

**RELAZIONE TECNICA SULLA RIDUZIONE DEL  
RISCHIO SISMICO NECESSARIA PER IL  
RILASCIO DEL PERMESSO DI COSTRUIRE**  
*(ai sensi dell'allegato D alla D.G.R. n.121/2010)*

**OGGETTO: Costruzione di un capannone industriale**

Committente:	<b>Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi</b>
Sede legale :	<b>Via Marzabotto, 1 - 37054 Nogara (VR)</b>
Ubicazione intervento:	<b>Via Luzzi 9, Cadelbosco di Sopra (RE)</b>

---

*Sommario*

---

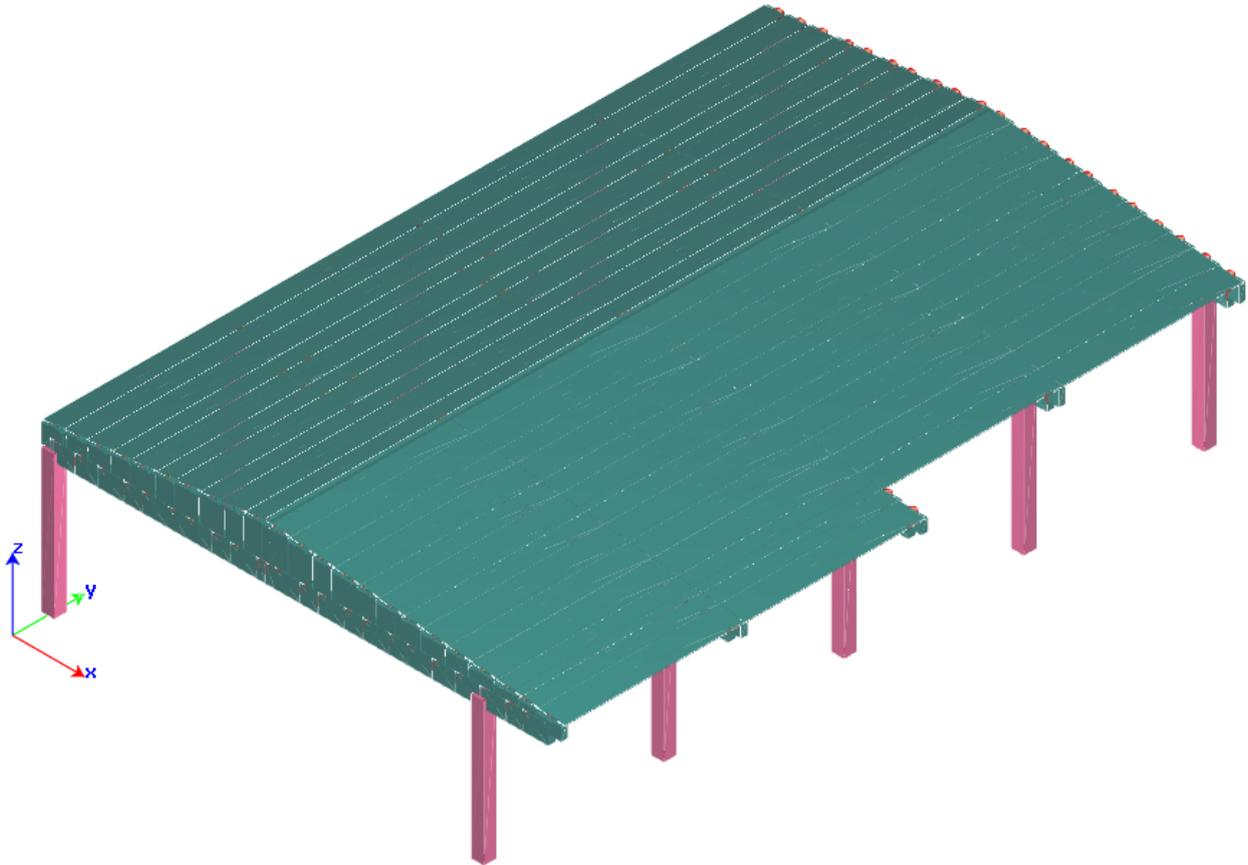
a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche .....	3
b) Descrizione della struttura.....	4
c) Normativa di riferimento .....	4
e) Descrizione dei materiali ad uso strutturale.....	8
f) Criteri di progettazione e modellazione .....	9
g) Combinazioni delle azioni .....	10
h) Metodo di analisi .....	16
i) Criteri di verifica.....	19
j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e di sollecitazione .....	20
k) Affidabilità del codice di calcolo .....	28
l) Sintesi opere di fondazione .....	33

---

---

## a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo capannone ad uso agricolo, ubicato in via Via Luzzi 9, Cadelbosco di Sopra (RE) per conto della ditta Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi  
Dalle prove geologiche effettuate in sito è emersa una  $V_{s30} = 214$  m/s definendo il terreno di tipo C come indicato dalle N.T.C. 2018 al par. 3.2.2



## b) Descrizione della struttura

Le dimensioni in pianta del capannone sono sommariamente:

- 25,40 m / 23,40 m di larghezza
- 35,30 m di lunghezza
- con un'altezza sottotegolo di copertura di 7,40 m / 8,40 m da pavimento finito

### DEFINIZIONE DEI CARICHI CARATTERISTICI

<b><u>ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA :</u></b>	<b>Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi</b>
---	--

#### Solaio piano

elemento	peso /m <sup>2</sup>
TT40 b12	215 daN/mq -->

#### TRAVI

elemento	peso /m
doppia pendenza	776 daN/m

#### PILASTRI

elemento	peso /m
Pilastro 60x60	900 daN/m

#### SOVRACCARICHI

Permanenti G2 :	30 daN/mq
Neve Qk (q<1000m s.l.m.) :	120 daN/mq

## c) Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- D.M. del 17 gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare del 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018".
- EUROCODICI, per i punti richiamati dal D.M. 17/01/2018

#### d) Parametri per la determinazione dell'azione sismica

##### Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2018

- Cadelbosco di Sopra RE Longitudine 10.6313 Latitudine 44.8197
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso I coefficiente  $C_U$  0.7
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  0.80
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00

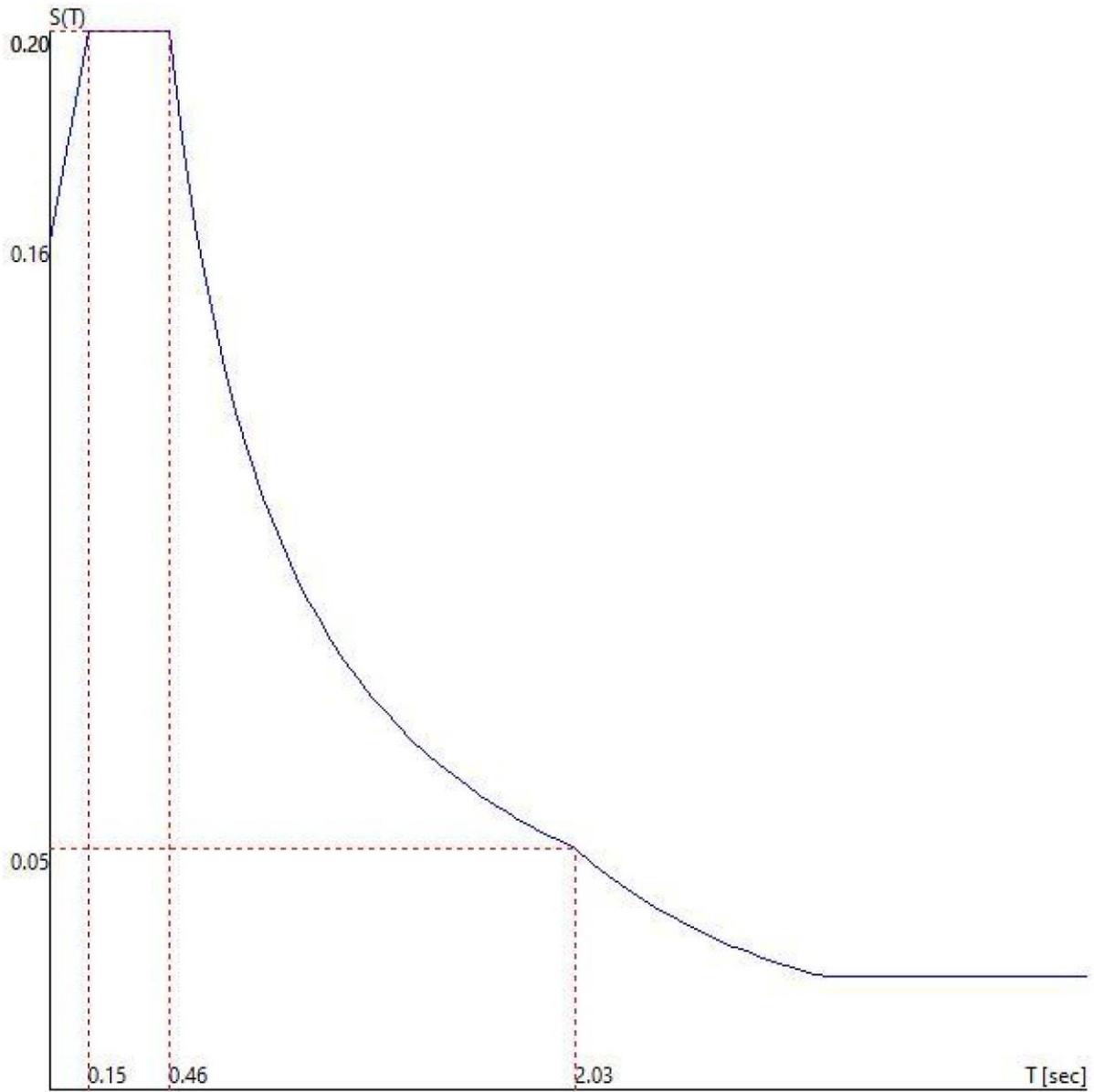
<i>Stato Limite</i>	C $q_o = C \alpha_u / \alpha_1$	$q_H$	$q_v$
SLV	2.50	2.00	1.50
SLD	1.25	1.00	1.50
SLC	2.50	2.00	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 332 (anni)
- $S_s$  1.500
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.46 [sec]
- $T_D$  2.03 [sec]
- $a_g/g$  0.1069
- $F_o$  2.4968
- $T_C^*$  0.2926

