000	1.000
1	350.000	Si	1.000	1.000

## Percentuali Spostamento masse impalcati

Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

## Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb.	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

Comb.	Numero di combinazione dei sismi
Pos. SismaX	Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X
Pos. SismaY	Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y
Fx	Fattore con cui il sisma X partecipa
Fy	Fattore con cui il sisma Y partecipa
Fz	Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz.

## Spettri di risposta

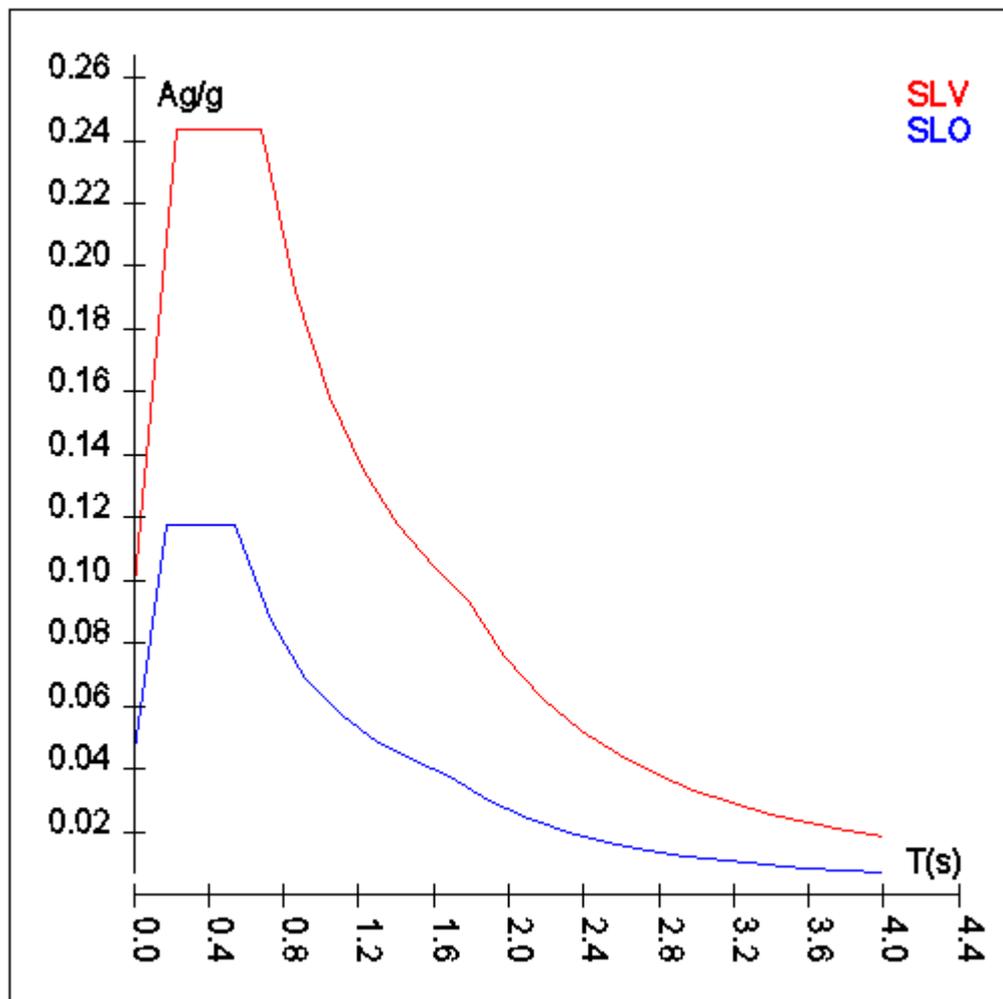
Spettro: **SpettroNT\_ 2018(q=1.5)**

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso CU	2.000
Periodo di riferimento VR [anni]	100.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLO	81.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLO [anni]	60.2
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	949.1
Parametri del sito	
Comune	
Longitudine	8.09445
Latitudine	45.1534
Id reticolo del sito	13355-13577-13354-13576
Valori di riferimento del sito	

Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLO (TR=60.2)	0.0212
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLO (TR=60.2)	2.5698
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLO (TR=60.2)	0.185
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLV (TR=949.1)	0.0452
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLV (TR=949.1)	2.6695
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T*C [s] - SLV (TR=949.1)	0.298
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.200
Categoria terreno	D
<b>Stato limite SLV</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.80
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.23
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.68
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.78
<b>Stato limite SLO</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.80
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.18
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.54
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.68
<b>Fattore di comportamento (SLV)</b>	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Acciaio
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	NO (cfr.NTC7.3.1)
Coefficiente moltiplicativo Ce - Strutture a mensola o pendolo inverso	2.000
Fattore di comportamento q = Kw*Kr*Ce	1.070
<b>Fattore di comportamento SLO (spettro elastico)</b>	
q	1.000

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLO [s]	Sd SLO[a/g]
0.00000	0.09769	0.00000	0.04585
0.22742	0.24372	0.17906	0.11782
0.68225	0.24372	0.53719	0.11782
0.86536	0.19215	0.72847	0.08688
1.04847	0.15859	0.91976	0.06881
1.23158	0.13501	1.11105	0.05697
1.41469	0.11753	1.30233	0.04860
1.59779	0.10407	1.49362	0.04237
1.78090	0.09337	1.68491	0.03756
1.98264	0.07533	1.89537	0.02968
2.18438	0.06206	2.10583	0.02405
2.38611	0.05201	2.31629	0.01988
2.58785	0.04422	2.52676	0.01670
2.78958	0.03805	2.73722	0.01423
2.99132	0.03309	2.94768	0.01227
3.19306	0.02904	3.15815	0.01069
3.39479	0.02569	3.36861	0.00940
3.59653	0.02289	3.57907	0.00832
3.79826	0.02053	3.78954	0.00743
4.00000	0.01851	4.00000	0.00667



## Caratteristiche del terreno

Strato n°	Spessore cm	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{\text{Sat}}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	Addensato	OCR	Coesione daN/cm <sup>2</sup>	Cu daN/cm <sup>2</sup>	E MPa	$\nu$
Terreno1: Cost.Winkler=3.0 kg/cm <sup>2</sup> - Falda assente - Terreno di tipo argilloso										
1	700.00	17.0	17.0	28	No	--	0	0	2.00E01	0.30
2	1500.00	19.0	19.0	30	No	--	0	1	2.00E01	0.30

Materiali		
<b>C25/30</b>		
Peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25.0
Modulo di Young E	MPa	3.15E04
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-05
<b>Acciaio</b>		
Peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	78.5
Modulo di Young E	MPa	2.10E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.30
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1.2e-05

## Aste - Geometria e vincoli

	Ni	Nf	Vinc.	Sez.	Mat.	Crit.pr.	Rot.	f.f.	xi	yi	zi	xf	yf	zf	Tipo	L2	L3
															cm		
1	1	2	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Pressflessione	0	5050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pila.	350.00	350.00
2	3	4	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Pressflessione	0	5050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pila.	350.00	350.00
3	5	6	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Pressflessione	0	5050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pila.	350.00	350.00
4	7	8	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Pressflessione	0	5050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Pila.	350.00	350.00
0	0	0	Cy-Cy	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5050	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	Trave	535.00	535.00
1	6	7	I-I	D=20mm	Acciaio	Acciaio_Tirante	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	625.74	625.74
1	0	16	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5050	0.00	-0.05	0.00	0.00	-0.05	0.00	Trave	116.50	116.50
2	5	8	I-I	D=20mm	Acciaio	Acciaio_Tirante	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	625.74	625.74
5	2	0	Cy-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	259.35	259.35
5	0	4	I-Cy	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5055	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	259.35	259.35
6	6	0	Cy-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5550	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	259.35	259.35
6	0	8	I-Cy	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5055	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	259.35	259.35
11	6	2	Cy-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	535.00	535.00
11	2	14	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	116.50	116.50
12	8	4	Cy-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	535.00	535.00
12	4	15	I-I	HE 200 B	Acciaio	Acciaio_Flessione	0	5555	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Trave	116.50	116.50

## Pareti - geometria e vincoli

Parete	Nodi	Tipo	Materiale	Criterio	N.P.	N.P.X	N.P.Y	Spess.
								cm
0	105-5-1-101	Platea	C25/30	CLS_Platee_ND	20			25.00
0	7-107-103-3	Platea	C25/30	CLS_Platee_ND	20			25.00
0	3-1-5-7	Platea	C25/30	CLS_Platee_ND	100			25.00

## Tabella solai tipo

Sol.N°	Descrizione	Spessore	QP	QF	QVar.	ψ0	ψ1	ψ2	Luce netta	Def	%QX	%QY
		cm	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>							
1	Tetti e Coperture	11.00	2.20	1.50	1.35	0.50	0.20	0.00	No	No	100	0

## Dati solai

Solaio n°	Nodi	Tipo
0	14-2-0-16	Tetti e Coperture
0	0-0-8-4	Tetti e Coperture
0	16-0-4-15	Tetti e Coperture
0	2-6-0-0	Tetti e Coperture

## Tabulati di verifica

L'esito di ogni elaborazione viene sintetizzato nei disegni e schemi grafici allegati, che evidenziano i valori numerici nei punti e/o nelle sezioni significative, ai fini della valutazione del comportamento complessivo della struttura, e quelli necessari ai fini delle verifiche di misura della sicurezza.

