



Proprietà:	
PROVINCIA DI MASSA-CARRARA Massa – Piazza Aranci n. 35	
Ubicazione:	
Comune di Massa (MS) Via G. Galilei	
Progetto:	
Realizzazione di interrato e fondazioni in c.a.	
Oggetto:	Documento n°:
RELAZIONE DI CALCOLO	2016-25-RT005-0
Progettista:	Rev:
Ing. Francesco Vittorio Lippi S.I.T.A. S.R.L. - Studio di Ingegneria Via Chiassatello, 63 - 56125 PISA Tel.: 050 42097 email: strutture@sitaingegneria.it	0
	Data:
	07-08-17
Collaboratori:	
Ing. Mattia Galli Ing. Massimo Badalassi	

INDICE

1	Introduzione	3
2	Normativa di riferimento.....	3
3	Materiali	3
4	Azioni di Progetto e Combinazioni	4
4.1	Carichi Propri e Permanenti.....	4
4.2	Carichi relativi alla sovrastruttura della eventuale palestra.	5
4.3	Azione Sismica	8
4.4	Azione Neve	10
4.5	Combinazioni	10
5	Schema strutturale.....	11
5.1	Risposta nei confronti delle azioni sismiche	14
6	Analisi strutturale	14
6.1	Modellazione numerica.....	14
6.2	Assegnazione carichi.....	15
6.2.1	Equilibrio forze	16
6.3	Diagrammi di sollecitazione	21
7	Verifiche strutturali agli Stati Limiti Ultimi e di Esercizio.....	26
8	Verifica geotecnica delle fondazioni.....	30

1 Introduzione

La presente Relazione di Calcolo ha per oggetto la costruzione di un piano interrato ad uso spogliatoi e servizi e di strutture di fondazione predisposte per accogliere una copertura leggera a pianta rettangolare ad uso di palestra scolastica.

L'area oggetto d'intervento, di proprietà della Provincia di Massa-Carrara, è ubicata in via Galileo Galilei a Massa e risulta attualmente inutilizzata. Il lotto in esame ha forma circa rettangolare, con i lati lunghi diretti da sud a nord; confina a nord con un'area di proprietà privata, a ovest con un'area di proprietà ASL, a sud con un'area di proprietà sempre della Provincia di Massa-Carrara e ad est con via Galileo Galilei.

Le strutture in progetto, una volta ultimate, saranno utilizzate per lo svolgimento delle ore di educazione fisica da parte degli studenti del Liceo Scientifico ad indirizzo Sportivo "Enrico Fermi" di Massa.

L'intervento è quindi riconducibile ad una nuova costruzione ricadente in classe d'uso III.

La sovrastruttura sarà formato da un unico volume fuori terra a pianta rettangolare. Il piano di calpestio della palestra sarà sopraelevato di 10 cm rispetto al piano di campagna. Al di sotto di una porzione della impronta della palestra, nella parte a Sud, sarà realizzato un piano completamente interrato con struttura in c.a., che ospiterà gli spogliatoi e i servizi igienici e un locale tecnico. Detto piano interrato avrà il livello di calpestio a quota -2.65 m rispetto al piano di campagna e sarà accessibile dall'esterno, attraverso un'intercapedine svasata a cielo aperto, per mezzo di una scala in acciaio e di una piattaforma elevatrice ad uso degli utenti con disabilità. Tutti i servizi igienici, il locale tecnico e, ovviamente, l'ingresso, affacceranno direttamente su detta intercapedine.

Le strutture di fondazione per la copertura leggera sono state dimensionate sulla base di una stima dei carichi al piede della copertura dell'area rettangolare di circa 14.83x21.08m, fornite dalla committenza in data 24/07/2017.. Il progettista della sovrastruttura fuori terra dovrà verificare che i carichi al piede non siano superiori ai carichi impiegati nel presente calcolo per il dimensionamento delle fondazioni in c.a. in alternativa può essere condotto un nuovo calcolo nella sua interezza che coinvolga anche le strutture di fondazione.

2 Normativa di riferimento

- D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare n.617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 Materiali

Calcestruzzo per getti in opera:

- Fondazioni e strutture interrate C25/30 secondo EN 206

Armature:

- Barre Acciaio B450C secondo § 11 NTC08
- Reti acciaio B450C secondo § 11 NTC08

Acciaio strutturale:

- S355 secondo EN 10025-1

Tutta la carpenteria metallica sarà zincata.

4 Azioni di Progetto e Combinazioni

4.1 Carichi Propri e Permanenti

A seguire sono riportati i valori dei pesi propri degli elementi strutturali e non che contribuiscono a determinare le azioni permanenti.

- Carpenteria metallica in acciaio 78.50 kN/m³
- Calcestruzzo armato 2500 kg/m³
- Muratura di tamponamento esterna (2.00kN/mq x 2.55m) 520.00 daN/m
- Carichi permanenti scala 50 daN/m²
- Carichi variabili scala (Cat C) 200 daN/m²

Carichi su platea INTERNO interrato					
<i>Tipo</i>	<i>Peso daN/mc</i>	<i>s</i>		<i>TOT</i>	
Pavimento				50	daN/mq
Massetto	1000	0,09		90	daN/mq
Isolante	30	0,05		1,5	daN/mq
Tramezzi				160	daN/mq
			G2	301,5	daN/mq
Carichi variabili (cat. A)			Qk	300	daN/mq