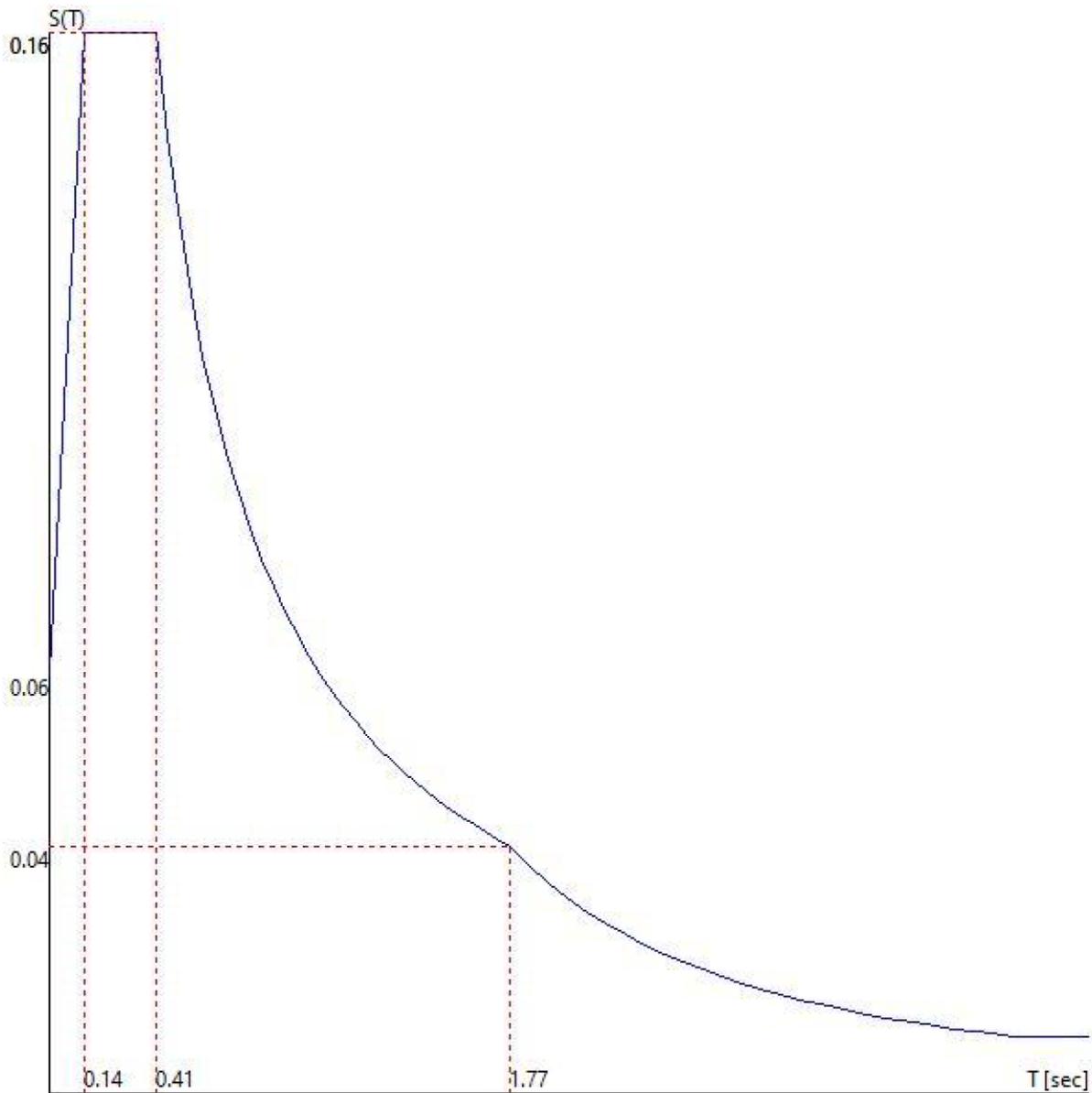
TU 2018 SLV H



TU 2018 SLD H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 35 (anni)
- $S_s$  1.500
- $T_B$  0.14 [sec]
- $T_C$  0.41 [sec]
- $T_D$  1.77 [sec]
- $a_g/g$  0.0430
- $F_o$  2.5422
- $T_C^*$  0.2477

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

## e) Descrizione dei materiali ad uso strutturale

### Materiali da impiegare nelle strutture Prefabbricate

● Malta per ancoraggio armatubo :	EXOCEM G1 RUREDIL
● Calcestruzzo per strutture prefabbricate in:	c.a.v. calcestruzzo C35/45
● Calcestruzzo per strutture in opera:	c.a.v. calcestruzzo C25/30
● Acciaio :	Armatura lenta B450 C Reti elettrosaldate B450 A Armatura di precompressione trefoli f <sub>ptk</sub> 1860 N/mm <sup>2</sup>
● Barre filettate :	Acciaio classe 8.8 / 10.9
● Metallerie :	Acciaio S235 / S275

#### Classe di esposizione

XC1 :Asciutto o permanentemente bagnato

XC3: Interni umidi, esterni protetti da pioggia

XC4 Ciclicamente bagnato e asciutto

XC2 Bagnato, raramente secco

#### MANUFATTO

Pilastri, Travi ,Tegoli ed elementi secondari interni all'edificio

Travi ,Tegoli ed elementi secondari di copertura

Pannelli di tamponamento esterni

Opere di fondazione

## f) Criteri di progettazione e modellazione

Tutte le strutture sono progettate per una classe di duttilità bassa con modulo di elasticità ridotto per le condizioni sismiche pari a 80% per tener conto delle non linearità del materiale e degli effetti della fessurazione.

Le strutture “A PILASTRI INCASTRATI ALLA BASE E ORIZZONTAMENTI AD ESSA INCERNIERATI”, vengono cautelativamente considerate non regolari in altezza per cui si adotta il fattore riduttivo  $K_r = 0,8$  al coefficiente di struttura  $q_0 = 2,5$  ed adottando un rapporto  $\alpha_w/\alpha_1 = 1$  per le piccole irregolarità in pianta, per cui il coefficiente di struttura effettivo risulta  $q = 2,0$ .

La modellazione strutturale del telaio tridimensionale, viene impostata considerando il telaio incastrato alla base, in corrispondenza del nodo pilastro-fondazione, e incernierato in corrispondenza dell'appoggio delle travi sui pilastri e dell'appoggio dei tegoli sulle travi. Lo schema strutturale, così ottenuto, viene sottoposto alle azioni statiche e dinamiche di progetto attraverso un software di calcolo strutturale agli elementi finiti di comprovata validità (En.Ex.Sy.S s.r.l.), il quale permette di risolvere le iperstaticità della modellazione e di determinare le azioni sui singoli elementi strutturali.

Dalle azioni così dedotte si procede alla progettazione delle opere geotecniche andando a verificare i requisiti di portanza e dei cedimenti strutturali degli stessi. Le fondazioni isolate sono tutte collegati mediante cordoli di collegamento.

### g) Combinazioni delle azioni

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

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 27

Numero di combinazioni di carico . : 69

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

#### 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	Carroponte Long.
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 0+SLU
29	Sisma 0-SLU
30	Sisma 90+SLU
31	Sisma 90-SLU
32	Sisma 180+SLU
33	Sisma 180-SLU
34	Sisma 270+SLU
35	Sisma 270-SLU
36	Sisma 0+SLD
37	Sisma 0-SLD
38	Sisma 90+SLD
39	Sisma 90-SLD
40	Sisma 180+SLD
41	Sisma 180-SLD
42	Sisma 270+SLD
43	Sisma 270-SLD

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico  
numero**

	11.3 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+]																			
	21.3 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+]																			
	31.3 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-]																			
	41.3 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-]																			
	51.3 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+]																			
	61.3 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+]																			
	71.3 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-]																			
	81.3 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-]																			
	91.3 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+]																			
	101.3 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+]																			
	111.3 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+]																			
	121.3 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+]																			
	13P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+X]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
	14P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[+Y]+ 1.5 Carr.[+]+ 1.5 Carr.[Long+]																			
	15P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-X]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
	16P.S. [G1] + 0.8 P.N.S.[G2]+ 1.5 Vento[-Y]+ 1.5 Carr.[-]+ 1.5 Carr.[Long-]																			
<b>Comb.\Cond1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	
11.3	1.3	1.5	0.75	1.5				1.05	1.05	1.5	0.9	1.05	1.5		1.5	1.5				
21.3	1.3	1.5	0.75		1.5			1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05	1.5		1.5		1.5			
31.3	1.3	1.5	0.75			1.5		1.05	1.05	1.5	0.9	1.05		1.5	-1.5			1.5		
41.3	1.3	1.5	0.75				1.5	1.05	1.05	1.5	-0.9	1.05		1.5	-1.5				1.5	
51.3	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			
61.3	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			
71.3	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	
81.3	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	
91.3	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	
101.3	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		
111.3	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	
121.3	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	
131	1	0.8		1.5							1.5		1.5		1.5	1.5				
141	1	0.8			1.5						-1.5		1.5		1.5		1.5			
151	1	0.8				1.5					1.5			1.5	-1.5			1.5		
161	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**

- 17P.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
- 18P.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
- 19P.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
- 20P.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
- 21P.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
- 22P.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
- 23P.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
- 24P.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
- 25P.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
- 26P.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
- 27P.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
- 28P.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
- 29P.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
- 30P.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
- 31P.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
- 32P.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
171	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03	1				1		0.3						
181	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03	-1				1							0.3	
191	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03		1				1		0.3					
201	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03		-1				1							0.3
211	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1			1		0.3		1						
221	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1			-1				1		0.3				
231	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1				1		0.3		1					
241	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1				-1				1		0.3			
251	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03	1						0.3		1				
261	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03	-1								1			0.3	
271	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03		1						0.3		1			
281	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27		-0.1	-0.03		-1								1			0.3
291	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1			1		0.3						1		
301	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9		-0.03	-0.1			-1						0.3		1		
311	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1				1		0.3							1
321	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**

	33P.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+] 34P.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+] 35P.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-] 36P.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-] 37P.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+] 38P.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+] 39P.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-] 40P.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-] 41P.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+] 42P.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+] 43P.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+] 44P.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+] <b>Comb.\Cond1</b>																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
331	1	1	0.5	1				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1				
341	1	1	0.5		1			0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1		1			
351	1	1	0.5			1		0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	-1			1		
361	1	1	0.5				1	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	-1				1	
371	1	1	0.5	0.6				1	1	1	-0.6	0.2	1		1	1	1	1	1	
381	1	1	0.5		0.6			1	1	1	0.6	0.2	1		1	1	1			
391	1	1	0.5			0.6		1	1	1	-0.6	0.2		1	-1		1	1		
401	1	1	0.5				0.6	1	1	1	0.6	0.2		1	-1			1	1	
411	1	1	1	0.6				0.7	0.7	1	0.6	0.2	1		1	1	1	1		
421	1	1	1		0.6			0.7	0.7	1	-0.6	0.2	1		1	1	1		1	
431	1	1	1			0.6		0.7	0.7	1	0.6	0.2		1	-1	1		1	1	
441	1	1	1				0.6	0.7	0.7	1	-0.6	0.2		1	-1		1	1	1	



