



Illustrazione sintetica degli elementi essenziali per la realizzazione di una Vasca in c.a. con tettoia metallica

Appaltante: O.P.A.S. soc. coop. Agr.

Sede Legale: via Cappello, 5 46100 Mantova (MN)

Ubicazione Edificio:

Via: Via per Guastalla n° 21/A

Comune: Carpi

Provincia: Modena(MO)

IL PROGETTISTA STRUTTURALE: Ing. Carlo Poma

Sommario

Illustrazione sintetica degli elementi essenziali per la realizzazione di una Vasca in c.a. con tettoia metallica	1
Descrizione del progetto.....	3
Azioni di progetto	4
Dati inseriti nella modellazione	10
Lista materiali introdotti:	10
Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2018	11
Materiali impiegati	16
Schemi di carico	18
Deformate qualitative.....	24
Diagrammi delle sollecitazioni	27
Analisi Dinamica.....	31
Risultati Dell'analisi Dinamica	31
Verifica di rigidezza	39
Valutazione Effetti NON-Lineari Pd_r/V_h	40
Verifica Pannello sandwich	42
Verifica Travi metalliche	43
Verifica di deformabilità	45
Verifica Pilastri metallici	46
Verifica di deformabilità	48
Verifica Nodi in acciaio	49
Verifica Pareti Perimetrali.....	54
Parete Trasversale	54
Parete Longitudinale.....	59
Verifica Platea	61
Verifica Geotecnica Platea	65

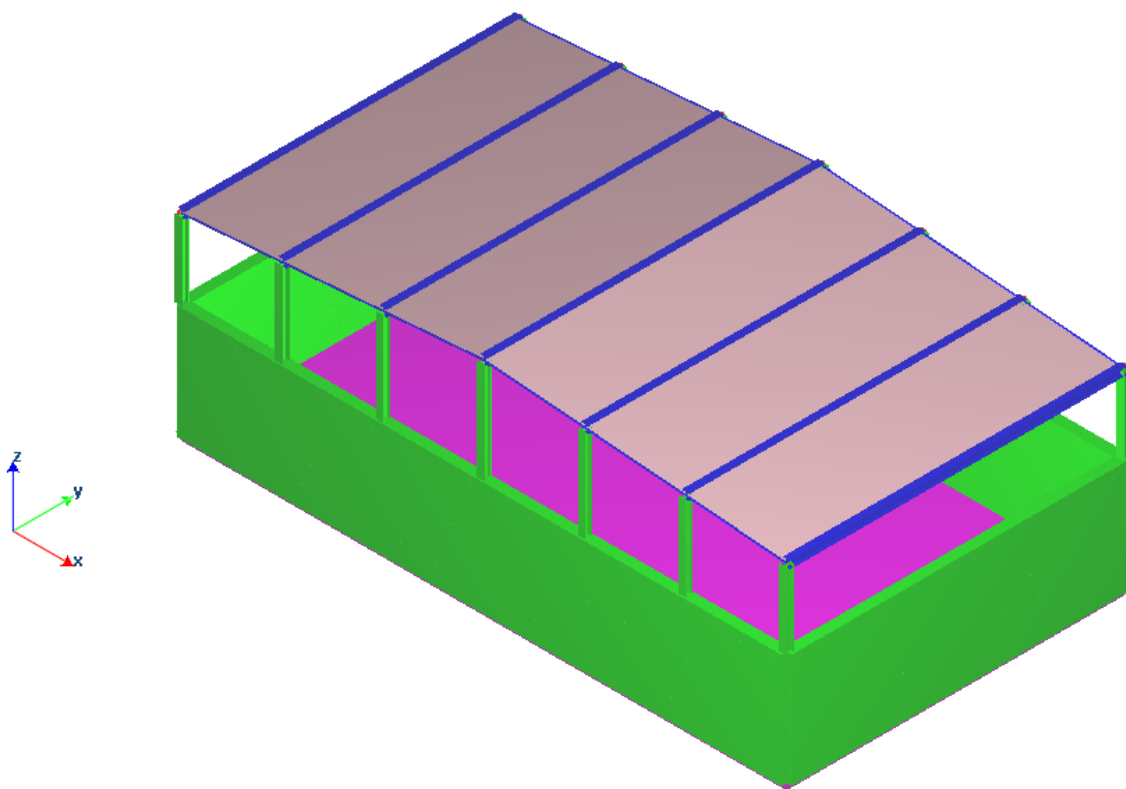
Descrizione del progetto

Oggetto della presente relazione è la progettazione di una vasca in c.a. idonea a contenere del liquido per un'altezza inferiore a 2.70 m , tale viene coperta con una tettoia in acciaio.

Le dimensioni in pianta sono di 8.50 m x14.85 m e la copertura metallica è composta da 7 telai metallici ad altezza variabile tale da dare una pendenza alla copertura stessa che sarà realizzata con pannelli sandwich.

Ai fini geotecnici il terreno è prettamente coesivo con una coesione non drenata caratteristica di $0,55 \text{ kg/cm}^2$, ed il terreno da un punto di vista sismico viene classificato con una categoria C.

Per la progettazione strutturale si è impiegato un fattore di struttura unitario, considerando quindi un comportamento non dissipativo ed una verifica degli elementi in campo elastico.



Azioni di progetto

Peso specifico liquido: 1000 daN/m³

Altezza spinta: 2.70 m

Spinta alla base: 2700 daN/m²

Comune : CARPI

Provincia : Modena - MO -

Regione: Emilia Romagna

Quota altimetrica S.L.M. :

26 m

Periodo di ritorno

50 anni

CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

○	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza e della Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona III Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	26
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.50

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

T_r (periodo di ritorno)	50	anni
q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50	

Amplificazione per Periodo di ritorno

1.00

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

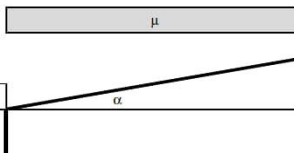
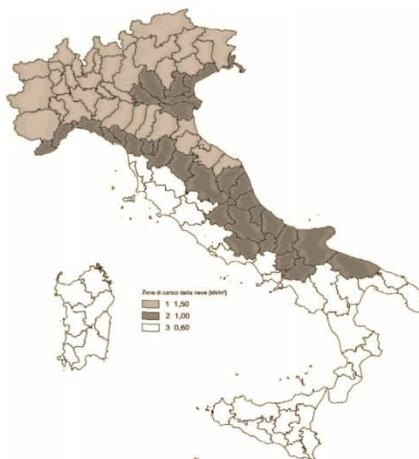
α (inclinazione falda [°])	0
μ	0.8

Amplificazione per dimensione

L	20	m
W	20	m
Cef =	1.00	

Carico neve in corrispondenza della copertura

q_s (carico della neve in copertura) **1.20 kN/mq**



CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

Periodo di ritorno 50 anni

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
2	25	750	0.45
a_0 (altitudine sul livello del mare [m])			26

Coefficiente di altitudine

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$	
$c_a = 1 + k_s (a_0/a_s - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m	
Velocità base di riferimento: $v_b = v_{b,0} \cdot c_a$ [m/s]	25

Coefficiente di ritorno

$C_r = 0.75 \cdot \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$	
$C_r = 1$ per $T_R = 50$ anni	
Velocità di riferimento: $V_r = V_b \cdot C_r$ [m/s]	25

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_t \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_t (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_t = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3)$$

q_t [N/mq]	391
--------------	-----

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, mare, laghi,...)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m	750m		
	mare	2 km	10 km	30 km		
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6						
	costa		500m			
	mare	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V	V
B	--	II	III	IV	IV	IV
C	--	II	III	III	IV	IV
D	I	I	II	II	III	III

ZONE 7,8				
	mare	1.5 km	0.5 km	costa
A	--	--	IV	
B	--	--	IV	
C	--	--	III	
D	I	II	*	
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7				

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

Z altezza est. [m]	Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
9.50 m	2	D	26

$c_a(z) = k_r^2 \cdot c_r \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_r \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
$c_a(z) = c_a(z_{min})$ per $z < z_{min}$

Cat. Esposiz	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_1
II	0.19	0.05	4	1

$C_e (z = 9.5 \text{ m})$	2.32
---------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza max z=9.5 m vale:

906 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0,8 si ha la seguente pressione :

725 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0,4 si ha la seguente pressione :

362 N/mq

$C_e (z = 4 \text{ m})$	1.80
-------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza z= 4 m vale:

703 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0,8 si ha la seguente pressione :

563 N/mq

Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0,4 si ha la seguente pressione :

281 N/mq



- Parametri di calcolo Analisi Dinamica

- Spettro in accordo con TU 2018

- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

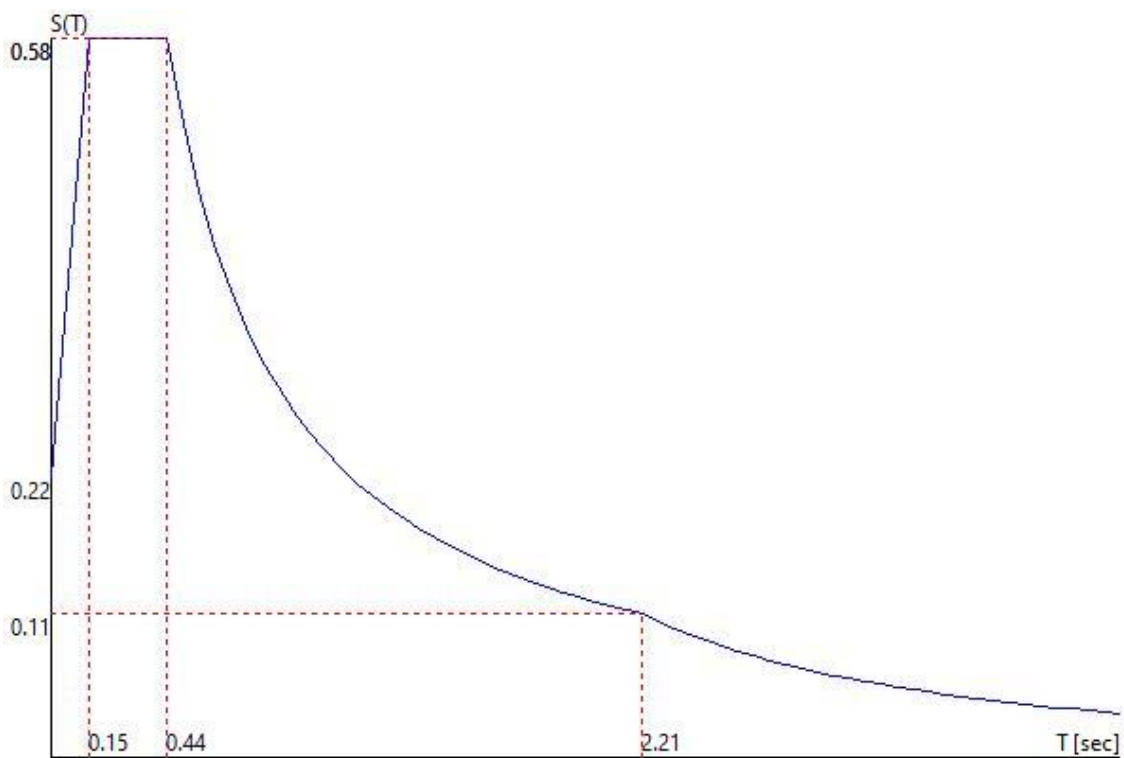
Stato Limite	C $q_o = C \alpha_u / \alpha_1$	q_H	q_V
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso ($0.05 = 5\%$) 0.05

- TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)
- S_s 1.464
- T_b 0.15 [sec]
- T_c 0.44 [sec]
- T_o 2.21 [sec]
- a_g/g 0.1529
- F_o 2.5730
- T_c' 0.2700

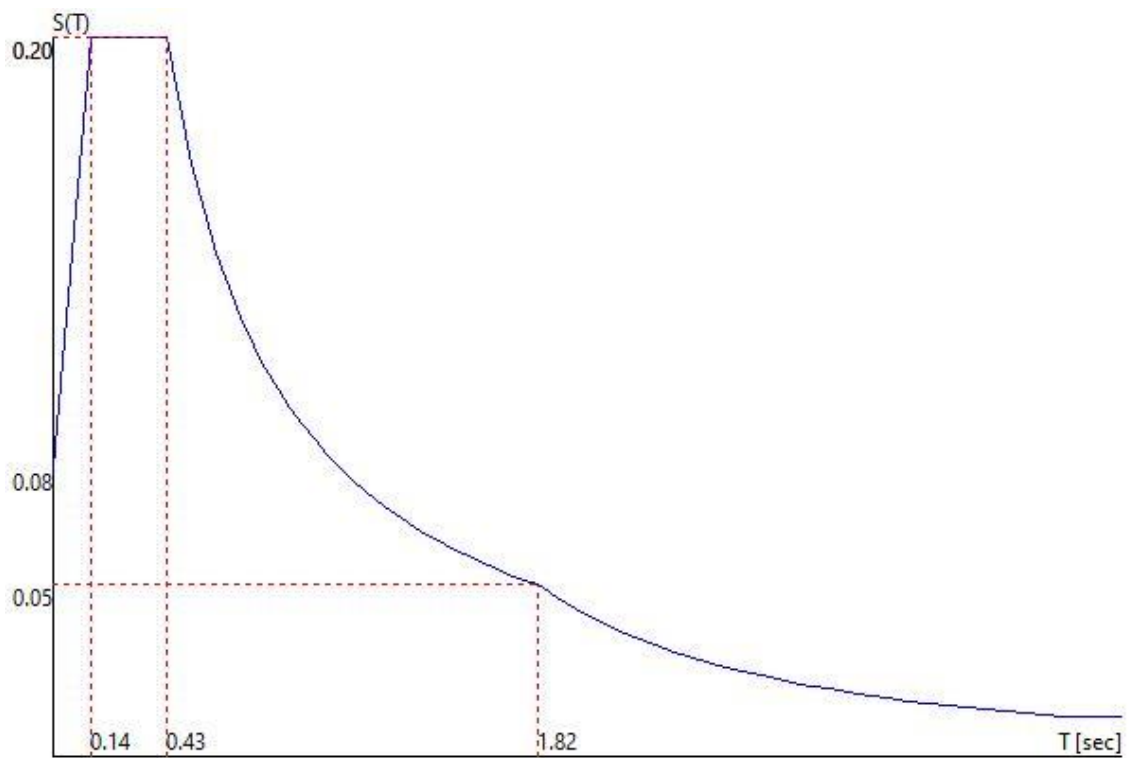
- TU 2018 SLV H



- TU 2018 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.14 [sec]
- T_C 0.43 [sec]
- T_D 1.82 [sec]
- a_g/g 0.0539
- F_o 2.5093
- T_c^* 0.2639

- TU 2018 SLD H



- Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:*

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	P.P.	1.000000
2	P.S.	1.000000
3	P.N.S.	1.000000
4	Neve [q	0.000000
5	Vento [+X]	0.000000
6	Vento [+Y]	0.000000
7	Vento [- X]	0.000000
8	Vento [- Y]	0.000000
9	Variabile cat.[A-B-G]	0.300000
10	Variabile cat.[C-D-F]	0.600000
11	Variabile cat.[E]	0.800000
12	Variazioni Termiche	0.000000
13	> 1000 m]	0.200000
14	Carroponte [+]	0.000000
15	Carroponte [-]	0.000000
16	peso olii fondo vasca	0.000000
17	Spinta[+X]	0.000000
18	Spinta[+Y]	0.000000
19	Spinta[-X]	0.000000
20	Spinta[-Y]	0.000000
21	Massa Sismica	1.000000
22	Tamp. [// Y]	0.000000
23	Tamp. [// X]	0.000000
24	Sp.Terr. [+X]	0.000000
25	Sp.Terr. [-X]	0.000000
26	Sp.Terr. [+Y]	0.000000
27	Sp.Terr. [-Y]	0.000000

- Direzioni d'ingresso del Sisma*

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 5 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 6 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 7 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLV Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLD Direzione 9 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 10 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLD Direzione 11 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 12 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLD Direzione 13 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLD Direzione 14 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLD Direzione 15 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLD Direzione 16 Angolo in pianta 270.00 [°]

Dati inseriti nella modellazione

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [kg/cm ²]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]
3	ACCIAIO S 235	Non specificato	2100000.0	0.30	0.000012	7850.0
4	CLS IN OPERA	Non specificato	314000.0	0.12	0.000012	2500.0

- Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm ³]	E [kg/cm ²]	v	k Winkler _H [kg/cm ³]	σ_{Max} [kg/cm ²]	Commento
1	1.0			0.0	1.0	Default

- Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]
1	3	HEA 180 Pilastro(D.B.)

Sezione	Area [cm ²]	J3 [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	45.33	2514	925	0	15	4.2	1.4

- Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]
1	3	HEA 180 traverso(D.B.)

Sezione	Area [cm ²]	J3 [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	45.33	2514	925	0	15	4.2	1.4

- Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
1	4	s= 30 [cm]	Mesh platea Platea 30Eps.Z=0
2	4	s= 25 [cm]	Mesh isotropa MUROEps.Z=0

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2018

Analisi svolta tenendo conto dell'eccentricità dell'asse baricentrico degli elementi trave e pilastro

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 27

Condizione	
1	P.P.
2	P.S.
3	P.N.S.
4	Neve [q
5	Vento [+X]
6	Vento [+Y]
7	Vento [- X]
8	Vento [- Y]
9	Variabile cat.[A-B-G]
10	Variabile cat.[C-D-F]
11	Variabile cat.[E]
12	Variazioni Termiche
13	> 1000 m]
14	Carroponte [+]
15	Carroponte [-]
16	peso olii fondo vasca
17	Spinta[+X]
18	Spinta[+Y]
19	Spinta[-X]
20	Spinta[-Y]
21	Massa Sismica
22	Tamp. [// Y]
23	Tamp. [// X]
24	Sp.Terr. [+X]
25	Sp.Terr. [-X]
26	Sp.Terr. [+Y]
27	Sp.Terr. [-Y]
28	Sisma 0SLU
29	Sisma 0SLU
30	Sisma 90SLU
31	Sisma 90SLU
32	Sisma 180SLU
33	Sisma 180SLU
34	Sisma 270SLU
35	Sisma 270SLU
36	Sisma 0SLD
37	Sisma 0SLD
38	Sisma 90SLD
39	Sisma 90SLD
40	Sisma 180SLD
41	Sisma 180SLD
42	Sisma 270SLD
43	Sisma 270SLD

Numero di combinazioni di carico . : 69

- *Combinazioni di carico:*

- *Combinazioni agli Stati Limite Ultimi*

Combinazione di carico numero																				
1	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
2	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
3	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
4	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
5	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[+X]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
6	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[+Y]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
7	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[-X]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
8	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 0.9 Vento[-Y]+ 0.75 Neve+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
9	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[+X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
10	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[+Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
11	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[-X]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
12	1.3 P.S. [G1]+ 1.5 P.N.S.[G2]+ 1.5 Neve + 0.9 Vento[-Y]+ 1.05 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ 1.5 Var. [Cat.E]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
13	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
14	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
15	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
16	P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.3	1.3	1.5	0.75	1.5				1.05	1.05	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5			
2	1.3	1.3	1.5	0.75		1.5			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5		1.5		
3	1.3	1.3	1.5	0.75			1.5		1.05	1.05	1.5	0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	
4	1.3	1.3	1.5	0.75				1.5	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05		1.5	1.5				1.5
5	1.3	1.3	1.5	0.75	0.9				1.5	1.5	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5	1.5		
6	1.3	1.3	1.5	0.75		0.9			1.5	1.5	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5	1.5	1.5		
7	1.3	1.3	1.5	0.75			0.9		1.5	1.5	1.5	0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	1.5
8	1.3	1.3	1.5	0.75				0.9	1.5	1.5	1.5	-0.9	1.05		1.5	1.5			1.5	1.5
9	1.3	1.3	1.5	1.5	0.9				1.05	1.05	1.5	0.9	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
10	1.3	1.3	1.5	1.5		0.9			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	
11	1.3	1.3	1.5	1.5			0.9		1.05	1.05	1.5	0.9	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
12	1.3	1.3	1.5	1.5				0.9	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.5		1.5	1.5	1.5		1.5	1.5
13	1	1	0.8		1.5							1.5		1.5		1.5	1.5			
14	1	1	0.8			1.5						-1.5		1.5		1.5		1.5		
15	1	1	0.8				1.5					1.5			1.5	1.5			1.5	
16	1	1	0.8					1.5				-1.5			1.5	1.5				1.5

• *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

Combinazione di carico numero																									
17	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
18	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
19	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
20	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
21	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
22	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
23	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
24	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
25	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
26	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
27	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
28	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
29	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
30	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+]Sp. Terreno																								
31	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
32	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-]Sp. Terreno																								
Comb.\Cond	1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
17	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03	1				1	0.3						
18	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03	-1				1							0.3
19	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03		1			1		0.3					
20	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03		-1			1							0.3
21	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1			1	0.3		1						
22	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1			-1			1		0.3				
23	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1				1	0.3		1					
24	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1			-1				1		0.3			
25	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03	1					0.3		1				
26	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03	-1							1				0.3
27	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03		1					0.3			1		
28	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03		-1								1		0.3
29	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1			1	0.3							1	
30	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1			-1					0.3			1	
31	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1				1	0.3							1
32	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1				-1					0.3			1

- Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero																				
33	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[+X]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
34	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[+Y]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
35	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[-X]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[-] + Carr.[Long-]																			
36	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Vento[-Y]+ 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.5 Neve+ Carr.[-] + Carr.[Long-]																			
37	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[+X]+ 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
38	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[+Y]+ 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
39	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[-X]+ 0.5 Neve + Carr.[-] + Carr.[Long-]																			
40	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Var. [Cat.A-B-C-D-E-F-G]+ 0.6 Vento[-Y]+ 0.5 Neve + Carr.[-] + Carr.[Long-]																			
41	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[+X]+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
42	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[+Y]+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
43	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[-X]+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
44	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ Neve + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G]+ Var.[Cat.E]+ 0.6 Vento[-Y]+ Carr.[+] + Carr.[Long+]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
33	1	1	1	0.5	1				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1			
34	1	1	1	0.5		1			0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1		1		
35	1	1	1	0.5			1		0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1			1	
36	1	1	1	0.5				1	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1				1
37	1	1	1	0.5	0.6				1	1	1	-0.6	0.2	1		1	1	1	1	1
38	1	1	1	0.5		0.6			1	1	1	0.6	0.2	1		1	1	1		
39	1	1	1	0.5			0.6		1	1	1	-0.6	0.2		1	1		1	1	
40	1	1	1	0.5				0.6	1	1	1	0.6	0.2		1	1			1	1
41	1	1	1	1	0.6				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1	1	1	
42	1	1	1	1		0.6			0.7	0.7	1	-0.6	0.2	1		1	1	1		1
43	1	1	1	1			0.6		0.7	0.7	1	0.6	0.2		1	1	1		1	1
44	1	1	1	1				0.6	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	1		1	1	1

- Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero																				
45	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[+X]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
46	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[+Y]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
47	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[-X]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
48	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Vento[-Y]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
49	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.5 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.7 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.9 Var. [Cat.E]																			
50	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.2 Neve + 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
51	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.9 Carr.[+] + 0.9 Carr.[Long+] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
52	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.9 Carr.[-] - 0.9 Carr.[Long+] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]																			
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
45	1	1	1		0.2				0.3	0.6	0.8	0.5	0.2			0.9	0.9			
46	1	1	1			0.2			0.3	0.6	0.8	0.5	0.2			0.9		0.9		
47	1	1	1				0.2		0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2			0.9			0.9	
48	1	1	1					0.2	0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2			0.9				0.9
49	1	1	1						0.5	0.7	0.9	0.5	0.2			0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
50	1	1	1	0.2					0.3	0.6	0.8	-0.5	0.7			0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
51	1	1	1						0.3	0.6	0.8	0.5	0.2	1		0.9	0.9	0.9		
52	1	1	1						0.3	0.6	0.8	-0.5	0.2		1	0.9			0.9	0.9

- Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero												
53	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G]+ 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]											
Comb.\Cond	1	2	3	9	10	11	13	16	17	18	19	20
53	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

- Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero

54	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
55	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
56	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
57	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
58	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
59	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
60	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
61	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[+Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
62	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
63	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
64	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[+Y]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
65	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-X]+ 0.3 Sisma[-Y]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
66	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
67	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[+] + 0.3 Sisma[+Z]																				
68	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[+X]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
69	P.S. [G1]+ P.N.S.[G2]+ 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F]+ 0.8 Var. [Cat.E]+ Sisma[-Y]+ 0.3 Sisma[-X]+ Mt[-] + 0.3 Sisma[+Z]																				
Comb.\Cond	1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20	22	23	36	37	38	39	40	41	42	43
54	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03	1		0.3					
55	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03	1						0.3	
56	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27			0.1	0.03		1		0.3				
57	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9			0.27	0.1	-0.03		1						0.3
58	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1	0.3		1					
59	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1			1		0.3			
60	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9			0.03	0.1		0.3		1				
61	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27		-0.03	0.1				1			0.3	
62	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03			0.3		1			
63	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03					1			0.3
64	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9		-0.1	0.03				0.3		1		
65	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03						1		0.3
66	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1	0.3						1	
67	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1					0.3		1	
68	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27			0.9	0.03	-0.1		0.3						1
69	1	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1						0.3		1

Materiali impiegati

• Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI 11104

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Class e	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{cfm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_{c2}	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rar}$	$\sigma_{c,QP}$
	MPa			MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa			MPa	MPa
C25/30	25.00	0.85	1.50	31,475.81	14.17	2.57	1.80	1.20	3.08	4.04	2.70	0.0020	0.0035	15.00	11.25

• Acciaio in barre da cemento armato

Class e acciaio	f_{yk}	γ_s	f_{tk}	E_s	f_{yd}	ϵ_{yd}	ϵ_{uk}	$(f_y/f_{y,no})_k$	ϵ_{ud}	$k = (f_t/f_y)_k$	$\sigma_{s,Rar}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	MPa		MPa	MPa	MPa						MPa	$\Phi \leq 16$ mm	$\Phi > 16$ mm
B450C	450.00	1.15	540.00	210,000.00	391.30	0.00186	0.07500	≤ 1.25	0.06750	1.15 - 1.35	360.00	Classe normale 4Φ	Classe normale 7Φ

• Acciaio viti e bulloni

- Caratteristiche dimensionali conformi alle norme UNI EN ISO 4016
- Viti conformi alla norma UNI EN ISO 898-1
- Dadi conformi alla norma UNI EN 898-2
- Rosette in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40
- Piastrine in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40

Classe bulloni	Classe dado	f_{yb}	f_{tb}	α_v	γ_{M2}	γ_{M3}	$\gamma_{M6,ser}$	γ_{M7}
		MPa	MPa					
8.8	8	640.00	800.00	0.6	1.25	1.25	1.00	1.10

• Acciaio da carpenteria metallica

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento: $t \leq 40$ mm
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura protetta
- Temperatura minima del sito $T_{md} = -25$ °C
- Temperatura di riferimento $T_{Ed} = -10$ °C

Classe acciaio	Subgrade	f_{tk} [MPa]	E_s [MPa]	ν	G_s [MPa]	f_{yk} [MPa]	γ_{ov}	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	β	β_1	β_2
S 355 - UNI EN 10025-2 JR		510.00	210,000	0.30	80,769	355.00	1.25	1.05	1.05	1.25	0.90	0.70	0.85

- *Acciaio da carpenteria metallica*

- Tipologia laminati: Laminati a caldo con profili a sezione aperta
- Spessore nominale elemento: $t \leq 40\text{mm}$
- Saldature con elettrodi secondo UNI 5132
- Struttura protetta
- Temperatura minima del sito $T_{\text{md}} = -25\text{ °C}$
- Temperatura di riferimento $T_{\text{Ed}} = -10\text{ °C}$

Classe acciaio	Subgrade	f_{tk} [MPa]	E_s [MPa]	ν	G_s [MPa]	f_{yk} [MPa]	γ_{ov}	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}	β	β_1	β_2
S 235 - UNI EN 10025-2 JR		360.00	210,000	0.30	80,769	235.00	1.25	1.05	1.05	1.25	0.80	0.85	1.00