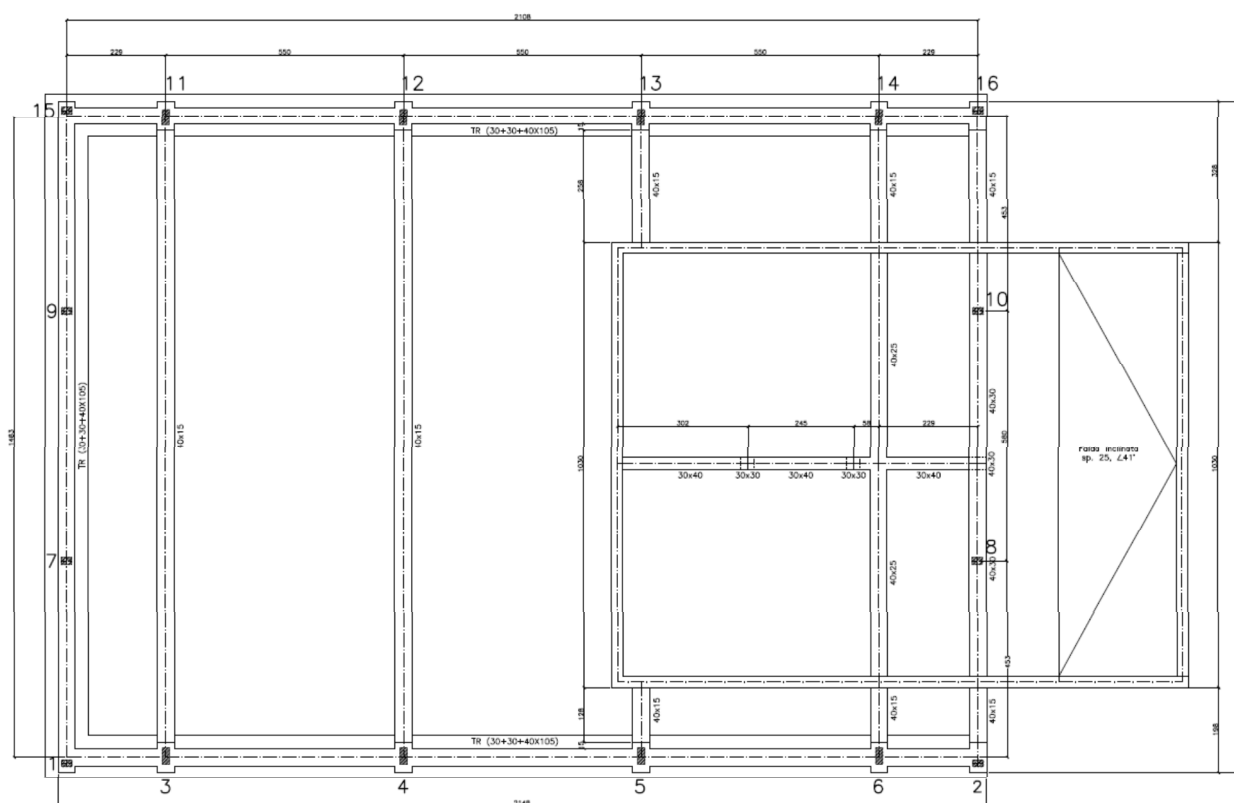
Carichi su platea ESTERNO interrato					
<i>Tipo</i>	<i>Peso daN/mc</i>	<i>s</i>		<i>TOT</i>	
Pavimento				50	daN/mq
Massetto	1000	0,13		130	daN/mq
			G2	180	daN/mq
Carichi variabili (cat. C2)			Qk	400	daN/mq
Neve (compreso accumulo)			Qs	143	daN/mq

Carichi su solaio Predalles					
<i>Tipo</i>	<i>Peso daN/mc</i>	<i>s</i>		<i>TOT</i>	
Peso proprio solaio			G1	325	daN/mq
Gomma	1300	0,02		26	daN/mq
Massetto	1000	0,04		40	daN/mq
Isolante	30	0,05		1,5	daN/mq
			G2	67,5	daN/mq
Carico variabile (cat. C3)			Q	500	daN/mq

Sovraccarichi su terreno a lato dei muri in c.a.					
Gomma	1300	0,02		26	daN/mq
Massetto	1000	0,04		40	daN/mq
Soletta	2500	0,15		375	daN/mq
Massiciata	1600	0,3		480	daN/mq
			G2	921	daN/mq
Carico variabile (cat. C3)			Q	500	daN/mq

4.2 Carichi relativi alla sovrastruttura della eventuale palestra.

Si riportano di seguito i carichi agenti in corrispondenza dei baggioli delle travi rovesce relativi alla predisposizione per una copertura leggera fuori terra, i carichi sono suddivisi per condizioni di carico di seguito la pianta di numerazione dei carichi e la relativa tabella dei valori.



Definizioni di carichi concentrati

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

F_x: componente X del carico concentrato. [daN]

F_y: componente Y del carico concentrato. [daN]

F_z: componente Z del carico concentrato. [daN]

Mx: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse X. [daN*m]

My: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Y. [daN*m]

Mz: componente di momento della coppia concentrata attorno all'asse Z. [daN*m]