Combinazioni agli Stati Limite di Danno

**Combinazione di carico  
numero**

- 54P.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]
- 55P.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]
- 56P.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]
- 57P.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]
- 58P.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]
- 59P.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]
- 60P.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]
- 61P.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]
- 62P.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]
- 63P.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]
- 64P.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]
- 65P.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]
- 66P.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]
- 67P.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]
- 68P.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]
- 69P.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.	Cond1	2	3	9	10	11	13	17	18	19	20	22	23	36	37	38	39	40	41	42	43	
541	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03	1		0.3						
551	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03	1							0.3	
561	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9	0.27				0.1	0.03		1		0.3					
571	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.9				0.27	0.1	-0.03		1							0.3
581	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1	0.3		1						
591	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1			1		0.3				
601	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27	0.9				0.03	0.1		0.3		1					
611	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.9	0.27			-0.03	0.1				1		0.3			
621	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03			0.3		1				
631	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03						1		0.3		
641	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2		0.27	0.9			-0.1	0.03				0.3		1			
651	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.9	0.27	-0.1	-0.03							1			0.3
661	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1	0.3						1		
671	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27		0.9	-0.03	-0.1					0.3			1	
681	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2	0.27				0.9	0.03	-0.1		0.3							1
691	1	1	0.3	0.6	0.8	0.2			0.27	0.9	-0.03	-0.1								0.3		1

## h) Metodo di analisi

L'analisi delle strutture soggette ad azione sismica viene svolta in forma lineare dinamica, avendo scelto un opportuno fattore di struttura in base alle precedenti considerazioni fatte sul sistema costruttivo a telaio e alle considerazioni sulla regolarità in pianta ed in altezza.

Nell'analisi dinamica vengono considerati 20 modi di vibrare per ciascuna direzione e si riportano i seguenti risultati:

### Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	2	0.72	99.6	100.0
0.00 [°] SLV	27	0.72	99.6	100.0
90.00 [°] SLV	51	0.85	97.4	100.0
90.00 [°] SLV	76	0.85	97.4	100.0
180.00 [°] SLV	102	0.72	99.6	100.0
180.00 [°] SLV	127	0.72	99.6	100.0
270.00 [°] SLV	151	0.85	97.4	100.0
270.00 [°] SLV	176	0.85	97.4	100.0

### Azioni torcenti addizionali

- Baricentro delle masse libere : 1213,1828,779 [cm]
- Massa totale : 36063.7 [UTM]
- Momento d'inerzia polare Jz : 6396858.1 [UTM m<sup>2</sup>]

Dir. sisma [°]	Momento Torcente [kNm]
0.00 [°] SLV	783
0.00 [°] SLV	-783
90.00 [°] SLV	462
90.00 [°] SLV	-462
180.00 [°] SLV	783
180.00 [°] SLV	-783
270.00 [°] SLV	462
270.00 [°] SLV	-462

### Azioni torcenti addizionali

- Baricentro delle masse libere : 1213,1828,779 [cm]
- Massa totale : 36063.7 [UTM]
- Momento d'inerzia polare Jz : 6396858.1 [UTM m<sup>2</sup>]

Dir. sisma [°]	Momento Torcente [kNm]
0.00 [°] SLD	573
0.00 [°] SLD	-573
90.00 [°] SLD	339
90.00 [°] SLD	-339
180.00 [°] SLD	573
180.00 [°] SLD	-573
270.00 [°] SLD	339
270.00 [°] SLD	-339

Gli effetti delle non linearità geometriche vengono tenute in conto attraverso il **fattore  $\theta$** , come specificato al § 7.3.1 delle NTC 2018.

*Effetti delle non linearità geometriche*

Le non linearità geometriche sono prese in conto attraverso il fattore  $\theta$  che, in assenza di più accurate determinazioni, può essere definito come:

$$\theta = \frac{P \cdot d_{ER}}{V \cdot h} \quad [7.3.3]$$

dove:

P è il carico verticale totale dovuto all'orizzontamento in esame e alla struttura ad esso sovrastante;

$d_{ER}$  è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano allo SLV, ottenuto come differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante, entrambi valutati come indicato al § 7.3.3.3;

V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame, derivante dall'analisi lineare con fattore di comportamento q;

h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Gli effetti delle non linearità geometriche:

- possono essere trascurati, quando  $\theta$  è minore di 0,1;
- possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a  $1/(1-\theta)$ , quando  $\theta$  è compreso tra 0,1 e 0,2;
- devono essere valutati attraverso un'analisi non lineare, quando  $\theta$  è compreso tra 0,2 e 0,3.

Il fattore  $\theta$  non può comunque superare il valore 0,3.

Valutazione Effetti NON-Lineari Pd/Vh

$$V_x \Theta_x = P d_{r,x} / h$$

Controllo combinazioni 20 .. 20

Fattore di struttura 2.00

Fattore di importanza  $\gamma_i$  1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

N valutato per combinazione

Sez.	Direzione 1-3							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d./h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$
9	4-61	20	690	464	48	2	-3.33	0.0471

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione 1-3								
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d./h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$	
9	1-11	20	690	203	37	1	-2.89	0.0232	
9	2-33	20	690	286	41	1	-2.89	0.0293	
9	3-39	20	690	334	40	2	-3.33	0.0400	
9	4-61	20	690	464	48	2	-3.33	0.0471	
9	5-67	20	690	335	44	2	-3.58	0.0399	
9	6-89	20	690	433	51	2	-3.58	0.0441	
9	7-95	20	690	343	44	2	-3.63	0.0408	
9	8-117	20	690	389	52	2	-3.63	0.0396	
9	9-121	20	690	206	45	1	-3.51	0.0232	
9	10-143	20	690	239	49	1	-3.50	0.0245	

Valutazione Effetti NON-Lineari Pd<sub>r</sub>/V<sub>h</sub>

$$V_y \Theta_y = P d_{r,y} / h$$

Controllo combinazioni 21 .. 21

Fattore di struttura 2.00

Fattore di importanza  $\gamma_i$  1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

N valutato per combinazione

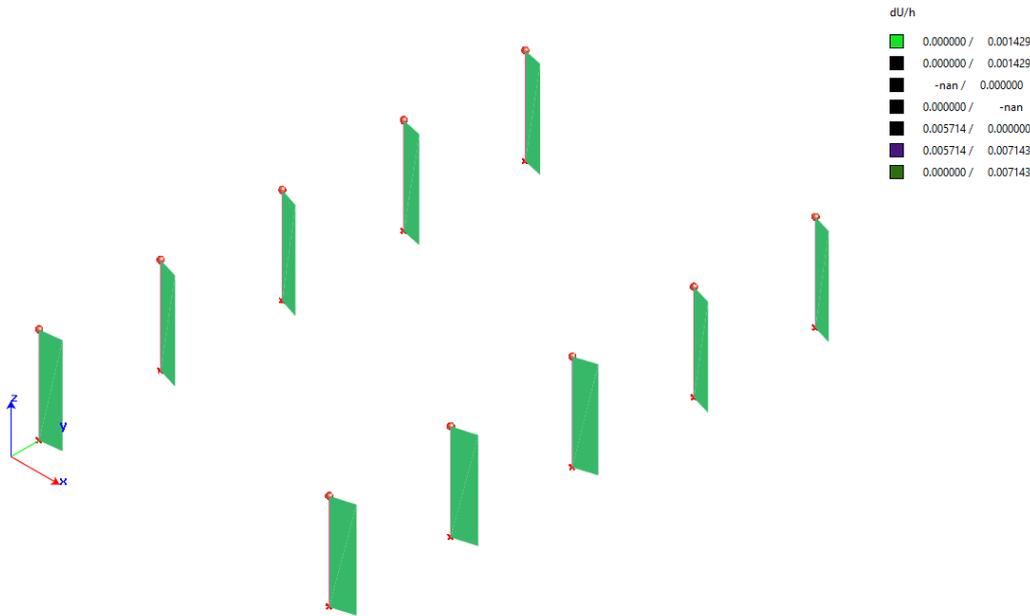
Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>r</sub> /h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$
9	4-61	21	690	463	43	2	3.37	0.0525

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione 1-2							
	Pil.	Comb.	L [cm]	P [kN]	V [kN]	P d <sub>r</sub> /h [kN]	d <sub>r</sub> [cm]	$\Theta$
9	1-11	21	690	201	32	1	2.63	0.0237
9	2-33	21	690	280	43	1	3.37	0.0320
9	3-39	21	690	337	33	1	2.63	0.0392
9	4-61	21	690	463	43	2	3.37	0.0525
9	5-67	21	690	337	31	1	2.62	0.0414
9	6-89	21	690	430	44	2	3.44	0.0481
9	7-95	21	690	344	30	1	2.61	0.0428
9	8-117	21	690	385	45	2	3.44	0.0429
9	9-121	21	690	213	30	1	2.61	0.0266
9	10-143	21	690	238	44	1	3.43	0.0267

### i) Criteri di verifica

Le verifiche di resistenza degli elementi strutturali vengono condotti per gli s.l.u. , s.l.v. , s.l.e. in base alle prestazioni ultimi e di esercizio dei materiali impiegati e dei relativi coefficienti parziali di sicurezza, mentre i requisiti di deformabilità vengono controllati per gli s.l.d. controllando che gli spostamenti relativi risultano inferiori all' 1% dell'altezza e che non compromettano la funzionalità dell'impiantistica



Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1

c 1

Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.01 H

N.B. Nelle combinazioni SLD b è moltiplicato per  $q_{SLD}=1.00$

Comb.	$U_x$		$U_y$		$U_z$		$ U_{xyz} $	
	Nodi	$U_x$ [cm]	Nodi	$U_y$ [cm]	Nodi	$U_z$ [cm]		
54	4-61	1.50	8-117	0.48	4-61	-0.03	4-61	1.57
55	4-61	1.47	9-121	-0.45	4-61	-0.03	3-39	1.53
56	5-67	1.39	1-11	0.35	4-61	-0.03	5-67	1.43
57	8-117	1.41	4-61	-0.41	4-61	-0.03	8-117	1.46
58	1-11	0.67	8-117	1.26	4-61	-0.03	2-33	1.42
59	10-143	-0.43	6-89	1.23	4-61	-0.03	10-143	1.31
60	5-67	0.50	10-143	1.13	4-61	-0.03	8-117	1.24
61	2-33	-0.30	3-39	1.12	4-61	-0.03	1-11	1.16
62	7-95	-1.16	4-61	0.40	4-61	-0.03	8-117	1.23
63	6-89	-1.14	9-121	-0.35	4-61	-0.03	7-95	1.18
64	2-33	-1.25	1-11	0.45	4-61	-0.03	1-11	1.32
65	2-33	-1.30	8-117	-0.48	4-61	-0.03	2-33	1.39
66	4-61	0.53	7-95	-1.12	4-61	-0.03	4-61	1.23
67	10-143	-0.25	2-33	-1.14	4-61	-0.03	2-33	1.16
68	9-121	0.63	4-61	-1.24	4-61	-0.03	10-143	1.38
69	2-33	-0.48	4-61	-1.26	4-61	-0.03	2-33	1.35

Spostamenti Massimi :

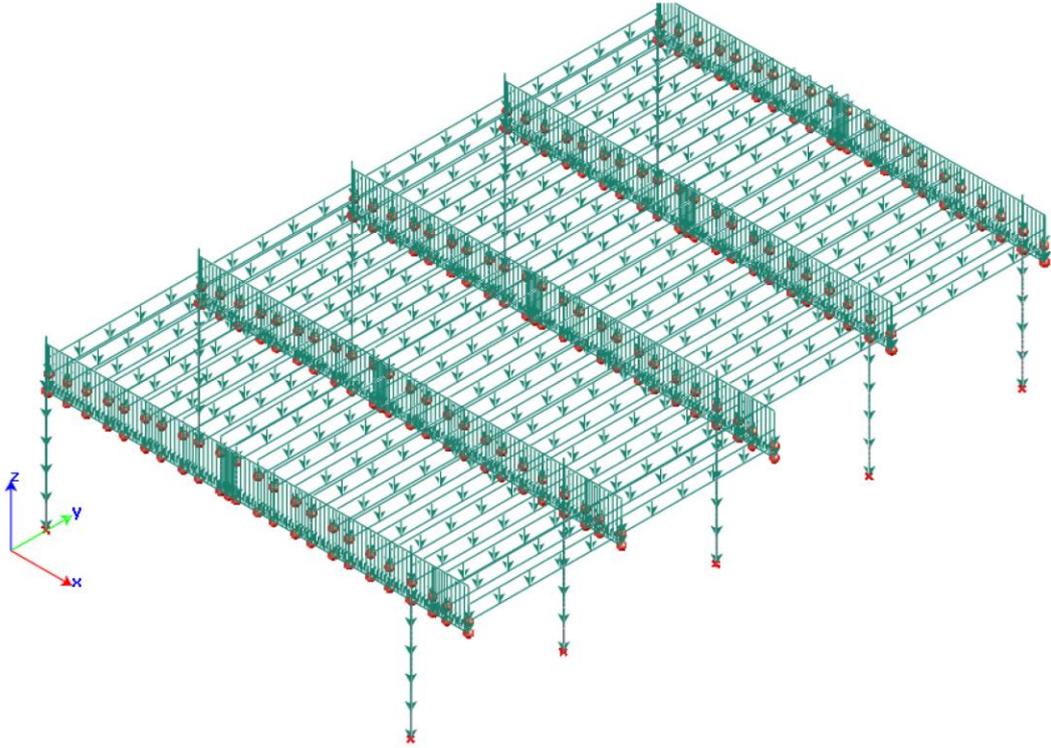
Combinazione di Carico 54 Fra i nodi 4 61  $|U_{xyz}|$  Spostamento 1.57 [cm]

**Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.010000 H**

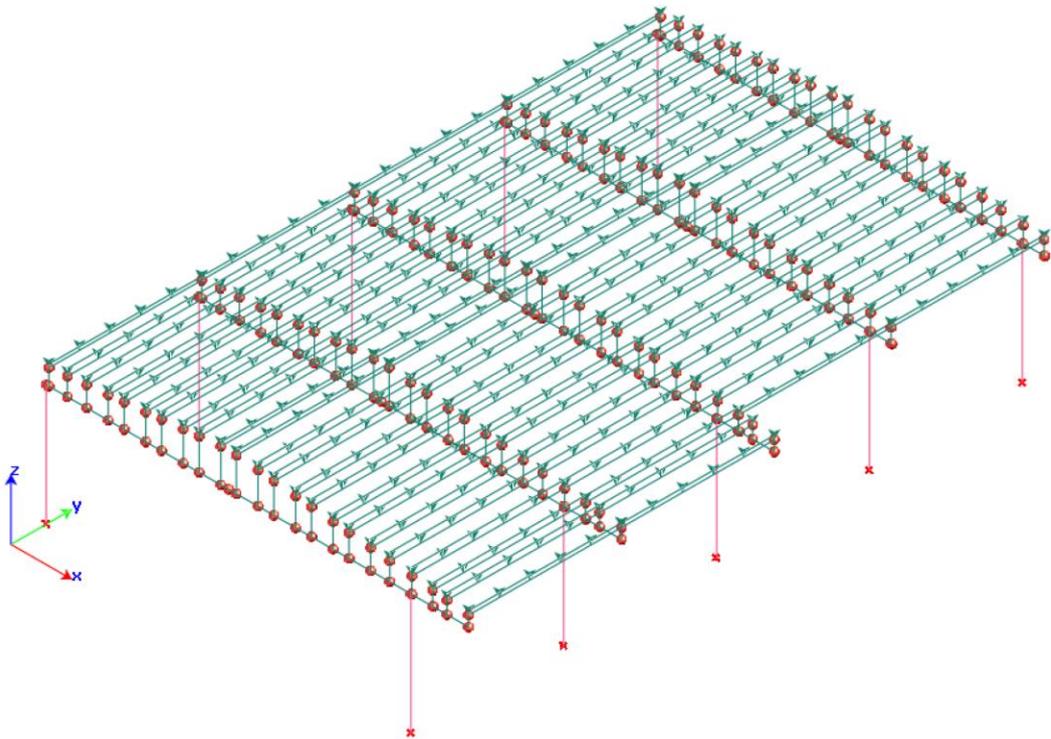
**j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e di sollecitazione**

in questa relazione vengono riportate solo le configurazioni deformate più significative e i diagrammi qualitativi delle sollecitazioni sugli elementi strutturali

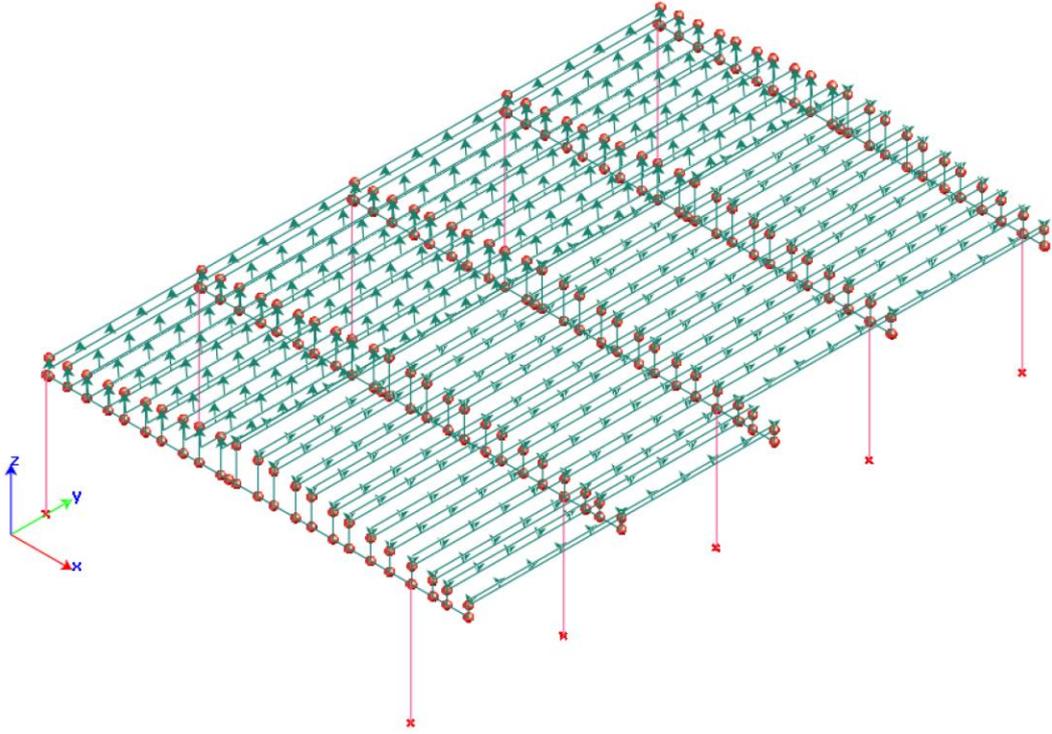
**Schema di carico dato dai carichi permanenti gravanti sulla struttura**