Schemi di carico

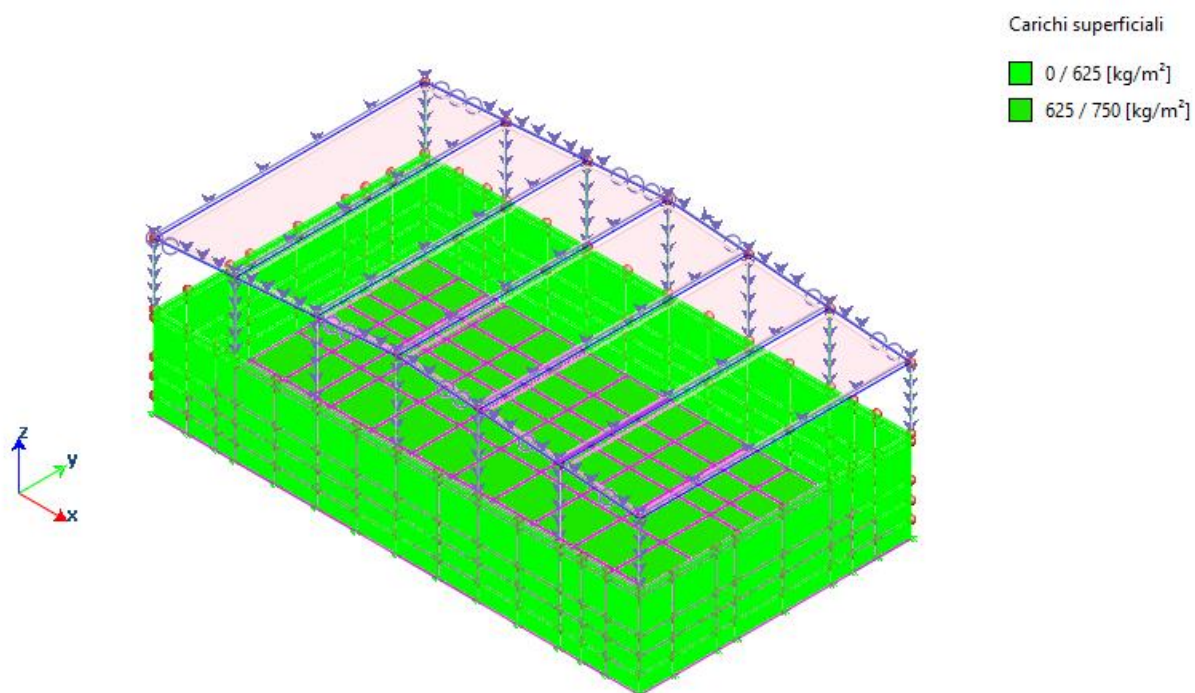


Figura G1 : Permanenti strutturali

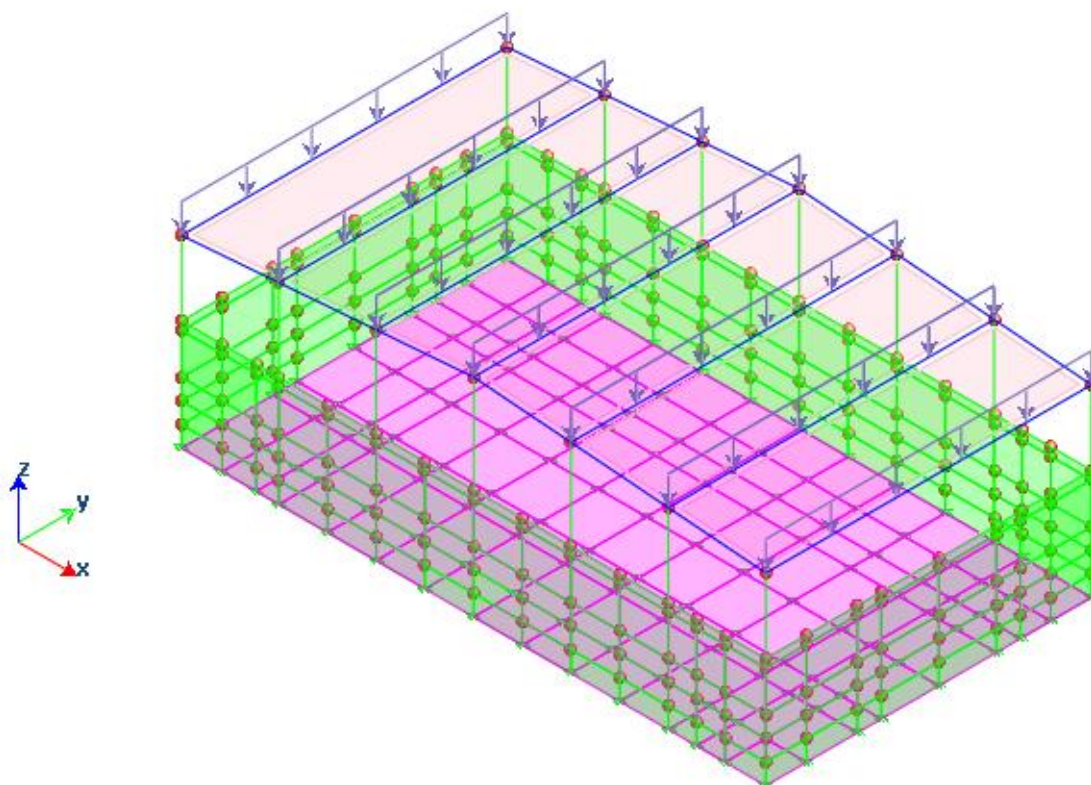


Figura G2: Permanenti non strutturali

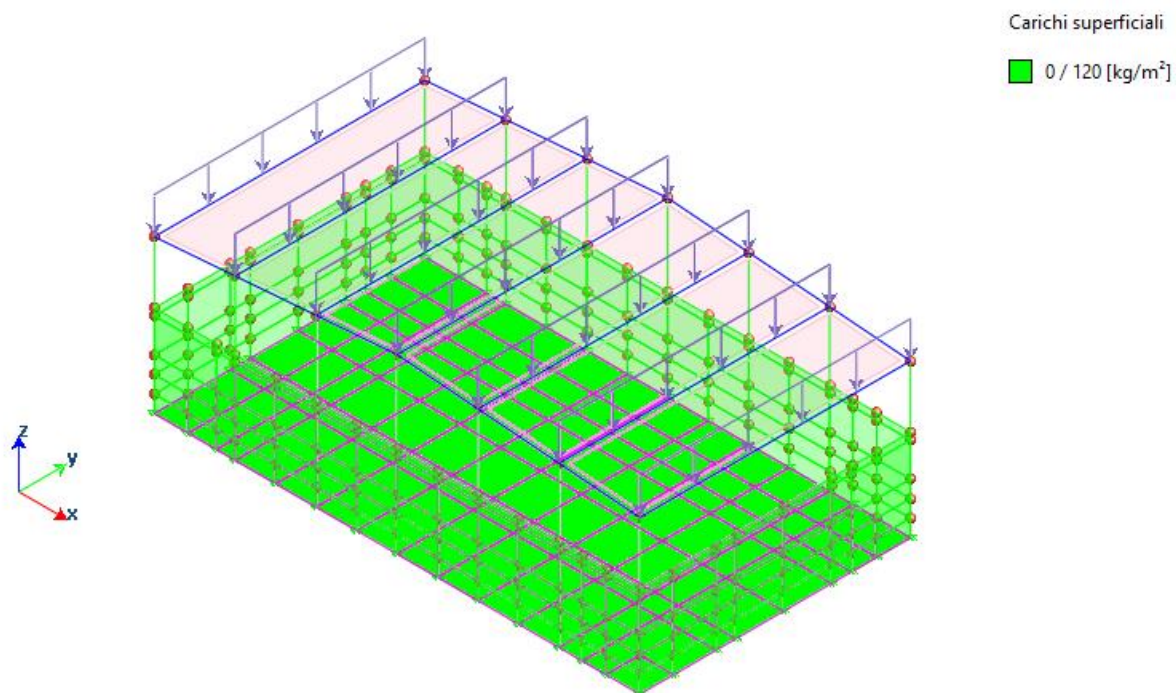


Figura Q : Azione della neve

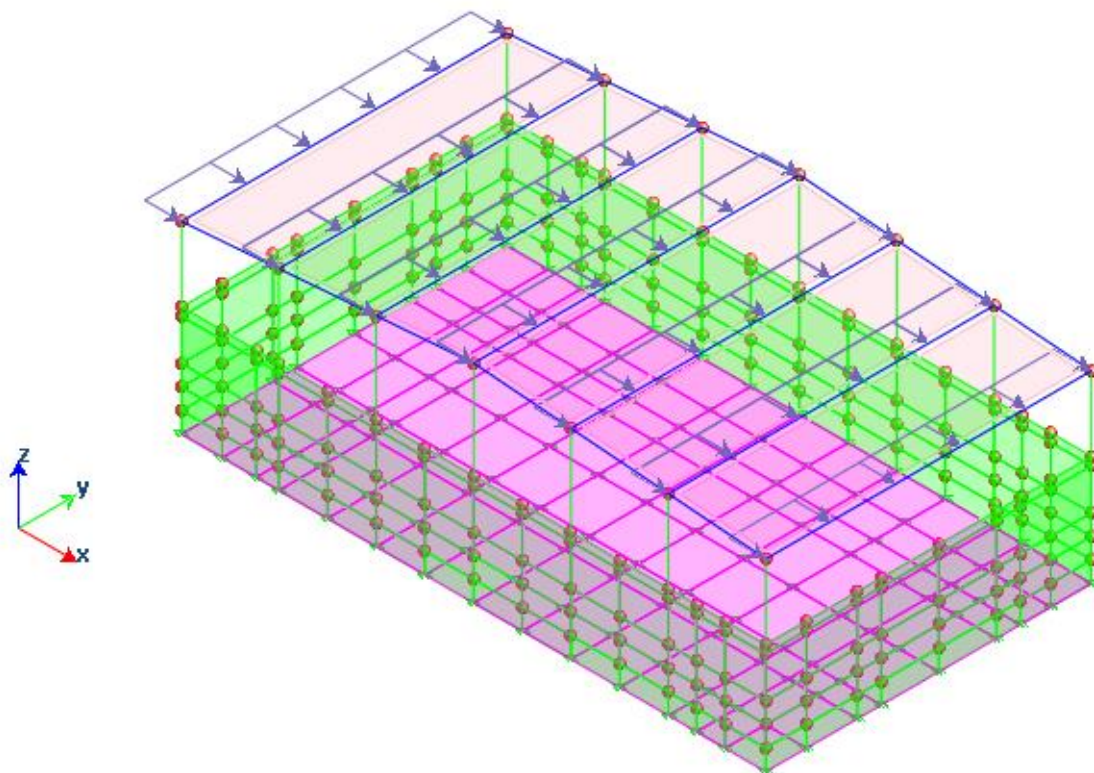


Figura Q : Azione del Vento +X

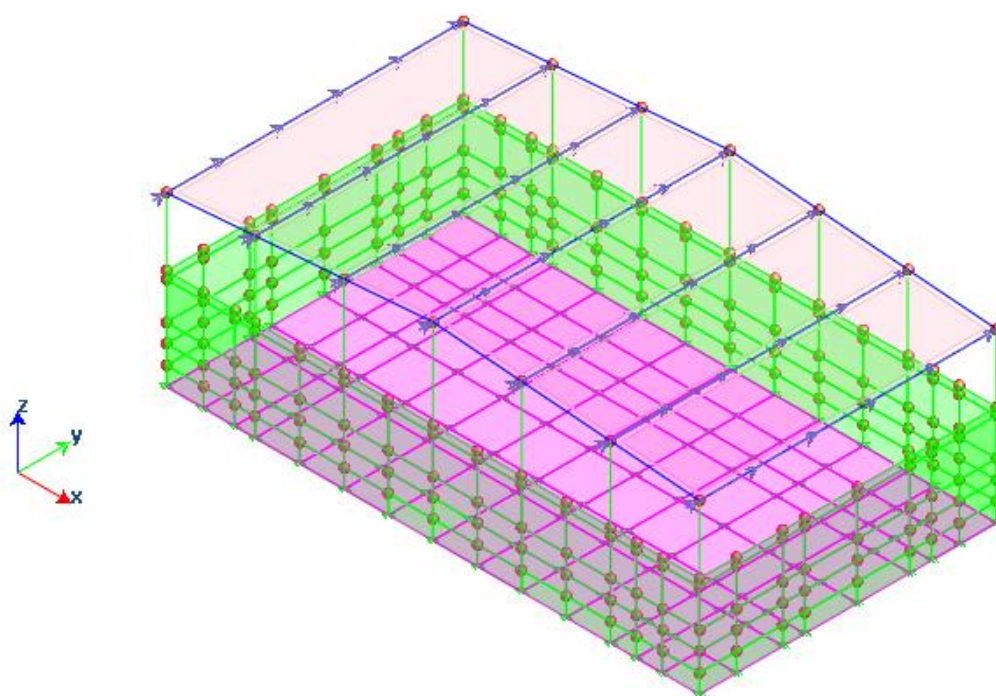


Figura Q : Azione del Vento +Y

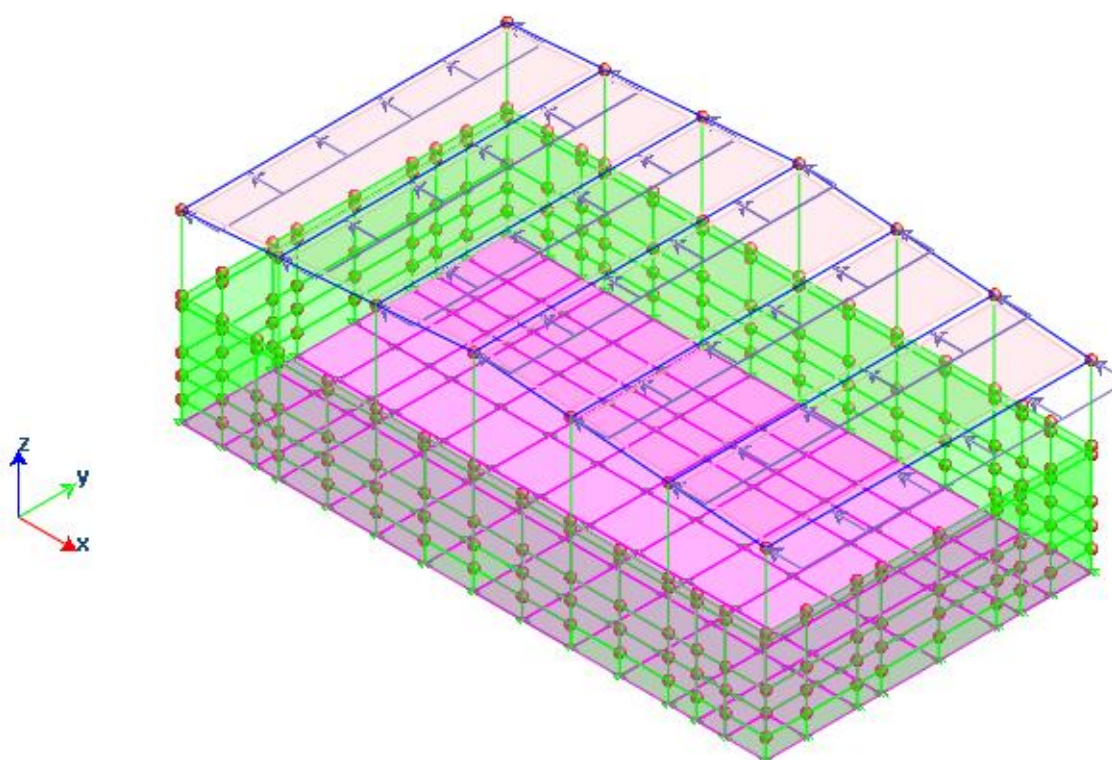


Figura Q : Azione del vento -X

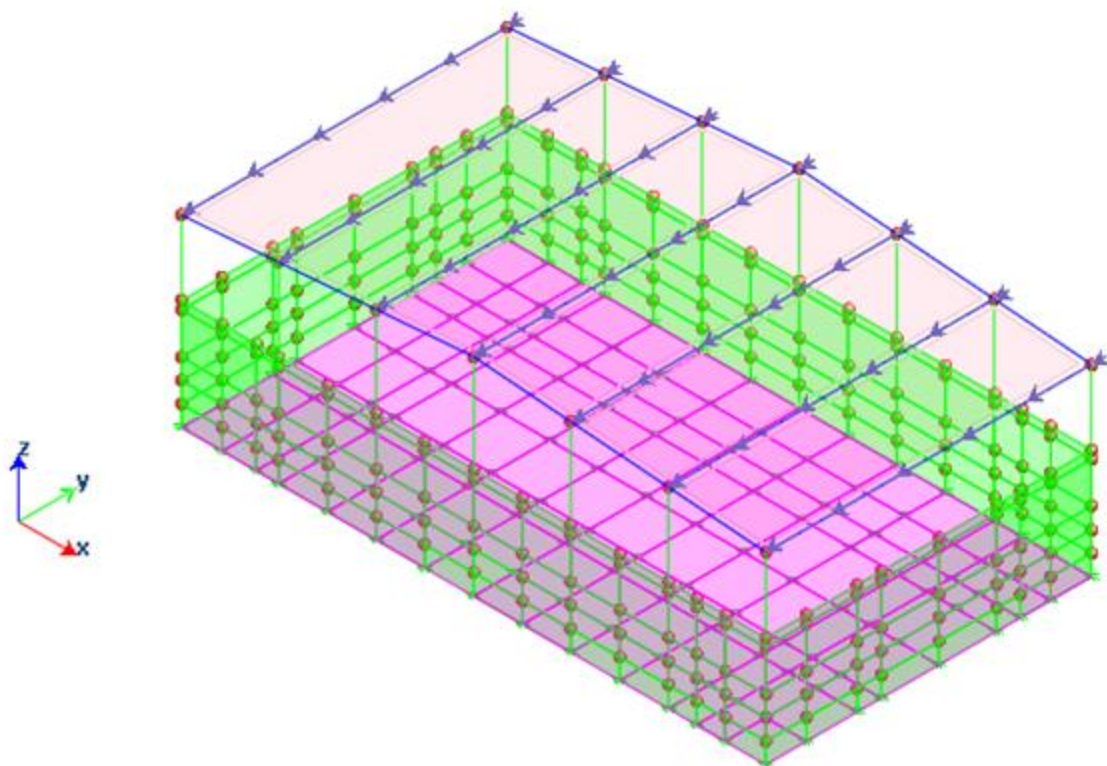


Figura Q: Azione del vento -Y

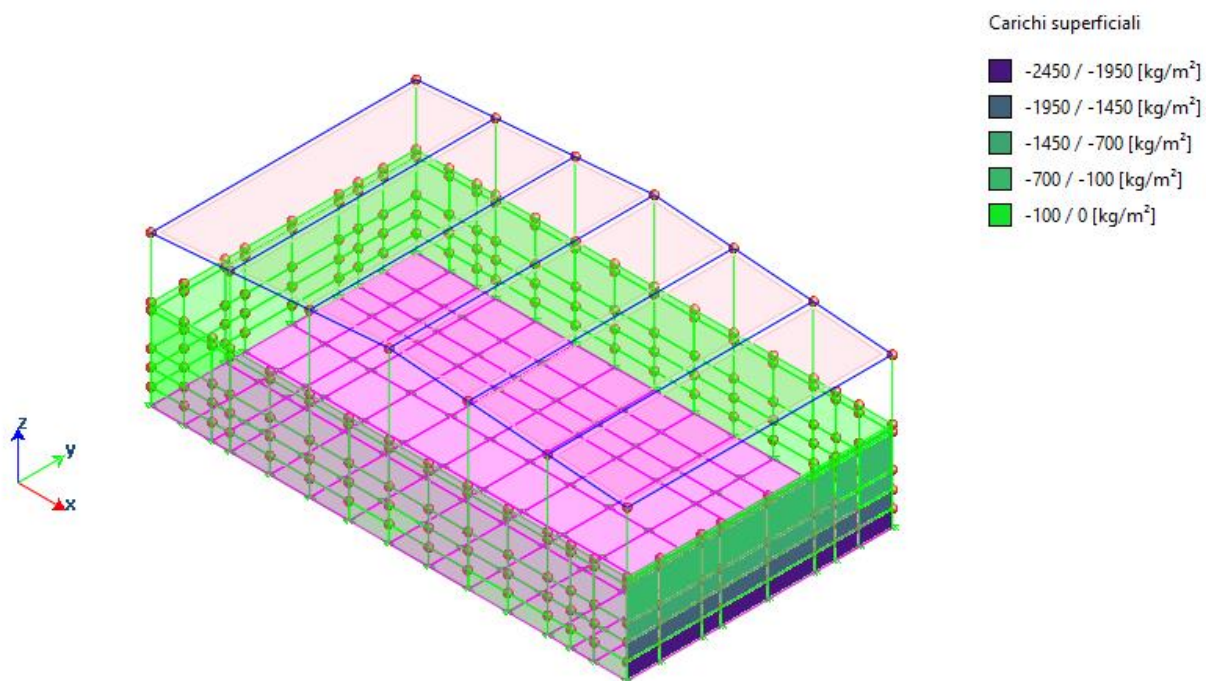


Figura Q: Spinta idraulica su parete

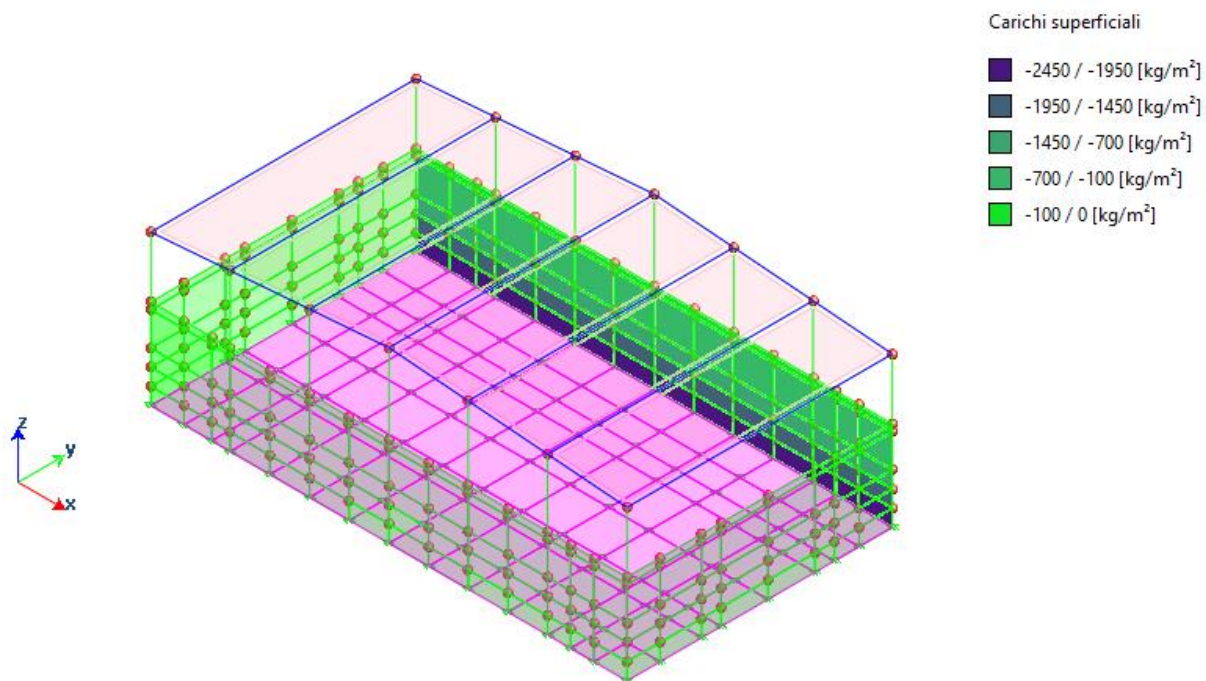


Figura Q: Spinta idraulica su parete

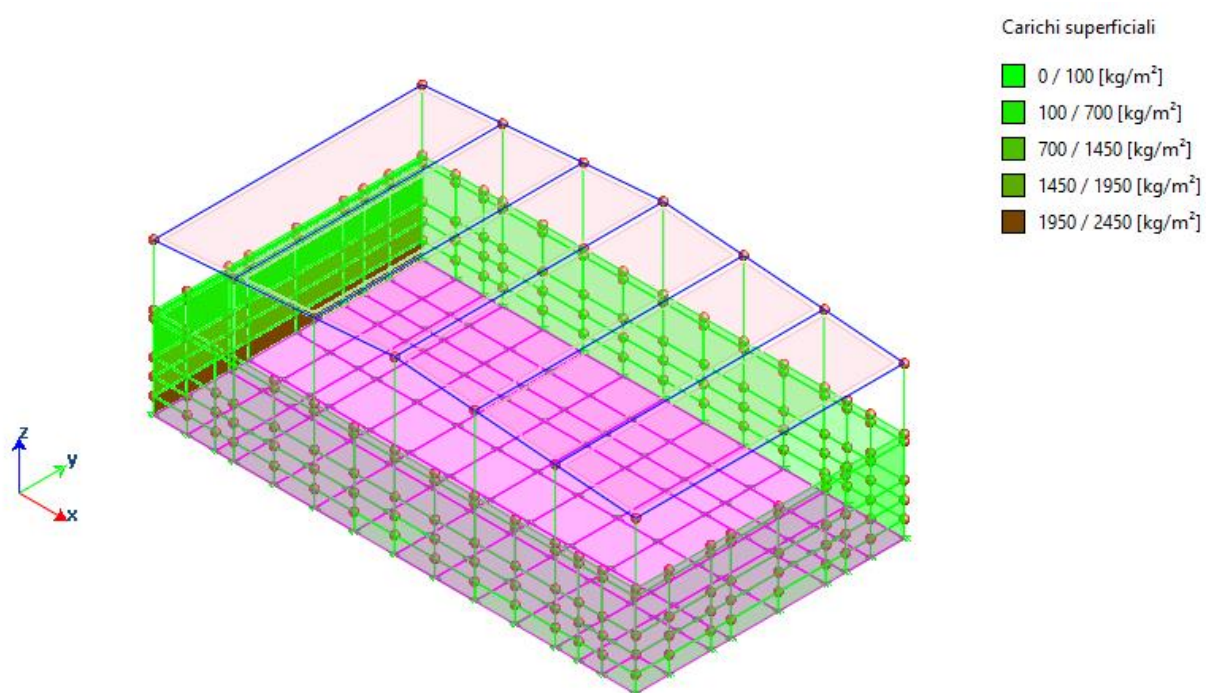


Figura Q: Spinta idraulica su parete

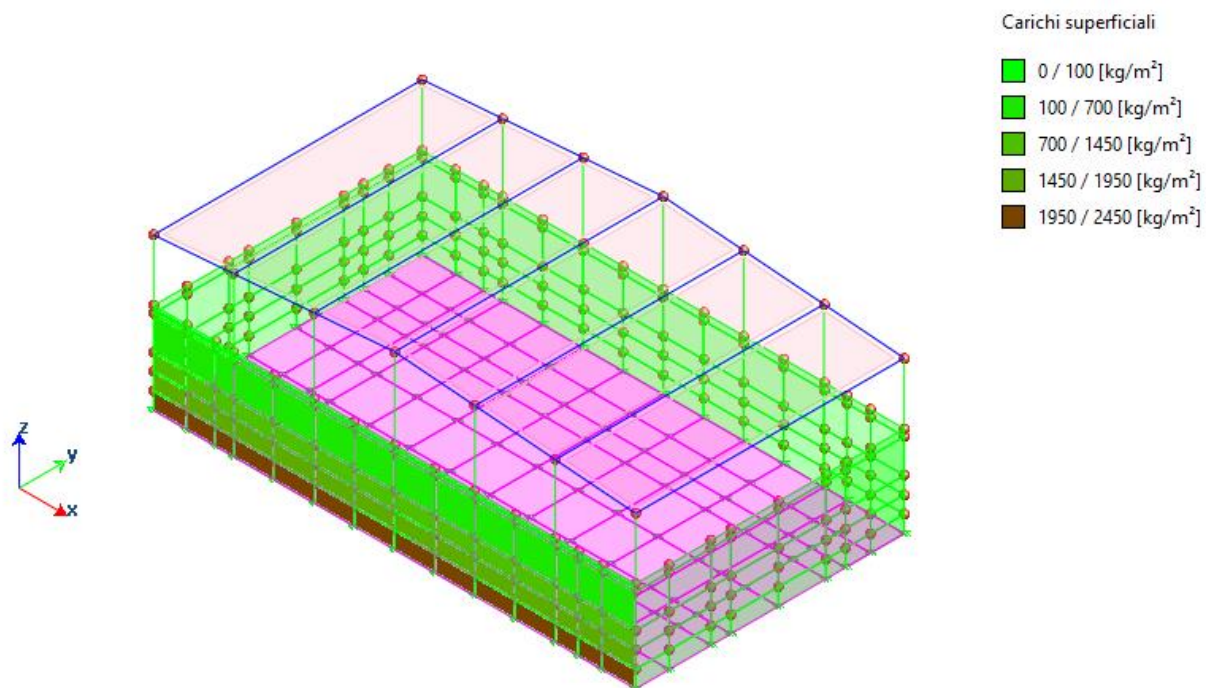


Figura Q: Spinta idraulica su parete

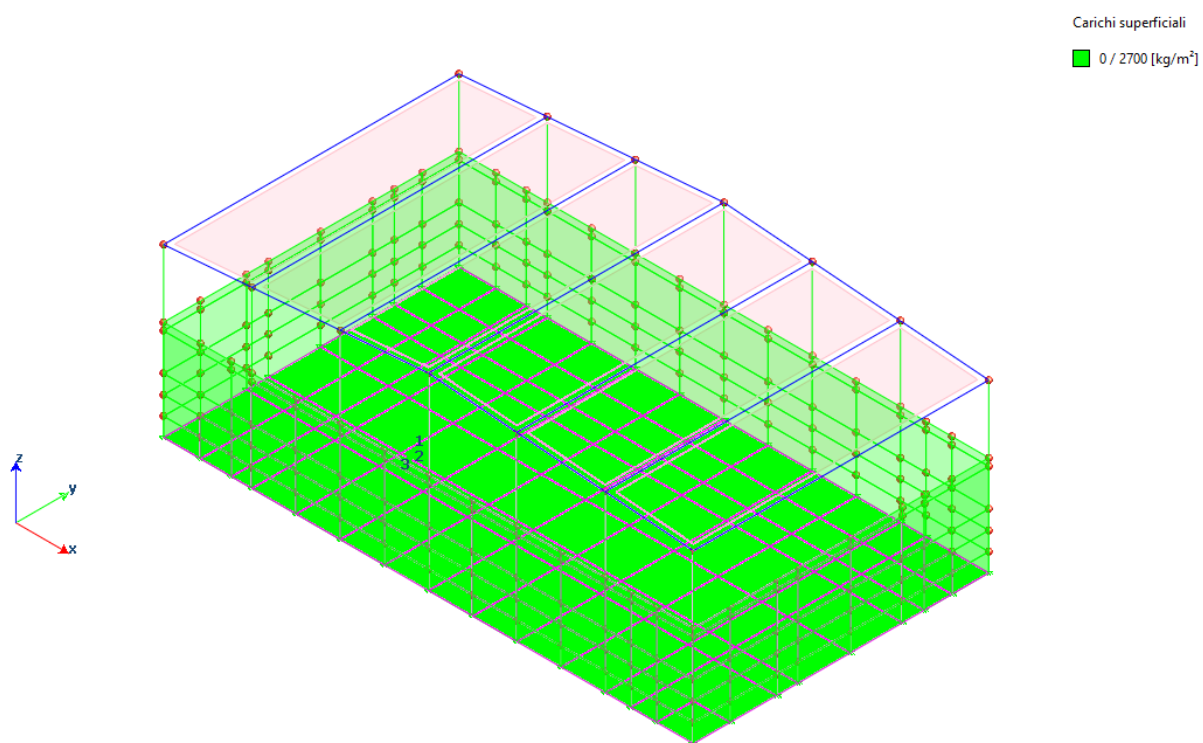


Figura: Q: Spinta idraulica su parete

Deformate qualitative

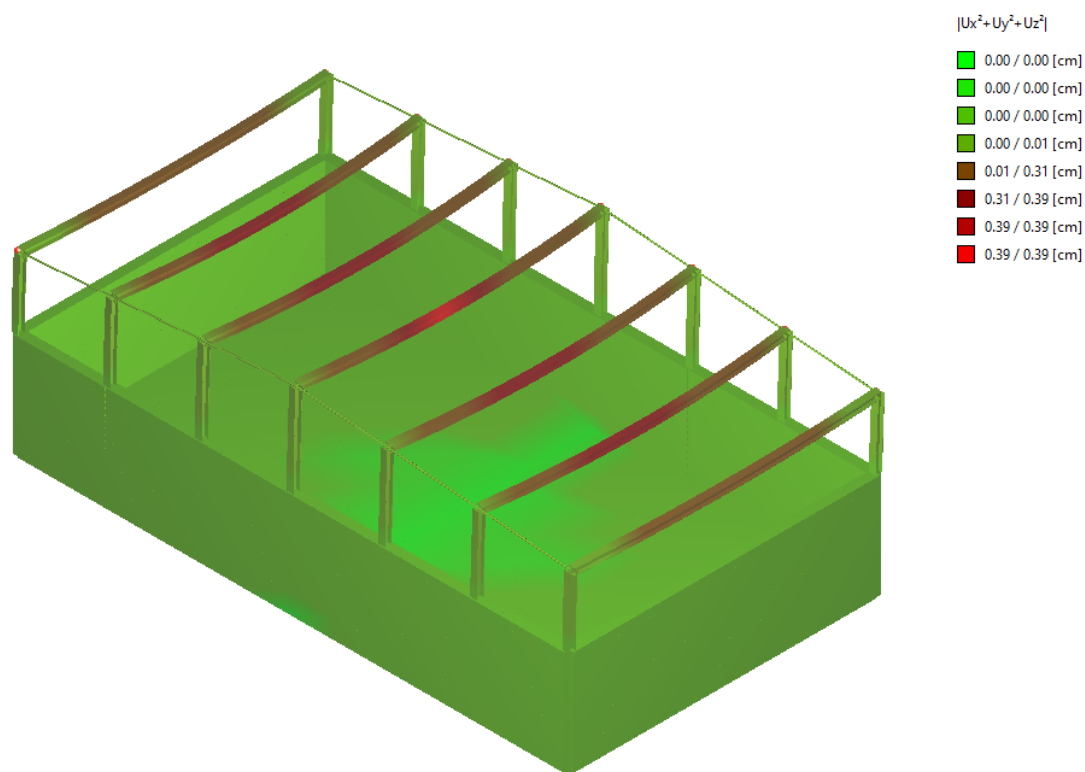


Figura 1 Vento +X

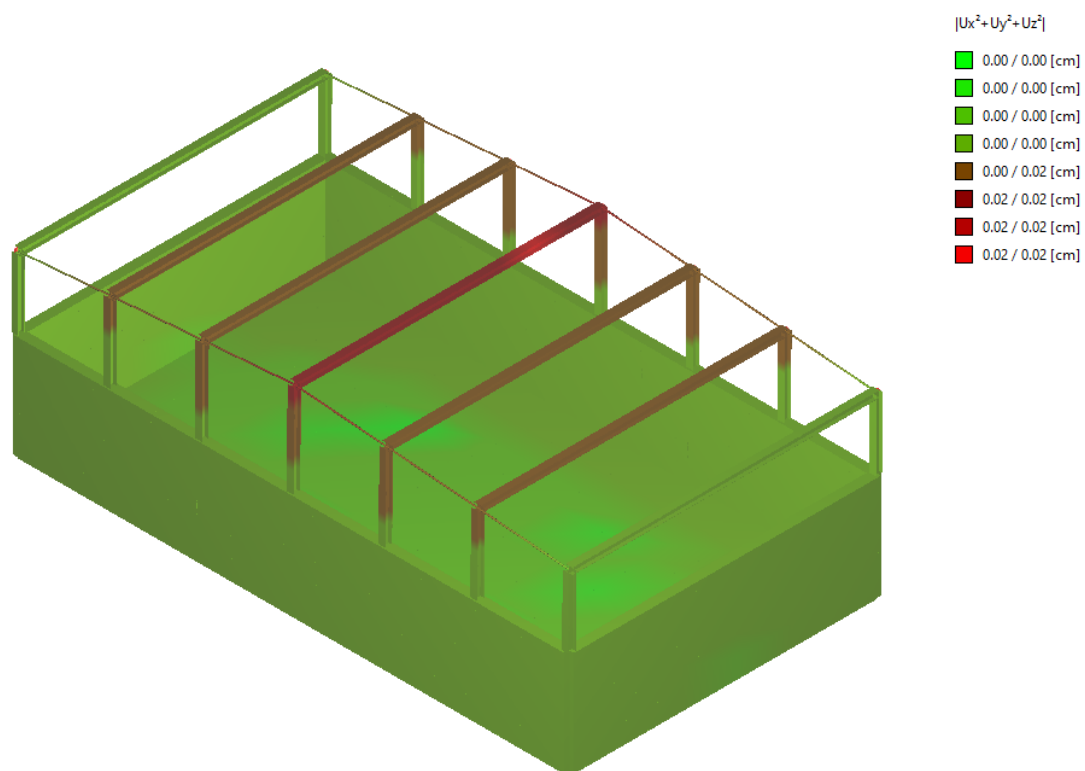
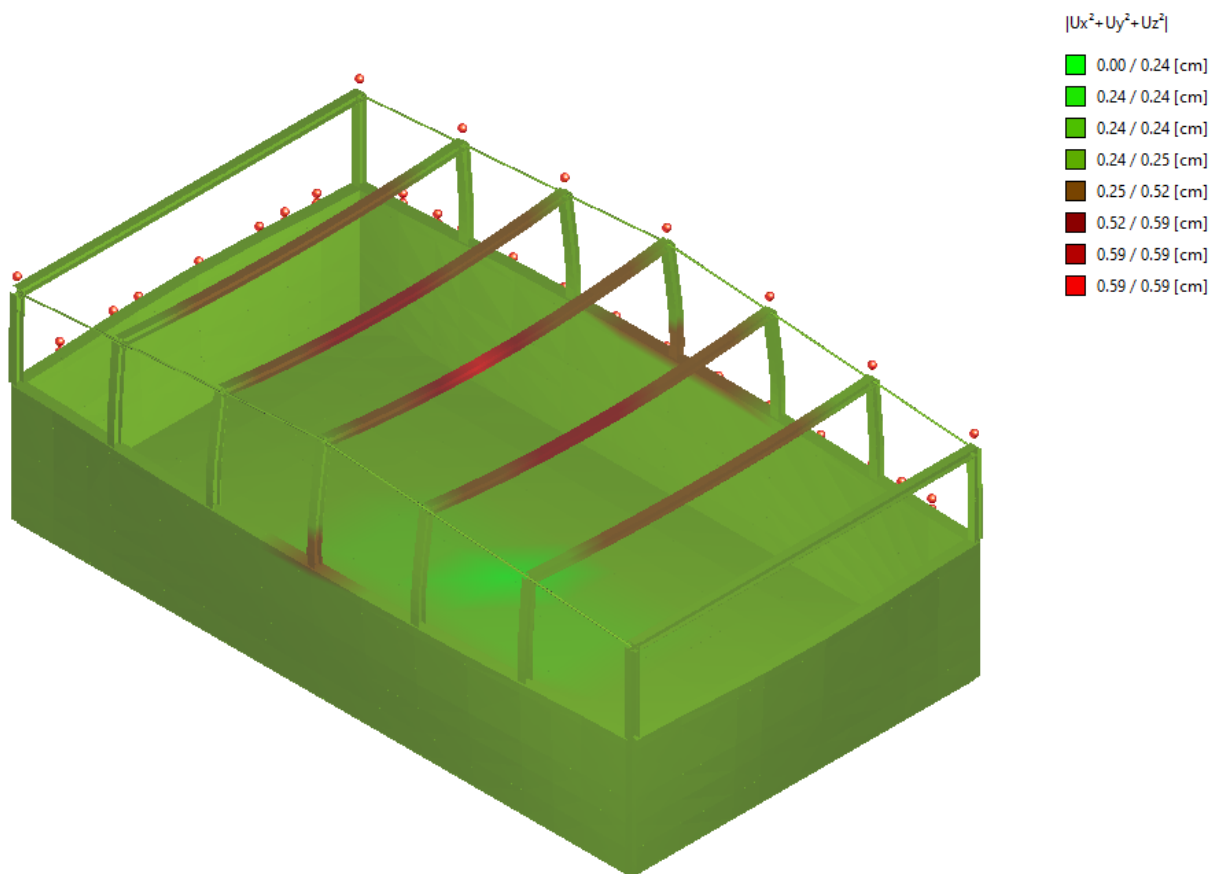