Di seguito si riportano le tabelle relative a:

- Forze sismiche e masse
- Taglianti di piano
- Spostamenti Relativi dei nodi (SLD)
- Fattori di partecipazione e masse modali
- Massime sollecitazioni travi
- Massime sollecitazioni pilastri
- Massime sollecitazioni muri Discretizzati

## Risultati Analisi Dinamica - Baricentri masse e masse

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Piano	Rigido	Massa kN	X cm	Y cm	Z cm
0	No	0	0.00	0.00	0.00
1	Si	198	355.96	323.22	350.00

Piano	Rigido	Massa kN	X cm	Y cm	Z cm
0	No	0	0.00	0.00	0.00
1	Si	198	381.90	355.80	350.00

Piano	Rigido	Massa kN	X cm	Y cm	Z cm
0	No	0	0.00	0.00	0.00
1	Si	198	355.96	388.37	350.00

Piano	Rigido	Massa kN	X cm	Y cm	Z cm
0	No	0	0.00	0.00	0.00
1	Si	198	330.03	355.80	350.00

## Taglianti di piano

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

I taglianti sono dati per combinazioni di calcolo C-S-Pm con C=Combinazione(1,2,...) S=Sisma(I,II) Pm=posizione masse(1,2,...). Le azioni, complessive, sono riferite al sistema di riferimento globale.

$\Theta = Fz \cdot dr / (Fh \cdot H)$  con:

Fz Forza verticale

dr Spostamento medio del piano rispetto al piano inferiore

Fh Tagliante

H Altezza del piano

dx spostamento medio di piano in direzione X

dy spostamento medio di piano in direzione Y

dr  $((dxs-dxi)^2 + (dys-dyi)^2)^{0.5}$  s=impalcato superiore i=impalcato inferiore

Nel caso di combinazioni sismiche l'aliquota dovuta al sisma di dx e dy è valutata secondo le indicazioni in 7.3.3, moltiplicando lo spostamento per  $\mu_d$

**Combinazione: 16-I-1 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	$\Theta$
0	-24	1	203	-0.03	0.03	--
1	24	-1	-194	0.08	0.05	0.002599

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-8	1	0	0	0	0	-24	1
1	8	-1	0	0	0	0	24	-1

## Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

## Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-2 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	$\Theta$
0	-24	3	203	-0.03	0.03	--
1	24	-3	-194	0.08	0.05	0.002623

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-9	3	0	0	0	0	-24	3
1	9	-3	0	0	0	0	24	-3

## Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

## Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-3 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	$\Theta$
0	-24	1	203	-0.03	0.04	--
1	24	-1	-194	0.08	0.06	0.002629

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-10	1	0	0	0	0	-24	1
1	10	-1	0	0	0	0	24	-1

## Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 16-I-4 (SISMAX\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	⊖
0	-24	-1	203	-0.03	0.04	--
1	24	1	-194	0.08	0.06	0.002634

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-9	-1	0	0	0	0	-24	-1
1	9	1	0	0	0	0	24	1

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-1 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	⊖
0	-2	-32	203	-0.05	0.06	--
1	2	32	-194	0.05	0.08	0.001784

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-1	-32	0	0	0	0	-2	-32
1	1	32	0	0	0	0	2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-2 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx kN	Fy kN	Fz kN	dx cm	dy cm	⊖
0	-5	-32	203	-0.05	0.06	--
1	5	32	-194	0.06	0.08	0.001808

Piano	FxPil/Isol. kN	FyPil/Isol. kN	FxPar kN	FyPar kN	FxShell kN	FyShell kN	FxTot kN	FyTot kN
0	-2	-32	0	0	0	0	-5	-32

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
1	2	32	0	0	0	0	5	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-3 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	⊖
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	-2	-32	204	-0.05	0.06	--
1	2	32	-195	0.05	0.08	0.001791

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	-1	-32	0	0	0	0	-2	-32
1	1	32	0	0	0	0	2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

**Combinazione: 17-I-4 (SISMAY\_SLV)**

Piano	Fx	Fy	Fz	dx	dy	⊖
	kN	kN	kN	cm	cm	
0	2	-32	204	-0.05	0.06	--
1	-2	32	-195	0.05	0.08	0.001771

Piano	FxPil/Isol.	FyPil/Isol.	FxPar	FyPar	FxShell	FyShell	FxTot	FyTot
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0	0	-32	0	0	0	0	2	-32
1	-0	32	0	0	0	0	-2	32

Percentuali assorbite in direzione X

Piano	%Pil/Isol. FX	%Par. FX	%Shell. FX
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

Percentuali assorbite in direzione Y

Piano	%Pil/Isol. FY	%Par. FY	%Shell. FY
0	100.00	0.00	0.00
1	100.00	0.00	0.00

## Verifica Degli Spostamenti Relativi

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Interp.	Comb.	$\eta_{Xv}$ cm	$\eta_{Xh}$ cm	$\eta_{Yv}$ cm	$\eta_{Yh}$ cm	Nodo1	Nodo2	$\eta$ cm	$\eta_{Amm}$ cm	Cs
0-1	(49+50)-V-4	0.04	0.96	0.23	0.56	1	2	1.00	1.17	1.2
0-1	(49+50)-V-4	0.04	0.96	0.26	0.28	3	4	1.00	1.17	1.2
0-1	(49+50)-VI-4	0.00	0.05	0.23	0.66	5	6	0.89	1.17	1.3
0-1	(49+50)-VIII-3	0.00	0.03	0.26	0.66	7	8	0.92	1.17	1.3
<b>Minimo</b>										
0-1	(49+50)-V-4	0.04	0.96	0.26	0.28	3	4	1.00	1.17	1.2

## Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6229	-32.631	2.293	10442	52	52.68	0.26
2(3)	0.4233	1.852	44.738	34	19627	0.17	99.02
3(6)	0.1742	-30.775	0.266	9288	1	46.86	0.00
4(7)	0.0557	0.071	2.636	0	68	0.00	0.34
5(8)	0.0508	-0.147	1.959	0	38	0.00	0.19
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19764	19786		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.70	99.81	99.70	99.81

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6229		78.444		60345		24.58
2(3)	0.4233		2.814		78		0.03
3(6)	0.1742		-136.781		183472		74.73
4(7)	0.0557		5.487		295		0.12
5(8)	0.0508		-6.452		408		0.17

### Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6505	-33.952	5.924	11305	344	57.03	1.74
2(3)	0.4219	5.002	44.376	245	19312	1.24	97.42
3(6)	0.1641	28.946	-0.734	8216	5	41.45	0.03
4(7)	0.0633	0.123	2.907	0	83	0.00	0.42
5(8)	0.0496	-0.204	2.054	0	41	0.00	0.21
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19767	19785		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.72	99.81	99.72	99.81

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
1(2)	0.6505	81.688		65439		28.40	
2(3)	0.4219	8.941		784		0.34	
3(6)	0.1641	128.705		162448		70.49	
4(7)	0.0633	7.090		493		0.21	
5(8)	0.0496	-6.487		413		0.18	

### Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
				Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6741	-35.604	1.885	12431	35	62.71	0.18
2(3)	0.4237	1.639	44.715	26	19608	0.13	98.92
3(6)	0.1547	27.313	-0.244	7316	1	36.91	0.00
4(7)	0.0626	0.187	3.013	0	89	0.00	0.45
5(8)	0.0573	-0.199	2.412	0	57	0.00	0.29
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19774	19789		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.76	99.83	99.76	99.83

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
1(2)	0.6741	83.597		68534		31.93	
2(3)	0.4237	3.115		95		0.04	
3(6)	0.1547	121.231		144128		67.15	
4(7)	0.0626	7.157		502		0.23	
5(8)	0.0573	-7.551		559		0.26	

### Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =9, filtrate=5

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
				Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(2)	0.6487	34.171	1.851	11451	34	57.77	0.17
2(3)	0.4236	1.565	-44.738	24	19628	0.12	99.02
3(6)	0.1647	-29.089	-0.233	8298	1	41.86	0.00
4(7)	0.0585	-0.112	2.861	0	80	0.00	0.41
5(8)	0.0546	0.166	2.150	0	45	0.00	0.23
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				19773	19788		
Masse strutturali libere [kgm*g]				19822	19822		
Percentuale				99.75	99.83	99.75	99.83

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
1(2)	0.6487	-80.896		64176		27.94	
2(3)	0.4236	2.879		81		0.04	
3(6)	0.1647	-129.239		163797		71.31	
4(7)	0.0585	-6.097		365		0.16	

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
5(8)	0.0546	7.136	499	0.22

## Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Involuppi - Travi

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Asta	N.in. N.fin.	N kN	Ty kN	Tz kN	Mt kN*m	My kN*m	Mz kN*m
0	0	0	0	-52(2)	0	0	0
	0	0	0	52(2)	0	0	0
1	0	0	0	-22(2)	0	13(2)	0
	16	0	0	-0(17-II-1)	0	0	0
1	6	-14(16-I-1)	0	-0(1)	0	0(1)	0
	7	-14(16-I-1)	0	0(2)	0	0(2)	0
2	5	-15(16-II-1)	0	-0(2)	0	0(2)	0
	8	-14(16-II-1)	0	0(1)	0	0(1)	0
5	0	0	0	37(2)	7(2)	-99(2)	0
	4	0	0	39(2)	7(2)	0	0
5	2	0	0	-39(2)	-7(2)	0	0
	0	0	0	-37(2)	-7(2)	-99(2)	0
6	0	0	0	26(2)	0(16-I-3)	-70(2)	0
	8	0	0	28(2)	0(16-I-3)	0	0
6	6	0	0	-28(2)	0(16-I-3)	0	0
	0	0	0	-26(2)	0(16-I-3)	-70(2)	0
11	2	0	0	-19(2)	0	11(2)	0
	14	0	0	1(17-II-4)	0	0	0
11	6	0	0	-36(2)	0(16-I-3)	0	0
	2	0	0	49(2)	0(16-I-3)	38(17-I-2)	0
12	4	0	0	-22(2)	0	13(2)	0
	15	0	0	-1(17-I-3)	0	0	0
12	8	0	0	-43(2)	0(16-I-3)	0	0
	4	0	0	59(2)	0(16-I-3)	41(17-I-4)	0

## Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Involuppi - Pilastri

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Asta	N.in. N.fin.	N kN	Ty kN	Tz kN	Mt kN*m	My kN*m	Mz kN*m
1	1	-110(2)	7(16-I-3)	18(17-I-2)	-0(16-I-3)	43(17-II-2)	24(16-I-3)
	2	-107(2)	7(16-I-3)	18(17-I-2)	-0(16-I-3)	29(17-I-2)	-0(16-I-3)
2	3	-123(2)	-7(16-II-3)	18(16-II-3)	-0(16-I-3)	43(16-I-3)	-23(16-II-3)
	4	-120(2)	-7(16-II-3)	18(16-II-3)	-0(16-I-3)	31(16-II-3)	-0(16-I-3)
3	5	-67(2)	1(16-I-1)	-10(17-II-2)	-0(16-I-3)	34(17-II-2)	2(16-I-1)
	6	-64(2)	1(16-I-1)	-10(17-II-2)	-0(16-I-3)	0(16-I-3)	0(16-I-3)
4	7	-73(2)	-1(16-II-1)	-10(17-II-4)	-0(16-I-3)	34(17-II-4)	-2(16-II-1)
	8	-71(2)	-1(16-II-1)	-10(17-II-4)	-0(16-I-3)	-0(16-I-3)	-0(16-II-3)

## Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni Massime - Muri discretizzati

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Muro	Pann.	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy
		MPa	MPa	MPa	kN	kN	kN
0	1	0.1(2)	-0.3(17-II-2)	0.0(17-II-1)	-1(17-II-2)	2(17-II-2)	-2(17-II-2)
0	2	0.0(17-I-4)	-0.6(17-II-2)	-0.1(17-I-4)	1(17-I-4)	6(17-II-2)	-1(17-I-2)
0	3	-0.0(16-II-4)	-0.6(16-II-3)	-0.1(2)	0(16-I-1)	7(16-II-3)	-1(17-I-2)
0	4	-0.0(2)	-0.7(2)	-0.0(16-II-1)	0(16-II-3)	7(2)	-1(17-I-2)
0	5	-0.0(2)	-0.7(2)	0.0(16-II-1)	0(16-II-4)	8(2)	-1(17-I-2)
0	6	-0.0(16-II-3)	-0.8(2)	0.0(16-II-4)	0(2)	8(2)	-1(17-I-2)
0	7	-0.0(16-II-3)	-0.7(2)	0.1(2)	0(16-I-3)	8(2)	-1(17-I-2)
0	8	0.0(16-I-3)	-0.7(17-I-3)	0.1(16-II-3)	1(2)	8(2)	-1(17-I-3)
0	9	0.1(2)	-0.6(17-I-2)	0.2(16-II-3)	1(16-II-3)	8(17-I-2)	1(17-II-4)
0	10	0.1(16-II-3)	-0.3(17-I-2)	0.1(16-II-3)	1(17-II-4)	-3(16-II-3)	2(16-I-3)
0	11	0.2(16-II-1)	-0.9(17-II-2)	0.3(17-II-2)	-3(2)	8(17-II-2)	-3(17-II-2)
0	12	0.1(17-II-2)	-0.6(17-II-2)	0.1(16-I-3)	-1(2)	7(17-II-2)	1(16-II-3)
0	13	-0.0(17-I-2)	-0.6(16-II-3)	0.1(17-I-2)	0(16-II-1)	6(2)	1(16-II-3)
0	14	-0.0(2)	-0.7(2)	0.1(17-I-2)	0(2)	7(2)	-1(17-I-2)
0	15	-0.0(2)	-0.7(2)	0.1(17-I-2)	1(2)	8(2)	-1(17-I-2)
0	16	-0.0(16-II-3)	-0.8(2)	0.1(17-I-2)	1(16-II-3)	8(2)	-1(17-I-2)
0	17	-0.0(16-II-3)	-0.7(2)	0.1(17-I-2)	1(16-II-3)	8(2)	-1(17-I-2)
0	18	0.1(16-I-3)	-0.7(17-I-2)	0.1(17-I-2)	-1(16-I-3)	8(2)	-1(17-I-3)
0	19	0.2(16-I-3)	-0.7(17-I-2)	-0.0(16-I-3)	-3(2)	8(17-I-2)	-1(16-II-3)
0	20	0.4(16-II-3)	-0.9(17-I-2)	-0.5(16-I-3)	-7(16-II-3)	-10(16-II-3)	-7(16-II-3)
0	1	0.2(2)	-0.9(16-I-3)	-0.3(17-II-4)	-3(2)	9(17-II-4)	3(17-II-4)
0	2	0.1(16-I-3)	-0.7(16-I-3)	-0.1(16-II-3)	-1(2)	8(16-I-3)	-1(16-I-3)
0	3	-0.0(17-I-4)	-0.7(2)	-0.1(16-II-3)	0(16-II-1)	7(2)	-1(16-I-3)
0	4	-0.0(2)	-0.8(2)	-0.1(17-I-4)	0(2)	8(2)	1(16-II-2)
0	5	-0.0(2)	-0.8(2)	-0.1(17-I-4)	1(2)	9(2)	1(17-I-4)
0	6	-0.0(16-I-3)	-0.9(2)	-0.1(17-I-4)	1(16-I-3)	9(2)	1(17-I-4)
0	7	-0.0(16-I-3)	-0.8(2)	-0.1(17-I-4)	1(16-I-3)	9(2)	1(2)
0	8	0.1(16-II-3)	-0.7(2)	-0.1(17-I-4)	-1(16-II-3)	9(2)	1(2)
0	9	0.2(16-II-3)	-0.8(17-I-4)	0.0(17-II-4)	-3(2)	9(17-I-4)	1(16-I-3)
0	10	0.5(16-I-3)	-1.0(16-II-3)	0.5(16-II-3)	-7(16-I-3)	-10(16-I-3)	7(16-I-3)
0	11	0.1(2)	-0.3(16-I-3)	-0.0(17-II-3)	-1(16-I-3)	2(17-II-4)	2(16-I-3)
0	12	0.0(17-I-2)	-0.6(16-I-3)	0.1(2)	1(17-I-3)	7(16-I-3)	1(16-II-3)
0	13	-0.0(16-I-3)	-0.7(2)	0.1(16-I-1)	0(2)	8(2)	1(16-II-3)
0	14	-0.0(2)	-0.8(2)	0.0(16-I-1)	0(16-I-3)	9(2)	1(17-I-4)
0	15	-0.0(2)	-0.8(2)	-0.0(16-I-1)	0(2)	9(2)	1(17-I-4)
0	16	-0.0(16-I-3)	-0.9(2)	-0.1(2)	0(2)	10(2)	1(17-I-4)
0	17	-0.0(16-I-3)	-0.9(2)	-0.1(2)	0(16-II-3)	10(2)	1(17-I-4)
0	18	0.0(16-II-3)	-0.7(2)	-0.2(2)	1(2)	9(2)	1(17-I-4)
0	19	0.1(2)	-0.7(17-I-4)	-0.2(16-I-3)	1(16-I-3)	8(17-I-4)	-1(17-II-1)
0	20	0.2(16-I-3)	-0.4(17-I-4)	-0.1(16-I-3)	-1(17-I-1)	-3(16-I-3)	-2(16-II-3)
0	1	0.6(16-II-3)	-0.8(17-I-4)	-0.7(17-I-4)	-9(16-II-3)	-9(17-II-4)	6(17-I-4)
0	2	-0.2(16-I-3)	-0.7(17-I-4)	-0.5(2)	-6(2)	8(17-I-4)	4(2)
0	3	-0.2(16-I-3)	-0.7(2)	-0.3(2)	-2(17-II-2)	8(2)	2(2)
0	4	-0.1(2)	-0.7(2)	-0.2(17-II-1)	-1(16-II-4)	9(2)	2(2)
0	5	-0.1(2)	-0.8(2)	-0.1(17-II-3)	1(16-I-3)	9(2)	1(17-I-4)
0	6	-0.1(2)	-0.7(2)	0.1(17-I-2)	2(16-I-3)	9(2)	1(17-I-4)
0	7	-0.1(16-II-3)	-0.7(2)	0.2(17-I-2)	2(16-I-3)	8(2)	1(16-II-2)
0	8	-0.1(16-II-3)	-0.6(2)	0.2(2)	-2(16-II-3)	7(16-I-3)	-1(16-I-3)
0	9	-0.1(16-II-3)	-0.6(16-I-3)	0.3(2)	-2(16-II-3)	7(17-II-4)	-3(16-I-3)
0	10	0.1(2)	-0.8(16-I-3)	0.6(16-I-3)	-3(2)	8(17-II-4)	-6(16-I-3)
0	11	-0.4(16-I-3)	-0.3(2)	-0.5(2)	4(16-I-3)	-4(17-II-1)	7(16-II-3)
0	12	-0.2(2)	-0.4(2)	-0.3(2)	4(16-I-3)	7(17-I-4)	4(2)
0	13	-0.2(2)	-0.5(2)	-0.2(2)	3(16-I-3)	8(2)	3(2)
0	14	-0.2(2)	-0.6(2)	-0.1(16-II-3)	3(16-I-3)	9(2)	2(2)
0	15	-0.2(2)	-0.6(2)	-0.1(16-II-4)	3(16-I-3)	9(2)	2(2)
0	16	-0.2(2)	-0.6(2)	0.1(16-I-4)	3(16-I-3)	8(2)	1(16-II-2)
0	17	-0.2(2)	-0.6(2)	0.1(16-I-3)	3(16-I-3)	8(2)	-1(16-I-2)
0	18	-0.2(2)	-0.5(2)	0.2(16-I-3)	2(16-I-3)	6(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	19	-0.2(2)	-0.4(2)	0.3(16-I-3)	2(16-I-3)	5(17-II-4)	-3(16-I-3)
0	20	-0.1(2)	-0.3(2)	0.4(16-I-3)	1(16-I-2)	-4(17-I-4)	-6(16-I-3)
0	21	-0.4(2)	-0.2(2)	-0.4(16-II-3)	6(2)	-3(17-II-2)	4(16-II-3)
0	22	-0.3(2)	-0.3(2)	-0.3(16-II-3)	6(2)	6(17-I-4)	4(16-II-3)