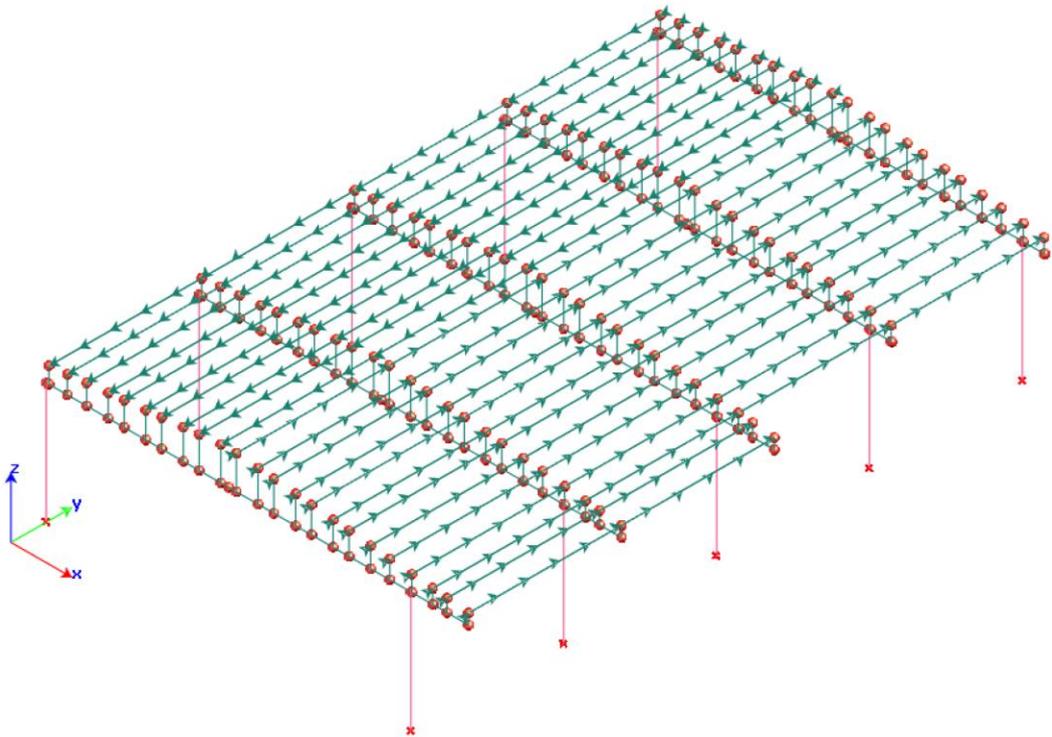
**Schema di carico dato dai carichi neve gravanti sulla struttura**



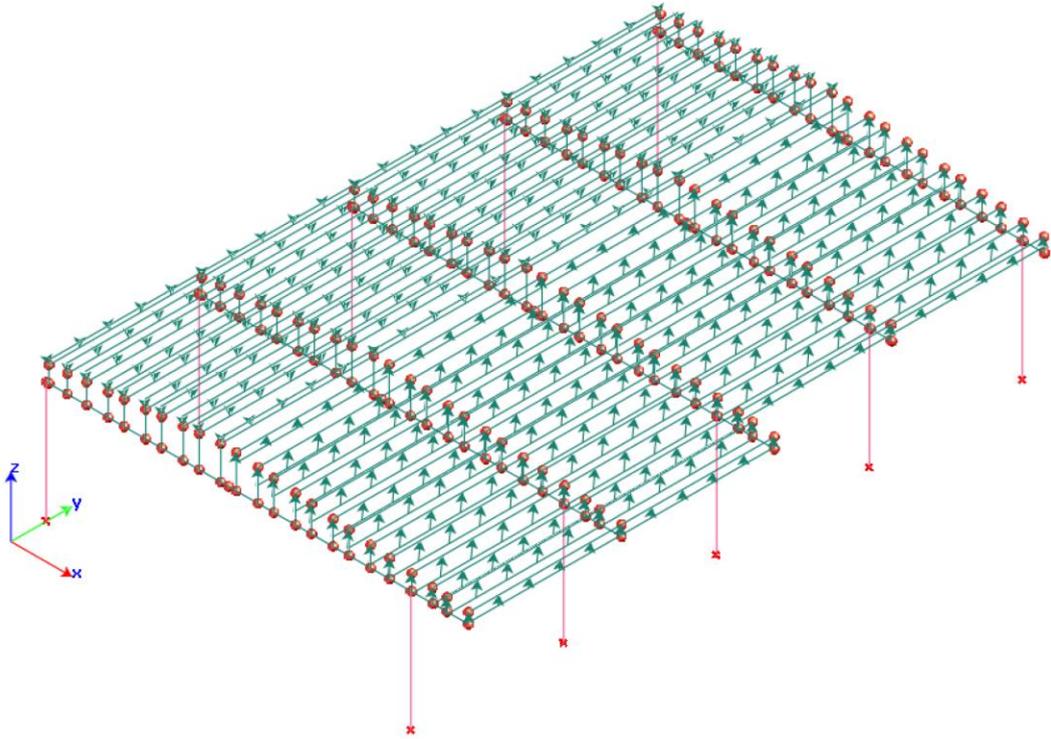
**Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [+X]**



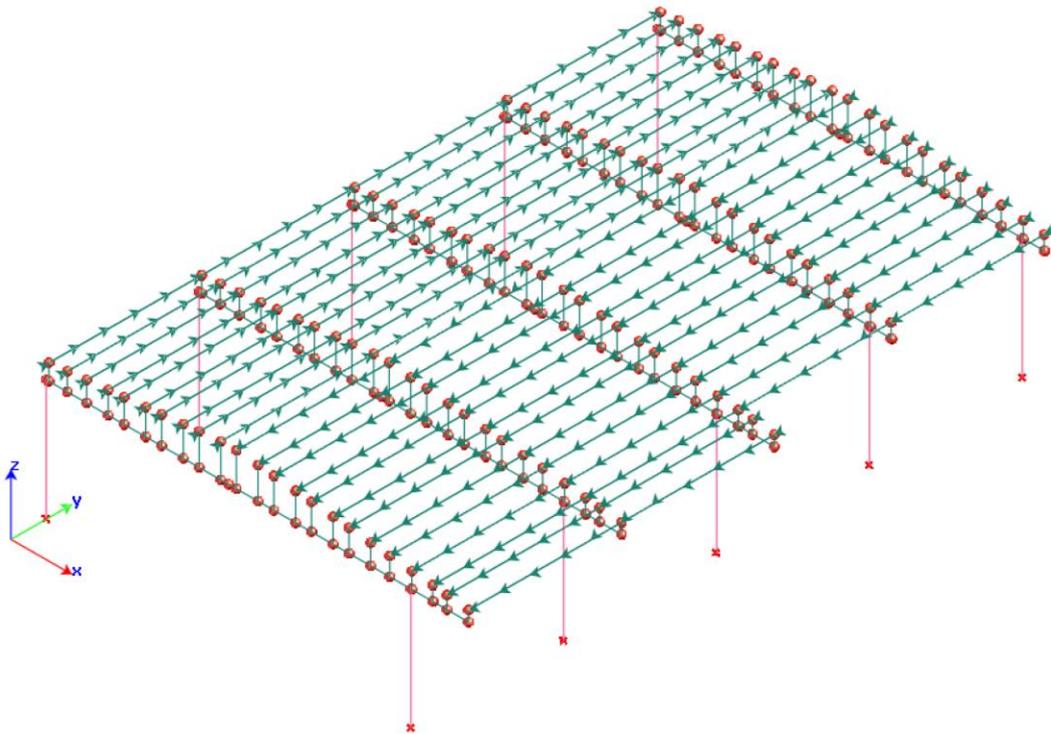
**Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [+Y]**



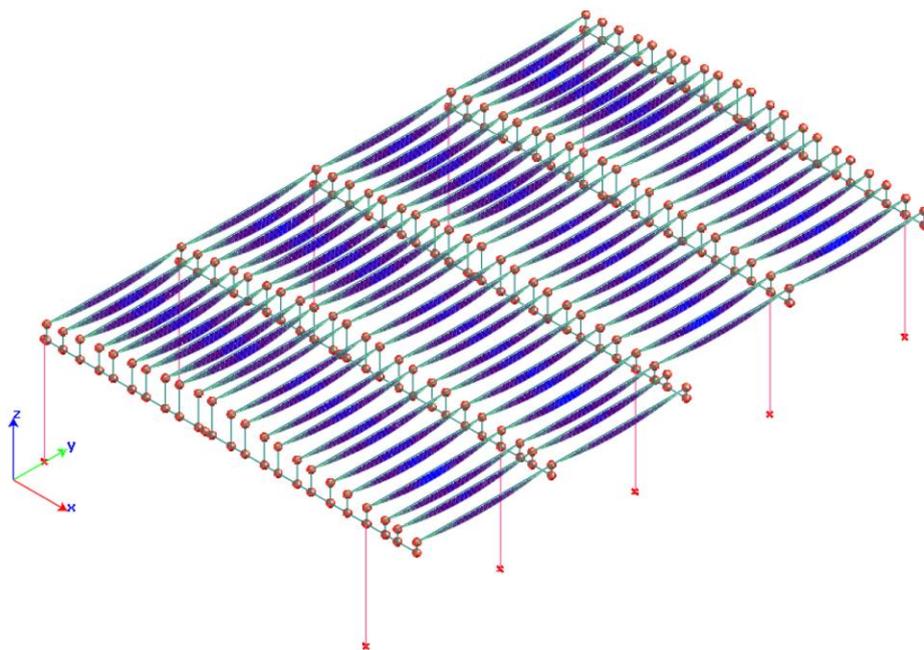
**Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [-X]**



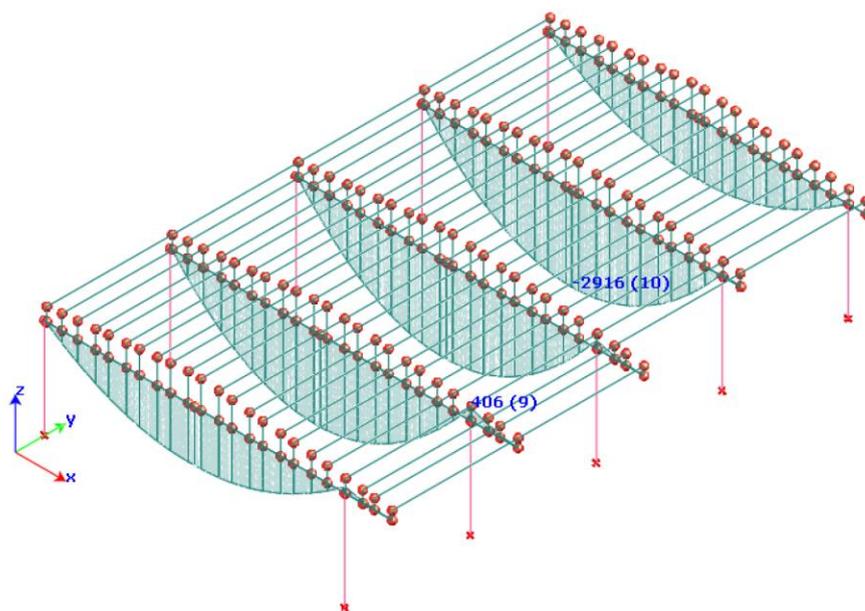
**Schema di carico dato dai carichi del vento gravanti sulla struttura in direzione [-Y]**