Figura : Vento +Y



Effetto della spinta idraulica

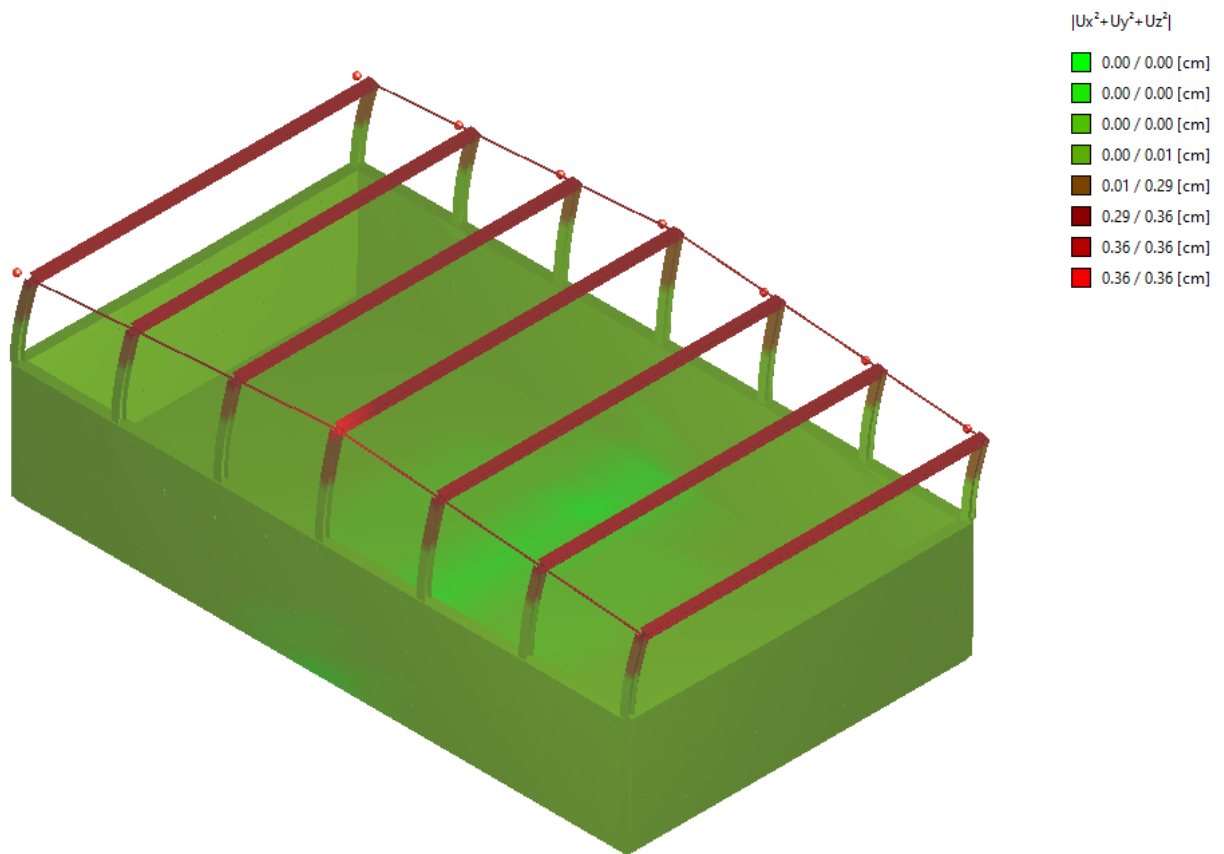


Figura 2 Sisma +X

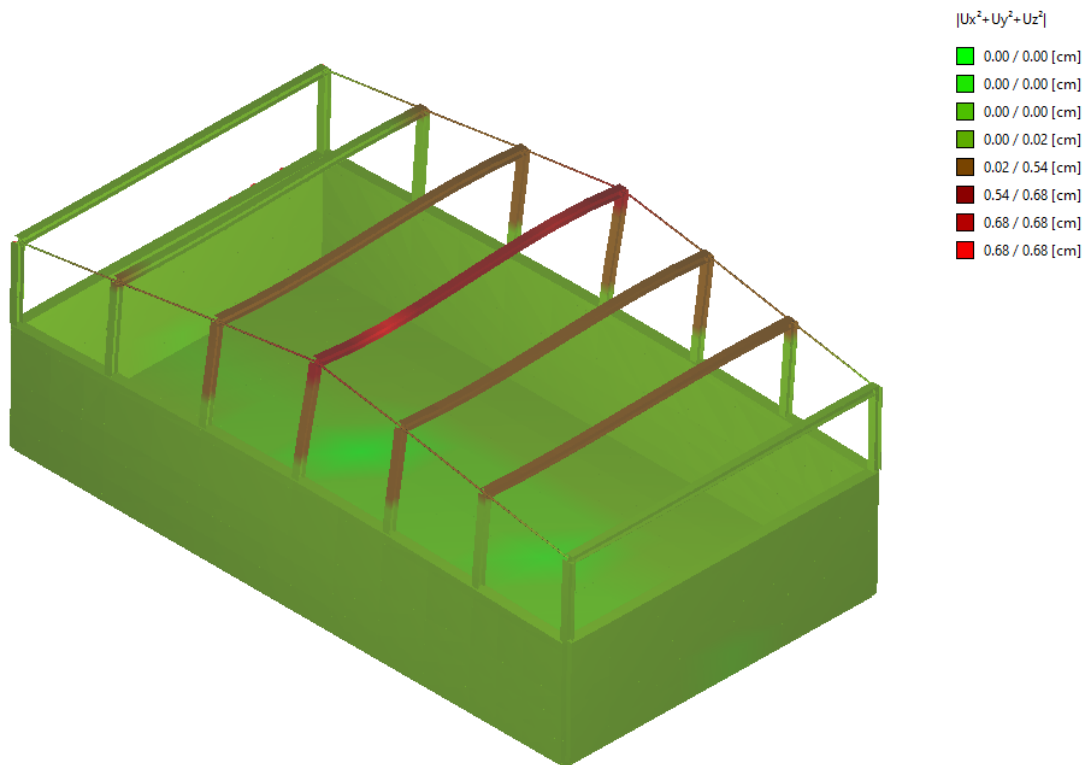
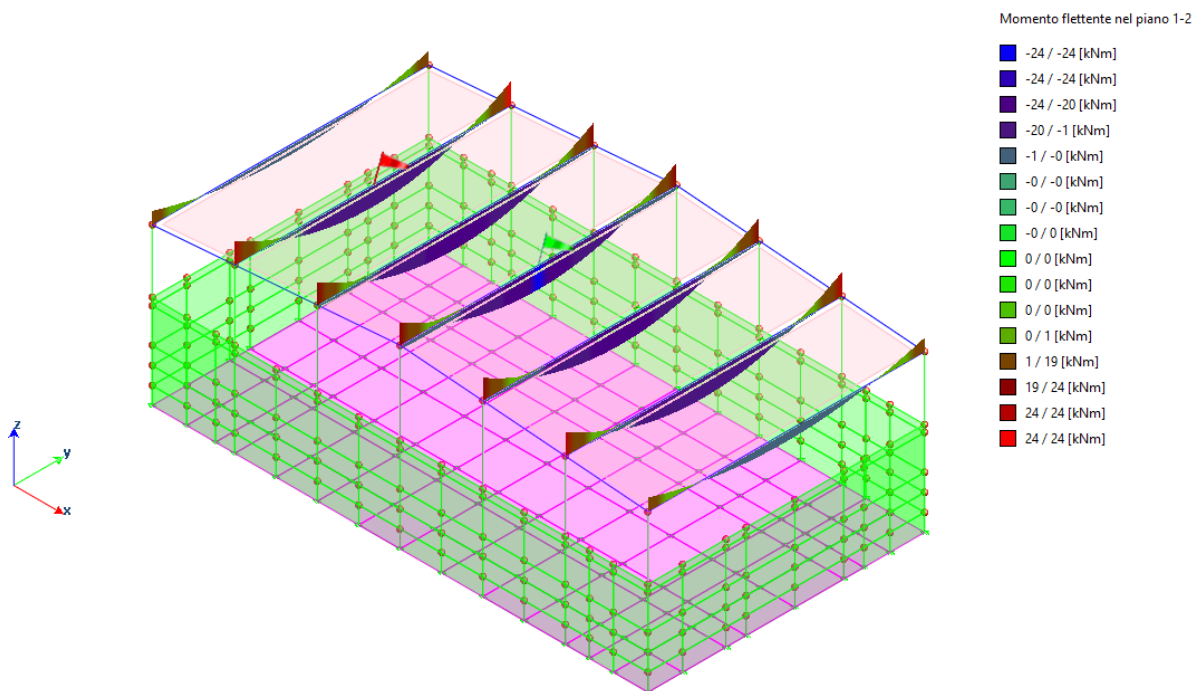
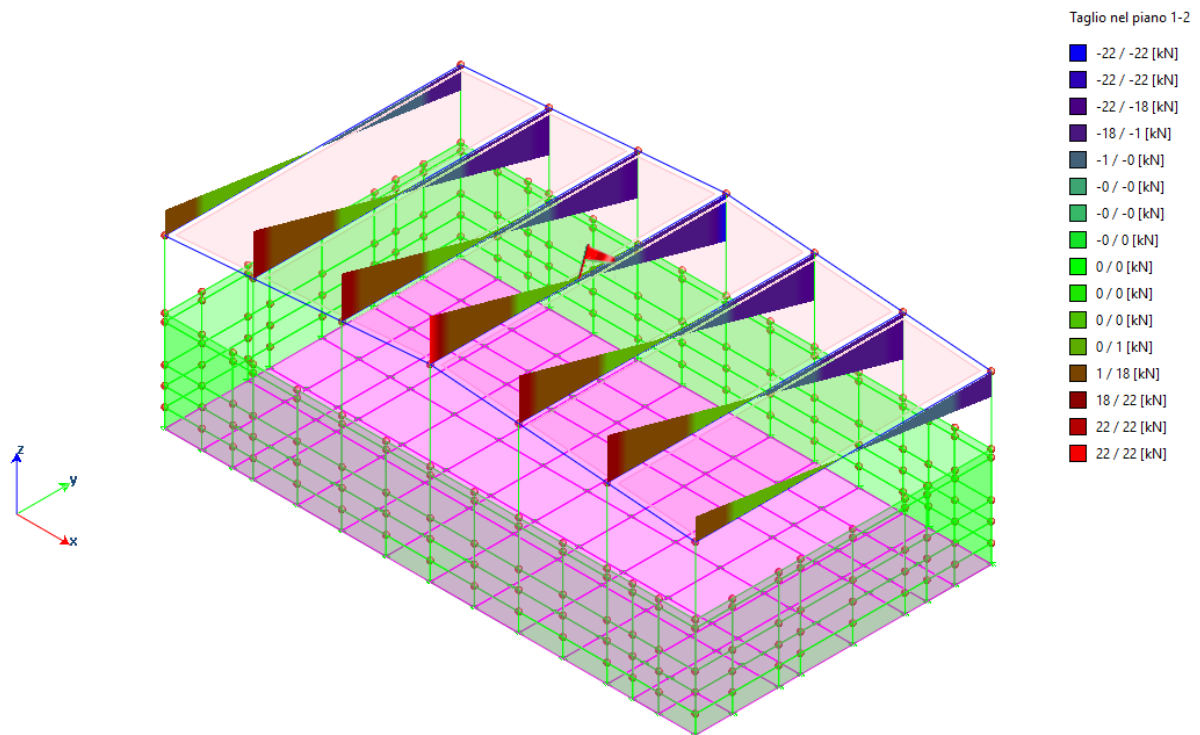
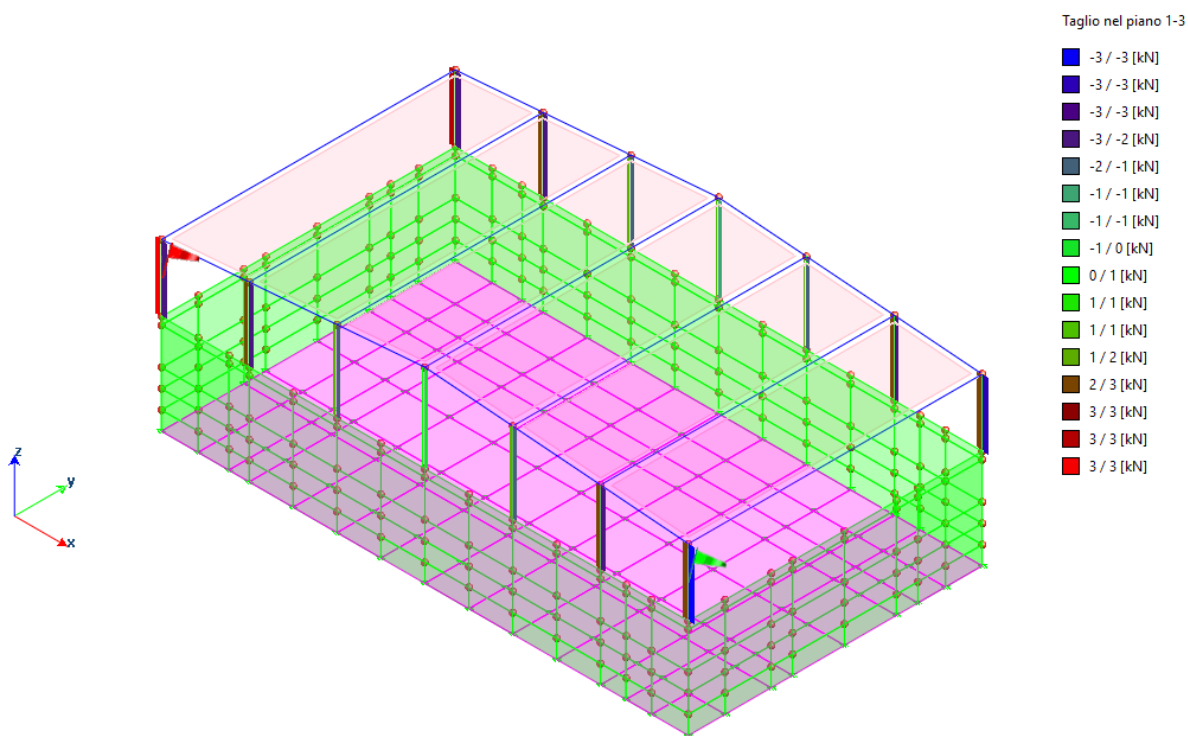
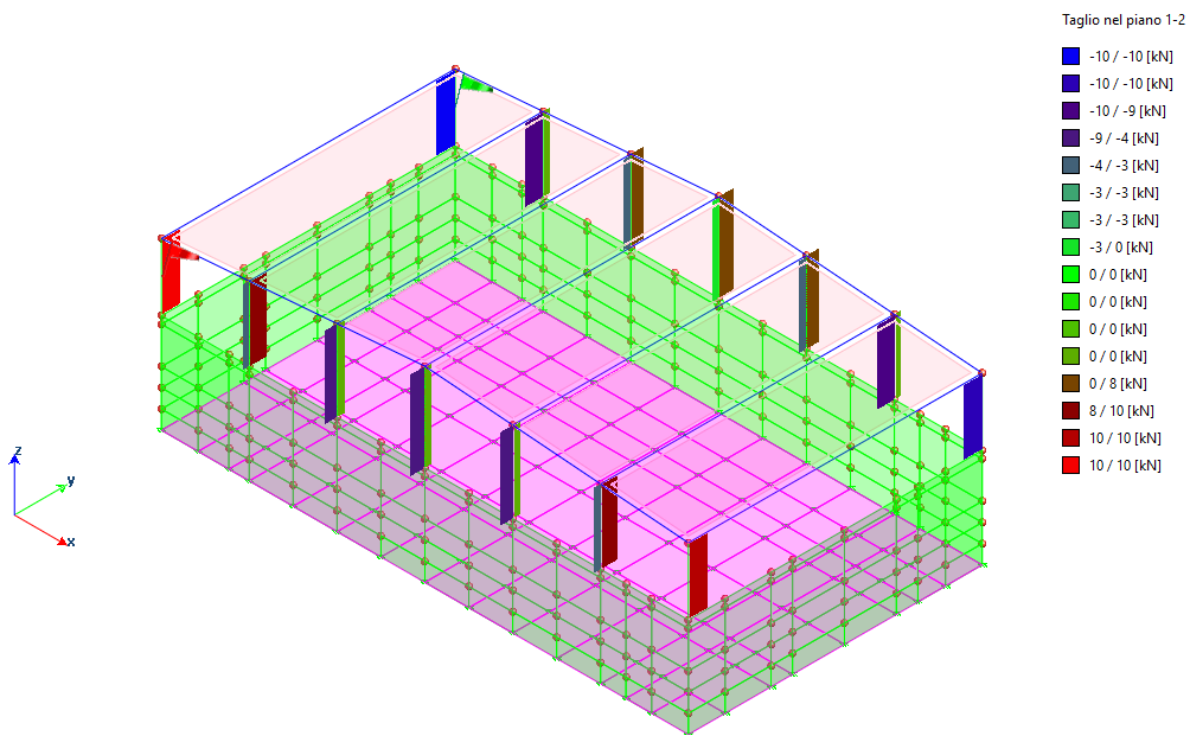
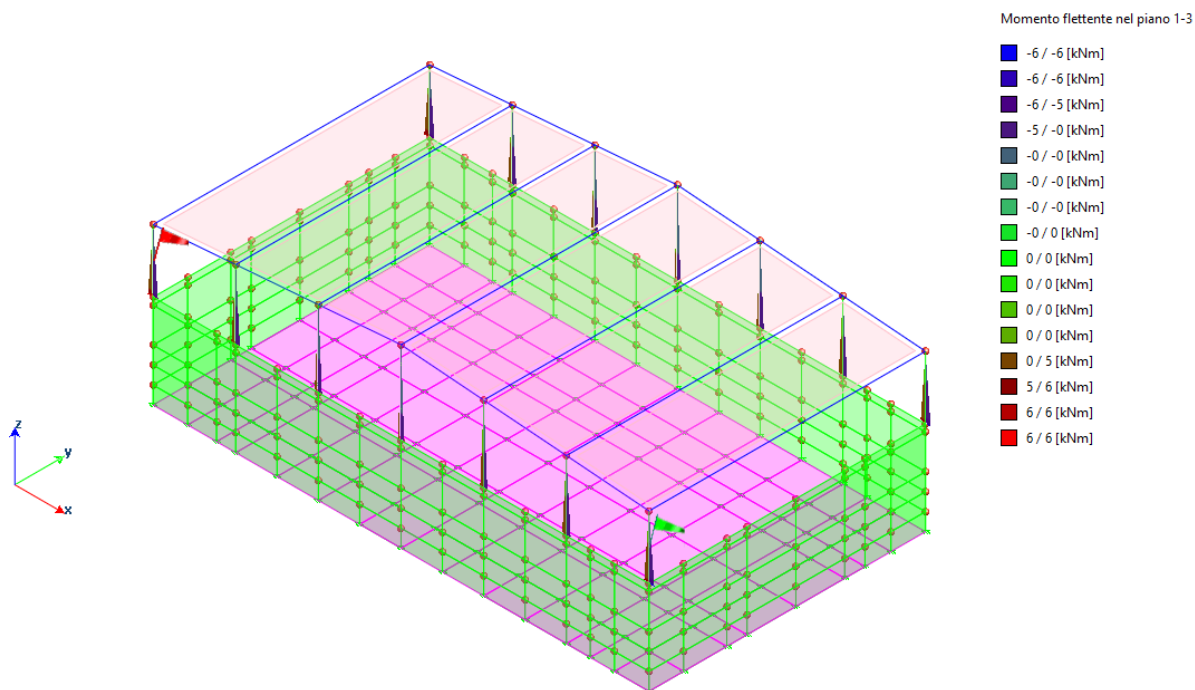


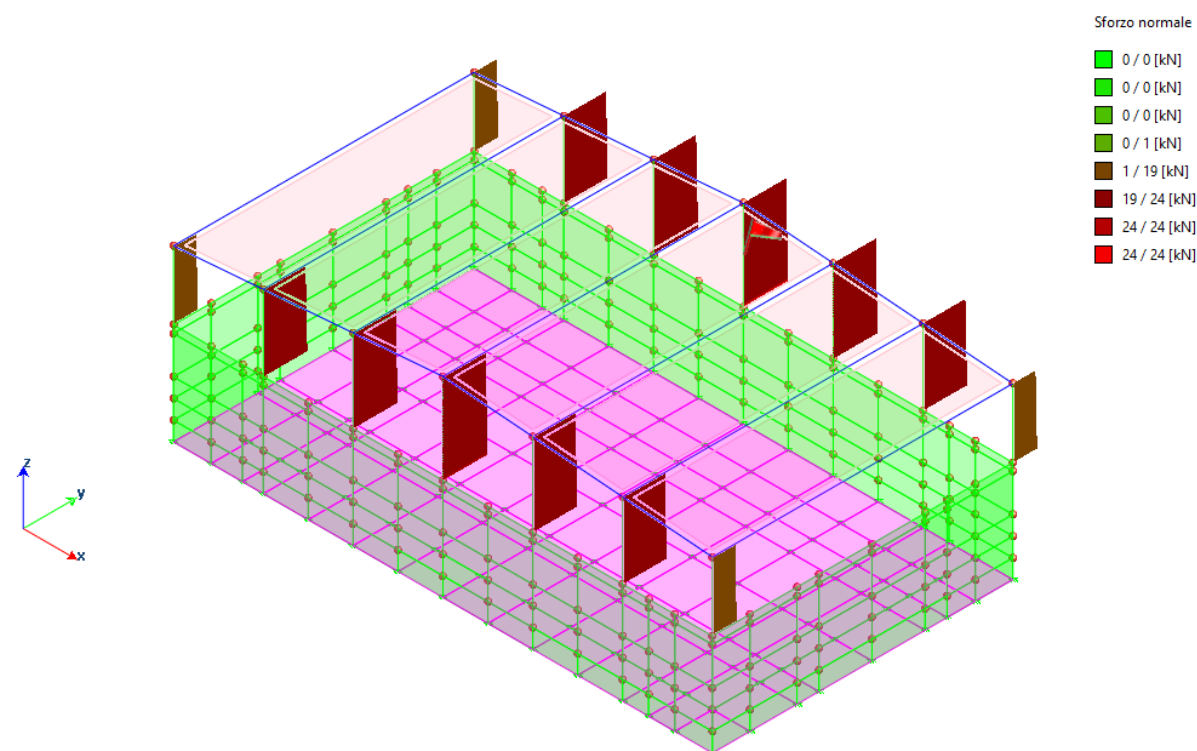
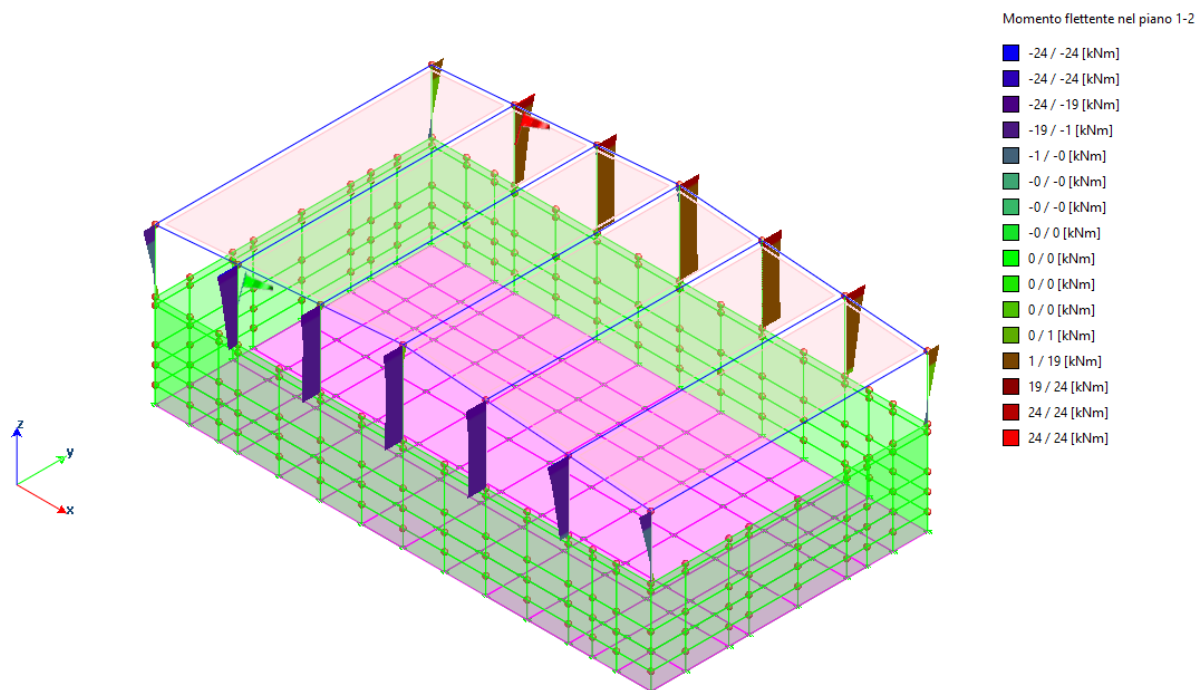
Figura : Sisma +Y

Diagrammi delle sollecitazioni









Analisi Dinamica

Risultati Dell'analisi Dinamica

- Modalità di valutazione della risposta modale*

Analisi spettrale via vettori di Ritz

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta $S = CQC(S_i)$

segno risposta = $\text{sign}(\sum S_i)$

- Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.*

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	18	0.01	50.2	91.6
0.00 [°] SLV	36	0.01	50.2	91.6
90.00 [°] SLV	54	0.01	30.4	92.3
90.00 [°] SLV	72	0.01	30.4	92.3
180.00 [°] SLV	90	0.01	50.2	91.6
180.00 [°] SLV	108	0.01	50.2	91.6
270.00 [°] SLV	126	0.01	30.4	92.3
270.00 [°] SLV	144	0.01	30.4	92.3

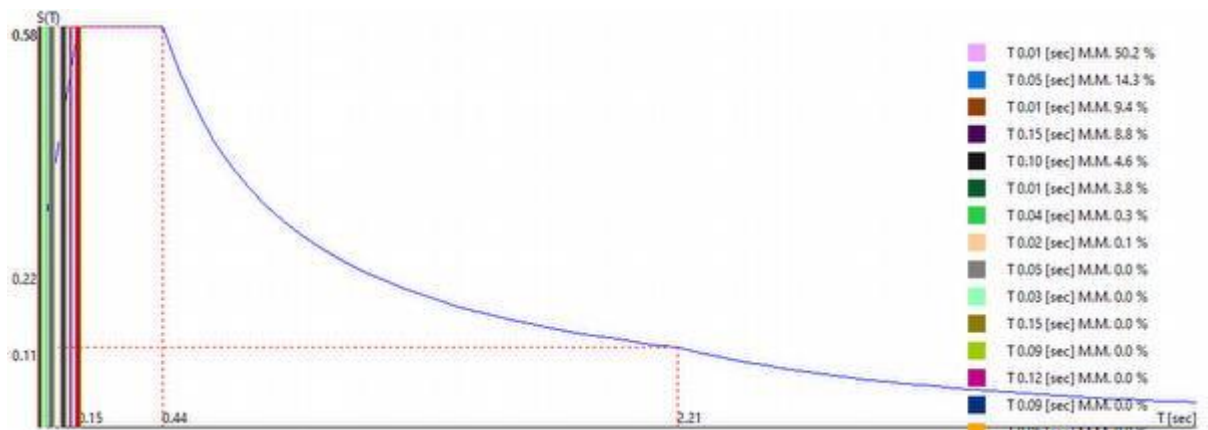
- Spettro in accordo con TU 2018*

- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

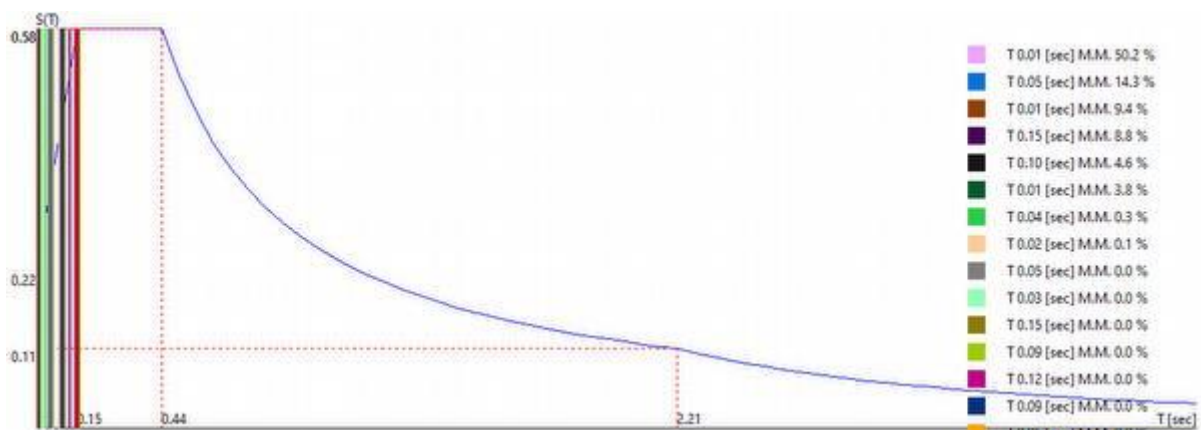
Stato Limite	C $q_0 = C \alpha_u/\alpha_1$	q_H	q_V
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