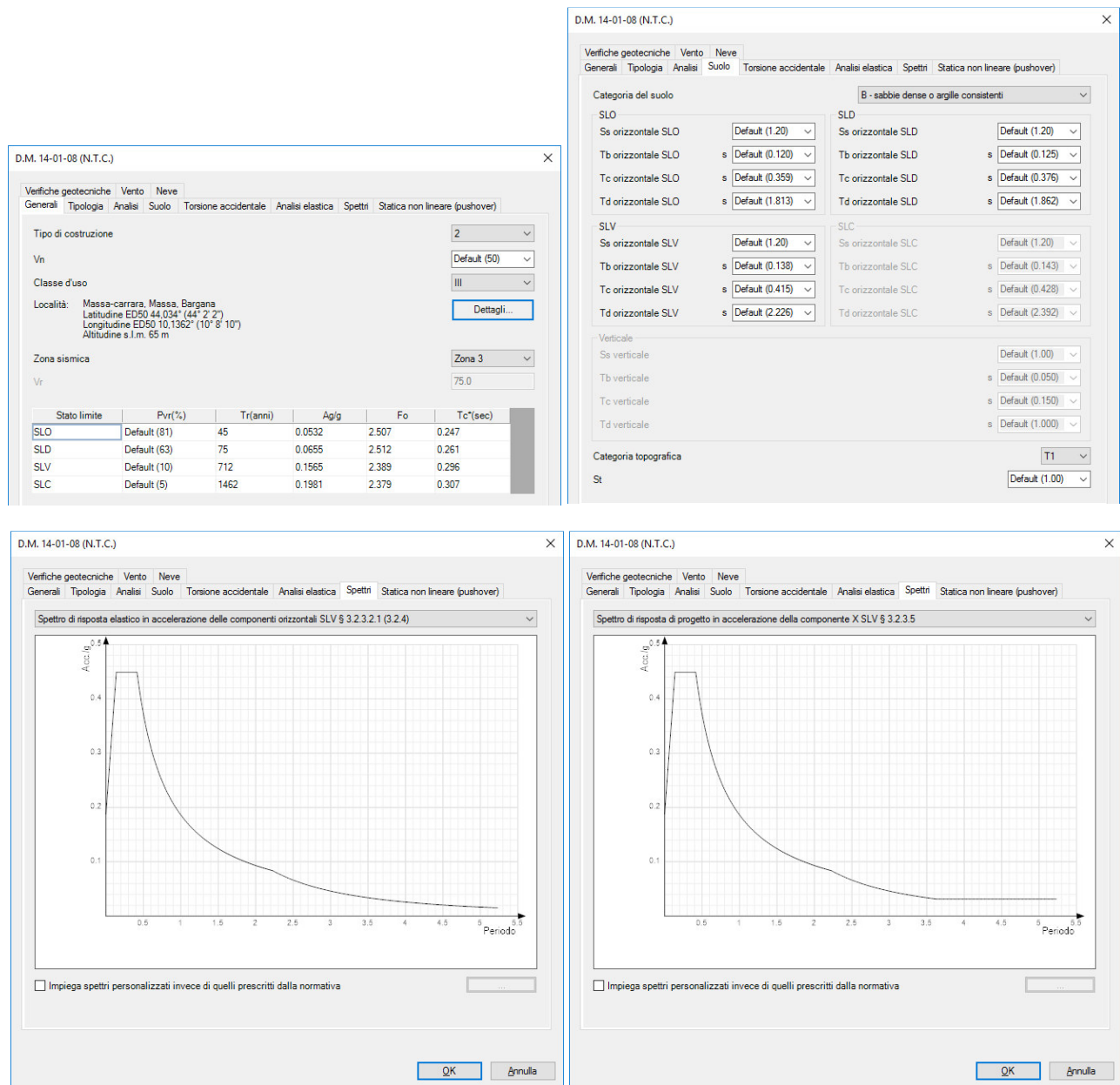
Nome	Condizione	Valori					
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	Pesi strutturali	2	2	-93	0	1.9	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	7	7	0	0	6.2	0
	Scarichi SISMA Y PREV	11	-2	-93	0	-20.8	0
	Vento X	-15	6	0	0	8.9	0
	Vento Y	1	2	15	0	1.1	0
	Vento DEP	-11	-4	0	0	-9.2	0
	Scarichi SISMA X PREV	33	4	-93	0	-66.5	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	-2	-141	0	0	0
7	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	-7	-13	0	0	0
	Scarichi SISMA Y PREV	7	0	-202	0	-17.3	0
	Vento X	12	-22	-37	0	33	0
	Vento Y	0	-2	36	0	0	0
	Vento DEP	0	4	7	0	0	0
	Scarichi SISMA X PREV	22	-11	-174	0	-57.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	-2	-141	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
9	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	-7	-13	0	0	0
	Scarichi SISMA Y PREV	7	7	-192	0	-17.4	0
	Vento X	12	28	47	0	32.9	0
	Vento Y	0	-2	36	0	0	0
	Vento DEP	0	4	7	0	0	0
	Scarichi SISMA X PREV	22	10	-142	0	-57.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	2	-141	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
8	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	7	-13	0	0	0
	Scarichi SISMA Y PREV	7	10	-90	0	-17.3	0
	Vento X	12	22	-37	0	33	0
	Vento Y	0	0	81	0	0	0
	Vento DEP	0	-4	7	0	0	0
	Scarichi SISMA X PREV	22	14	-140	0	-57.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	2	-141	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
10	Neve	0	7	-13	0	0	0
	Scarichi SISMA Y PREV	7	4	-81	0	-17.4	0
	Vento X	12	-28	47	0	32.9	0
	Vento Y	0	0	81	0	0	0
	Vento DEP	0	-4	7	0	0	0
	Scarichi SISMA X PREV	22	14	-140	0	-57.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	0	2	-141	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	7	-13	0	0	0
15	Scarichi SISMA Y PREV	7	4	-81	0	-17.4	0
	Vento X	12	-28	47	0	32.9	0
	Vento Y	0	0	81	0	0	0
	Vento DEP	0	-4	7	0	0	0
	Scarichi SISMA X PREV	22	-7	-108	0	-57.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	-2	2	-93	0	-1.9	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-7	7	0	0	-6.2	0
	Scarichi SISMA Y PREV	8	-4	-93	0	-18	0
16	Vento X	-9	-12	0	0	14.3	0
	Vento Y	-1	2	15	0	-1.1	0
	Vento DEP	11	-4	0	0	9.2	0
	Scarichi SISMA X PREV	29	-4	-92	0	-63	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	-2	-2	-93	0	-1.9	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-7	-7	0	0	-6.2	0
	Scarichi SISMA Y PREV	7	-6	-92	0	-17.1	0
	Vento X	-9	12	0	0	14.3	0
2	Vento Y	-2	0	30	0	-2.1	0
	Vento DEP	11	4	0	0	9.2	0
	Scarichi SISMA X PREV	29	0	-92	0	-62.7	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
	Pesi strutturali	2	-2	-93	0	1.9	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	7	-7	0	0	6.2	0

Nome	Condizione	Valori					
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	Descrizione						
	Scarichi SISMA Y PREV	12	-8	-92	0	-21.8	0
	Vento X	-15	-6	0	0	8.9	0
	Vento Y	0	0	0	0	0	0
	Vento DEP	2	0	30	0	2.1	0
	Scarichi SISMA X PREV	33	-7	-93	0	-66.8	0
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
3	Pesi strutturali	-214	-2	-689	1.8	0	-0.5
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-679	1	-1399	-2	0	-0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	-128	10	-600	35.1	0	-15.5
	Vento X	601	-2	297	3.5	0	0.7
	Vento Y	-62	-1	-90	9.7	0	4.4
	Vento DEP	280	15	687	-2.9	0	-25.4
	Scarichi SISMA X PREV	-35	1	-574	8.3	0	-3.8
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
6	Pesi strutturali	-214	2	-689	-1.8	0	0.5
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-680	-1	-1399	2	0	0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	-200	15	-719	39.4	0	-16.8
	Vento X	601	2	297	-3.5	0	-0.7
	Vento Y	-131	-1	-189	9.2	0	-2
	Vento DEP	280	-15	687	2.9	0	25.4
	Scarichi SISMA X PREV	-57	7	-610	14.1	0	-5.9
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
11	Pesi strutturali	214	-2	-689	1.8	0	0.5
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	680	1	-1399	-2	0	0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	229	11	-658	35.7	0	15.8
	Vento X	180	1	270	-1.8	0	0.4
	Vento Y	62	-1	-90	9.7	0	4.4
	Vento DEP	-280	15	687	-2.9	0	25.4
	Scarichi SISMA X PREV	372	2	-768	10.5	0	5
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
14	Pesi strutturali	214	2	-689	-1.8	0	-0.5
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	680	-1	-1399	2	0	-0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	301	15	-778	38.7	0	16.5
	Vento X	180	-1	270	1.8	0	-0.4
	Vento Y	131	-1	-189	9.2	0	2
	Vento DEP	-280	-15	687	2.9	0	-25.4
	Scarichi SISMA X PREV	394	5	-804	11.9	0	4.7
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
4	Pesi strutturali	-297	17	-963	-0.4	0	-0.1
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-1349	157	-2772	-2.2	0	-0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	14	359	-138	38.7	0	-17.3
	Vento X	1183	-209	554	3.4	0	0.7
	Vento Y	-64	-101	-235	9.6	0	-3.9
	Vento DEP	568	87	1386	1.4	0	-0.6
	Scarichi SISMA X PREV	26	80	-580	11.2	0	-5.3
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
5	Pesi strutturali	-297	-17	-963	0.4	0	0.1
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	-1349	157	-2772	-2.2	0	-0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	-457	351	-1698	38.4	0	-17.4
	Vento X	1183	209	554	-3.4	0	-0.7
	Vento Y	64	-100	235	9.4	0	-3
	Vento DEP	568	-87	1386	-1.4	0	0.6
	Scarichi SISMA X PREV	-116	133	-1048	11.9	0	-5.1
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
12	Pesi strutturali	297	17	-963	-0.4	0	0.1
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	1349	157	-2772	-2.2	0	0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	137	385	-272	39.2	0	17.2
	Vento X	349	90	567	-1.7	0	0.3
	Vento Y	64	-101	-235	9.6	0	3.9
	Vento DEP	-568	87	1386	1.4	0	0.6
	Scarichi SISMA X PREV	478	167	-877	12.7	0	5
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0
13	Pesi strutturali	297	-17	-963	0.4	0	-0.1
	Permanenti portati	0	0	0	0	0	0
	Variabile C	0	0	0	0	0	0
	Variabile A	0	0	0	0	0	0
	Neve	1349	-157	-2772	2.2	0	-0.5
	Scarichi SISMA Y PREV	609	325	-1787	37.9	0	17.5
	Vento X	180	-1	270	1.8	0	-0.4
	Vento Y	131	-1	-189	9.2	0	2
	Vento DEP	-280	-15	687	2.9	0	-25.4
	Scarichi SISMA X PREV	620	46	-1346	10.4	0	5.5
	Sottopressione	0	0	0	0	0	0