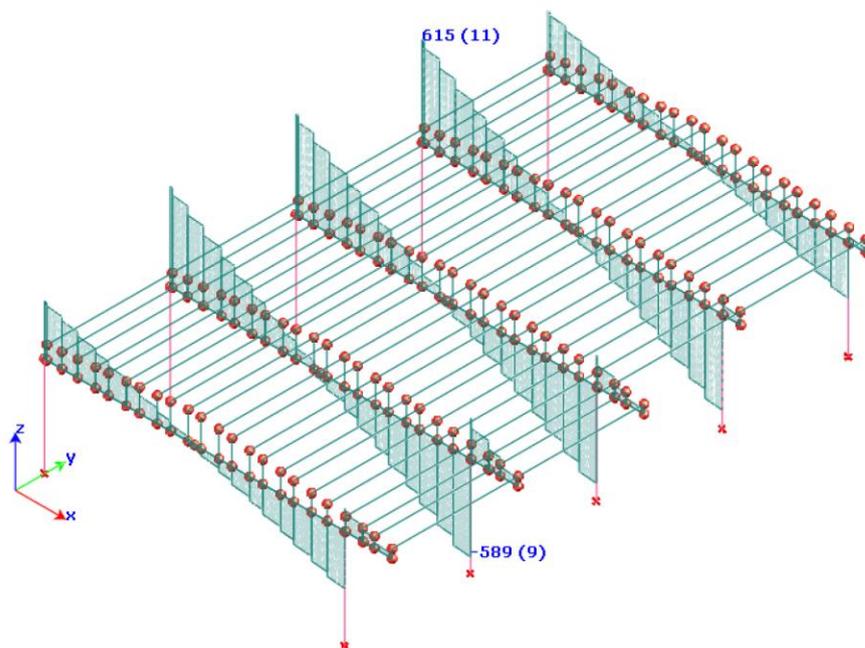
**Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: Elementi di copertura**



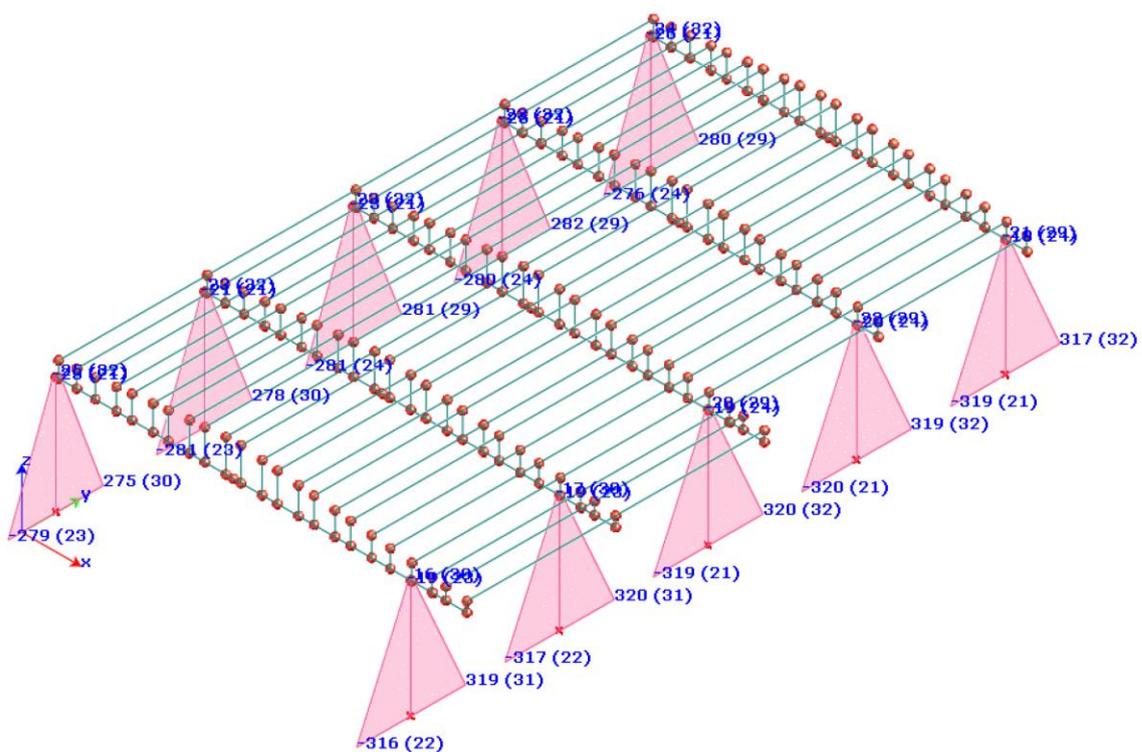
**Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: travi di copertura**



**Diagramma qualitativo dell'involuppo dei tagli: Travi di copertura**

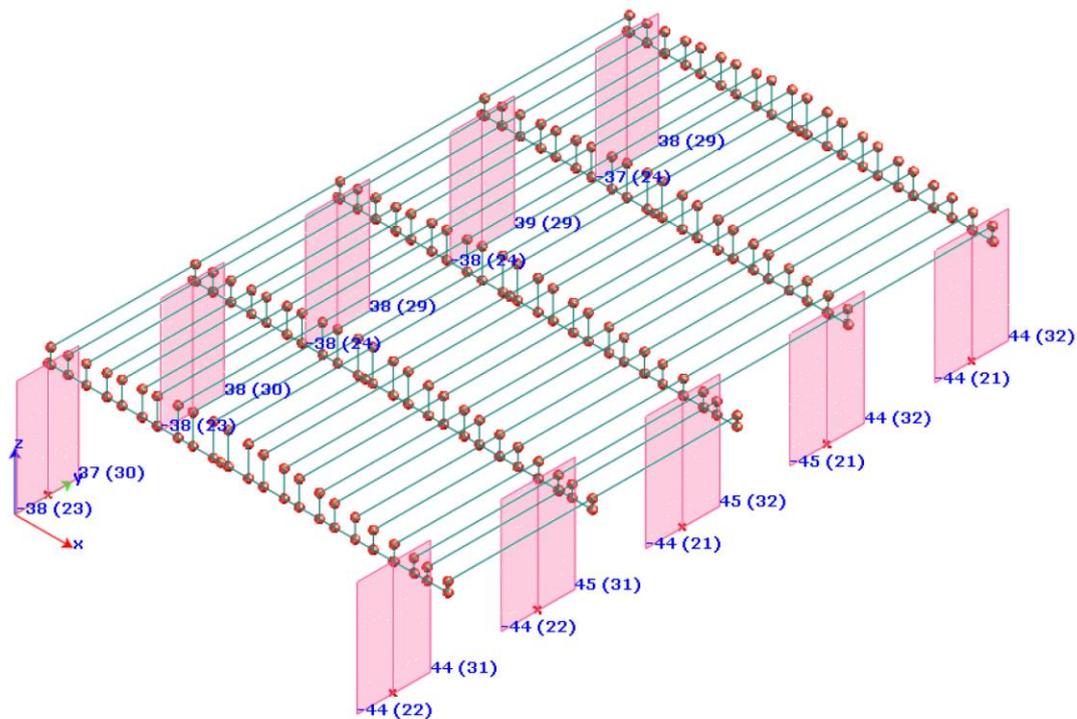


**Diagramma qualitativo dell'involuppo dei momenti flettenti: Pilastri Mx**

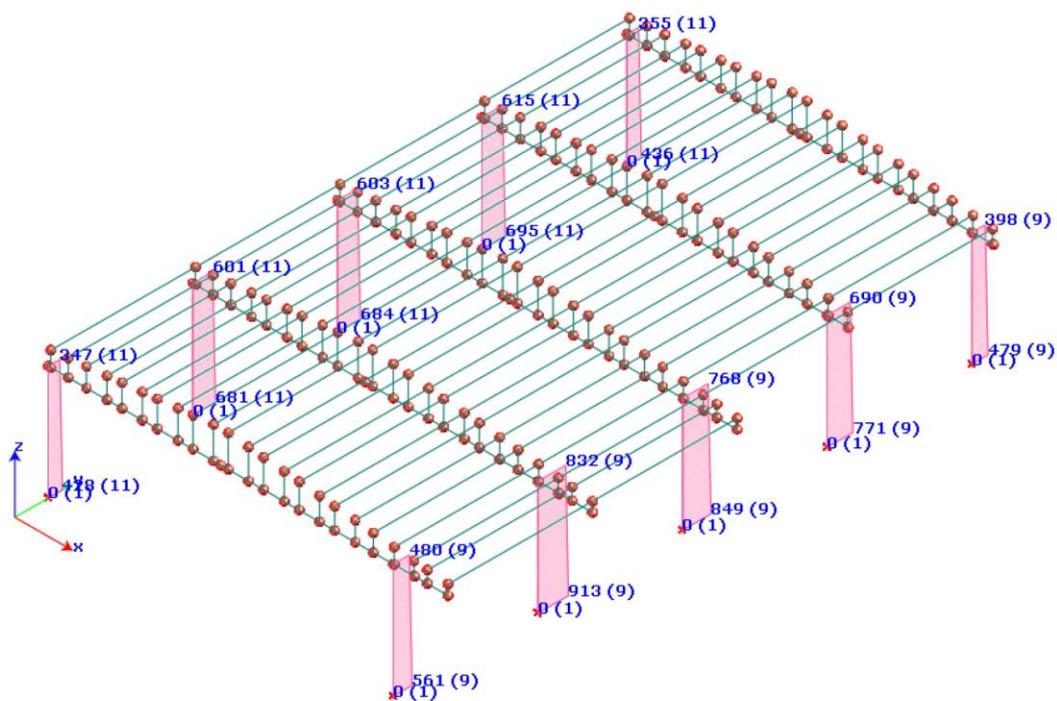




### Diagramma qualitativo dell'involuppo dei tagli: Pilastrini Vx



### Diagramma qualitativo dell'involuppo degli sforzi normali: Pilastrini



## k) Affidabilità del codice di calcolo

<b>ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA :</b>	<b>Soc. Agr. Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi</b>
--	--

### Solaio piano

elemento	Superficie	peso /m <sup>2</sup>	Peso El.ti	Ψ <sub>2</sub>	Peso Sismico	S.L.U.
TT40 b12	915 mq -->	215 daN/mq -->	= 1967 KN	1.00	= 1967 KN	= 2557 KN
			= 1967 KN		= 1967 KN	= 2557 KN

### TRAVI

elemento	n° el.	lunghezza	peso /m	Peso El.ti	Ψ <sub>2</sub>	Peso Sismico	S.L.U.
doppia pendenza	n° 2	22.48 m	776 daN/m	= 349 KN	1.00	= 349 KN	= 454 KN
doppia pendenza	n° 3	24.48 m	776 daN/m	= 570 KN	1.00	= 570 KN	= 741 KN
				= 919 KN		= 919 KN	= 1194 KN