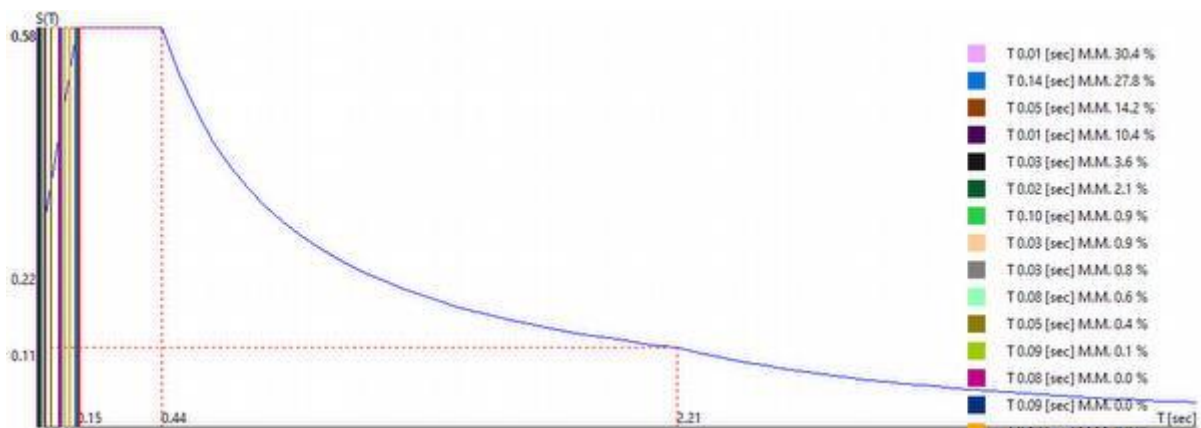
- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)
- S_s 1.464
- T_B 0.15 [sec]
- T_C 0.44 [sec]
- T_D 2.21 [sec]
- a_g/g 0.1529
- F_o 2.5730
- T_C^* 0.2700



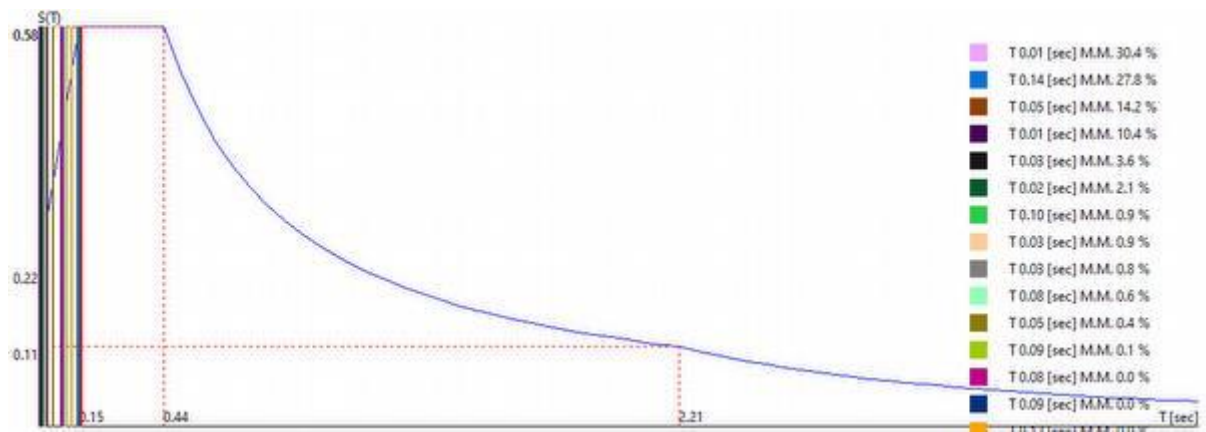
0.00 [°] SLV



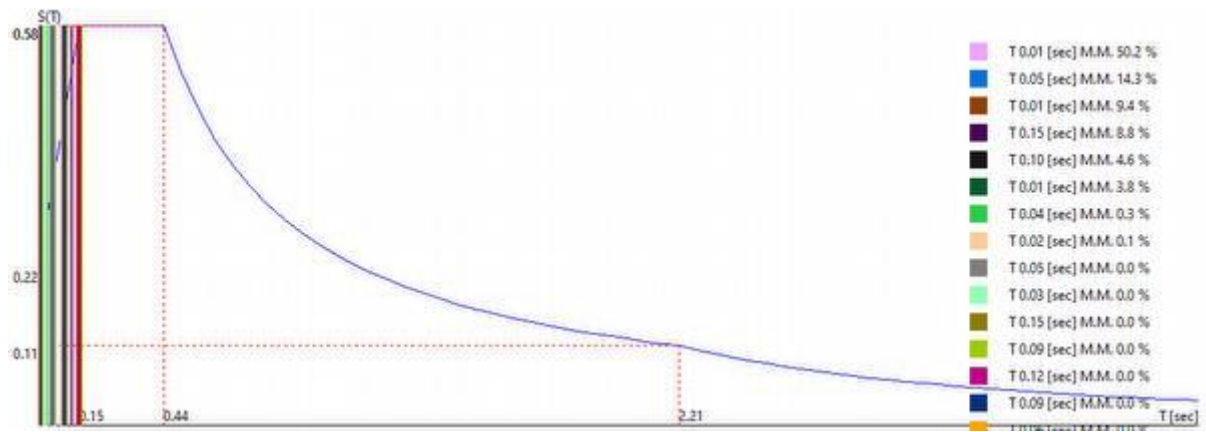
0.00 [°] SLV



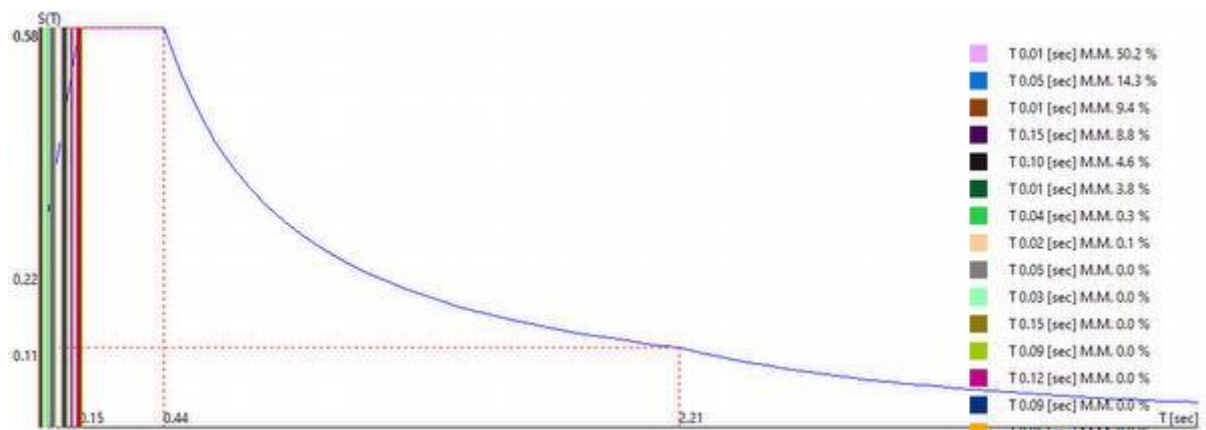
90.00 [°] SLV



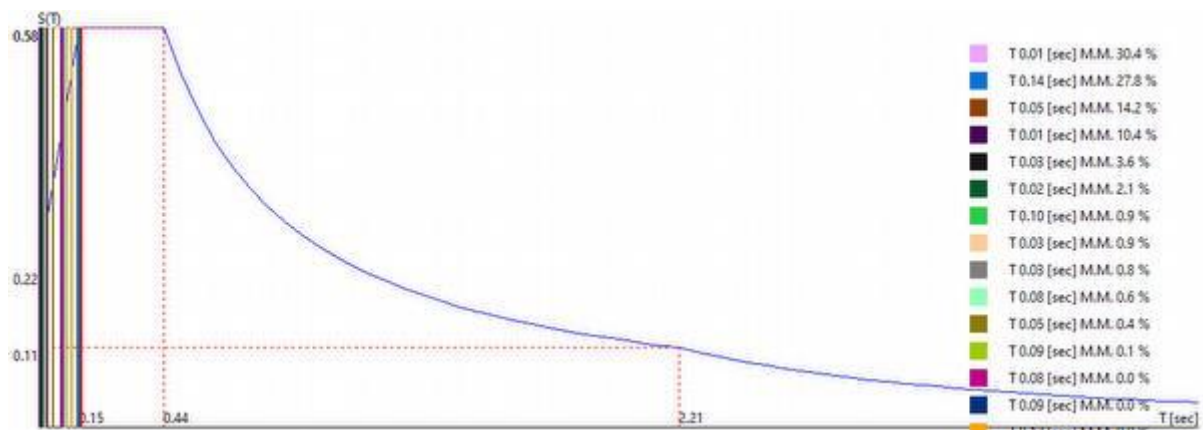
90.00 [°] SLV



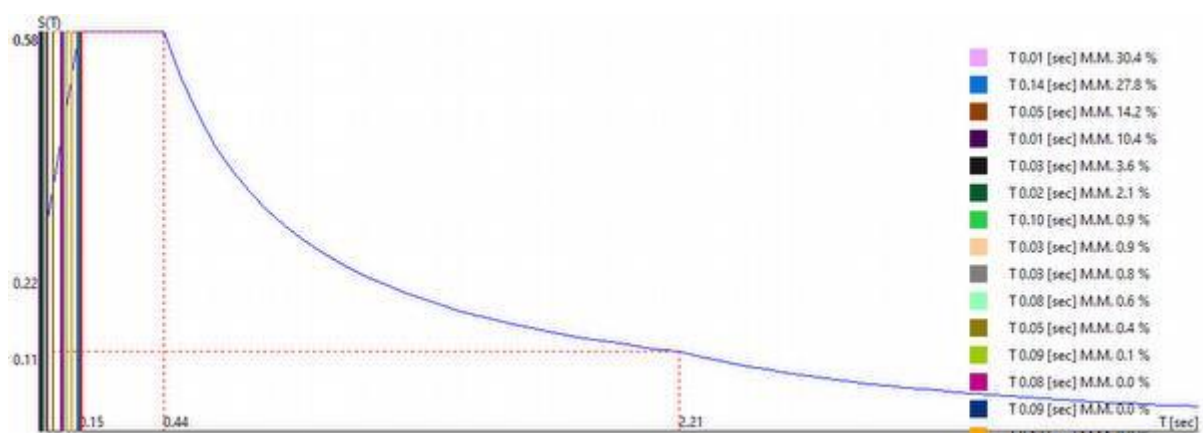
180.00 [°] SLV



180.00 [°] SLV



270.00 [°] SLV



270.00 [°] SLV

• Azioni torcenti aggiuntive

Momenti torcenti aggiuntivi $T_0 = T \times 1.00$

Dir. sisma [°]	gruppo	Proprietà del gruppo							Azioni				
		z_{Min} [cm]	z_{Max} [cm]	Δ_x [cm]	Δ_y [cm]	x_G [cm]	y_G [cm]	z_G [cm]	M [UTM]	F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	T_z [kNm]
0.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	70
0.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-70
90.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	126
90.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-126
180.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	70
180.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-70
270.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	126
270.00 [°] SLV	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-126

- *Spettro in accordo con TU 2018*

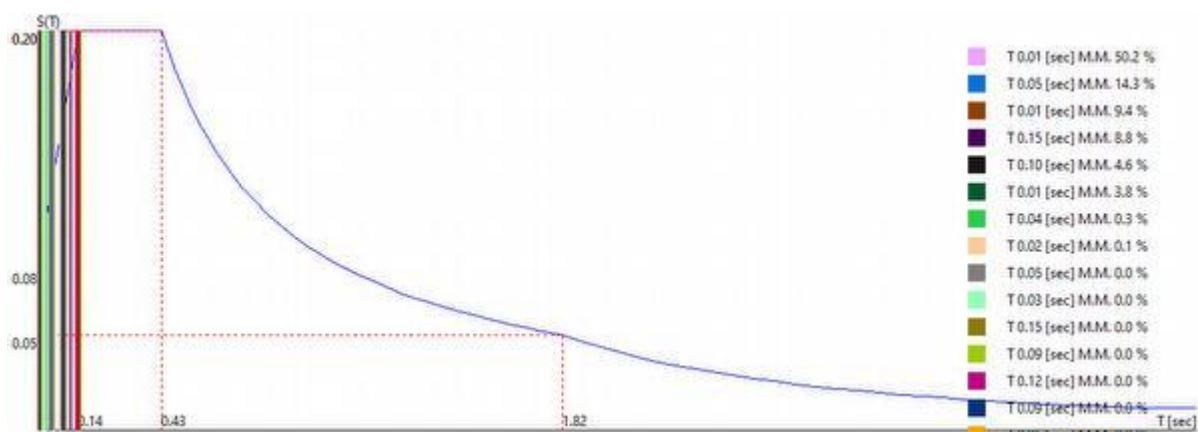
- Carpi MO Longitudine 10.8490 Latitudine 44.8012
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_u/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

Stato Limite	C $q_o = C \alpha_u/\alpha_1$	q_H	q_v
SLV	1.00	1.00	1.50
SLD	1.00	1.00	1.50
SLC	1.00	1.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

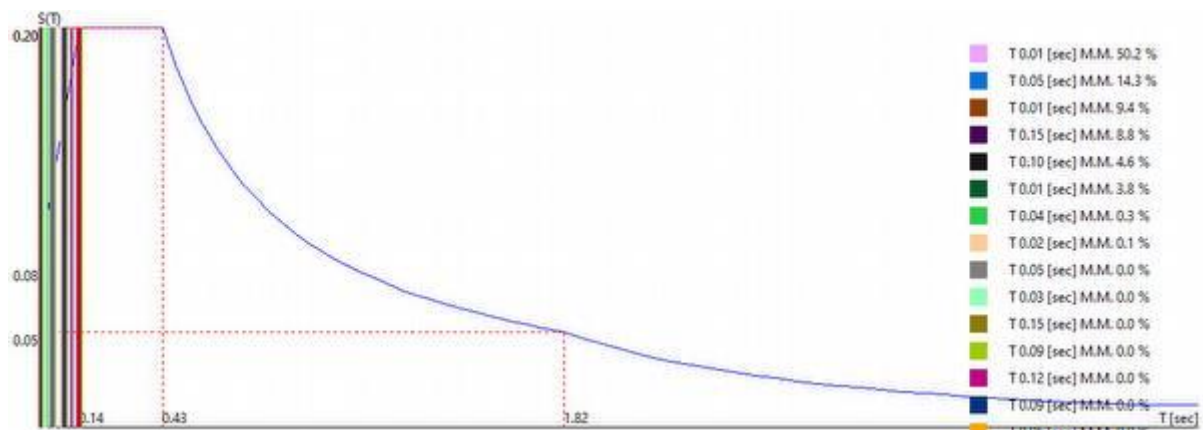
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

- *TU 2018 SLD H*

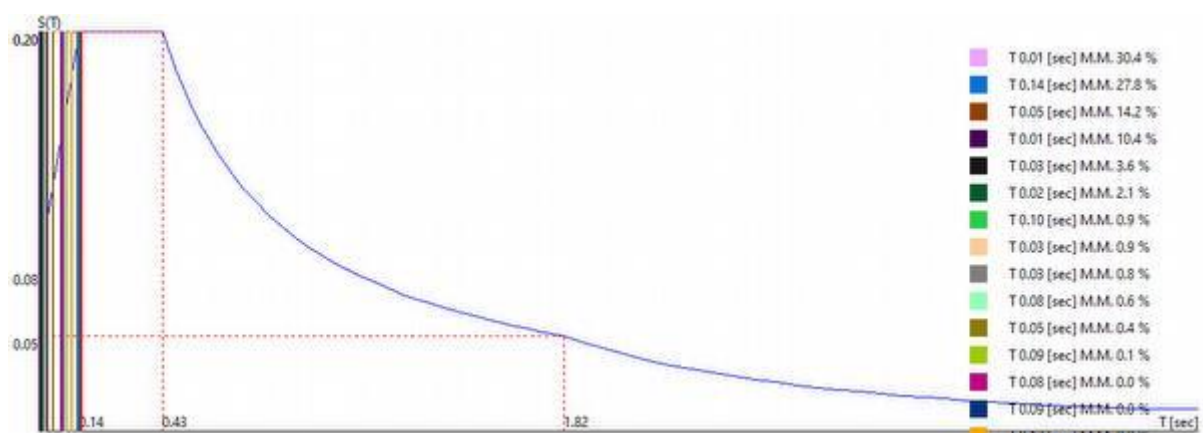
- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.14 [sec]
- T_C 0.43 [sec]
- T_D 1.82 [sec]
- a_B/g 0.0539
- F_o 2.5093
- T_C^* 0.2639