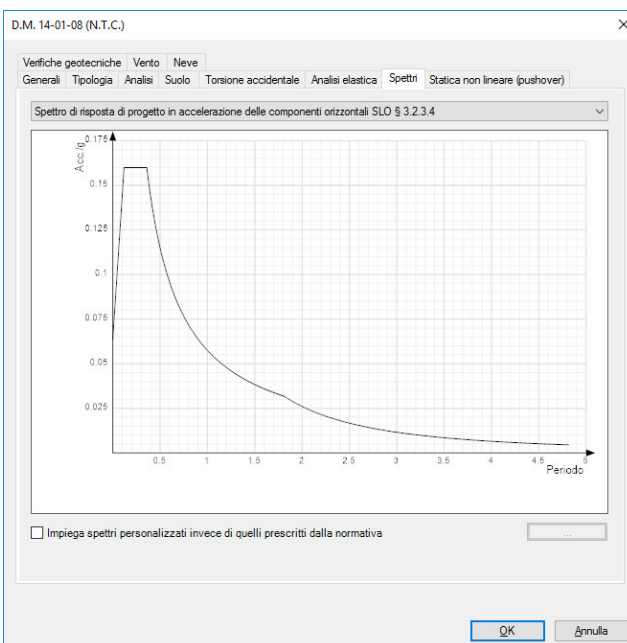
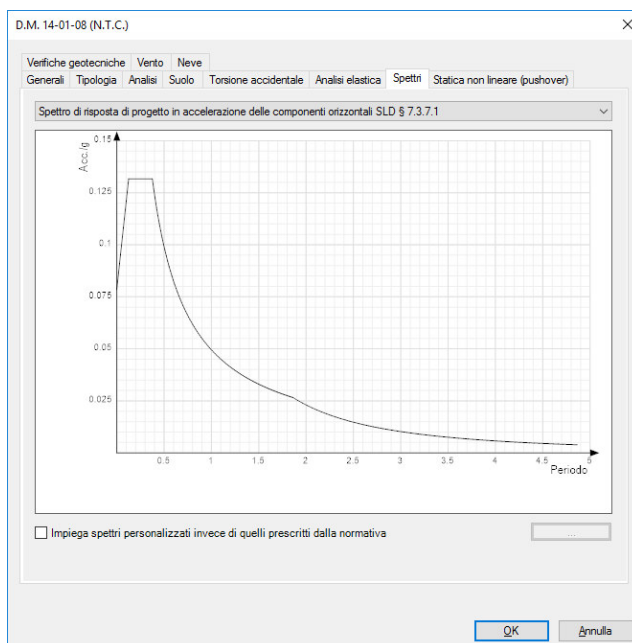
4.3 Azione Sismica

Edificio situato in zona 3, l'azione sismica di progetto è calcolata assumendo uno spettro di progetto ottenuto dallo spettro elastico relativo a vita Nominale 50 anni e classe d'uso III terreno tipo B e impiegando un coefficiente di struttura q pari a 1.

Di seguito i dati generali dell'azione sismica e i relativi spettri di progetto impiegati



Spettro elastico e di progetto SLV



Spettro SLD e SLO

4.4 Azione Neve

I parametri di azione della neve sono riportati nell'immagine seguente.

D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri Statica non lineare (pushover)

Verifiche geotecniche Vento **Neve**

Zona

☒ Zona valutata automaticamente in base alla località

Zona II

Coefficienti di forma per il carico neve

Classe topografica Normale

Ce Default (1.00)

Ct 1.00

qsk daN/cm² Default (0.0100)

Carichi da neve

OK Annulla

In considerazione del fatto che la neve possa accumularsi all'interno della svasatura a cielo aperto per l'accesso agli spogliatoi, il valore del carico neve agente su tale zona è stato ottenuto come segue:

$q_{sk,suolo}$	100	daN/mq
μ_1	0,48	
μ_s	0,24	
μ_w	1,19	
μ_2	1,43	
q_{sk}	143	daN/mq

4.5 Combinazioni

Combinazione fondamentale per Stati Limite Ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum \gamma_{Qj} \psi_{0j} Q_{kj}$$

Combinazione rara per Stati Limite di Esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum \psi_{0j} Q_{kj}$$

Combinazione Sismica:

$$G_1 + G_2 + E + \sum \psi_{2j} Q_{kj}$$

con i seguenti coefficienti di combinazione

$$\gamma_{G1} = 1.3; \gamma_{G2} = 1.5; \gamma_{Q1} = 1.5.$$

I coefficienti ψ_{ij} sono riportati nella tabella seguente

Definizioni dei carichi

Condizioni	Concentrati	Lineari	Superficiali	Termici	Potenziali	Combinabilità per default	Con
	Descrizione	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	con segno
► 1	Pesi strutturali		Permanente				
2	Permanenti portati	I	Permanente				
3	Variabile C	I	Media	0,7	0,7	0,6	
4	Variabile A	I	Media	0,7	0,5	0,3	
5	Neve	I	Media	0,5	0,2	0	
6	Scarichi SISMA Y PREV	I	Istantanea	1	1	0	
7	Vento X	I	Media	0,6	0,2	0	
8	Vento Y	I	Media	0,6	0,2	0	
9	Vento DEP	I	Media	0,6	0,2	0	
10	Scarichi SISMA X PREV	I	Media	0,7	0,5	0,3	
11	Sottopressione	I	Lunga	1	1	0	
12	Delta T	II	Media	0,6	0,5	0	<input type="checkbox"/>

Le combinazioni di calcolo adottate sono riportate nell'allegato di calcolo.

5 Schema strutturale

Le strutture occupano un'area rettangolare di circa 15.86m x 26.43m , in particolare una zona di 15.86m x 21.78m è occupata dalla pavimentazione tipo industriale contornata dalle travi di fondazione della eventuale futura palestra, sul lato sud è presente la svasatura di 4.65m x 10.30m realizzata nel terreno per accedere agli spogliatoi situati sul lato sud al di sotto della pavimentazione. La struttura degli spogliatoi è realizzata mediante una "scatola" realizzata a pareti in c.a. delimitata inferiormente da una platea e coperta superiormente da un solaio a lastre predalles di sp. 25cm poggianti sui muri perimetrali della scatola e su una trave centrale sorretta da 3 pilastri in c.a.