### PILASTRI

elemento	n° el.	lunghezza	peso /m	Peso El.ti	Ψ <sub>2</sub>	Peso Sismico	S.L.U.
Pilastro 60x60	n° 10	6.90 m	900 daN/m	= 621 KN	1.00	= 621 KN	= 807 KN
	n° 10			= 621 KN		= 621 KN	= 807 KN

### SOVRACCARICHI

Superficie struttura in pianta	Ψ <sub>0</sub> γ <sub>slu</sub>	915 mq	PESO	Ψ <sub>2</sub>	PESO SISMICO	S.L.U.
Permanenti G2 :	1.50	30 daN/mq -->	= 275 KN	1.0	= 275 KN	= 412 KN
Neve Q <sub>k</sub> (q<1000m s.l.m.) :	1.50	120 daN/mq -->	= 1098 KN	0.0	= 0 KN	= 1647 KN
		150 daN/mq -->	= 1373 KN		= 275 KN	= 2059 KN

### RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI

peso struttura + sovraccarichi caratteristici =	<b>4880 KN</b>
superficiale totale =	915 mq
carichi medi superficiali caratteristici =	533 daN/mq

### RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI SISMICI

peso struttura sotto combinazione sismica =	<b>3782 KN</b>	Peso sismico = <b>3782 KN</b>
superficiale totale =	915 mq	Peso pannelli a terra paralleli asse X      0    kN
carichi medi superficiali =	413 daN/mq	Peso pannelli a terra paralleli asse Y      0    kN

### RIASSUNTO ANALISI DEI CARICHI ALLO STATO LIMITE ULTIMO

[S.L.U.]: γ <sub>g</sub> Permanenti + γ <sub>Q</sub> Variabili =	<b>6618 KN</b>
superficiale totale =	915 mq
carichi medi superficiali =	723 daN/mq

1° PIANO									
Sisma direzione Y					Sisma direzione X				
n° Pilastri	Base Sez.	Altezza Sez.	Raggio	Momento d'inerzia Sezione	n° Pilastri	Base Sez.	Altezza Sez.	Raggio	Momento d'inerzia Sezione
n° 10	60 cm	60 cm		10800000 cm <sup>4</sup>	n° 10	60 cm	60 cm		10800000 cm <sup>4</sup>
n° 10 Elementi Sismo Resistenti      J <sub>piano</sub> = 10800000 cm <sup>4</sup>					J <sub>piano</sub> = 10800000 cm <sup>4</sup>				



## DETERMINAZIONE DEL PERIODO FONDAMENTALE DIREZIONE Y CON FORMULAZIONE DI RAYLEG

### Modulo Elastico per analisi sismica

E = 2800 kN/cmq

### Dati impalcato

#### **1° piano**

$P_1 = 3782$  kN

Peso Sismico

$J_1 = 10800000$  cm<sup>4</sup>

Mom. In.

$h_1 = 830$  cm

Interpiano

$z_1 = 830$  cm

Quota

### Spostamenti per effetto di una forza $P_1$ applicata in corrispondenza del 1° impalcato

$d_{1,P1} = P_1 h_1^3 / [3 E J_1] = 23.83$  cm

### Somma degli spostamenti per effetto della sovrapposizione degli effetti:

$\delta_1 = d_{1,P1} + d_{1,P2} + d_{1,P3} = 0.24$  m

$W_1 \delta_1 = 901$  kNm

$\Sigma W_i \delta_i = 901$  kNm

$W_1 \delta_1^2 = 215$  kNmq

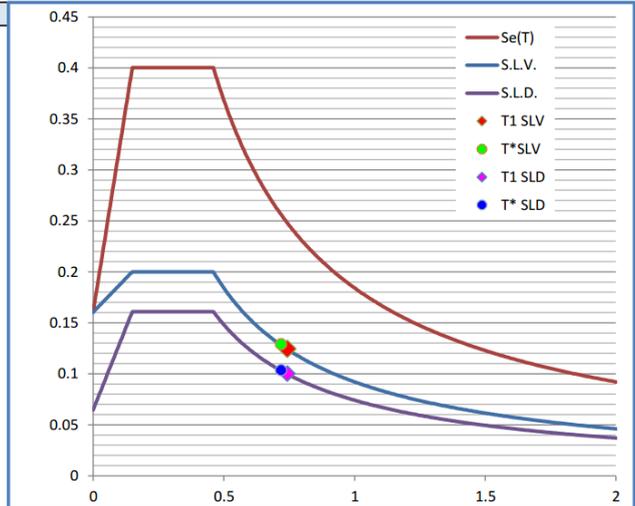
$\Sigma W_i \delta_i^2 = 215$  kNmq

### Periodo fondamentale secondo Rayleg

$T_{1Y} = 2\pi [1/g \Sigma W_i d_i^2 / (\Sigma W_i \delta_i)]^{1/2} = 0.98$  sec

DATI SPETTRO DI PROGETTO

$S_T$	1	Coefficiente topografico
$q$	2	coefficiente di struttura
$S_s$	1.5	Coefficiente di suolo
$T_B$	0.15 sec	
$T_C$	0.46 sec	
$T_D$	2.03 sec	
$ag/g$	0.1069	Accelerazione al piede S.L.V.
$F_o$	2.4968	Amplificazione suolo
$TC^*$	0.2926	
$ag/g$	0.043	Accelerazione al piede S.L.D.



ANALISI MANUALE

ANALISI CON L'AUSILIO DI CODICE DI CALCOLO

DATI OTTENUTI DA ANALISI DEI CARICHI

Rz (SLV) :	<b>3782 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	<b>6618 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.U.

MASSA MODALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

Rz (SLV) :	<b>3851 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	<b>6425 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.U.

DETERMINAZIONE PERIODO FONDAMENTALE CON MODELLAZIONE DI RAYLEG

$T_{1X} =$	<b>0.74 sec</b>	Periodo fondamentale
------------	-----------------	----------------------

PERIODO FONDAMENTALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$T_{1X} =$	<b>0.72 sec</b>	Periodo fondamentale
------------	-----------------	----------------------

CALCOLO AZIONE SISMICA DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$Sd(T_1)_{SLV} =$	<b>0.124</b>	Ordinata spettro di progetto S.L.V. ( $T_{1X}$ )
$V_{1,SLV} = Sd(T_1) [W_1 + \text{Tamp}_1 / \gamma] =$	<b>471 kN</b>	Azione sismica S.L.V. 1° piano
$V_{SLV} = Sd(T_1) \Sigma W_i =$	<b>471 kN</b>	Azione sismica S.L.V. complessiva

ORDINATA SPETTRALE E AZIONE SISMICA OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Sd(T_1)_{SLV} =$	<b>0.1280</b>	Ordinata spettro di progetto S.L.V. ( $T_{1X}$ )
$V_{SLV} =$	<b>450 kN</b>	Azione sismica S.L.V. complessiva

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

$X_{1,SLV} = \delta_1 Sd_{SLV}(T_{1X}) q =$	<b>3.41 cm</b>	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
---	----------------	-----------------------------------

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.V.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$X_{1,SLV} =$	<b>7.00 cm</b>	Spostamento medio S.L.V. 1° piano
---------------	----------------	-----------------------------------

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

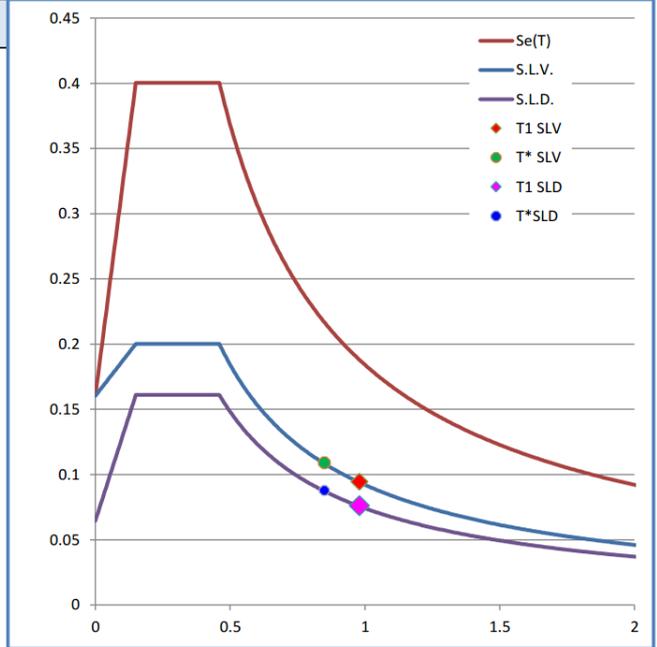
$X_{1,SLD} = \delta_1 Sd_{SLD}(T_{1X}) =$	<b>1.37 cm</b>	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
---	----------------	-----------------------------------

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.D.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$X_{1,SLD} =$	<b>3.02 cm</b>	Spostamento medio S.L.D. 1° piano
---------------	----------------	-----------------------------------

DATI SPETTRO DI PROGETTO

$S_T$	1	Coefficiente topografico
$q$	2	coefficiente di struttura
$S_s$	1.5	Coefficiente di suolo
$T_B$	0.15	
$T_C$	0.46	
$T_D$	2.03	
$ag/g$	0.1069	Accelerazione al piede S.L.V.
$F_o$	2.4968	Amplificazione suolo
$TC^*$	0.2926	
$ag/g$	0.043	Accelerazione al piede S.L.D.



**ANALISI MANUALE**

**ANALISI CON L'AUSILIO DI CODICE DI CALCOLO**

DATI OTTENUTI DA ANALISI DEI CARICHI

MASSA MODALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

Rz (SLV) :	<b>3782 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	<b>6618 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.U.

Rz (SLV) :	<b>3851 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.V.
Rz (SLU) :	<b>6425 kN</b>	Carico verticale per cond. S.L.U.