Muro	Pann.	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy
0	23	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.2(16-II-3)	5(2)	7(2)	3(2)
0	24	-0.3(2)	-0.5(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	8(2)	2(2)
0	25	-0.3(2)	-0.5(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	8(2)	1(2)
0	26	-0.2(2)	-0.5(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	8(2)	1(16-II-2)
0	27	-0.2(2)	-0.5(2)	0.1(16-I-3)	3(2)	7(2)	-1(16-I-3)
0	28	-0.2(2)	-0.4(2)	0.2(16-I-3)	3(2)	5(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	29	-0.2(2)	-0.4(2)	0.2(16-I-3)	3(2)	4(17-II-4)	-3(16-I-3)
0	30	-0.3(2)	-0.3(2)	0.3(16-I-3)	3(2)	-4(2)	-4(16-I-3)
0	31	-0.6(2)	-0.2(2)	-0.3(16-II-3)	7(2)	-2(17-II-1)	3(16-II-3)
0	32	-0.4(2)	-0.3(2)	-0.2(16-II-3)	7(2)	5(17-I-4)	3(16-II-3)
0	33	-0.4(2)	-0.4(2)	-0.2(16-II-3)	6(2)	7(2)	2(16-II-3)
0	34	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	5(2)	8(2)	2(2)
0	35	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	5(2)	8(2)	1(16-II-3)
0	36	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	7(2)	1(16-II-3)
0	37	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	6(2)	-1(16-I-3)
0	38	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	5(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	39	-0.3(2)	-0.3(2)	0.2(16-I-3)	4(2)	3(17-II-4)	-3(16-I-3)
0	40	-0.4(2)	-0.2(2)	0.2(16-I-3)	4(2)	-4(2)	-3(16-I-3)
0	41	-0.6(2)	-0.2(2)	-0.2(16-II-3)	8(2)	-2(17-II-3)	2(16-II-3)
0	42	-0.5(2)	-0.3(2)	-0.2(16-II-3)	8(2)	5(17-I-3)	2(16-II-3)
0	43	-0.4(2)	-0.3(2)	-0.2(16-II-3)	7(2)	6(2)	2(16-II-3)
0	44	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	6(2)	7(2)	1(16-II-3)
0	45	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	5(2)	7(2)	1(16-II-3)
0	46	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	6(2)	1(16-II-3)
0	47	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	5(2)	-1(16-I-3)
0	48	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	4(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	49	-0.3(2)	-0.3(2)	0.1(16-I-3)	5(2)	3(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	50	-0.4(2)	-0.2(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	-4(17-I-3)	-3(16-I-3)
0	51	-0.6(2)	-0.2(2)	0.2(16-I-3)	8(2)	-2(17-II-4)	-2(16-I-3)
0	52	-0.5(2)	-0.3(2)	0.2(16-I-3)	8(2)	5(17-I-3)	-2(16-I-3)
0	53	-0.4(2)	-0.3(2)	0.1(16-I-3)	7(2)	6(2)	-1(16-I-3)
0	54	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	6(2)	7(2)	-1(16-I-3)
0	55	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	5(2)	7(2)	-1(16-I-3)
0	56	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	6(2)	-1(16-I-3)
0	57	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	5(2)	-1(16-I-3)
0	58	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	4(17-II-1)	2(16-II-3)
0	59	-0.3(2)	-0.3(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	3(17-II-3)	2(16-II-3)
0	60	-0.4(2)	-0.2(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	-4(17-I-3)	2(16-II-3)
0	61	-0.6(2)	-0.2(2)	0.3(16-I-3)	7(2)	-2(17-II-4)	-3(16-I-3)
0	62	-0.4(2)	-0.3(2)	0.2(16-I-3)	7(2)	5(17-I-3)	-3(16-I-3)
0	63	-0.4(2)	-0.3(2)	0.2(16-I-3)	6(2)	6(2)	-2(16-I-3)
0	64	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	5(2)	7(2)	-1(16-I-3)
0	65	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	7(2)	-1(16-I-3)
0	66	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	4(2)	6(2)	-1(16-I-3)
0	67	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	3(2)	5(2)	1(16-II-3)
0	68	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	3(2)	4(17-II-2)	2(16-II-3)
0	69	-0.3(2)	-0.3(2)	-0.2(16-II-3)	4(2)	3(17-II-2)	3(16-II-3)
0	70	-0.4(2)	-0.2(2)	-0.2(16-II-3)	4(2)	-4(17-I-4)	3(16-II-3)
0	71	-0.4(2)	-0.2(2)	0.4(16-I-3)	5(2)	-3(17-II-4)	-4(16-I-3)
0	72	-0.3(2)	-0.3(2)	0.2(16-I-3)	5(2)	5(17-I-3)	-3(16-I-3)
0	73	-0.3(2)	-0.4(2)	0.2(16-I-3)	4(2)	7(2)	-2(2)
0	74	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	4(2)	8(2)	-2(2)
0	75	-0.3(2)	-0.4(2)	0.1(16-I-3)	3(2)	7(2)	-1(2)
0	76	-0.3(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	3(2)	7(2)	-1(16-I-4)
0	77	-0.2(2)	-0.4(2)	-0.1(16-II-3)	3(2)	6(2)	1(16-II-3)
0	78	-0.2(2)	-0.4(2)	-0.2(16-II-3)	2(2)	5(17-II-2)	2(16-II-3)
0	79	-0.2(2)	-0.3(2)	-0.2(16-II-3)	3(2)	4(17-II-2)	3(16-II-3)
0	80	-0.3(2)	-0.2(2)	-0.3(16-II-3)	3(2)	-4(2)	4(16-II-3)
0	81	-0.3(16-II-3)	-0.3(16-I-3)	0.5(2)	4(16-II-3)	-4(17-II-4)	-6(16-I-3)
0	82	-0.2(16-II-3)	-0.3(17-I-2)	0.3(16-I-3)	3(16-II-3)	6(17-I-2)	-4(2)
0	83	-0.2(2)	-0.4(2)	0.2(16-I-3)	2(16-II-3)	7(17-I-3)	-3(2)
0	84	-0.2(2)	-0.5(2)	0.1(16-I-3)	2(16-II-3)	8(2)	-2(2)
0	85	-0.2(2)	-0.5(2)	0.1(16-I-3)	2(16-II-3)	8(2)	-1(2)

Muro	Pann.	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy
0	86	-0.2(2)	-0.5(2)	-0.1(16-II-3)	2(16-II-3)	7(2)	-1(17-I-2)
0	87	-0.2(2)	-0.5(2)	-0.1(16-II-3)	2(16-II-3)	7(2)	1(16-II-4)
0	88	-0.2(2)	-0.4(2)	-0.2(16-II-3)	2(16-II-3)	6(17-II-2)	2(16-II-3)
0	89	-0.2(2)	-0.4(2)	-0.3(16-II-3)	1(16-II-3)	5(17-II-2)	3(16-II-3)
0	90	-0.1(2)	-0.3(2)	-0.4(16-II-3)	1(17-II-2)	-3(17-I-3)	6(16-II-3)
0	91	0.6(16-I-3)	-0.8(17-I-2)	0.6(17-I-2)	-9(16-I-3)	-9(17-II-2)	-5(17-I-1)
0	92	-0.2(16-II-3)	-0.6(17-I-2)	0.4(2)	-6(2)	8(17-I-2)	-3(2)
0	93	-0.2(16-II-3)	-0.6(2)	0.3(2)	-3(2)	7(17-I-3)	-2(2)
0	94	-0.2(2)	-0.7(2)	0.2(17-II-4)	-2(16-I-2)	8(2)	-1(17-I-2)
0	95	-0.2(2)	-0.7(2)	0.1(17-II-4)	-2(16-I-3)	8(2)	-1(17-I-2)
0	96	-0.1(2)	-0.7(2)	-0.1(17-I-4)	-2(16-I-3)	7(2)	-1(17-I-2)
0	97	-0.1(2)	-0.6(2)	-0.2(17-I-4)	-2(16-I-3)	7(2)	-1(17-I-2)
0	98	-0.1(16-I-3)	-0.5(2)	-0.2(2)	-2(16-I-3)	6(17-II-2)	1(16-II-3)
0	99	-0.1(16-I-3)	-0.6(16-II-3)	-0.3(2)	-3(2)	7(17-II-2)	2(16-II-3)
0	100	0.1(2)	-0.8(17-II-2)	-0.6(16-II-3)	-4(2)	8(17-II-2)	5(16-II-3)

## Verifiche stato limite ultimo

### Verifica dei Muri in calcestruzzo

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Simbologia:

Muro	Indice del muro in verifica
Nodi	[n1-n2-n3-n4...] Indici dei nodi di attacco del muro
Pann.X	Numero di pannelli in direzione locale X del muro(per muri a pannelli)
Pann.Y	Numero di pannelli in direzione locale Y del muro(per muri a pannelli)
Pann	Numero totale di pannelli (per muri a mesh)
Spess [cm]	Spessore del muro
Criterio	Criterio di verifica adottato per la verifica
Pannello	Indice del pannello
Nx [kN]	Sforzo in direzione x locale per metro lineare (Nx=sxx*spessore)
Ny [kN]	Sforzo in direzione y locale per metro lineare (Ny=syy*spessore)
Nxy [kN]	Sforzo tagliante locale per metro lineare (Nxy=sxy*spessore)
Mx [kN*m]	Momento in direzione x locale per metro lineare
My [kN*m]	Momento in direzione y locale per metro lineare
Mxy [kN*m]	Momento torcente locale per metro lineare
Ax [m <sup>2</sup> ]	Armatura totale pannello in direzione x locale <sup>(1)</sup>
Ay [m <sup>2</sup> ]	Armatura totale pannello in direzione y locale <sup>(1)</sup>
εc	Deformazione nel cls <sup>(2)</sup>
εf	Deformazione nell'acciaio <sup>(2)</sup>
Massimi	Armature massime riscontrate nel muro
Massimo	massima sigma ideale riscontrata nel muro
σid+,σid- [MPa]	$(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Acciaio)
σid+,σid- [MPa]	$(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Legno)
Fatt.Ampl.Sisma	Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)
Cs	Coefficiente di sicurezza definito dal rapporto  Mr(N) / Md  (Mr(N)=Momento resistente corrispondente allo sforzo normale N,Md=momento agente), quando richiesto dal criterio di verifica
ζE	Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica

Note Verifica muri:

<sup>(1)</sup>: Le armature Ax ed Ay vanno intese come a metro lineare di pannello.