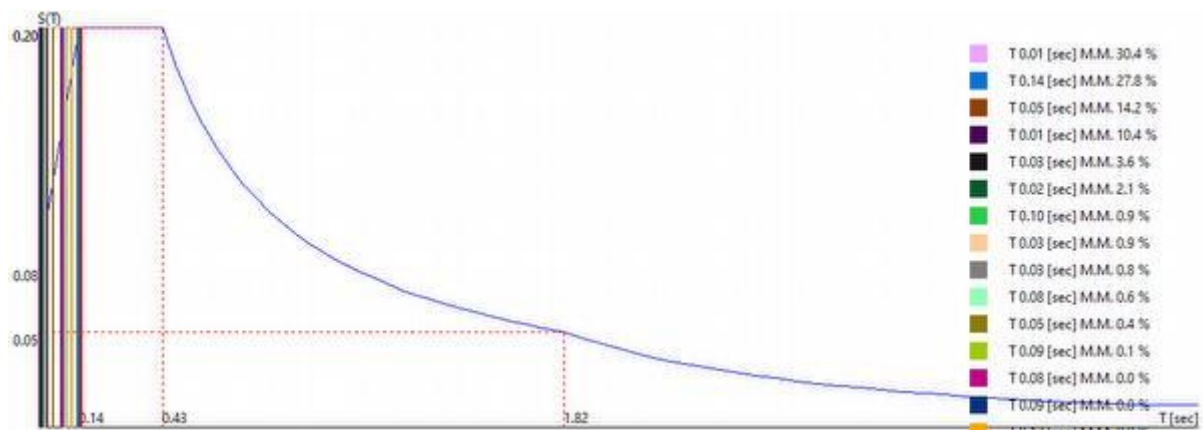
0.00 [°] SLD



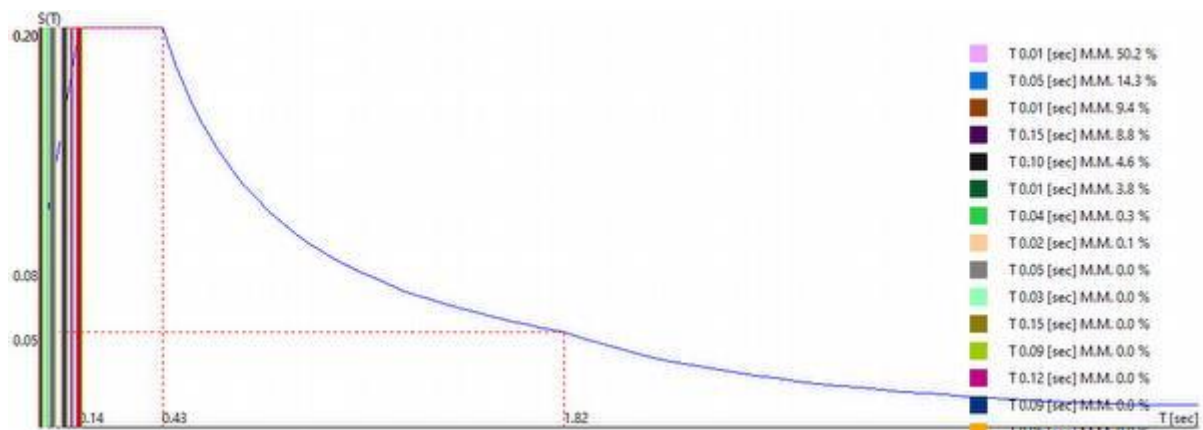
0.00 [°] SLD



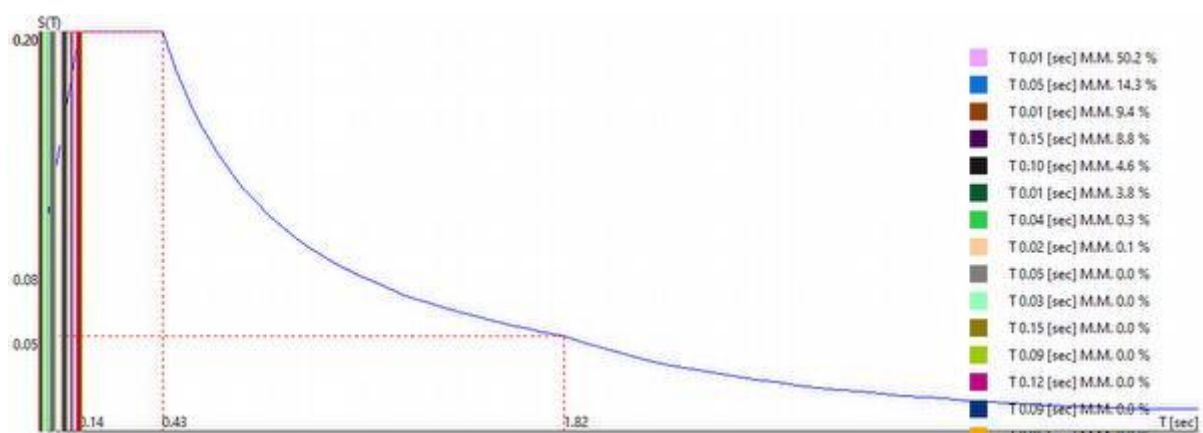
90.00 [°] SLD



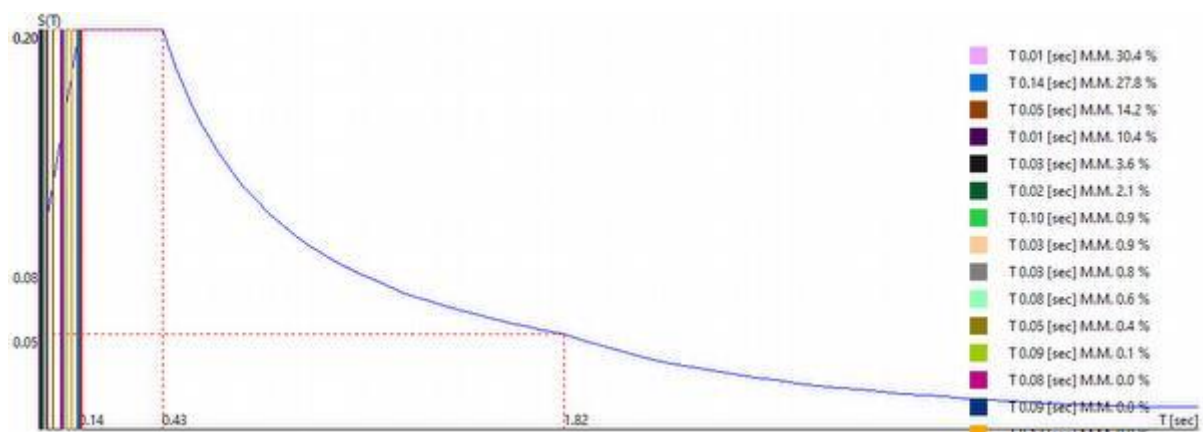
90.00 [°] SLD



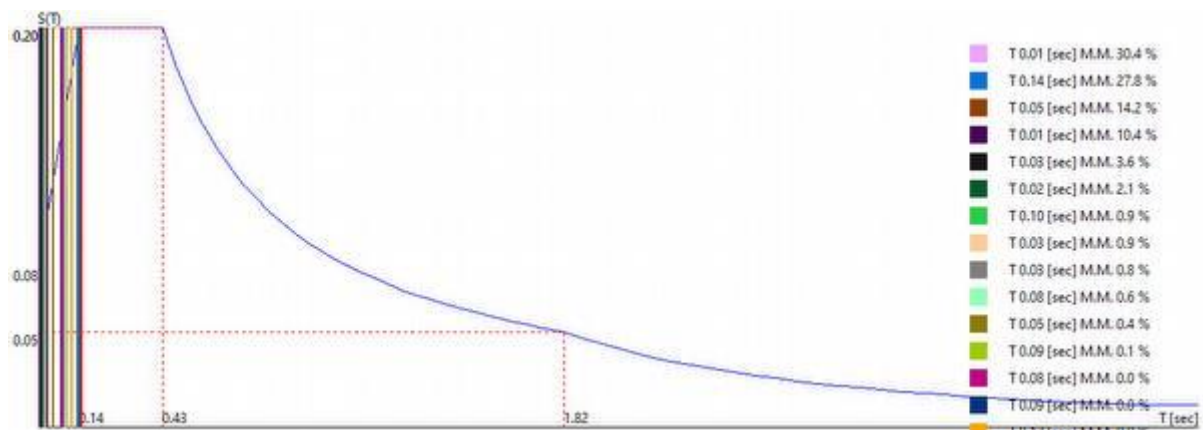
180.00 [°] SLD



180.00 [°] SLD



270.00 [°] SLD



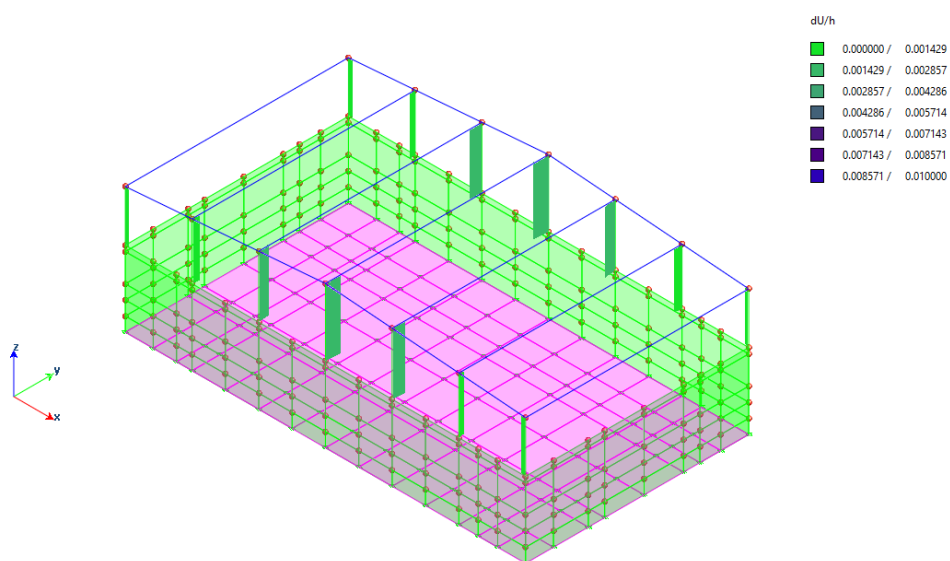
270.00 [°] SLD

• Azioni torcenti aggiuntive

Momenti torcenti aggiuntivi $T_o = T \times 1.00$

Dir. sisma [°]	gruppo	Proprietà del gruppo								Azioni			
		Z _{Min} [cm]	Z _{Max} [cm]	Δ _x [cm]	Δ _y [cm]	x _G [cm]	y _G [cm]	z _G [cm]	M [UTM]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	T _z [kNm]
0.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	25
0.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-25
90.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	45
90.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-45
180.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	25
180.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-25
270.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	0	-0	0	45
270.00 [°] SLD	0	50	510	1435	800	718	400	172	7549.1	-0	0	-0	-45

Verifica di rigidezza



- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

- *Spostamenti Massimi :*

Combinazione di Carico 58 Fra i nodi 319 388 $|U_{xyz}|$ Spostamento 0.51 [cm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.010000 H

Valutazione Effetti NON-Lineari Pd/Vh

- Direzione X*

$$V_x \Theta_x = P d_{rx} / h$$

Fattore di struttura 1.00

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d _r /h [kN]	d _r [cm]	Θ
1	348-387	17	240	4	1	0	-0.35	0.0037

- Dettaglio risultati*

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d _r /h [kN]	d _r [cm]	Θ
1	355-369	17	182	2	3	0	-0.33	0.0015
1	352-368	17	201	4	2	0	-0.34	0.0026
1	350-389	17	220	4	2	0	-0.34	0.0031
1	348-387	17	240	4	1	0	-0.35	0.0037
1	346-386	17	220	4	2	0	-0.35	0.0031
1	344-364	17	201	4	2	0	-0.35	0.0026
1	341-363	17	182	2	3	0	-0.35	0.0015
1	326-362	17	182	2	3	0	-0.35	0.0015
1	323-361	17	201	4	2	0	-0.35	0.0026
1	321-390	17	220	4	2	0	-0.36	0.0030
1	319-388	17	240	4	1	0	-0.36	0.0036
1	317-385	17	220	4	2	0	-0.36	0.0030
1	315-357	17	201	4	3	0	-0.36	0.0025
1	312-356	17	182	2	3	0	-0.36	0.0015

- *Direzione Y*

$$V_y \Theta_y = P d_{xy} / h$$

Fattore di struttura 1.00

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

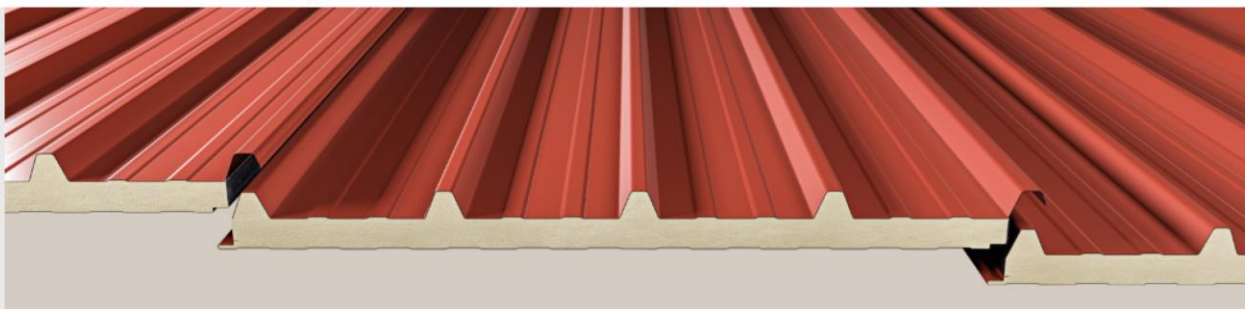
Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d_r/h [kN]	d_r [cm]	Θ
1	350-389	21	220	4	1	0	0.22	0.0028

- *Dettaglio risultati*

Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d_r/h [kN]	d_r [cm]	Θ
1	355-369	21	182	3	3	0	0.07	0.0003
1	352-368	21	201	4	2	0	0.13	0.0012
1	350-389	21	220	4	1	0	0.22	0.0028
1	348-387	21	240	4	3	0	0.35	0.0020
1	346-386	21	220	4	1	0	0.21	0.0027
1	344-364	21	201	4	2	0	0.11	0.0013
1	341-363	21	182	3	3	0	0.06	0.0003
1	326-362	21	182	2	1	0	0.08	0.0012
1	323-361	21	201	3	3	0	0.34	0.0018
1	321-390	21	220	3	7	0	0.61	0.0013
1	319-388	21	240	3	8	0	0.80	0.0013
1	317-385	21	220	3	7	0	0.60	0.0013
1	315-357	21	201	3	3	0	0.34	0.0017
1	312-356	21	182	2	1	0	0.07	0.0009

In entrambi le direzioni gli effetti del secondo ordine sono trascurabili essendo il fattore Θ inferiore a 0.10

Verifica Pannello sandwich



Trasmittanza

U trasmittanza	30	40	50	60	80	100	120	150	160	180	200
W/m² K	0,71	0,55	0,44	0,37	0,28	0,22	0,19	0,15	0,14	0,12	0,11
Kcal/m² h °C	0,61	0,47	0,38	0,32	0,24	0,19	0,16	0,13	0,12	0,11	0,10

Distanza appoggi (m)

2.5

Spessore pannello (mm)

50

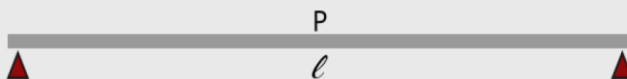
Paramento esterno (mm)

Acciaio S250 0.4

Paramento interno (mm)

Acciaio S250 0.4

CAMPATA SINGOLA



Lamiera Est.	Acciaio S250 0.4										
Lamiera Int.	Acciaio S250 0.4										
		Interasse Appoggi									
Spessore	Peso (kg)	1.5m	2m	2.5m	3m	3.5m	4m	4.5m	5m	5.5m	6m
50	8.21			160							

La sua portata massima di 160 kg/mq è idonea, avendo considerato, a vantaggio di sicurezza, un dimensionamento a campata unica.

Verifica Travi metalliche

- Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

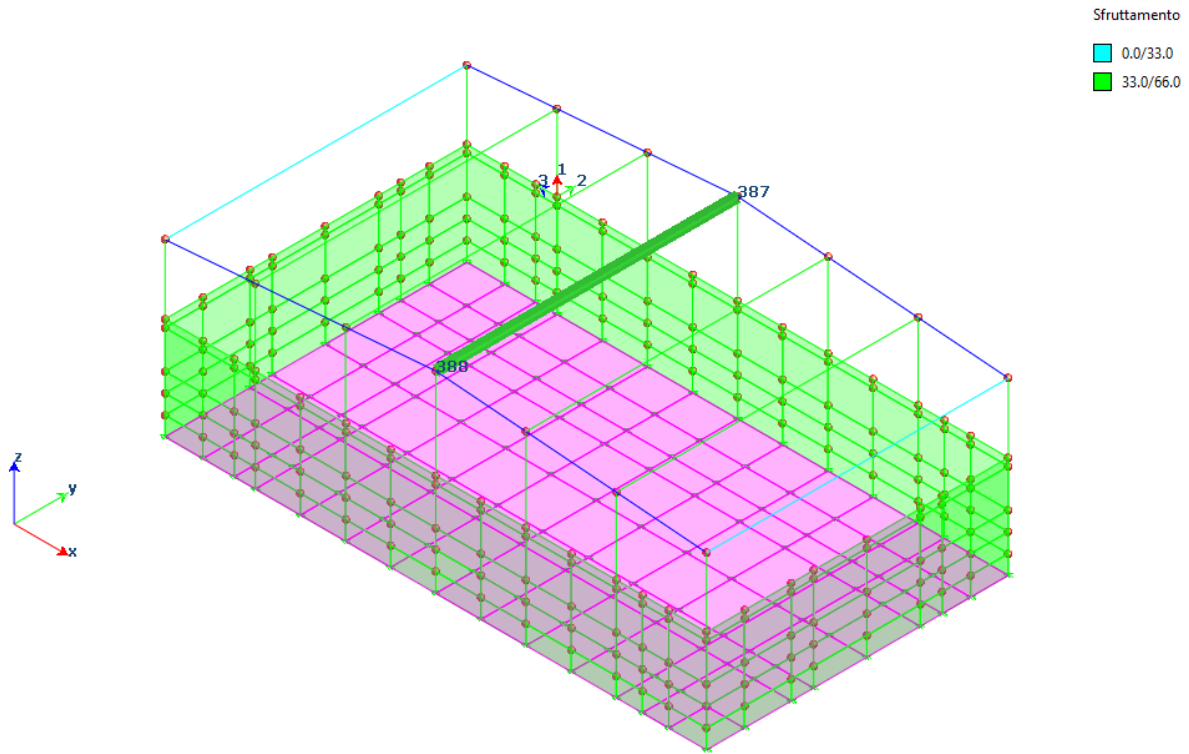
Elementi Trave

Sezione Numero	Sezione tipo	$S_d/S_r \leq 33\%$	$S_d/S_r \leq 66\%$	$S_d/S_r \leq 80\%$	$S_d/S_r \leq 90\%$	$S_d/S_r \leq 100\%$	$S_d/S_r \leq 1498\%$
1	HEA 180/traverso	28.57 (2)	71.43 (5)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

- Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 HEA 180/traverso	356 363	0.20	388 387	0.35



Asta(e) nodi: 388....387 Luce: 800 [cm]

Profilo Tipo: HEA 180 traverso

Sezione 1 HEA 180

Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Caratteristiche Inerziali

Area	45.3319 [cm²]	Lunghezza del collegamento	0 [mm]
Area Netta	45.3319 [cm²]		
Jx	2514.31 [cm⁴]	Wx	294.071 [cm³]
ix	7.44744 [cm]	Zx	325.42 [cm]
Jy	924.68 [cm⁴]	Wy	102.742 [cm³]
iy	4.51641 [cm]	Zy	156.563 [cm]
Jp	14.7982 [cm⁴]	Cw	60210.9 [cm⁶]

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati

Combinazioni di Carico: All

Classe della Sezione

Verifica di Resistenza	0.35	
Instabilità per Sforzo Normale	0.02	
Instabilità per Presso-Flessione	0.69	
Instabilità Flesso-Torsionale	0.72	

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Area	45.3319 [cm²]	Area Netta	45.3319 [cm²]
Wx	294.071 [cm³]	Zx	325.42 [cm]
Wy	102.742 [cm³]	Zy	156.563 [cm]

Classificazione della Sezione Trasversale

Compressione:

Flessione Piano 1/2:

Flessione Piano 1/3:

Caratteristiche Efficaci

Instabilità Anima

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo

☒ Sforzo Normale

☐ Taglio nel Piano 1/2 (Ty) ☒ Momento Flettente M 1/2 (Mx)

☐ Taglio nel Piano 1/3 (Tx) ☒ Momento Flettente M 1/3 (My)

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mplx	Alpha	2.00
MnyRd =	1.00	Mply	Betha	1.00

Sforzo Normale	-1 [kN]	0.00
Momento Flet. Mx (1/2)	-24 [kNm]	0.35
Momento Flet. My (1/3)	1 [kNm]	0.03
Taglio nel Piano 1/2 (Ty)	0.0 [kN]	0.00
Taglio nel Piano 1/3 (Tx)	0.0 [kN]	0.00

Max Combinazione 9 Sezione Verificata in Classe 0.35

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Dati di progetto:

Piano 12: $\beta=1$ Curva Curva 'b'

Piano 13: $\beta=1$ Curva Curva 'c'

Dati di verifica:

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	1.14	0.51	1.00	1.00
1-3	1.89	0.22	0.99	0.83
LT	1.27	0.49		1.00

k_{yy}	1.00	k_{yz}	0.56
k_{zy}	0.52	k_{zz}	0.83

Classificazione della Sezione Trasversale

Classe di Verifica

Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica e Rapporti Sd/Sr Massimi Ricontrati

☒ Esegui la Verifica di Instabilità per Presso-Flessione

☒ Sforzo Normale 3 [kN] 0.01

☒ Momento M 1/2 (Mx) 23 [kNm] 0.68

☒ Momento M 1/3 (My) 0 [kNm] 0.00

Combinazione di Carico Critica: 10 0.69

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Distanza fra i ritegni Flesso-Torsionali (Lunghezza libera di Svergolare) 800 [cm]

Classificazione della Sezione Trasversale

Jy	924.68 [cm⁴]	W	294.071 [cm³]
Jt	14.7982 [cm⁴]	Cw	60210.9 [cm⁶]

Classe di Verifica

Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica:

☒ Include Momento Mx ☒ Esegui la Verifica di Instabilità Flesso-Torsionale

Azioni e Parametri di Verifica:

$\beta=1$ k 1

Metodo Generale

☒ Carichi con direzione dal Punto di Applicazione al Centro di Taglio (zg > 0)

☐ Assegna i valori di zg e zj

zg 8.55 [cm] zj 0.00 [cm]

☐ Utilizza i valori di C1 - C2 - C3 forniti in Input:

C1 1.285 C2 1.562 C3 0.753

kw (Fattore di Ingobbamento delle Sezioni Terminali [kw=1]) 1

Snellezza 177.13 Lambda LT 1.27 X LT 0.49

Instabilità Ala Compressa (solo doppio T escluso N)

Lambda f 1.00 kc 1.00 X fi 1.00

Comb. 9 M -24 [kNm] Msd/Mrd 0.72

Verifica di deformabilità

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{\max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$

Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]

- Frecce massime relative Trave*

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.74	459	357 364	33	800	0.33	2445

- Rapporti f/L massimi frecce relative Trave*

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.74	459	357 364	33	800	0.33	2445

Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve + Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]

- Frecce massime relative Trave*

N.B.Le frecce sono valutate con riferimento alla combinazione di carico 53

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.11	721	361 368	33	800	0.33	2447

- Rapporti f/L massimi frecce relative Trave*

N.B.Le frecce sono valutate con riferimento alla combinazione di carico 53

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 traverso	388 387	42	800	-1.11	721	361 368	33	800	0.33	2447

Verifica Pilastri metallici

- Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

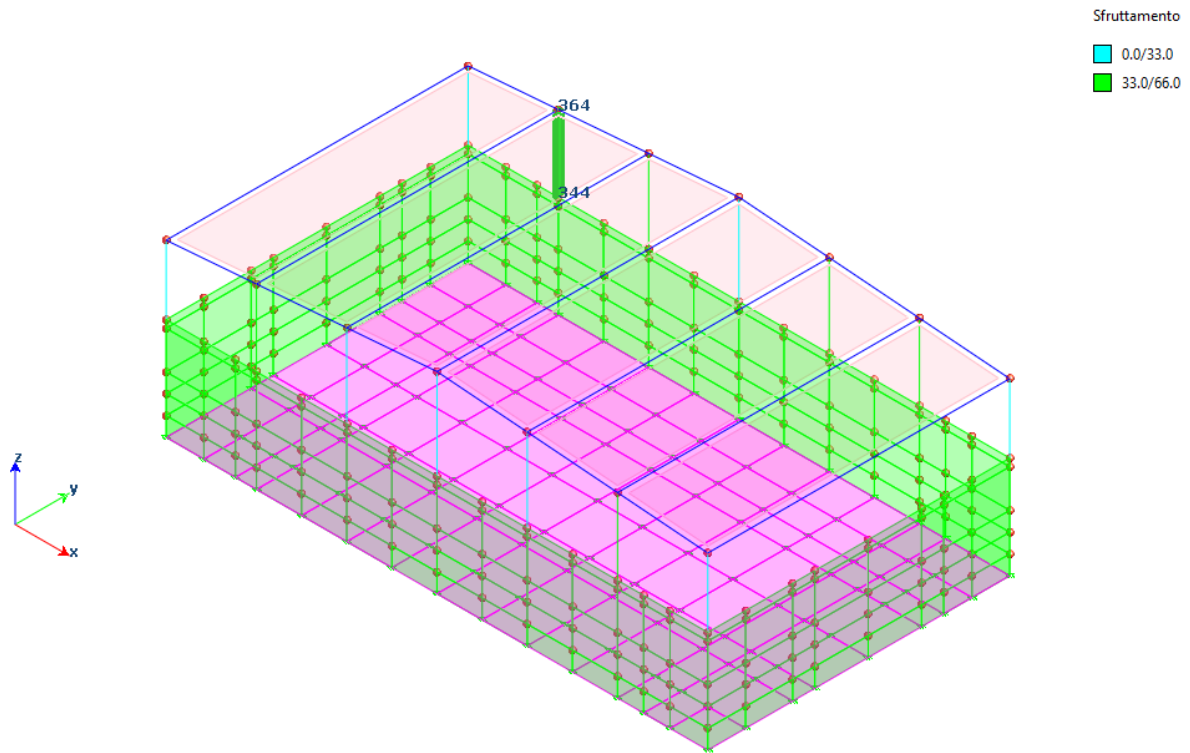
- Elementi Pilastro

Sezione Numero	Sezione tipo	$S_d/S_r \leq 33\%$	$S_d/S_r \leq 66\%$	$S_d/S_r \leq 80\%$	$S_d/S_r \leq 90\%$	$S_d/S_r \leq 100\%$	$S_d/S_r \leq 1498\%$
1	HEA 180/Pilastro	57.14 (8)	42.86 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

- Elementi maggiormente sollecitati

- Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 HEA 180/Pilastro	312 356	0.20	344 364	0.35



HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Area 45.3319 [cm²] Area Netta 45.3319 [cm²]
Wx 294.071 [cm³] Zx 325.42 [cm³]
Wy 102.742 [cm³] Zy 156.563 [cm³]

Classificazione della Sezione Trasversale

Compressione: Caratteristiche Efficaci
Flessione Piano 1/2:
Flessione Piano 1/3: Instabilità Anima

Azioni da Considerare in Fase di Verifica delle Aste che utilizzano il Profilo

☒ Sforzo Normale
☒ Taglio nel Piano 1/2 (Ty) ☒ Momento Flettente M 1/2 (Mx)
☐ Taglio nel Piano 1/3 (Tx) ☒ Momento Flettente M 1/3 (My)

Azioni di Verifica e Ratio Massimi (Sd / Sr)

Considera Interazione Sforzo Normale / Momento Flettente

MnxRd =	1.00	Mplx	Alpha	2.00
MnyRd =	1.00	Mply	Betha	1.00

Sforzo Normale 23 [kN] 0.02
Momento Flet. Mx (1/2) 24 [kNm] 0.35
Momento Flet. My (1/3) 0.0 [kNm] 0.00
Taglio nel Piano 1/2 (Ty) -10 [kN] 0.05
Taglio nel Piano 1/3 (Tx) 0 [kN] 0.00
Max Combinazione 10 Sezione Verificata in Classe 0.35

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Dati di progetto:

Piano 12: β 0.8 Curva Curva 'b'
Piano 13: β 0.8 Curva Curva 'c'

Dati di verifica:

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	0.23	0.99	1.00	0.97
1-3	0.38	0.91	1.00	0.79
LT	0.32	1.00		1.00

k_{yy}	0.96	k_{yz}	0.42
k_{zy}	0.50	k_{zz}	0.80

Classificazione della Sezione Trasversale

Classe di Verifica Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica e Rapporti Sd/Sr Massimi Ricontrati

☒ Esegui la Verifica di Instabilità per PressoFlessione

☒ Sforzo Normale 23 [kN] 0.02
☒ Momento M 1/2 (Mx) 24 [kNm] 0.34
☒ Momento M 1/3 (My) 0 [kNm] 0.00
Combinazione di Carico Critica: 10 0.36

HEA 180 Materiale: 3 ACCIAIO S 235

Distanza fra i ritegni Flesso-Torsionali (Lunghezza libera di Svergolare) 201.2 [cm]

Classificazione della Sezione Trasversale

Jy 924.68 [cm⁴] W 294.071 [cm³]
Jt 14.7982 [cm⁴] Cw 60210.9 [cm⁶]

Classe di Verifica Caratteristiche Efficaci

Azioni di Verifica:

☒ Includi Momento Mx ☒ Esegui la Verifica di Instabilità Flesso-Torsionale

Azioni e Parametri di Verifica:

$\beta=1$ k 1
☒ Metodo Generale

☒ Carichi con direzione dal Punto di Applicazione al Centro di Taglio (zg > 0)
☐ Assegna i valori di zg e zj
zg 8.55 [cm] zj 0.00 [cm]

☐ Utilizza i valori di C1 - C2 - C3 forniti in Input:
C1 1.61141 C2 0 C3 0.972453
kw (Fattore di Ingobbamento delle Sezioni Terminali [kw=1]) 1

Snellezza 44.55 Lambda LT 0.32 X LT 1.00
☐ Instabilità Ala Compressa (solo doppio T escluso N)
Lambda f 1.00 kc 1.00 Xfl 1.00

Comb. 10 M 24 [kNm] Msd/Mrd 0.35

Asta(e) nodi: 344....364 Luce 201 [cm]

Profilo Tipo: HEA 180 Pilastro

Sezione 1 HEA 180
Materiale: 3 ACCIAIO FE 360

Caratteristiche Inerziali

Area 45.3319 [cm²] Lunghezza del collegamento 0 [mm]
Area Netta 45.3319 [cm²]
Jx 2514.31 [cm⁴] Wx 294.071 [cm³]
ix 7.44744 [cm] Zx 325.42 [cm³]
Jy 924.68 [cm⁴] Wy 102.742 [cm³]
iy 4.51641 [cm] Zy 156.563 [cm³]
Jp 14.7982 [cm⁴] Cw 60210.9 [cm⁶]

Rapporti Massimi Azione Sollecitante / Azione Resistente riscontrati

Combinazioni di Carico All

Classe della Sezione

Verifica di Resistenza 0.35
Instabilità per Sforzo Normale 0.03
Instabilità per Presso-Flessione 0.36
Instabilità Flesso Torsionale 0.35

Verifica di deformabilità

Tab. 4.2.XIII - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

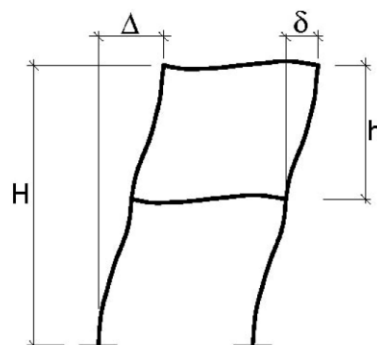


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

Frecce massime dalla combinazione 33 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + Vento[+X] + 0.7 Var.[Cat.A-B-C-D-F-G] + Var.[Cat.E] + 0.5 Neve+ Carr.[+] + Carr.[Long+] alla combinazione 53 P.S. [G1] + P.N.S.[G2] + 0.3 Var. [Cat.A-B-G] + 0.6 Var. [Cat.C-D-F] + 0.8 Var. [Cat.E]

- Frecce massime relative Pilastro**

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 Pilastro	348 387	44	240	0.19	1268	326 362	35	182	-0.01	13958

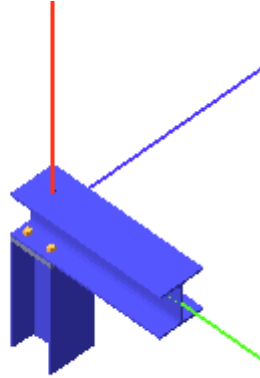
- Rapporti f/L massimi frecce relative Pilastro**

Sezione	Piano 1-2					Piano 1-3				
	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f	Asta	Combinazione	L [cm]	Freccia [cm]	L/f
1 HEA 180 Pilastro	348 387	44	240	0.19	1268	326 362	35	182	-0.01	13958

Verifica Nodi in acciaio

- Nodo Trave-Pilastro

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



Trave 2

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M2} = 1.25$

Colonna lato inferiore

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 180.0 x 171.0 x 20.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 10 \text{ mm}$

Sollecitazioni nella sezione d'attacco dell'elemento:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	3000.0	0.0	-22000.0	0.0	20000000.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 369149.7 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento ala passante

$$B_{pa,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_a \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 123773.7 \text{ N}$$

Bull. $F_{f,Rd}$ [N] $F_{t,Rd}$ [N]

1 101775.5 90333.1

2 101775.5 90333.1

3	101775.5	90333.1
4	101775.5	90333.1

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , B_{pa,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

60222.1 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{ba,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{ba,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	78324.7	60222.1
2	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	109440.0	60222.1
3	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	78324.7	60222.1
4	230400.0	77251.8	60222.1	233600.0	109440.0	60222.1

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

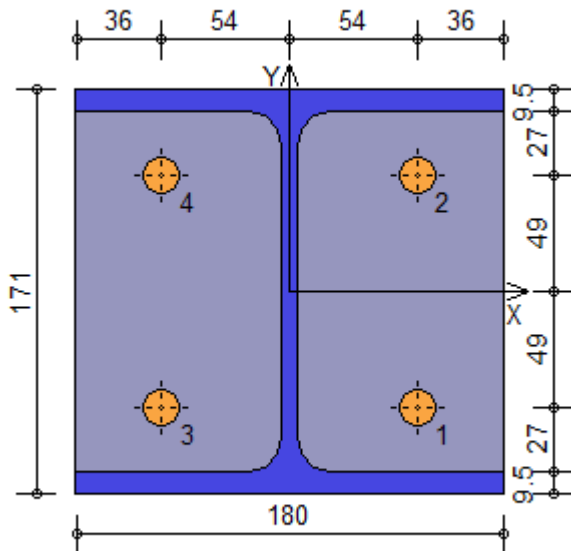
$F_{ba,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento ala passante in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} , F_{ba,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{ba,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_a / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento ala passante in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} , F_{ba,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



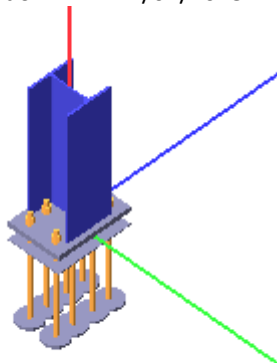
Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto $M_{j,Rd} = 28197140.0$ N mm

Momento di progetto $M_{j,Ed} = 18283200.0$ N mm

$$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.648406 \quad \text{Ok}$$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 180

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 300.0 x 210.0 x 20.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 5 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	3000.0	0.0	-23000.0	0.0	27000000.0	0.0
1.2	0.0	2000.0	-5000.0	5000000.0	0.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 369149.7 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	87766.8	87766.8
2	87766.8	87766.8
3	113852.6	90333.1
4	113852.6	90333.1
5	113852.6	90333.1
6	113852.6	90333.1
7	87766.8	87766.8
8	87766.8	87766.8

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

60222.1 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
2	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
3	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
4	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
5	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
6	326400.0	60222.1	326400.0	60222.1
7	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1
8	256000.0	60222.1	326400.0	60222.1

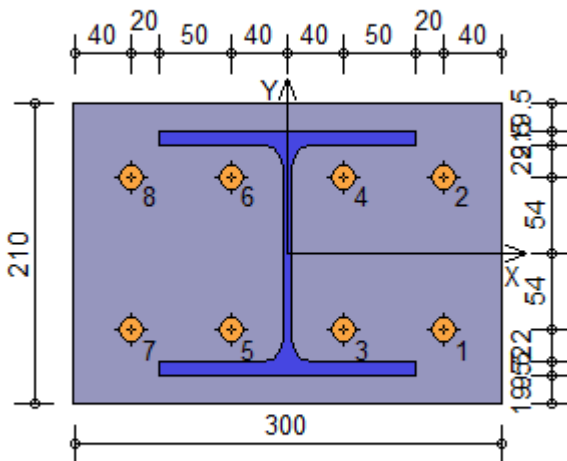
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto

$$M_{j,Rd} = 47518580.0 \text{ N mm}$$

Momento di progetto

$$M_{j,Ed} = 25173700.0 \text{ N mm}$$

$$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.529765 \text{ Ok}$$

Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi $L_t = 400 \text{ mm}$

Lunghezza di aderenza $L_a = 360 \text{ mm}$

Materiale rosette Acciaio S355

Spessore rosette $s_r = 10 \text{ mm}$

Diametro rosette $\varnothing_r = 100 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 20 diametri (320 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione

$$R_{ck} =$$

30.00 N/mm²

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$$

24.90 N/mm²

Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$$

14.11 N/mm²

Resistenza caratteristica a trazione

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$$

1.79 N/mm²

Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 2.69 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 12.66 \text{ N/mm}^2 > f_{cd}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] = 46988.5 \text{ N}$

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_a = 360 \text{ mm}$)

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 48605.2 \text{ N}$

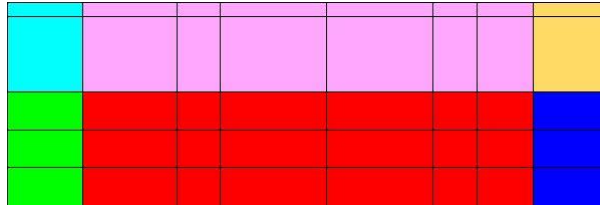
$$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \quad \text{Ok}$$

La resistenza a trazione per aderenza è superiore alla trazione di progetto dell'ancoraggio, pertanto le rosette sono scariche

Verifica Pareti Perimetrali

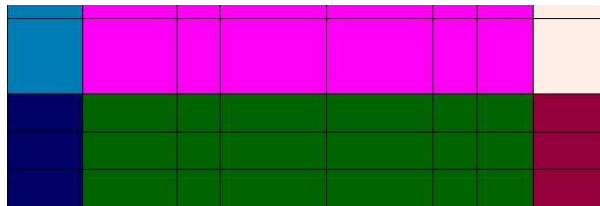
Parete Trasversale

- Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
rosso	top $\varnothing 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
verde	top $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
blu	top $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
ciano	top $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
magenta	top $\varnothing 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
giallo	top $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

- Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
rosso	bottom $\varnothing 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
verde	bottom $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
blu	bottom $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 12/20'$ Y c=3.00 [cm]
ciano	bottom $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
magenta	bottom $\varnothing 10/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]
giallo	bottom $\varnothing 12/20'$ X c=5.00 [cm] + $\varnothing 10/20'$ Y c=3.00 [cm]

- Proprietà dei materiali

- Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

f_{cd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [kg/cm ²]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

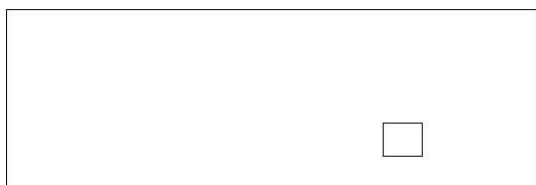
Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	5.65	3.00	3.93	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 11 (596 75 [cm])

M_{xx}	601	[kgm/m]	M_{11}	2205	[kgm/m]
M_y	1087	[kgm/m]	M_{22}	-516	[kgm/m]
M_{xy}	1339	[kgm/m]	α	-39.86	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	θ [°]
0.58	Estradosso	10.447	10.523	26.167	-0.222	45.15
	Intradosso	0.856	0.677	0.058	-3.500	-43.03



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 223 252

- Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	5.65	3.00	5.65	5.00	5.65	3.00

- Azioni di verifica combinazione 10 (750 125 [cm])

M_{xx}	-2311	[kgm/m]	M_{11}	-48	[kgm/m]
M_y	-118	[kgm/m]	M_{22}	-2381	[kgm/m]
M_{xy}	398	[kgm/m]	α	-9.97	[°]

- Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	θ [°]
0.55	Estradosso	0.873	0.119	0.019	-3.500	77.72
	Intradosso	17.039	1.116	22.734	-0.105	-14.75



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 311 340

• Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

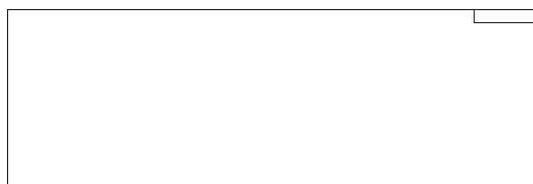
Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
5.65	5.00	3.93	3.00	5.65	5.00	3.93	3.00

- Azioni di verifica combinazione 10 (750 260 [cm])

M_{xx}	-4064	[kgm/m]	M_{11}	-248	[kgm/m]
M_y	-252	[kgm/m]	M_{22}	-4068	[kgm/m]
M_{xy}	118	[kgm/m]	α	-1.78	[°]

• Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		ϵ_x ‰	ϵ_y ‰	ϵ_{min} ‰	ϵ_{max} ‰	θ [°]
0.91	Estradosso	1.051	0.004	-0.015	-3.500	86.54
	Intradosso	18.784	0.128	23.472	0.009	-4.59



- Verifiche SLU Flessione elemento nodi 290 332

• Sezione

- sezione 2 H=25.00 [cm]

Estradosso				Intradosso			
Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]	Af_x [cm ²] / m	$cf_{x,Eq}$ [cm]	Af_y [cm ²] / m	$cf_{y,Eq}$ [cm]
3.93	5.00	3.93	3.00	3.93	5.00	3.93	3.00

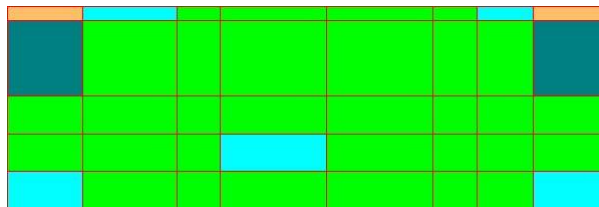
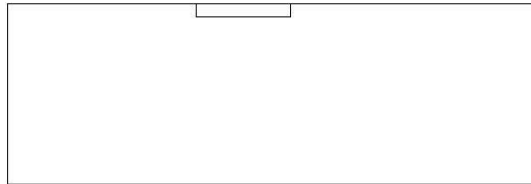
- Azioni di verifica combinazione 11 (354 260 [cm])

M_{xx}	1995	[kgm/m]	M_{11}	71	[kgm/m]
M_y	89	[kgm/m]	M_{22}	2013	[kgm/m]

M_{xy}	-184	[kgm/m]	α	-5.46	[°]
----------	------	---------	----------	-------	-----

- Verifiche SLU + SLV

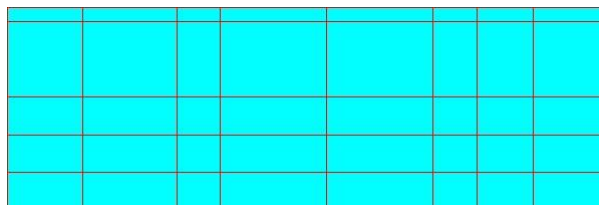
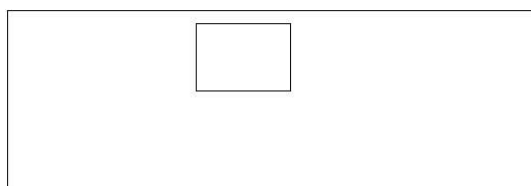
Cr=S/R	Posizione	Acciaio			Calcestruzzo	
		$\epsilon_x\text{‰}$	$\epsilon_y\text{‰}$	$\epsilon_{min}\text{‰}$	$\epsilon_{max}\text{‰}$	$\theta\text{ [°]}$
0.63	Estradosso	20.694	0.458	26.126	-0.024	-8.60
	Intradosso	1.400	0.051	0.001	-3.500	82.93



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- Verifiche Rare

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		σ_x [kg/cm ²]	σ_y [kg/cm ²]	$\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²]	θ [°]		
0.09	Estradosso	99.4	40.7	0.0	-16.06		
	Intradosso	-99.4	-40.7	-13.3	73.94		



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

• *Verifiche SLE Frequenti*

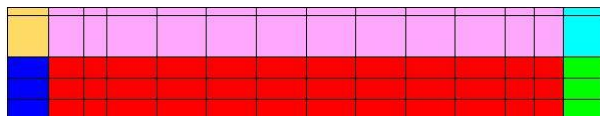
33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

• *Verifiche SLE Quasi Permanenti*

33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

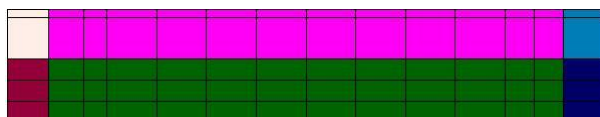
Parete Longitudinale

- Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
rosso	top \emptyset 10/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
verde	top \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
blu	top \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
ciano	top \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]
magenta	top \emptyset 10/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]
giallo	top \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]

- Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
verde scuro	bottom \emptyset 10/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
blu scuro	bottom \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
rosso scuro	bottom \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 12/20' Y c=3.00 [cm]
ciano scuro	bottom \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]
magenta scuro	bottom \emptyset 10/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]
giallo scuro	bottom \emptyset 12/20' X c=5.00 [cm] + \emptyset 10/20' Y c=3.00 [cm]

- Proprietà dei materiali

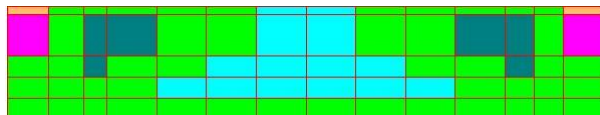
- Acciaio B 450 C

f_{yd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- Calcestruzzo C25/30

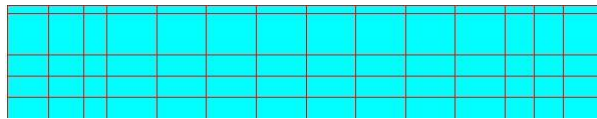
f_{cd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [kg/cm ²]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

- Verifiche SLU +SLV



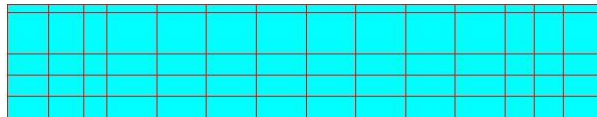
33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- *Verifiche SLE Rare*



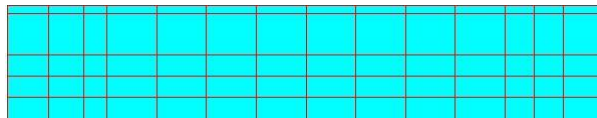
33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

- *Verifiche SLE Frequenti*



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

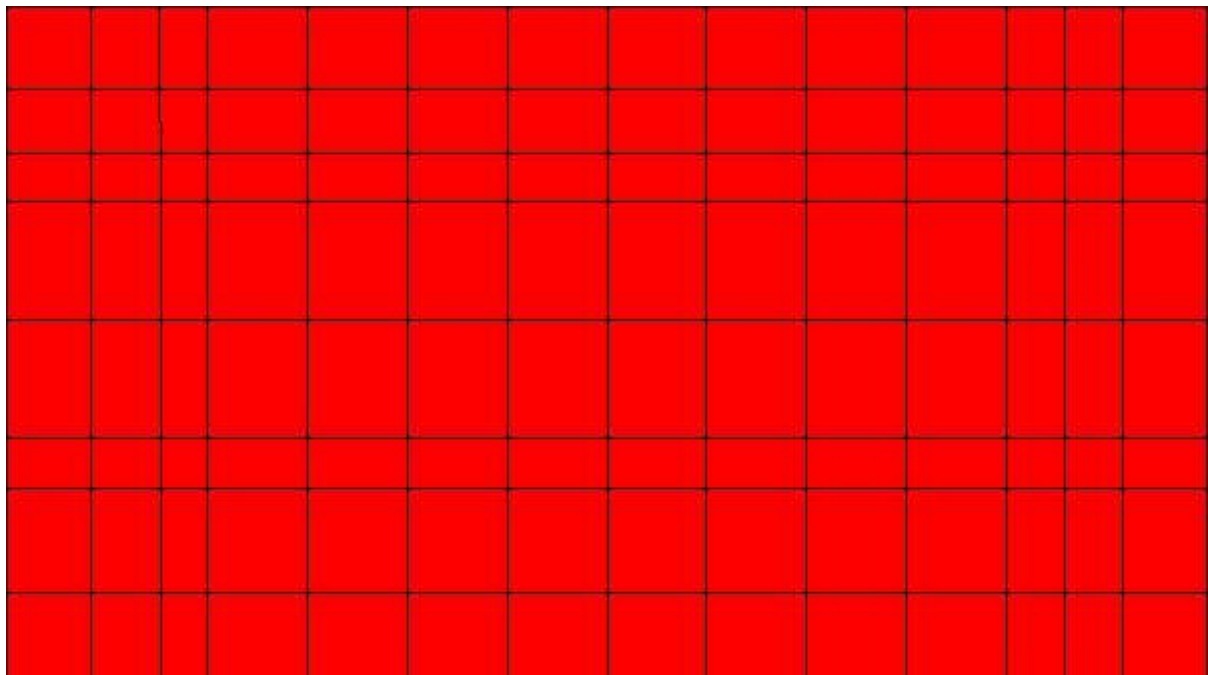
- *Verifiche SLE Quasi Permanenti*



33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %

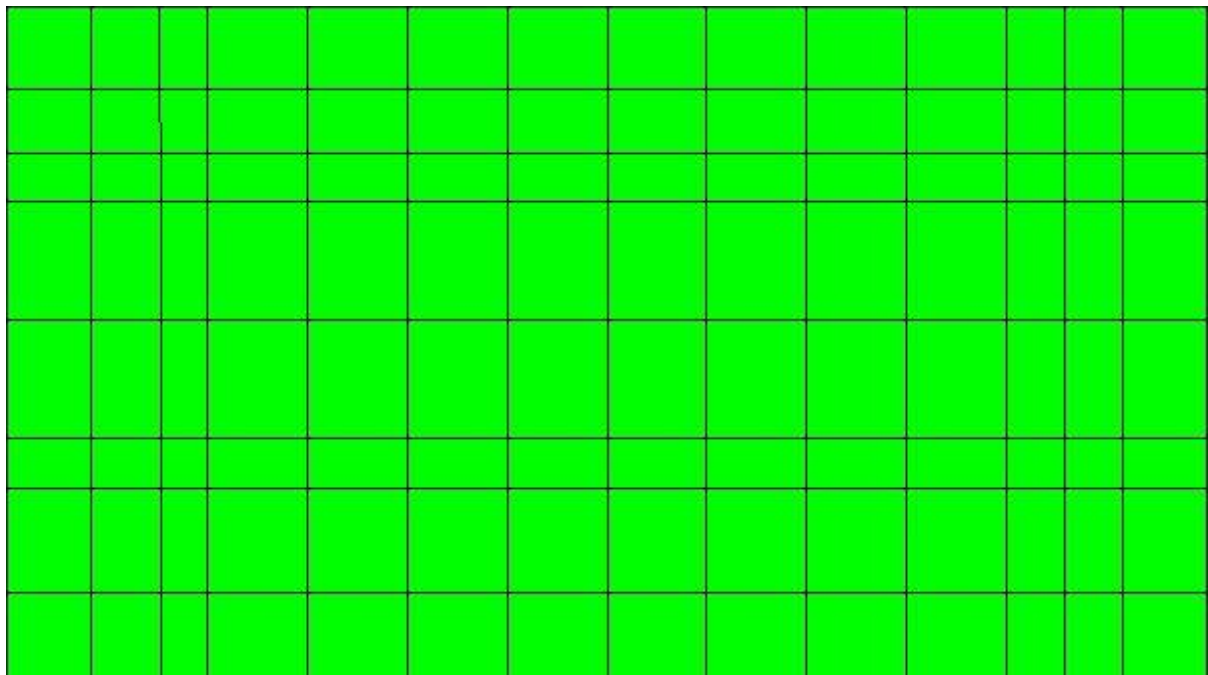
Verifica Platea

- Mappa armature di Estradosso



Colore	Armature
	top \varnothing 12/20' X + \varnothing 12/20' Y c=3.00 [cm]

- Mappa armature di Intradosso



Colore	Armature
	bottom \varnothing 12/20' X + \varnothing 12/20' Y c=3.00 [cm]