DETERMINAZIONE PERIODO FONDAMENTALE CON MODELLAZIONE DI RAYLEG

PERIODO FONDAMENTALE OTTENUTO DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$T_{1Y} = 0.98 \text{ sec}$  Periodo fondamentale

$T_{1Y} = 0.85 \text{ sec}$  Periodo fondamentale

CALCOLO AZIONE SISMICA DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

ORDINATA SPETTRALE E AZIONE SISMICA OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Sd(T_1)_{SLV} =$	<b>0.094</b>	Ordinata spettro di progetto S.L.V. ( $T_{1X}$ )
$V_{1,SLV} = Sd(T_1) [W_1 + T_{amp,1} / \gamma] =$	<b>357 kN</b>	Azione sismica S.L.V. 1° piano
$V_{SLV} = Sd(T_1) \sum W_i =$	<b>357 kN</b>	Azione sismica S.L.V. complessiva

$Sd(T_1)_{SLV} =$	<b>0.109</b>	Ordinata spettro di progetto S.L.V. ( $T_{1X}$ )
$V_{SLV} =$	<b>376 kN</b>	Azione sismica S.L.V. complessiva

CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.V.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Y_{1,SLV} = \delta_1 Sd_{SLV}(T_{1Y}) q =$  **4.50 cm** Spostamento medio S.L.V. 1° piano

$Y_{1,SLV} =$  **4.62 cm** Spostamento medio S.L.V. 1° piano

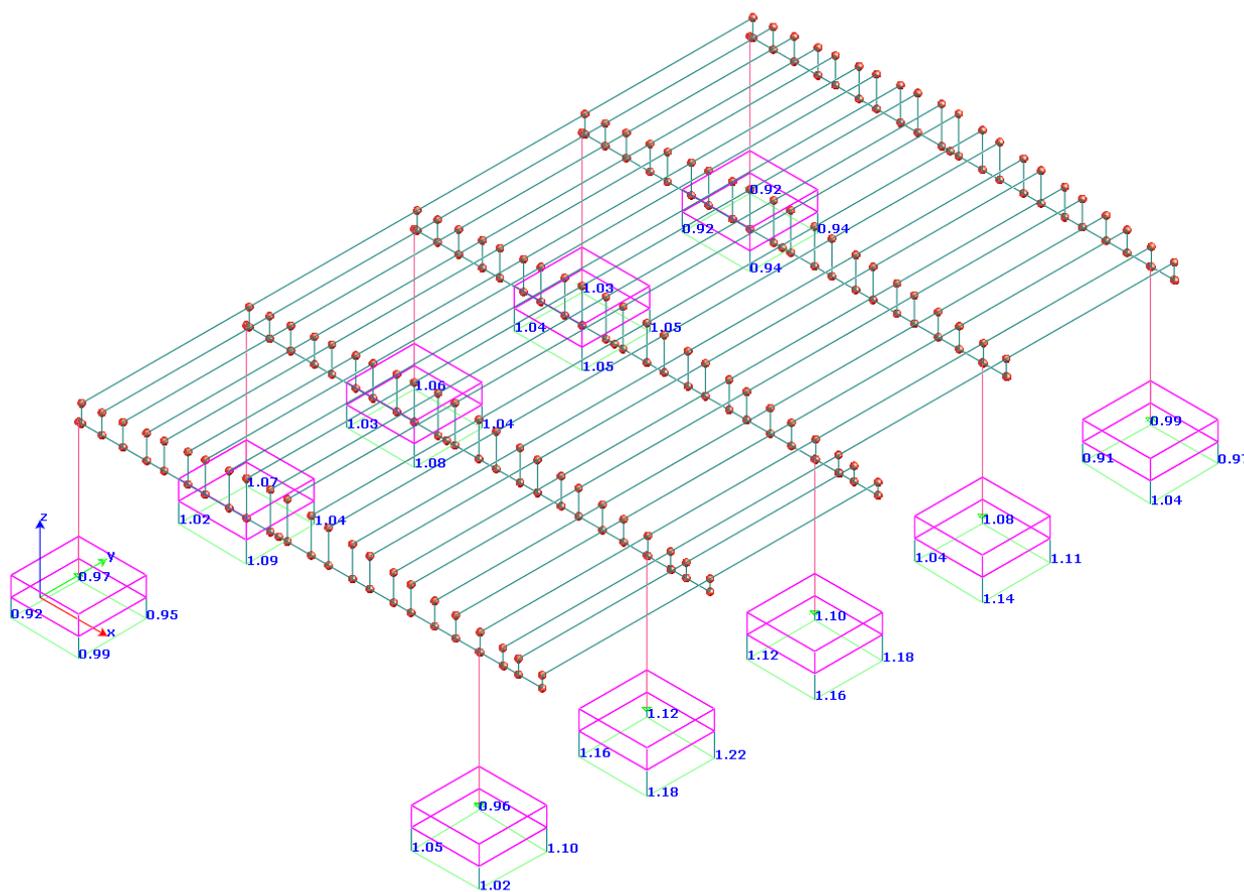
CALCOLO SPOSTAMENTO DI PIANO DA ANALISI CON OSCILLATORE ELEMENTARE

SPOSTAMENTI MEDI (S.L.D.) DI PIANO OTTENUTI DAL CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

$Y_{1,SLD} = \delta_1 Sd_{SLD}(T_{1Y}) =$  **1.81 cm** Spostamento medio S.L.D. 1° piano

$Y_{1,SLD} =$  **1.70 cm** Spostamento medio S.L.D. 1° piano

# I) Sintesi opere di fondazione



VALORI CARATTERISTICI TERRENO	
$\phi_k$	0.0 °
$c_k$	0.0 kN/m <sup>2</sup>
$c_{u_k}$	50.0 kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_k$	18.0 kN/m <sup>3</sup>

DATI GEOMETRICI	
Lx	3.50 m Dimensione // x
Ly	3.50 m Dimensione // y
D	1.50 m Profondità

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

APPROCCIO 2 NTC 2018												
$\tan \phi$	0.0 °	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$s_c$	$s_q$	$s_g$	$d_c$	$d_q$	$d_\gamma$	$q_{limite}$	$q_R$
c	0.0 kN/m <sup>2</sup>	1.0	5.14	0.0	1.20	0.00	0.00	1.17	1.00	1.00	388 kN/m <sup>2</sup>	1.69 daN/cm <sup>2</sup>
cu	50.0 kN/m <sup>2</sup>											
$\gamma$	18.0 kN/m <sup>3</sup>											
$\gamma_R$	2.3											

Azioni globali sulle fondazioni da integrazioni delle pressioni sul terreno  
 Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
1	-9598	122.5	-0.78	1194	1842
2	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
3	-9484	122.5	-0.77	1131	1847
4	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
5	-9646	122.5	-0.79	1182	1843
6	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
7	-9578	122.5	-0.78	1144	1846
8	-9718	122.5	-0.79	1164	1844
9	-10334	122.5	-0.84	1185	1842
10	-10406	122.5	-0.85	1168	1843
11	-10266	122.5	-0.84	1150	1844
12	-10406	122.5	-0.85	1168	1843
13	-6745	122.5	-0.55	1201	1843
14	-6865	122.5	-0.56	1158	1846
15	-6631	122.5	-0.54	1111	1849
16	-6865	122.5	-0.56	1158	1846

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
17	-6913	122.5	-0.56	1163	1846
18	-6913	122.5	-0.56	1163	1845
19	-6913	122.5	-0.56	1163	1846
20	-6913	122.5	-0.56	1163	1845
21	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
22	-6910	122.5	-0.56	1157	1848
23	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
24	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
25	-6909	122.5	-0.56	1155	1846
26	-6909	122.5	-0.56	1155	1845
27	-6909	122.5	-0.56	1155	1846
28	-6909	122.5	-0.56	1155	1845
29	-6912	122.5	-0.56	1160	1843
30	-6911	122.5	-0.56	1157	1843
31	-6912	122.5	-0.56	1160	1843
32	-6911	122.5	-0.56	1158	1843

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
33	-7290	122.5	-0.60	1190	1843
34	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
35	-7214	122.5	-0.59	1134	1847
36	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
37	-7322	122.5	-0.60	1179	1844
38	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
39	-7276	122.5	-0.59	1146	1846
40	-7370	122.5	-0.60	1163	1844
41	-7780	122.5	-0.64	1182	1842
42	-7828	122.5	-0.64	1167	1843
43	-7735	122.5	-0.63	1151	1844
44	-7828	122.5	-0.64	1167	1843

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
45	-6895	122.5	-0.56	1164	1845
46	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
47	-6880	122.5	-0.56	1153	1846
48	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
49	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
50	-7094	122.5	-0.58	1161	1845
51	-6911	122.5	-0.56	1159	1846

52	-6911	122.5	-0.56	1159	1846
----	-------	-------	-------	------	------

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
53	-6911	122.5	-0.56	1159	1846

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione	Rz [kN]	Area [m <sup>2</sup> ]	p Media [kg/cm <sup>2</sup> ]	x <sub>Rz</sub> [cm]	y <sub>Rz</sub> [cm]
54	-6912	122.5	-0.56	1162	1846
55	-6912	122.5	-0.56	1162	1845
56	-6912	122.5	-0.56	1162	1846
57	-6912	122.5	-0.56	1162	1845
58	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
59	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
60	-6911	122.5	-0.56	1160	1848
61	-6910	122.5	-0.56	1158	1848
62	-6909	122.5	-0.56	1156	1846
63	-6909	122.5	-0.56	1156	1845
64	-6909	122.5	-0.56	1156	1846
65	-6909	122.5	-0.56	1156	1845
66	-6912	122.5	-0.56	1160	1844
67	-6911	122.5	-0.56	1158	1844
68	-6912	122.5	-0.56	1160	1844
69	-6911	122.5	-0.56	1158	1844

Caratteristiche inerziali dell'area d'impronta delle fondazioni

Area 122.5 [m<sup>2</sup>]

S<sub>X</sub>Origine 2284.3800 [m<sup>3</sup>]

S<sub>Y</sub>Origine 1354.8500 [m<sup>3</sup>]

x<sub>G</sub> 1106 [cm]

y<sub>G</sub> 1865 [cm]

Pressioni massime sul terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	13	0.49
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	10	1.19

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 9	32	0.77
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	17	1.22

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	37	0.49
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	42	0.88

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	45	0.47
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	50	0.73

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 1	53	0.48
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	53	0.71

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

	Elemento	Combinazione	p [kg/cm <sup>2</sup> ]
Min	Plinto Sez. 1 Nodi: 9	69	0.69
Max	Plinto Sez. 1 Nodi: 4	54	1.08

Le fondazioni previste sono di tipo superficiale sull'intero fabbricato, di tipo a plinti isolati , con quota d'imposta a  $Z = -180$  cm da quota 0,00 (pavimento finito) in corrispondenza dei pilastri strutturali. Dai risultati dell'indagine penetrometrica (cpt) è evidente che la stratigrafia del sottosuolo è prevalentemente coesiva con coesione non drenata di calcolo pari a  $0,50 \text{ daN/cm}^2$ .