<sup>(2)</sup>:Le deformazioni sono stampate a meno del fattore 10<sup>-3</sup>; esse si riferiscono alla verifica considerando quali sollecitazioni di progetto Mx,d=Mx +/- |Mxy|,My,d=My +/- |Mxy| scegliendo il segno in modo tale da rendere massimo in valore assoluto il relativo momento flettente,le sollecitazioni stampate si riferiscono alle sollecitazioni in una data combinazione riferite al sistema locale del pannello

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [105-5-1-101]Pann=20Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30, $\zeta_{\epsilon}=1.146$  [(16+17)-V-4] : **Verificato**

#### Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx kN	Ny kN	Nxy kN	Mx kN*m	My kN*m	Mxy kN*m	Ax cmq	Ay cmq	C	Cs
1	13	-82	11	-1	2	-2	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	11
2	-3	-164	-1	-1	8	0	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	6.5
3	-3	-165	-9	-0	8	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	6.2
4	-4	-170	-7	0	7	-0	9.05	9.05	2	6.6
5	-4	-185	2	0	8	-0	9.05	9.05	2	6.2
6	-4	-191	11	0	8	-1	9.05	9.05	2	5.9
7	-3	-185	21	0	8	-1	9.05	9.05	2	5.9
8	0	-181	8	0	8	-1	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	5.8
9	3	-185	-4	-0	8	-0	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	6.2
10	38	23	34	0	-4	-1	9.05	9.05	(16+17)-V-4	7.2
11	11	148	-57	-1	-7	3	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	1.8
12	29	-188	-2	-0	9	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	5.6
13	3	-168	-20	0	7	1	9.05	9.05	(16+17)-V-4	6.2
14	-8	-168	8	0	7	-0	9.05	9.05	2	6.9
15	-8	-182	10	1	8	-0	9.05	9.05	2	6.3
16	-7	-189	12	0	8	-1	9.05	9.05	2	5.9
17	-4	-184	10	0	8	-1	9.05	9.05	2	5.7
18	10	-184	24	-0	8	-1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-1	5.8
19	42	-210	-1	-1	10	-1	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	5.4
20	105	224	131	-7	-12	-8	9.05	13.00	(16+17)-V-4	1.3
Massimi/minimi										
1							9.05			
20								13.00		
20										1.3

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [7-107-103-3]Pann=20Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30, $\zeta_{\epsilon}=1.076$  [(16+17)-VII-2] : **Verificato**

#### Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx kN	Ny kN	Nxy kN	Mx kN*m	My kN*m	Mxy kN*m	Ax cmq	Ay cmq	C	Cs
1	16	143	55	-2	-7	-3	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	1.9
2	28	-202	6	-0	9	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.2
3	2	-185	22	-0	8	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.9
4	-8	-192	-9	0	8	0	9.05	9.05	2	6.3
5	-9	-208	-13	1	9	1	9.05	9.05	2	5.7
6	-8	-216	-16	0	9	1	9.05	9.05	2	5.3
7	-5	-211	-15	0	9	1	9.05	9.05	2	5.2
8	2	-187	-8	-0	9	1	9.05	9.05	2	5.3
9	41	-224	-4	-1	10	1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	5.1
10	112	239	-140	-7	-13	8	9.05	13.00	(16+17)-VII-2	1.2
11	12	-91	-12	-1	3	2	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	9.8
12	-2	-183	3	-0	8	-0	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.0
13	-4	-184	15	0	8	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.9
14	-4	-195	6	0	9	0	9.05	9.05	2	6.0
15	-4	-212	-5	0	9	1	9.05	9.05	2	5.6
16	-4	-219	-15	0	10	1	9.05	9.05	2	5.4
17	-3	-213	-26	0	10	1	9.05	9.05	2	5.3
18	0	-200	-14	0	9	1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	5.4
19	5	-203	-3	-0	9	0	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	5.7
20	41	29	-40	0	-4	1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.3
Massimi/minimi										

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
1							9.05			
10								13.00		
10										1.2

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [3-1-5-7]Pann=100Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30, $\zeta_{\epsilon}=1.240$  [(16+17)-VII-3] : **Verificato**

#### Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx kN	Ny kN	Nxy kN	Mx kN*m	My kN*m	Mxy kN*m	Ax cmq	Ay cmq	C	Cs
1	150	-258	-164	-9	9	5	9.05	13.00	(16+17)-VII-3	1.4
2	-21	-128	-113	-6	5	4	9.05	9.05		2 3.9
3	-33	-168	-77	-2	8	2	9.05	9.05		2 4.9
4	-33	-187	-44	-0	9	2	9.05	9.05		2 4.9
5	-30	-192	-15	0	9	1	9.05	9.05		2 5.2
6	-27	-187	12	1	9	1	9.05	9.05		2 5.6
7	-1	-145	20	2	7	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.3
8	6	-161	42	2	8	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.5
9	18	-181	79	0	8	-3	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	4.9
10	9	123	-41	-2	-7	3	9.05	9.05	(16+17)-VII-3	2.1
11	33	-79	-128	-3	-2	8	9.05	9.05	(16+17)-VII-3	3.0
12	-40	-102	-74	1	7	4	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	3.9
13	-59	-124	-51	2	8	3	9.05	9.05		2 4.1
14	-57	-142	-32	3	9	2	9.05	9.05		2 4.3
15	-53	-150	-13	3	9	2	9.05	9.05		2 4.7
16	-48	-149	5	3	8	1	9.05	9.05		2 5.4
17	-21	-108	29	3	7	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.1
18	-22	-111	49	2	7	-2	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.2
19	-34	-104	78	2	6	-4	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	4.8
20	-29	-72	104	1	-1	-7	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	4.6
21	-112	-59	-95	6	-2	4	9.05	9.05		2 5.0
22	-64	-60	-53	3	6	4	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	4.2
23	-57	-74	-35	3	7	3	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	4.2
24	-72	-116	-20	4	8	2	9.05	9.05		2 4.4
25	-67	-123	-9	4	8	1	9.05	9.05		2 4.9
26	-62	-123	2	4	8	1	9.05	9.05		2 5.7
27	-34	-82	33	3	6	-1	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.5
28	-49	-70	28	3	6	-2	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	5.6
29	-57	-57	40	3	4	-3	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	5.6
30	-59	-44	69	3	-2	-5	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	5.6
31	-148	-48	-57	7	-2	2	9.05	9.05		2 5.1
32	-108	-77	-35	7	4	2	9.05	9.05		2 4.6
33	-68	-55	-27	4	7	2	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	4.7
34	-81	-103	-12	5	8	2	9.05	9.05		2 4.9
35	-75	-108	-6	5	8	1	9.05	9.05		2 5.3
36	-71	-108	-0	4	7	0	9.05	9.05		2 6.2
37	-49	-57	15	3	5	-1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	7.2
38	-56	-52	20	3	5	-1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	6.4
39	-55	-51	41	3	2	-3	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.3
40	-71	-35	46	3	-1	-4	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	6.2
41	-162	-42	-20	8	-1	1	9.05	9.05		2 5.6
42	-119	-71	-14	8	4	1	9.05	9.05		2 5.1
43	-74	-47	-18	4	6	1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-3	5.5
44	-85	-96	-6	6	7	1	9.05	9.05		2 5.6
45	-79	-100	-4	5	7	0	9.05	9.05		2 5.9
46	-75	-101	-2	4	6	0	9.05	9.05		2 6.8
47	-51	-48	12	3	4	-1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	8.0
48	-60	-43	13	3	4	-1	9.05	9.05	(16+17)-VIII-2	7.6
49	-56	-42	30	3	1	-2	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	7.2