- Verifiche SLU + SLV

- *Proprietà dei materiali*

- *Acciaio B 450 C*

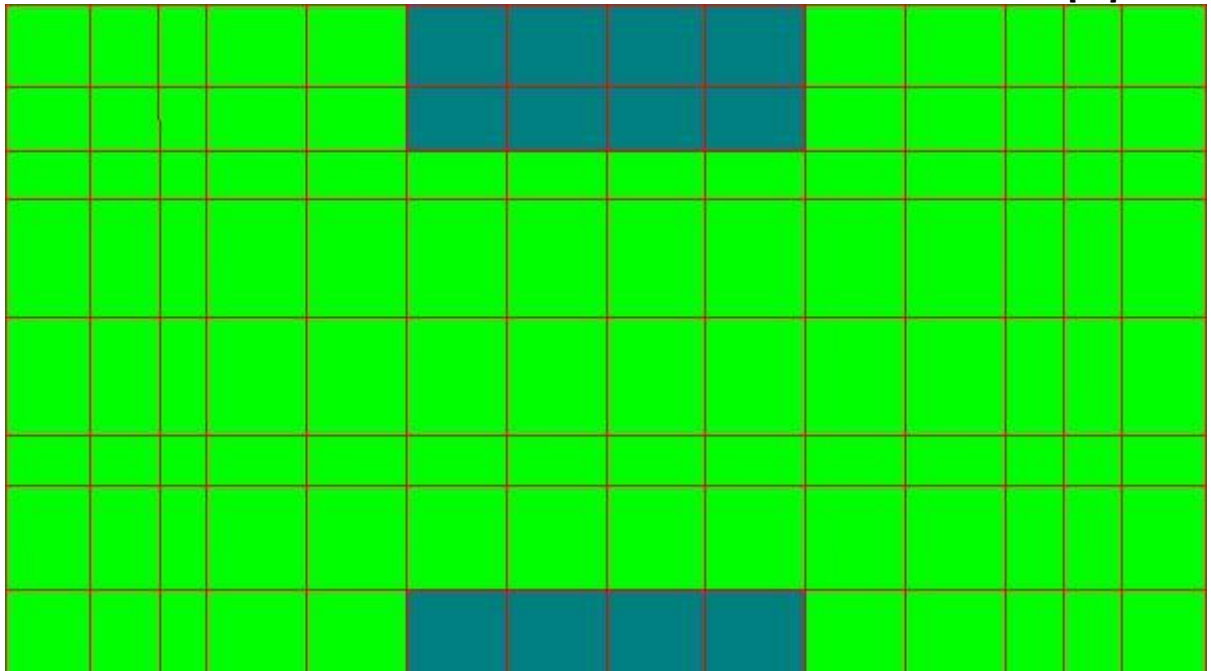
f_{yd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
3913.0	1.86	67.00

- *Calcestruzzo C25/30*

f_{cd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	f_{ctd} [kg/cm ²]	$\epsilon_{ctd}\%$	E_{cm} [kg/cm ²]
141.7	-2.00	-3.50	12.0	0.08	141666.7

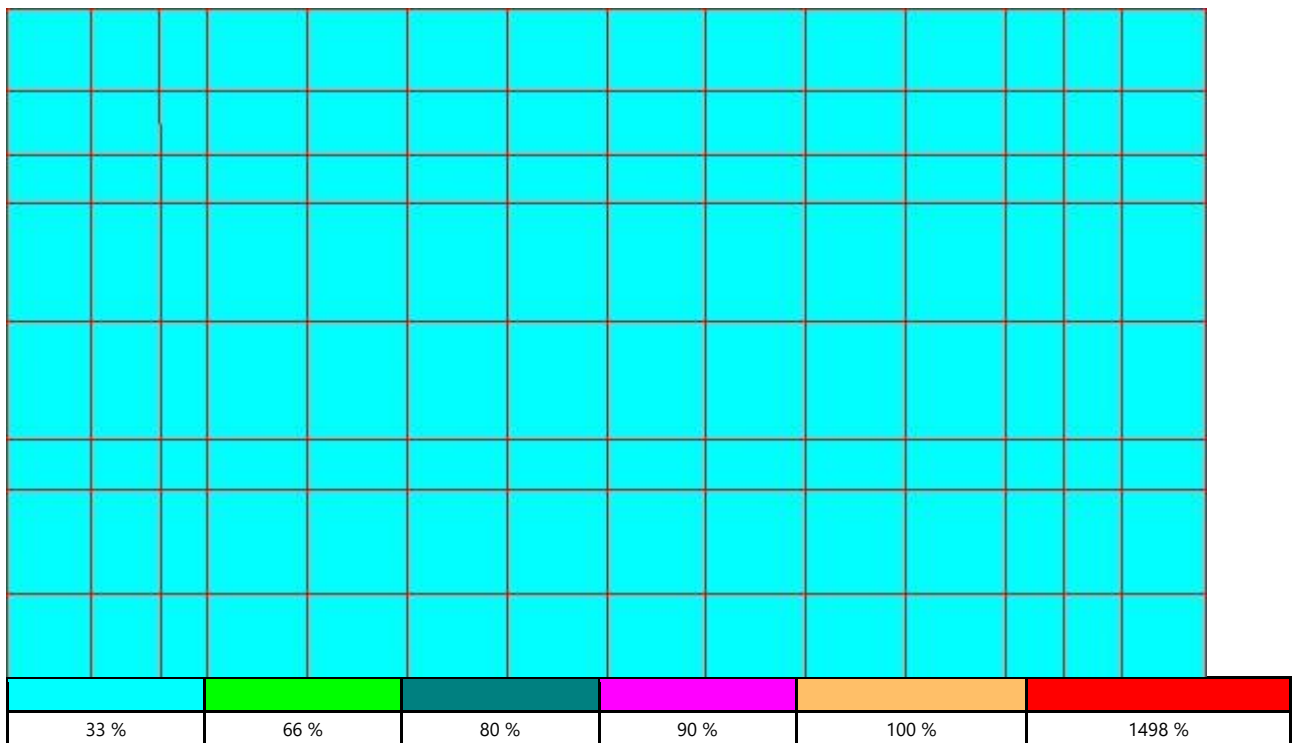
- *Sezione*

- **sezione 1 H=30.00 [cm]**

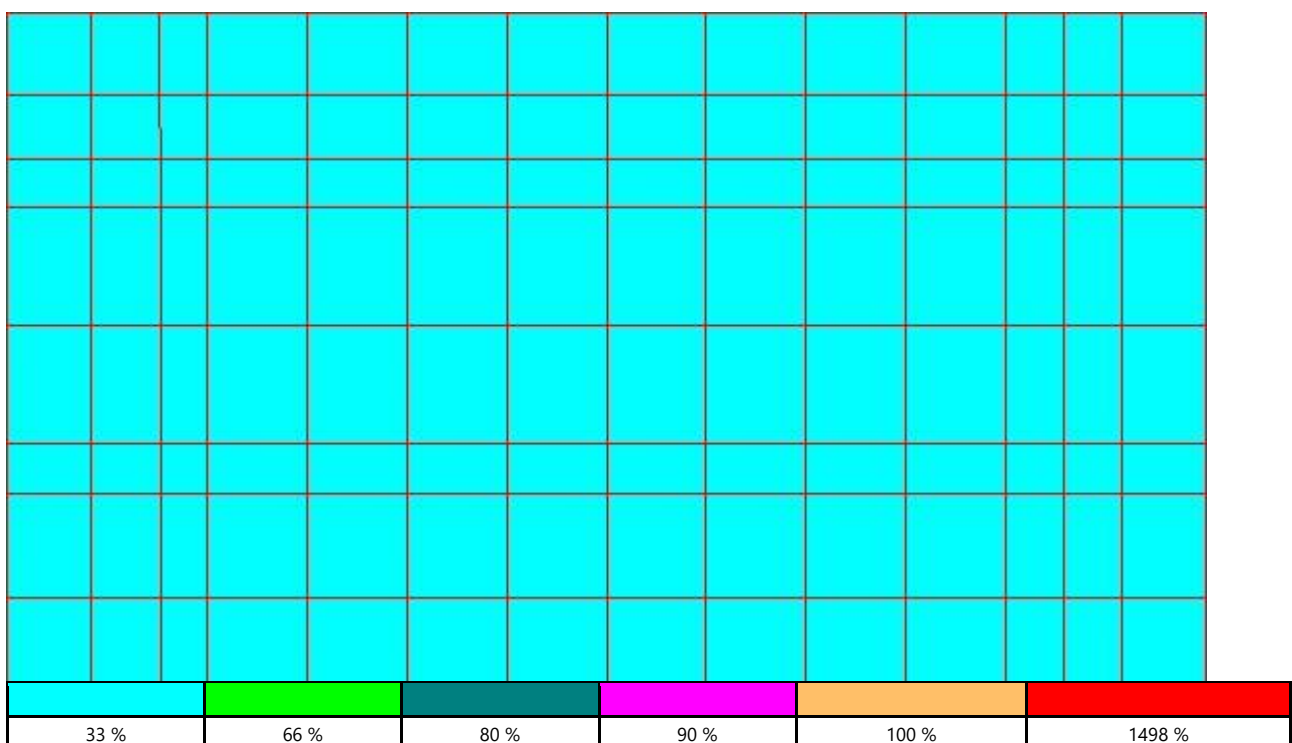


33 %	66 %	80 %	90 %	100 %	1498 %
------	------	------	------	-------	--------

- *Verifiche SLE Rare*



- *Verifiche SLE Frequenti*



Verifica Geotecnica Platea

Le fondazioni previste sono di tipo superficiale a platea, con quota d'imposta a $Z = -50$ cm da piano campagna.

Dai risultati dell'indagine penetrometrica (cpt) è evidente che la stratigrafia del sottosuolo è prevalentemente coesiva con coesione non drenata di calcolo pari a $0,55 \text{ daN/cm}^2$.

Si riportano di seguito i parametri geotecnici dedotti dalla *Relazione Geologico-Sismica e Geotecnica* redatta dal Dott. Geol. Claudia Borelli, e utilizzati per il calcolo delle opere di fondazione.

- 1 – Ubicazione delle prove geologiche

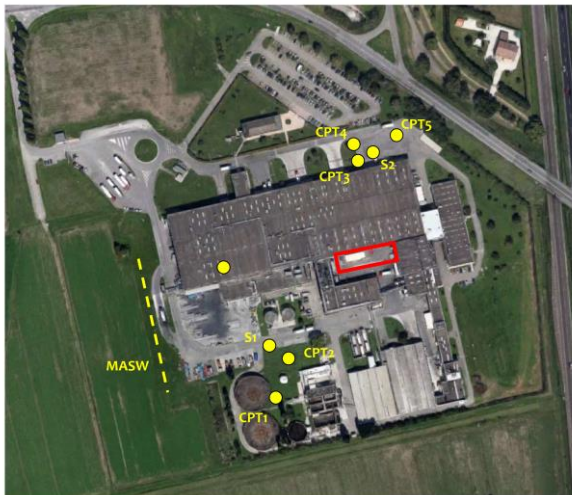


Fig. 15 Immagine satellitare dell'area di intervento (fonte google maps) con ubicazione dei punti di indagine

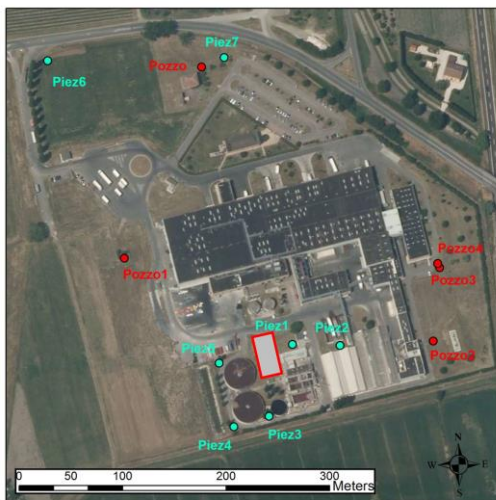


Fig. 11 Rete di monitoraggio interna all'azienda

• 2 - Parametri Geotecnici Caratteristici

Stima dei parametri geotecnici nominali

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)

CPT 1

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,40	C	0,0	-3,7	0,0	0,0	<0,5	0,0	0,0	--	--	--
2	4,80	C	0,7	514,3	48,4	141,9	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	7,80	C	1,0	692,2	42,9	172,5	6,3	2,0	2,0	--	--	--
4	10,80	C	0,8	512,7	48,3	148,8	3,8	1,9	2,0	--	--	--
5	12,20	C	1,6	1140,7	65,1	235,2	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	18,80	C	1,1	718,9	44,2	185,6	3,0	2,0	2,0	--	--	--
7	20,00	I	--	--	80,2	523,6	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	301,7

CPT 2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,40	C	0,9	663,3	46,0	163,3	>9	2,0	2,0	--	--	--
2	5,40	C	0,6	457,2	47,8	133,8	6,0	1,9	2,0	--	--	--
3	7,00	CI	0,9	663,6	44,4	168,5	<0,5	2,0	2,0	13,1	25,5	47,2
4	10,40	C	0,6	385,8	46,8	127,4	3,3	1,9	1,9	--	--	--
5	12,00	C	1,3	890,2	51,7	204,4	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	16,60	C	0,7	443,7	48,4	143,9	2,3	1,9	2,0	--	--	--
7	19,20	CI	1,3	881,5	53,8	209,4	<0,5	2,0	2,1	<5	29,1	67,3
8	20,00	I	--	--	63,5	376,2	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	175,6

CPT 3

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,00	CI	2,8	2116,6	113,1	329,5	<0.5	2,1	2,2	<5	42,0	141,3
2	2,20	C	0,7	549,8	48,4	146,3	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	2,80	C	0,4	250,5	35,5	92,6	8,4	1,8	1,9	--	--	--
4	5,00	C	0,6	398,4	45,7	122,2	>9	1,9	1,9	--	--	--
5	5,80	C	0,4	287,7	39,4	102,2	7,1	1,8	1,9	--	--	--
6	10,20	C	0,7	525,5	48,4	145,9	8,0	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,6	1144,9	63,4	231,4	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	14,00	C	0,8	544,0	48,1	151,6	4,8	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	890,1	51,0	202,5	5,8	2,0	2,1	--	--	--

CPT 4

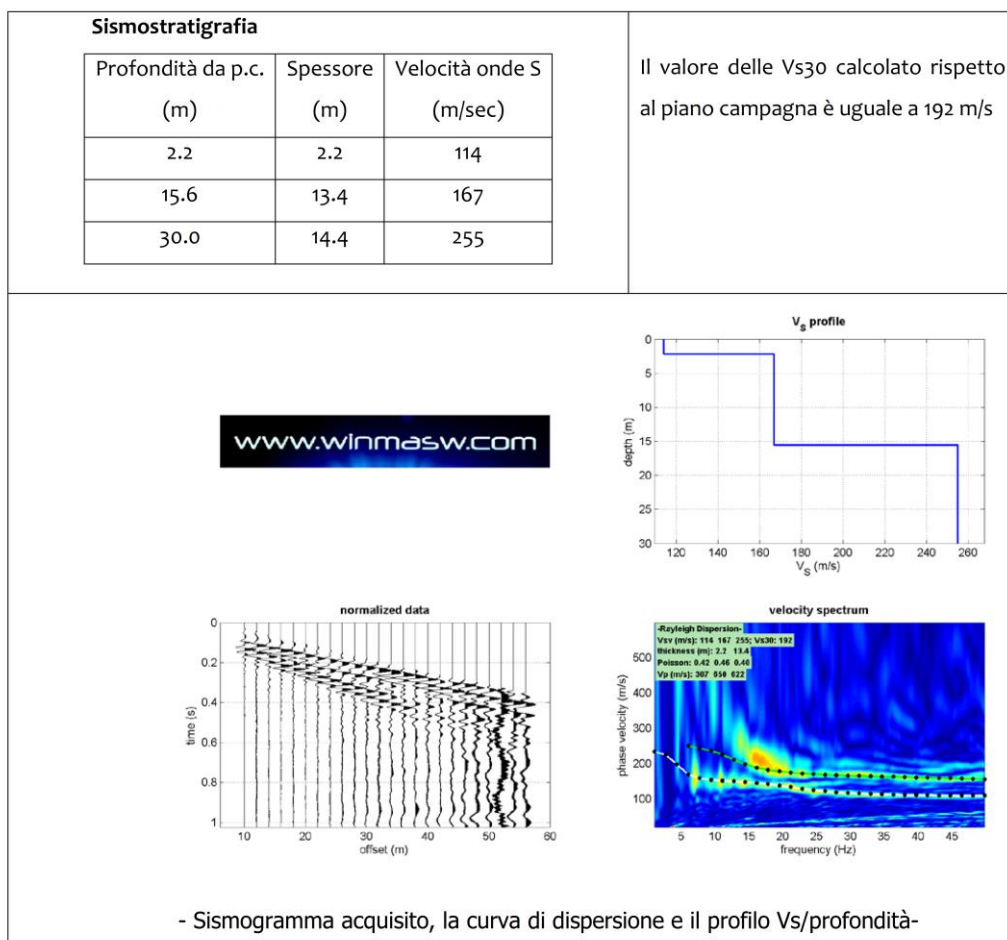
Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,00	C	1,4	1054,0	56,6	215,9	>9	2,0	2,1	--	--	--
2	3,20	C	0,5	373,8	44,4	117,4	>9	1,9	1,9	--	--	--
3	5,40	C	0,7	520,1	48,4	143,4	8,9	1,9	2,0	--	--	--
4	6,60	CI	1,2	879,6	48,5	196,3	<0.5	2,0	2,1	<5	31,6	60,6
5	7,80	C	0,7	468,9	48,1	136,7	5,8	1,9	2,0	--	--	--
6	10,60	C	0,9	642,4	45,6	164,8	8,8	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,4	1035,6	57,8	218,6	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,80	C	0,8	518,0	48,3	147,9	5,0	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,5	1040,7	59,1	221,7	6,6	2,0	2,1	--	--	--

CPT 5

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,80	I	--	--	4,8	8,3	<0.5	0,0	0,0	<5	28,7	0,3
2	3,00	C	0,6	422,8	46,3	125,2	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	3,60	C	0,4	279,0	38,1	98,9	7,9	1,8	1,9	--	--	--
4	7,00	C	0,6	443,2	47,3	130,7	7,4	1,9	2,0	--	--	--
5	7,60	C	0,5	323,9	42,3	110,4	4,5	1,8	1,9	--	--	--
6	10,80	C	0,7	492,0	48,4	141,0	7,5	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,5	1062,4	59,0	221,5	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,60	C	0,8	534,5	48,2	149,8	4,3	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	916,4	52,3	205,6	5,8	2,0	2,1	--	--	--

Determinazione del valore caratteristico della coesione non drenata			Cu media	1.08 kg/cm ²	0.89 kg/cm ²	0.65 kg/cm ²	0.85 kg/cm ²	0.88 kg/cm ²
LETTURE NEL BULBO DI PRESSIONE pari alla dimensione del plinto	coes. Car. Media	0.82 kg/cm ²	Cu dev	0.37 kg/cm ²	0.31 kg/cm ²	0.10 kg/cm ²	0.20 kg/cm ²	0.41 kg/cm ²
	coes. Car. Minima	0.63 kg/cm ²	Cu caratteristico	1.01 kg/cm ²	0.84 kg/cm ²	0.63 kg/cm ²	0.82 kg/cm ²	0.81 kg/cm ²
	n° strati	221	Cu media	0.80 kg/cm ²	0.71 kg/cm ²	0.56 kg/cm ²	0.80 kg/cm ²	0.57 kg/cm ²
LETTURE NEL BULBO DI PRESSIONE pari alla dimensione del plinto	coes. Car. Media	0.67 kg/cm ²	Cu dev	0.14 kg/cm ²	0.14 kg/cm ²	0.11 kg/cm ²	0.30 kg/cm ²	0.07 kg/cm ²
	coes. Car. Minima	0.55 kg/cm ²	Cu caratteristico	0.78 kg/cm ²	0.69 kg/cm ²	0.55 kg/cm ²	0.77 kg/cm ²	0.57 kg/cm ²
Caratteristico = Medio - 1.645 Dev Standard / (n° campioni) ^{1/2}				CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5

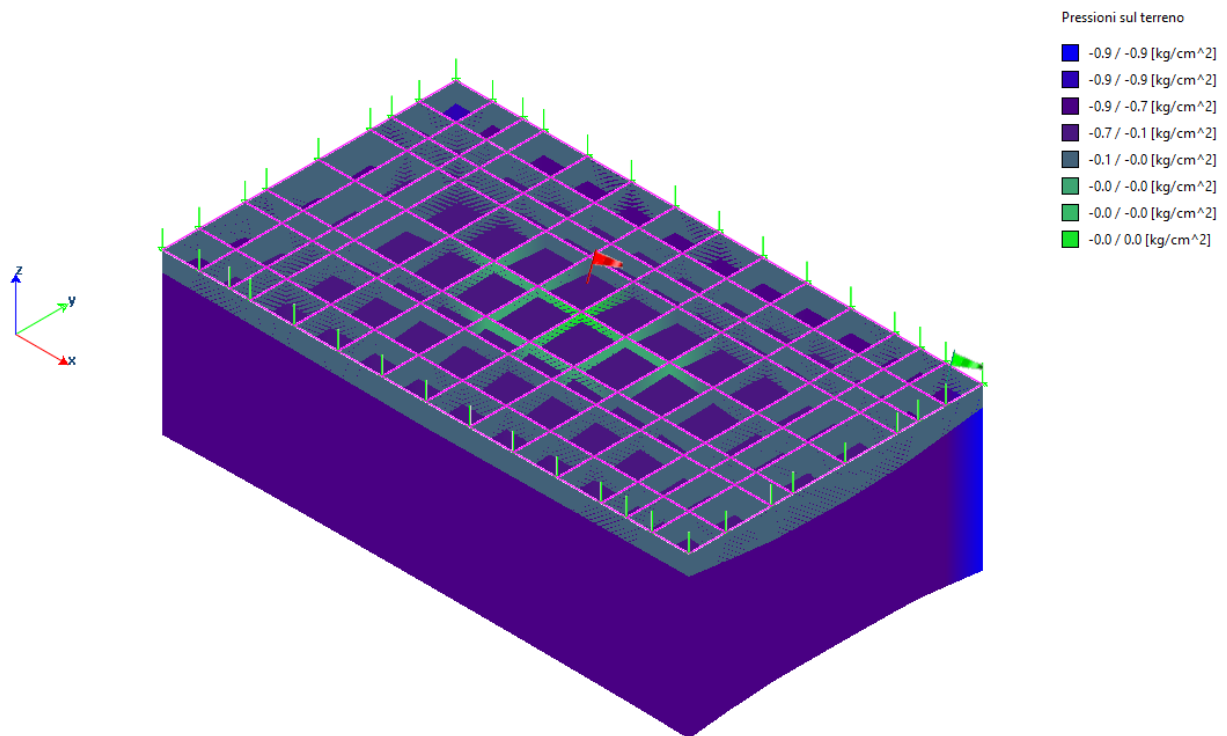
- 3 - Caratterizzazione Sismica



Il valore Vs30 è risultato 192 m/sec pertanto secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu}_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- Verifica Delle Opere Di Fondazione



VALORI CARATTERISTICI TERRENO	
ϕ_k	0.0 °
c_k	0.0 kN/m ²
$c u_k$	55.0 kN/m ²
γ_k	18.5 kN/m ³

DATI GEOMETRICI			
Lx	36.50	m	Dimensione // x
Ly	8.50	m	Dimensione // y
D	0.50	m	Profondità

coefficienti di sicurezza			
	A1	A2	$\gamma_{R1} = 1$
ϕ	1	1.25	$\gamma_{R2} = 1.8$
c	1	1.25	$\gamma_{R3} = 2.3$
cu	1	1.4	
γ	1	1	

APPROCCIO 2 NTC 2018												q _R
		N _q	N _c	N _γ	s _c	s _q	s _γ	d _c	d _q	d _γ	q _{limite}	
γ _R	2.3	1.0	5.14	0.0	1.05	0.00	0.00	1.02	1.00	1.00	312 kN/m ²	1.36 daN/cm ²

In nessun punto e in nessuna condizione di carico la pressione massima raggiunge la capacità limite del terreno, pertanto le verifiche geotecniche risultano soddisfatte.

- *Pressioni massime sul terreno*
- *Combinazioni agli Stati Limite Ultimi*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	9	0.4
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	10	0.9

- *Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	23	0.0
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	21	0.4

- *Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	37	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	41	0.6

- *Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	49	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	51	0.5

- *Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	53	0.3
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	53	0.5

- *Combinazioni agli Stati Limite di Danno*

	Elemento	Combinazione	P [kg/cm ²]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 67 80 81 68	60	0.0
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 1 Nodi: 119 134 135 120	58	0.3