Si riportano di seguito le piante e le sezioni strutturali di riferimento estratte dalle tavole allegate alla presente relazione.

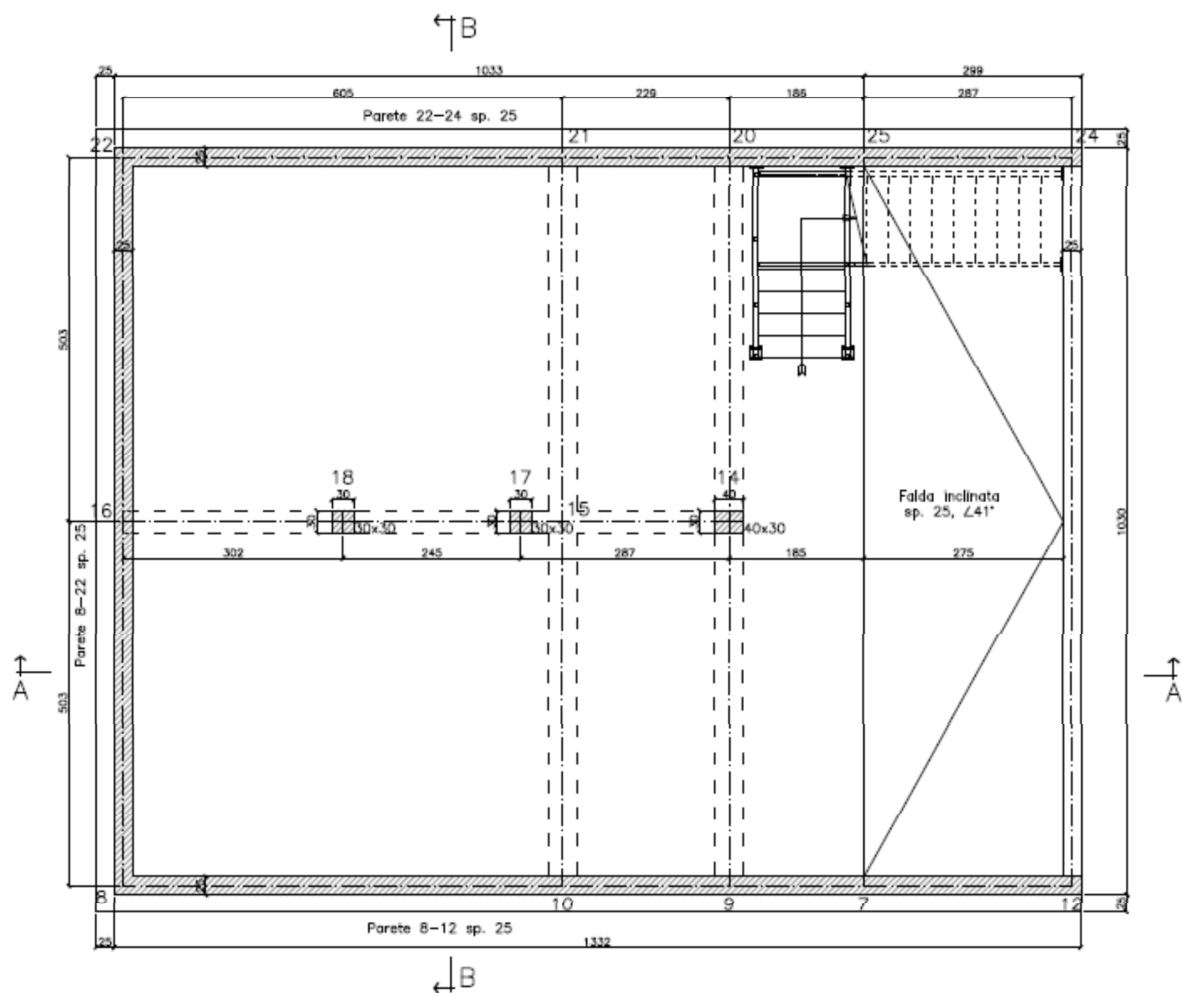


Figura 1.: Pianta fondazioni q.ta -2.80m

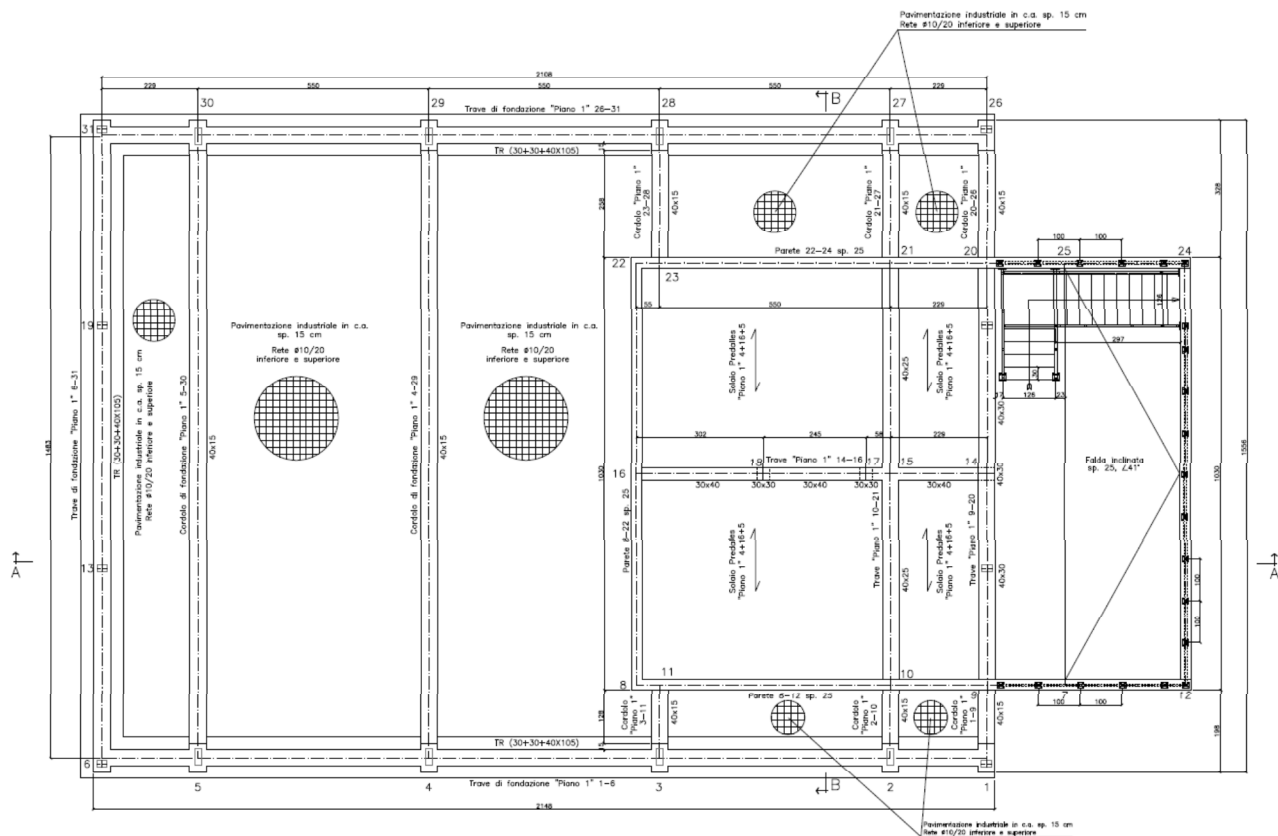


Figura 2.: Pianta piano terra

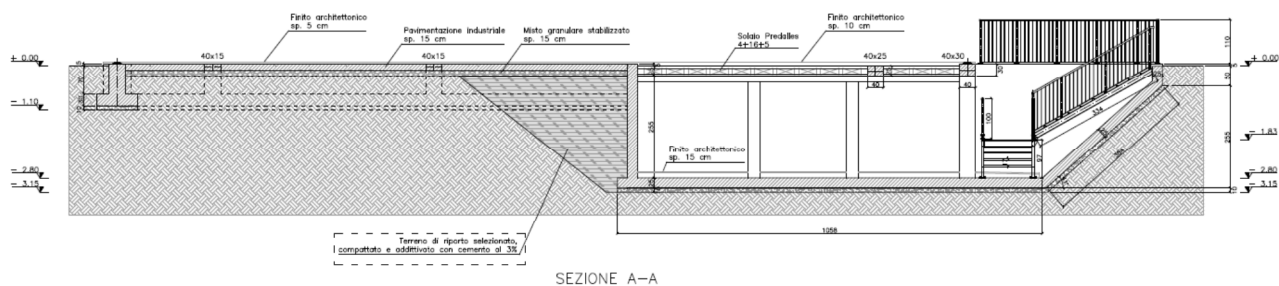


Figura 3.: Sezione A-A.

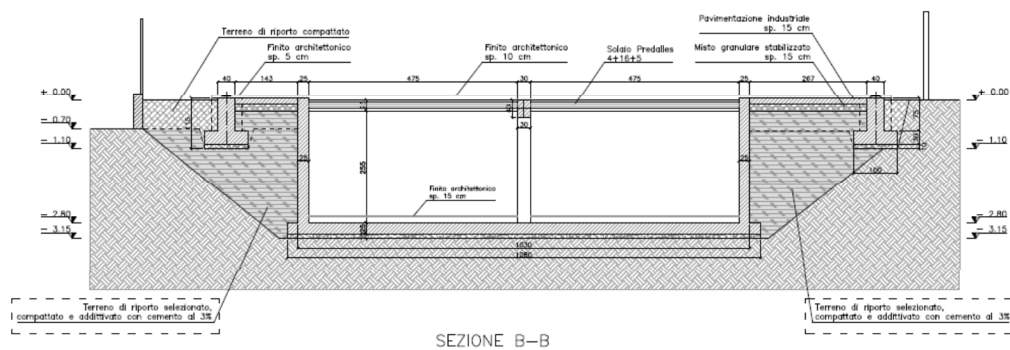


Figura 4.: Sezione B-B.

5.1 Risposta nei confronti delle azioni sismiche

La struttura è stata progettata adottando un fattore q unitario (comportamento elastico). Il calcolo è stato condotto con l'impiego di un'analisi lineare statica per sistemi non dissipativi.

I limiti ammessi per lo spostamento interpiano agli SLD sono stati posti pari a $0.005h$ ($0.0033h$ nei confronti degli SLO).

Di seguito sono riportati i parametri impiegati per l'analisi lineare statica.

The screenshot shows a software window titled "D.M. 14-01-08 (N.T.C.)" with a close button in the top right corner. The interface has a tabbed menu at the top with the following tabs: "Verifiche geotecniche", "Vento", "Neve", "Generali", "Tipologia", "Analisi", "Suolo", "Torsione accidentale", "Analisi elastica" (which is selected and highlighted with a dashed border), "Spettri", and "Statica non lineare (pushover)". Below the tabs, the "Analisi statica lineare" section is visible, containing several parameters with corresponding dropdown menus:

Parametro	Valore
Altezza costruzione	cm 265
C1	Default (0.075)
T1	s 0.001
Lambda SLO	Default (1.000)
Lambda SLD	Default (1.000)
Lambda SLV	Default (1.000)
Lambda verticale	Default (Non dis)

La struttura è regolare in pianta ed in altezza secondo le indicazioni § 7.2.2 delle NTC08.

Il periodo proprio è stato scelto molto vicino allo zero poiché si è ritenuto che tale valore fosse il più rappresentativo del comportamento dinamico di una struttura interrata.

6 Analisi strutturale

6.1 Modellazione numerica

L'analisi strutturale dell'edificio è stata realizzata mediante modellazione agli elementi finiti con il software di calcolo strutturale SISMICAD 12.5.

Le pareti in muratura sono state rappresentate mediante elementi tipo "shell", pilastri e travi in c.a. mediante elementi tipo "beam", colonne e travi in acciaio mediante elementi tipo "beam", setti e platea di fondazione mediante elementi tipo "shell". A seguire si riportano alcune immagini estratte dal modello di calcolo.