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
50	-71	-28	27	3	-1	-3	9.05	9.05	(16+17)-VII-2	7.1
51	-160	-41	16	8	-1	-0	9.05	9.05	2	6.3
52	-118	-69	7	8	4	-0	9.05	9.05	2	5.8
53	-73	-46	18	4	6	-1	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	5.9
54	-86	-94	-0	6	7	-0	9.05	9.05	2	6.1
55	-79	-98	-2	5	7	-0	9.05	9.05	2	6.2
56	-75	-98	-3	4	6	-0	9.05	9.05	2	6.9
57	-51	-48	-17	3	4	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	8.2
58	-58	-42	-17	3	4	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	7.9
59	-53	-42	-32	3	1	2	9.05	9.05	(16+17)-V-4	7.7
60	-51	-36	-28	2	-3	2	9.05	9.05	(16+17)-VII-3	7.6
61	-141	-45	51	7	-1	-1	9.05	9.05	2	5.9
62	-106	-72	28	7	4	-1	9.05	9.05	2	5.4
63	-67	-52	25	3	6	-2	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	5.1
64	-82	-96	5	5	7	-1	9.05	9.05	2	5.4
65	-77	-101	1	4	7	-1	9.05	9.05	2	5.7
66	-73	-102	-4	4	6	-0	9.05	9.05	2	6.6
67	-48	-54	-19	3	5	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	7.5
68	-56	-49	-24	3	5	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	6.7
69	-51	-49	-42	3	2	3	9.05	9.05	(16+17)-V-4	6.8
70	-66	-34	-47	3	-2	3	9.05	9.05	(16+17)-V-4	6.7
71	-103	-54	86	5	-2	-3	9.05	9.05	2	6.0
72	-62	-55	50	3	6	-3	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	4.5
73	-56	-68	32	2	7	-2	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	4.6
74	-74	-105	13	4	8	-2	9.05	9.05	2	4.9
75	-70	-111	4	3	7	-1	9.05	9.05	2	5.4
76	-66	-112	-5	3	7	-1	9.05	9.05	2	6.2
77	-42	-68	-20	2	5	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	6.9
78	-48	-67	-31	2	5	2	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	5.9
79	-55	-55	-42	3	4	3	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	5.8
80	-54	-42	-69	2	-2	4	9.05	9.05	(16+17)-V-4	6.1
81	37	-73	119	-3	-2	-7	9.05	9.05	(16+17)-V-1	3.1
82	-38	-94	68	0	7	-3	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	4.2
83	-37	-100	35	1	8	-2	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	4.5
84	-61	-126	24	2	8	-2	9.05	9.05	2	4.8
85	-58	-133	7	2	8	-1	9.05	9.05	2	5.2
86	-54	-132	-8	1	7	-1	9.05	9.05	2	5.9
87	-29	-91	-12	2	6	1	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	6.6
88	-31	-96	-34	2	7	2	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	5.5
89	-40	-91	-63	1	6	3	9.05	9.05	(16+17)-VI-4	5.1
90	-25	-67	-100	1	-1	7	9.05	9.05	(16+17)-V-4	5.0
91	155	-241	147	-9	8	-4	9.05	13.00	(16+17)-V-1	1.4
92	-23	-111	97	-6	4	-3	9.05	9.05	2	4.1
93	-4	-158	23	-1	8	-2	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	5.3
94	-40	-165	35	-2	8	-1	9.05	9.05	2	5.5
95	-38	-170	9	-1	8	-1	9.05	9.05	2	5.8
96	-36	-165	-15	-0	7	-1	9.05	9.05	2	6.3
97	-4	-132	-21	2	6	1	9.05	9.05	(16+17)-V-4	6.7
98	4	-147	-41	1	7	1	9.05	9.05	(16+17)-V-4	5.9
99	17	-168	-76	-0	7	3	9.05	9.05	(16+17)-V-4	5.1
100	9	127	33	-2	-8	-3	9.05	9.05	(16+17)-VI-1	2.0
Massimi/minimi										
1							9.05			
1								13.00		
1										1.4

## Verifica Stabilità aste Metalliche

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

**Simbologia**

L [cm]	Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)
Ln1 [cm]	Luce libera nella direzione principale 1 dell'elemento
Ln2 [cm]	Luce libera nella direzione principale 2 dell'elemento
Sez. G	Sezione Generica (Sigla)
f <sub>yd</sub> [MPa]	Tensione di progetto snervamento acciaio
f <sub>t</sub> [MPa]	Tensione di rottura acciaio
γ <sub>M</sub>	Coefficiente di sicurezza acciaio
N [kN]	Sforzo Normale massimo
M <sub>y</sub> [kN*m]	M <sub>y</sub> massimo
M <sub>z</sub> [kN*m]	M <sub>z</sub> massimo
NR <sub>k</sub> [kN]	:A*f <sub>y</sub> , Resistenza caratteristica instabilità a compressione <sup>(1)</sup>
M <sub>yRk</sub> [kN*m]	:W <sub>y</sub> *f <sub>y</sub> , Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Y <sup>(1)</sup>
M <sub>zRk</sub> [kN*m]	:W <sub>z</sub> *f <sub>y</sub> , Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Z <sup>(1)</sup>
λ <sub>y</sub>	Snellezza in direzione y
λ <sub>z</sub>	Snellezza in direzione z
χ <sub>y</sub>	Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir y
χ <sub>z</sub>	Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir z
χ <sub>LT</sub>	Coefficiente di riduzione per la instabilità flesso-torsionale, il coefficiente è applicato al termine relativo all'asse forte
k <sub>yy</sub> , k <sub>yz</sub>	
k <sub>zy</sub> , k <sub>zz</sub>	Coefficienti di interazione per l'instabilità (cfr. EC3 Annex B, tab B1 e B2, e cfr. Circ.NTC tab. C4.2.IV e C4.2.V)
M <sub>yeq</sub> [kN*m]	M <sub>y</sub> equivalente uguale a k <sub>yy</sub> *M <sub>y</sub> oppure k <sub>zy</sub> *M <sub>y</sub>
M <sub>zeq</sub> [kN*m]	M <sub>z</sub> equivalente uguale a k <sub>yz</sub> *M <sub>z</sub> oppure k <sub>zz</sub> *M <sub>z</sub>
NR <sub>d</sub> [kN]	:Resistenza instabilità a compressione <sup>(2)</sup>
M <sub>yRd</sub> [kN*m]	:Momento resistente all'instabilità in direzione Y <sup>(2)</sup>
M <sub>zRd</sub> [kN*m]	:Momento resistente all'instabilità in direzione Z <sup>(2)</sup>
SF	Coefficiente di sicurezza (asta verificata se >=1)
ζ <sub>E</sub>	Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica
Comb	Combinazione di carico: quando Comb non è sismica è individuata dal codice [ C ], quando è sismica è individuata dal codice [(C <sub>x</sub> +C <sub>y</sub> ) C <sub>m</sub> S <sub>c</sub> ].
- C	Individua la Combinazione di Carico non sismica (1, 2, ecc. come da scenario);
- C <sub>x</sub>	Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione x (SismaX, come da scenario);
- C <sub>y</sub>	Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione y (SismaY, come da scenario);
- C <sub>m</sub>	Individua la Combinazione spostamento masse (I, II, III, IV, V, ecc. come da Combinazioni Sisma in Spostamento masse impalcato);
- S <sub>c</sub>	Individua la sottocombinazione ottenuta mediante la permutazione dei segni (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8):
1)	S <sub>c</sub> = + SismaZ*f <sub>z</sub> + SismaX*f <sub>x</sub> + SismaY*f <sub>y</sub>
2)	S <sub>c</sub> = + SismaZ*f <sub>z</sub> + SismaX*f <sub>x</sub> - SismaY*f <sub>y</sub>
3)	S <sub>c</sub> = + SismaZ*f <sub>z</sub> - SismaX*f <sub>x</sub> + SismaY*f <sub>y</sub>
4)	S <sub>c</sub> = + SismaZ*f <sub>z</sub> - SismaX*f <sub>x</sub> - SismaY*f <sub>y</sub> .
5)	S <sub>c</sub> = - SismaZ*f <sub>z</sub> + SismaX*f <sub>x</sub> + SismaY*f <sub>y</sub>
6)	S <sub>c</sub> = - SismaZ*f <sub>z</sub> + SismaX*f <sub>x</sub> - SismaY*f <sub>y</sub>
7)	S <sub>c</sub> = - SismaZ*f <sub>z</sub> - SismaX*f <sub>x</sub> + SismaY*f <sub>y</sub>
8)	S <sub>c</sub> = - SismaZ*f <sub>z</sub> - SismaX*f <sub>x</sub> - SismaY*f <sub>y</sub> .

Le ultime quattro sono assenti quando non è richiesto il contributo del sisma in direzione verticale. Le combinazioni delle azioni sismiche così ottenute vengono combinate con i carichi verticali (come da scenario).

Note:

- (<sup>1</sup>) Y è l'asse forte della sezione, e Z l'asse debole della sezione; i valori da utilizzare per le resistenze sono  $N_{Rk}=f_y \cdot A, M_{yRk}=f_y \cdot W_y, M_{zRk}=f_y \cdot W_z$  dove:

Classe	1	2	3	4
A	A	A	A	A <sub>eff</sub>
W <sub>y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	W <sub>pl,y</sub>	W <sub>el,y</sub>	W <sub>el,y,eff</sub>
W <sub>z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>pl,z</sub>	W <sub>el,z</sub>	W <sub>el,z,eff</sub>

- (<sup>2</sup>) le equazioni di verifica, le azioni e le resistenze di progetto sono date dalle seguenti equazioni:

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{yRk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{zRk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{yRk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{zRk}} \leq 1$$

$$N_{Rdy} = \frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{yRd} = \frac{\chi_{LT} M_{yRk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{zRd} = \frac{M_{zRk}}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{yyEq} = k_{yy} M_{y,Ed} \quad M_{yzEq} = k_{yz} M_{z,Ed}$$

$$M_{zyEq} = k_{zy} M_{y,Ed} \quad M_{zzEq} = k_{zz} M_{z,Ed}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdy}} + \frac{M_{yyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{yzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdz}} + \frac{M_{zyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

**Asta: 1 [1,2]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Ln1=350 cm Ln2=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma_M=1.05$   
 $f_y/k/\gamma_M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa :**Verificato**

SF  $\lambda=2.894$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	$\lambda_Y$	$\lambda_Z$	$\chi_Y$	$\chi_Z$	$\chi_{LT}$	kyy	kyz	kzy	kzz
kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m									
-54	52	-24	2772	228	109	41	69	0.86 8	0.59 7	--	0.48 7	0.37 4	0.29 2	0.62 3

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m		
1	Y	54	25	9	2291	217	103	(16+17)-V-4	4.4
1	Z	54	15	15	1577	217	103	(16+17)-V-4	4.0

**Asta: 2 [3,4]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Ln1=350 cm Ln2=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma_M=1.05$   
 $f_y/k/\gamma_M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa :**Verificato**

SF  $\lambda=2.894$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	$\lambda_Y$	$\lambda_Z$	$\chi_Y$	$\chi_Z$	$\chi_{LT}$	kyy	kyz	kzy	kzz
---	----	----	-----	------	------	-------------	-------------	----------	----------	-------------	-----	-----	-----	-----

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	$\lambda Y$	$\lambda Z$	$\chi Y$	$\chi Z$	$\chi LT$	kyy	kzy	kzy	kzz
kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m									
-61	54	24	2772	228	109	41	69	0.86 8	0.59 7	--	0.50 2	0.37 6	0.30 1	0.62 6

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m		
1	Y	61	27	9	2291	217	103	(16+17)-VII-2	4.2
1	Z	61	16	15	1577	217	103	(16+17)-VII-2	3.9

**Asta: 3 [5,6]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Ln1=350 cm Ln2=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma M=1.05$   
 $f_y/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa :**Verificato**

SF\_ $\lambda=2.894$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	$\lambda Y$	$\lambda Z$	$\chi Y$	$\chi Z$	$\chi LT$	kyy	kzy	kzy	kzz
kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m									
-45	42	-1	2772	228	109	41	69	0.86 8	0.59 7	--	0.60 4	0.35 9	0.36 2	0.59 8

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m		
1	Y	45	25	0	2291	217	103	(16+17)-VI-4	7.2
1	Z	45	15	0	1577	217	103	(16+17)-VI-4	9.8

**Asta: 4 [7,8]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Ln1=350 cm Ln2=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma M=1.05$   
 $f_y/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa :**Verificato**

SF\_ $\lambda=2.894$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	$\lambda Y$	$\lambda Z$	$\chi Y$	$\chi Z$	$\chi LT$	kyy	kzy	kzy	kzz
kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m									
-52	42	1	2772	228	109	41	69	0.86 8	0.59 7	--	0.60 4	0.37 8	0.36 2	0.62 9

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kN	kN*m	kN*m	kN	kN*m	kN*m		
1	Y	52	26	0	2291	217	103	(16+17)-VII-2	6.9
1	Z	52	15	1	1577	217	103	(16+17)-VII-2	9.0

## Verifica Resistenza aste Metalliche

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Simbologia

L [cm]	Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)
Sez. G	Sezione Generica (Sigla)
$f_{yd}$ [MPa]	Tensione di progetto snervamento acciaio
$f_t$ [MPa]	Tensione di rottura acciaio
$\gamma M$	Coefficiente di sicurezza acciaio
X [cm]	Punto di verifica
N [kN]	Sforzo Normale
TY [kN]	Taglio dir Y
TZ [kN]	Taglio dir Z
MT [kN*m]	Momento torcente
MY [kN*m]	Momento flettente dir Y
MZ [kN*m]	Momento flettente dir Z
MY4 [kN*m]	Momento flettente dir Y + $N*\Delta e_z$ , per sezioni di classe 4
MZ4 [kN*m]	Momento flettente dir Z + $N*\Delta e_y$ , per sezioni di classe 4
cls	Classe della sezione per la sollecitazione della combinazione corrente
Comb.	Combinazione della sollecitazione
Nr [kN]	Sforzo Normale resistente
Vyr [kN]	Taglio resistente in dir Y

Vzr [kN]	Taglio resistente dir Z
Mry [kN*m]	Momento flettente resistente dir Y
Mrz [kN*m]	Momento flettente resistente dir Z
SF_V	Coefficiente di sicurezza taglio
SF_M	Coefficiente di sicurezza pressoflessione
SF	Coefficiente di sicurezza complessivo (asta verificata se $\geq 1$ ) <sup>(1)</sup>
$\zeta_E$	Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica

Gerarchia travi/pilastri (quando richiesto):

NEd [kN]	Sforzo Normale di verifica
Npl,Rd [kN]	Sforzo Normale resistente (NTC 4.2.4.1.2)
VEdY(*) [kN]	Taglio trave dir Y dovuto ai momenti ultimi Mpl,RdZ di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))
Vpl,RdY [kN]	Taglio resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)
VEdZ(*) [kN]	Taglio trave dir Z dovuto ai momenti ultimi Mpl,RdY di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))
Vpl,RdZ [kN]	Taglio resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)
MEdY [kN*m]	Momento flettente dir Y
Mpl,RdY [kN*m]	Momento resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)
MEdZ [kN*m]	Momento flettente dir Z
Mpl,RdZ [kN*m]	Momento resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)

Verifiche Incendio:

Ky	$f_y(T)/f_y(20^\circ)$ fattore riduzione resistenza alla temperatura T
KE	$E(T)/E(20)$ fattore riduzione modulo elastico alla temperatura T

$\Omega^*$  Smplicazione sollecitazioni sismiche (solo per  $q > 1$ )<sup>(3)</sup>

Fatt.Ampl.Sisma Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)

Note:

(<sup>1</sup>): SF rappresenta il minimo tra SF\_V ed SF\_M dove:

- SF\_V = VR/Vd con VR e Vd azione tagliante resistente ed agente
- SF\_M =  $1/[N/Nr + MY/Mry + MZ/Mrz]$ , i valori di Mry ed Mrz sono ridotti opportunamente quando  $Vd > 0.5 Vr$

(<sup>2</sup>): SF rappresenta il minimo tra i seguenti rapporti:

- MEdY/Mpl,RdY (travi)
- MEdZ/Mpl,RdZ (travi)
- NEd/(0.15\*Npl,Rd) (travi)
- VEdY(\*)/(0.5\*Vpl,RdY) (travi)
- VEdZ(\*)/(0.5\*Vpl,RdZ) (travi)
- VEdY/(0.5\*Vpl,RdY) (pilastri)
- VEdZ/(0.5\*Vpl,RdZ) (pilastri)

(<sup>3</sup>):  $\Omega^* = \min(q, 1.1 * \gamma_{ov} * \Omega)$ , con  $\Omega$  secondo NTC 7.5.4.2

**Asta: 0 [0,0]** Sez. G: HE 200 B L=535 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma_M=1.05$   $f_{yk}/\gamma_M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa

**:Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
267.50	1	0	0	0	0	-69	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
267.50	1	2640	1171	485	217	103	7	>100	3.1	>100	3.1

**Asta: 1 [1,2]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma_M=1.05$   $f_{yk}/\gamma_M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa

**:Verificato**

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	-54	-7	-19	0	52	-24	--	--	(16+17)-V-4

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1167	483	217	103	7	25	2.0	>100	2.0

**Asta: 1 [0,16]** Sez. G: HE 200 B L=116 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=338$  MPa ft=510 MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	-22	0	13	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1171	485	217	103	7	22	17	>100	17

**Asta: 1 [6,7]** Sez. G: D=20mm L=626 cm Crit.: Acciaio\_Tirante  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=262$  MPa ft=430 MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
625.74	1	-15	--	--	--	--	--	--	--	(16+17)-I-1

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
625.74	1	82	--	--	--	--	--	>100	5.4	>100	5.4

**Asta: 2 [3,4]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=338$  MPa ft=510 MPa :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	-61	7	-19	-0	54	24	--	--	(16+17)-VII-2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1167	483	217	103	7	25	2.0	>100	2.0

**Asta: 2 [5,8]** Sez. G: D=20mm L=626 cm Crit.: Acciaio\_Tirante  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=262$  MPa ft=430 MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	-15	--	--	--	--	--	--	--	(16+17)-I-4

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	82	--	--	--	--	--	>100	5.3	>100	5.3

**Asta: 3 [5,6]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=338$  MPa ft=510 MPa :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	-48	-0	-11	0	40	-1	--	--	(16+17)-V-4

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1167	483	217	103	7	42	4.6	>100	4.6

**Asta: 4 [7,8]** Sez. G: HE 200 B L=350 cm Crit.: Acciaio\_Pressflessione  $\gamma M=1.05$  fyk/ $\gamma M=338$  MPa ft=510 MPa :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	-52	0	-12	-0	42	1	--	--	(16+17)-VII-2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1167	483	217	103	7	40	4.4	>100	4.4

**Asta: 5 [2,0]** Sez. G: HE 200 B L=259 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	-39	-7	0	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	583	241	217	103	7	6.2	>100	1.1	1.1

**Asta: 5 [0,4]** Sez. G: HE 200 B L=259 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	37	7	-99	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	582	241	217	103	7	6.5	2.2	1.1	1.1

**Asta: 6 [6,0]** Sez. G: HE 200 B L=259 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
259.35	1	0	0	-26	0	-70	0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
259.35	1	2640	1171	485	217	103	7	19	3.1	>100	3.1

**Asta: 6 [0,8]** Sez. G: HE 200 B L=259 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	26	0	-70	0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1171	485	217	103	7	19	3.1	>100	3.1

**Asta: 11 [6,2]** Sez. G: HE 200 B L=535 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
535.00	1	0	0	31	0	44	0	--	--	(16+17)-VI-1

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
535.00	1	2640	1169	484	217	103	7	16	5.0	>100	5.0

**Asta: 11 [2,14]** Sez. G: HE 200 B L=116 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	-19	0	11	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1171	485	217	103	7	26	20	>100	20