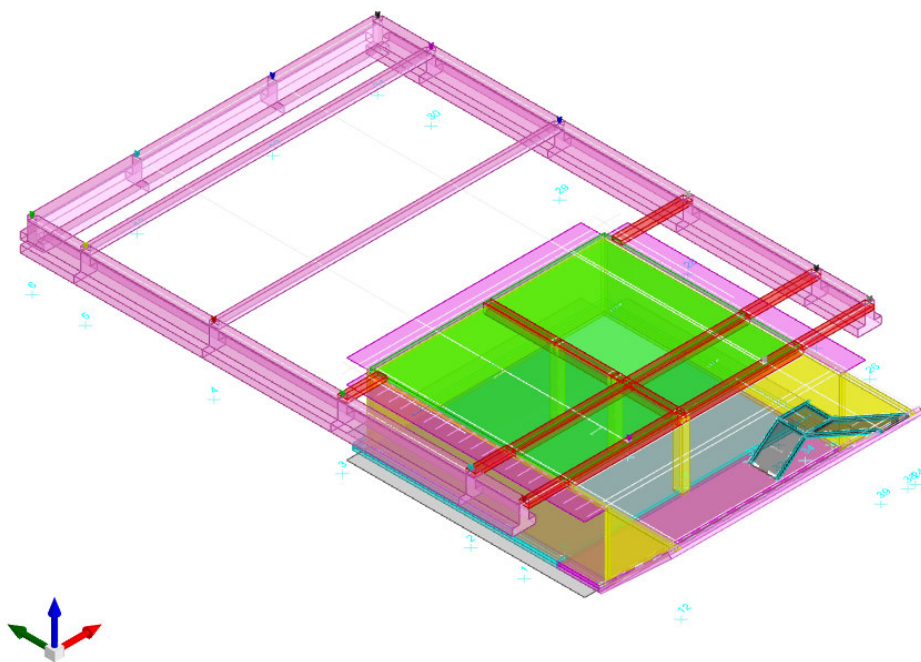


Figura 5: Modello FEM: vista globale

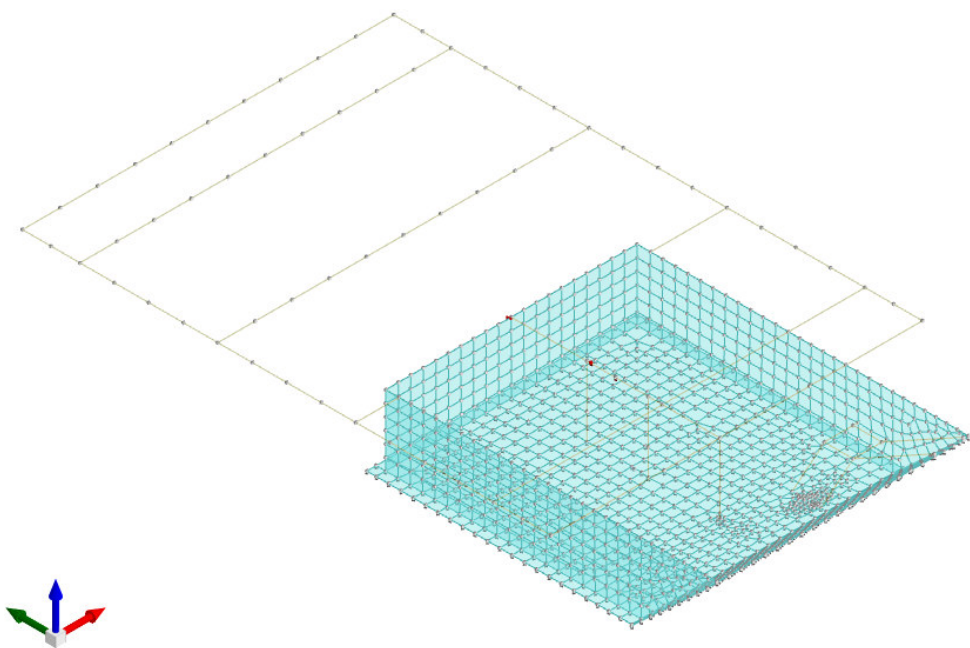


Figura 6: Modello FEM: vista globale mesh

6.2 Assegnazione carichi

Le azioni verticali riportate al paragrafo 4 sono stati assegnate come carichi distribuiti in corrispondenza della platea di fondazione e del solaio di copertura degli spogliatoi; è stato poi assegnato un carico distribuito orizzontale sulle pareti esterne contro-terra in funzione dei parametri del terreno e dei sovraccarichi presenti al di sopra del terreno adiacente ai muri; infine, in corrispondenza della posizione dei baggioli integrati nelle travi rovesce sono stati applicati puntualmente dei carichi relativi alla eventuale struttura della palestra, definiti per ogni condizione di carico, con i valori riportati nella tabella al paragrafo 4.

I risultati in termini di reazioni globali del modello agli elementi finiti ai carichi applicati sono riportati nella tabella che segue.

6.2.1 Equilibrio forze

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

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

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

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

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

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

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

Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	3.157	-53074.112	-301742.487	-3407914.08	1620946.99	-272815.51
Reazioni	-3.157	53074.112	301742.487	3407914.08	-1620946.99	272815.51
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	1.132	-19376.263	-53539.503	-433255.04	277297.72	-99599.25
Reazioni	-1.132	19376.263	53539.503	433255.04	-277297.72	99599.25
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile C

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0.615	-10530.578	-63272.475	-586718.48	346712.67	-54130.03
Reazioni	-0.615	10530.578	63272.475	586718.48	-346712.67	54130.03
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile A

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-28279.109	-260238.54	145321.88	0
Reazioni	0	0	28279.109	260238.54	-145321.88	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	1	314	-16736	-258034.27	97137.66	-525.78
Reazioni	-1	-314	16736	258034.27	-97137.66	525.78
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Scarichi SISMA Y PREV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	571	1472	-7585	-108417.1	46266.69	-248.1
Reazioni	-571	-1472	7585	108417.1	-46266.69	248.1
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento X

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	4457	89	3099	48614.56	-16448.1	-68016.62
Reazioni	-4457	-89	-3099	-48614.55	16448.1	68016.62
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento Y

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	193	-307	-688	-11305.84	6882.61	-3502.36
Reazioni	-193	307	688	11305.84	-6882.61	3502.36
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento DEP

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	301	68	7651	119597.27	-39039.06	-2780.12
Reazioni	-301	-68	-7651	-119597.27	39039.06	2780.12
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Scarichi SISMA X PREV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	1894	440	-7541	-113682.19	50115.73	-26666.37
Reazioni	-1894	-440	7541	113682.19	-50115.73	26666.37
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
------------	----	----	----	----	----	----

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	54034.637	0	0	0	-82403	-437986.33
Reazioni	-54034.637	0	0	0	82403	437986.33
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	-1.395	26587.536	0	40545.99	2.13	136666.67
Reazioni	1.395	-26587.536	0	-40545.99	-2.13	-136666.67
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	18350.161	0	0	0	-27984.06	-148740.14
Reazioni	-18350.161	0	0	0	27984.06	148740.14
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	-0.474	9029.126	0	13769.42	0.72	46412
Reazioni	0.474	-9029.126	0	-13769.42	-0.72	-46412
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità Y per sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Eccentricità X per sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Ux

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	1	0	0	0	-0.13	-9.04
Reazioni	-1	0	0	0	0.12	9.04
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Uy

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	1	0	0.13	0	5.14
Reazioni	0	-1	0	-0.12	0	-5.14
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Rig. Rz

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0.01
Reazioni	0	0	0	0	0	-0.01
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

A seguire si riportano le rappresentazioni grafiche dei carichi assegnati (in daN, m



Figura 7: Carichi neve



Figura 8: Vento +x

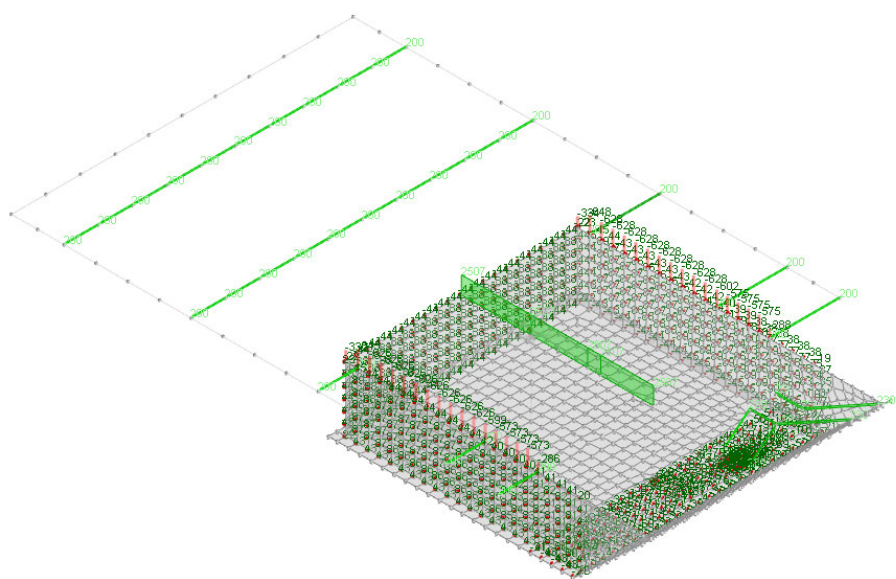


Figura 11: Carichi variabili (Cat C)