**Asta: 12 [8,4]** Sez. G: HE 200 B L=535 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
214.00	1	0	0	-3	0	-49	-0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
214.00	1	2640	1171	485	217	103	7	>100	4.4	>100	4.4

**Asta: 12 [4,15]** Sez. G: HE 200 B L=116 cm Crit.: Acciaio\_Flessione  $\gamma M=1.05$   $f_y k/\gamma M=338$  MPa  $f_t=510$  MPa  
:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m			
0.00	1	0	0	-22	0	13	0	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m				
0.00	1	2640	1171	485	217	103	7	22	17	>100	17

## Verifiche stato limite di esercizio

### Verifica dei Muri (Stati limite esercizio)

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

#### Simbologia

P.	Numero pannello
$N_x$ [MPa]	Sforzo normale in direzione x
$N_y$ [MPa]	Sforzo normale in direzione y
$N_{xy}$ [MPa]	Sforzo tagliante in direzione xy
$M_x$ [kN]	Momento flettente in direzione x
$M_y$ [kN]	Momento flettente in direzione y
$M_{xy}$ [kN]	Momento torcente
$A_{fx}$ [cm <sup>2</sup> /m]	Area acciaio in direzione x per metro lineare
$A_{fy}$ [cm <sup>2</sup> /m]	Area acciaio in direzione y per metro lineare
$\sigma_c$ [MPa]	Tensione nel calcestruzzo compresso
$\sigma_f$ [MPa]	Tensione nell'acciaio
$\sigma_{ct}$ [MPa]	Tensione nel calcestruzzo teso
$\sigma_{sct}$ [MPa]	Tensione nel calcestruzzo teso (quando richiesto dalla verifica)

$\sigma_{sca}$ [MPa]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo
$\sigma_{fa}$ [MPa]	Tensione ammissibile nell'acciaio
$\sigma_{scta}$ [MPa]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo teso
Cbc	Combinazione generatore della tensione nel cls compresso
Cbct	Combinazione generatore della tensione nel cls teso
Cbf	Combinazione generatore della tensione nell'acciaio
Cb	Combinazione
$\sigma_{fmed}$ [MPa]	Tensione media dell'acciaio
Wd [mm]	Apertura delle fessure
Wk [mm]	Apertura caratteristica delle fessure
Wamm_Freq [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Frequente
Wamm_Qp [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Quasi Permanente
Wamm_Rara [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Rara
Cs	Coefficiente di sicurezza definito come minimo di $\sigma_{Amm}/\sigma$ tra acciaio e calcestruzzo oppure Wamm/Wk

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [105-5-1-101]Pann=20Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=15  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
6	9.05	9.05	-1	-0	31	31	Si	16
20	9.05	13.00	-0	103	31	31	Si	3.5

Combinazione QP:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=11  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
6	9.05	9.05	-1	-0	48	48	Si	14
20	9.05	13.00	-0	89	48	48	Si	4.0

Verifica aperture fessure:Wamm\_Freq[mm]=0.400 Wamm\_Qp[mm]=0.300

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	$\sigma_{fmed}$	Wd	Wk	Cb	Ver	Cs
	MPa	MPa	MPa	kN	kN	kN	MPa	mm	mm			
20	0.2	-0.1	-0.0	-3	-0	-1	89	0.124	0.124	48(Qp)	Si	2.4
20	0.2	-0.1	-0.0	-3	-0	-1	89	0.124	0.124	36(Fr)	Si	3.2

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [7-107-103-3]Pann=20Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=15  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
16	9.05	9.05	-1	-0	31	31	Si	14
10	9.05	13.00	-0	118	31	31	Si	3.1

Combinazione QP:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=11  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
16	9.05	9.05	-1	-0	48	48	Si	12
10	9.05	13.00	-0	101	48	48	Si	3.5

Verifica aperture fessure:Wamm\_Freq[mm]=0.400 Wamm\_Qp[mm]=0.300

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	$\sigma_{fmed}$	Wd	Wk	Cb	Ver	Cs
	MPa	MPa	MPa	kN	kN	kN	MPa	mm	mm			
10	0.2	-0.1	0.0	-3	-0	1	101	0.141	0.141	48(Qp)	Si	2.1
10	0.2	-0.1	0.0	-3	-0	1	101	0.141	0.141	36(Fr)	Si	2.8

Muro [Platea]: 0 - Nodi: [3-1-5-7]Pann=100Spess.=25 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS\_Platee\_ND, Materiale=C25/30

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=15  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
5	9.05	9.05	-1	-1	31	31	Si	16
91	9.05	13.00	-1	87	31	31	Si	4.1

Combinazione QP:  $\sigma_{ca}$ [MPa]=11  $\sigma_{fa}$ [MPa]=360

P.	Afx	Afy	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	MPa	MPa				
5	9.05	9.05	-1	-1	48	48	Si	13
91	9.05	13.00	-1	75	48	48	Si	4.8

Verifica aperture fessure:Wamm\_Freq[mm]=0.400 Wamm\_Qp[mm]=0.300

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	$\sigma_{fmed}$	Wd	Wk	Cb	Ver	Cs
	MPa	MPa	MPa	kN	kN	kN	MPa	mm	mm			
91	0.1	-0.1	0.3	-4	-1	-1	40	0.028	0.028	48(Qp)	Si	11
91	0.1	-0.1	0.3	-4	-1	-1	40	0.028	0.028	36(Fr)	Si	14

## Verifica spostamenti verticali delle aste in Acciaio secondo NTC 2018

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Simbologia:

L Luce della trave a cui appartiene l'asta

$\delta_c$  Monta iniziale della trave

x Ascissa, nel sistema locale dell'asta, corrispondente allo spostamento massimo

Comb. Combinazione/i di carico Rara/e

$\delta_{max}$  Spostamento nello stato finale depurato della monta iniziale (positivo se diretto verso il basso)

$\delta_2$  Spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (positivo se diretto verso il basso)

L/k: Valore limite

N.b. La verifica è soddisfatta se il valore assoluto degli spostamenti è inferiore al limite

**Travata: 5 [2,4]:** L=519 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	
259	21	1.34	2.07	1.5

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
259	21	0.33	1.73	5.2

**Travata: 6 [6,8]:** L=519 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	
259	21	0.95	2.07	2.2

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
259	21	0.23	1.73	7.5

**Travata: 11 [6,2]:** L=535 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	
267	21	0.66	2.14	3.3

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
267	21	0.17	1.78	11

**Travata: 12 [8,4]:** L=535 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	
267	21	0.78	2.14	2.7

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
267	21	0.20	1.78	8.9

**Travata: 11 [2,14]:** L=116 cm, Modello =Sbalzo, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/125.00	Cs
cm		cm	cm	
116	21	0.02	0.93	56

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/150.00	Cs
cm		cm	cm	
116	21	0.00	0.78	>100

**Travata: 12 [4,15]:** L=116 cm, Modello =Sbalzo, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/125.00	Cs
cm		cm	cm	
116	21	0.02	0.93	47

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/150.00	Cs
cm		cm	cm	
116	21	0.01	0.78	>100

**Travata: 0 [0,0]:** L=535 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
267	21	1.23	2.14	1.7

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
267	21	0.31	1.78	5.7

**Travata: 1 [0,16]:** L=116 cm, Modello =Appoggiata, Crit.Prog: Acciaio\_Flessione,  $\delta_c = 0$  cm: **Verificato**

Verifica spostamento nello stato finale (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_{max}$	L/250.00	Cs
cm		cm	cm	
47	21	-0.00	0.47	>100

Verifica spostamento elastico dovuto ai soli carichi variabili (§4.2.4.2.1 - NTC)

x	Comb.	$\delta_2$	L/300.00	Cs
cm		cm	cm	
47	21	-0.00	0.39	>100

## Verifica spostamenti laterali delle colonne in acciaio secondo NTC 2018

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Simbologia:

Interp.	Interpiano
NS e NI	Nodi giacenti sulla stessa verticale, appartenenti all'impalcato j e i, rispettivamente, dell'interpiano i-j
Nodo	Nodo/i dell'ultimo impalcato
Comb	Combinazione/i di carico Rara/e più gravosa/e
SpostX sup.	Spostamento lungo x del nodo superiore per la combinazione Comb.
SpostY sup.	Spostamento lungo y del nodo superiore per la combinazione Comb.
SpostX inf.	Spostamento lungo x del nodo inferiore per la combinazione Comb.
SpostY inf.	Spostamento lungo y del nodo inferiore per la combinazione Comb.
$\delta$	Spostamento/i orizzontale/i relativo/i di piano
$\Delta$	Spostamento/i orizzontale/i totale/i
L/k	Limite di deformabilità (Tab. 4.2.XIII, §4.2.4.2.2 - NTC 2018)

Verifica spostamenti orizzontali relativi di piano (§4.2.4.2.2 - NTC)

Interp.	NS	NI.	Comb.	SpostX sup.	SpostY sup.	SpostX inf.	SpostY inf.	$\delta$	h/300	Verifica
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	
0-1	2	1	18	0.05	-0.30	0.00	0.00	0.31	1.17	Si
0-1	4	3	18	0.05	-0.35	0.00	0.00	0.35	1.17	Si
0-1	6	5	18	0.00	-0.30	0.00	0.00	0.30	1.17	Si
0-1	8	7	18	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.35	1.17	Si

Verifica spostamenti orizzontali in sommità (§4.2.4.2.2 - NTC)

Nodo	Comb.	SpostX	SpostY	$\Delta$	H/500	Verifica
		cm	cm	cm	cm	
2	18	0.05	-0.30	0.31	0.70	Si
4	18	0.05	-0.35	0.35	0.70	Si
6	18	0.00	-0.30	0.30	0.70	Si
8	18	0.00	-0.35	0.35	0.70	Si