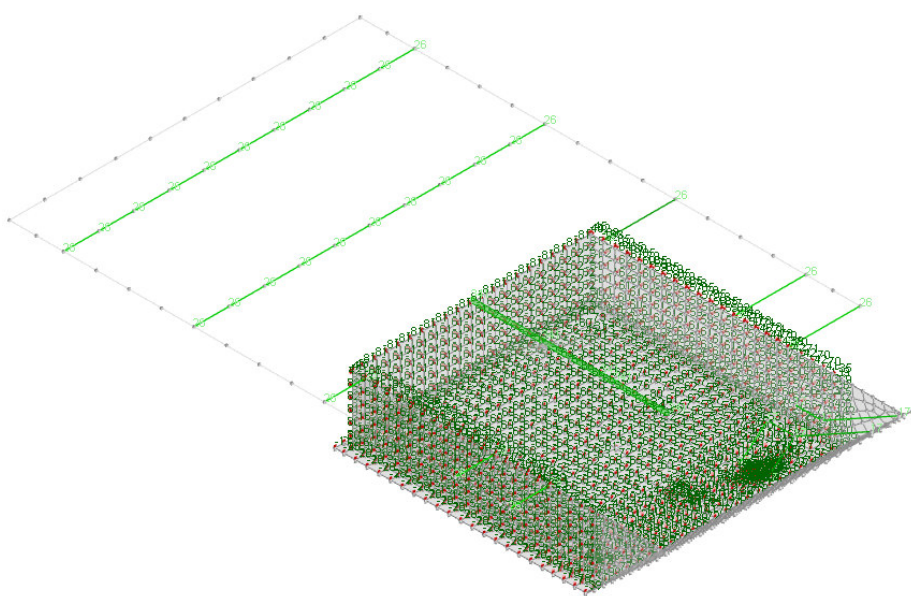


Figura 12: Carichi permanenti portati

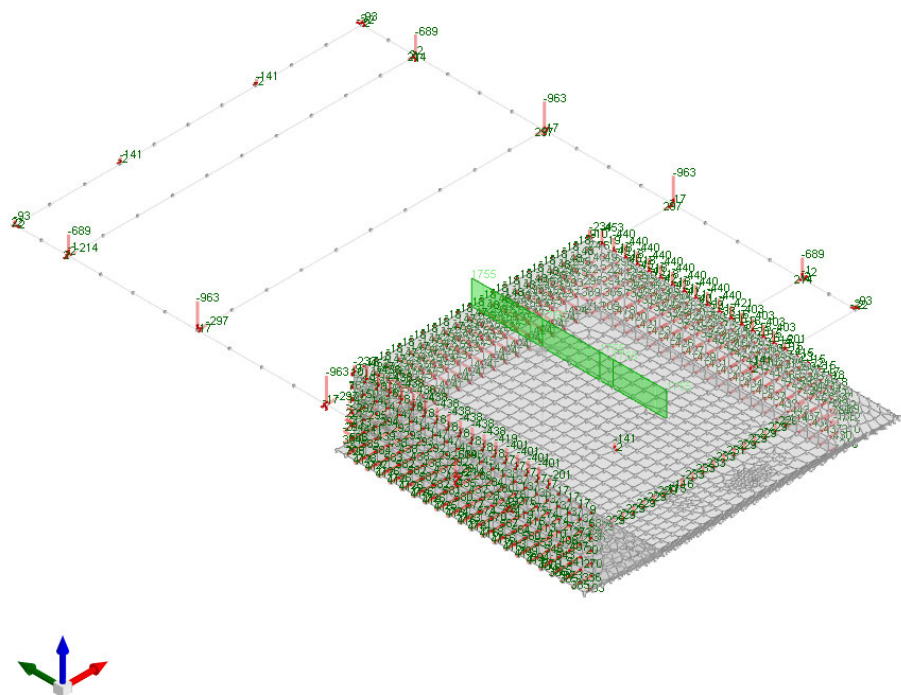


Figura 13: Carichi pesi propri strutturali

6.3 Diagrammi di sollecitazione

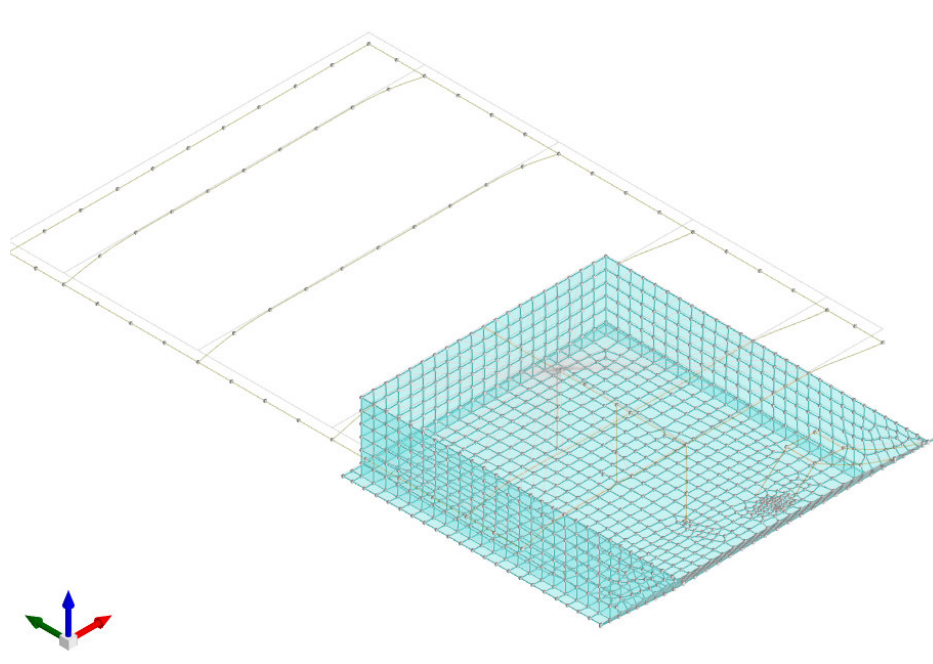


Figura 14: Deformata SLU 1

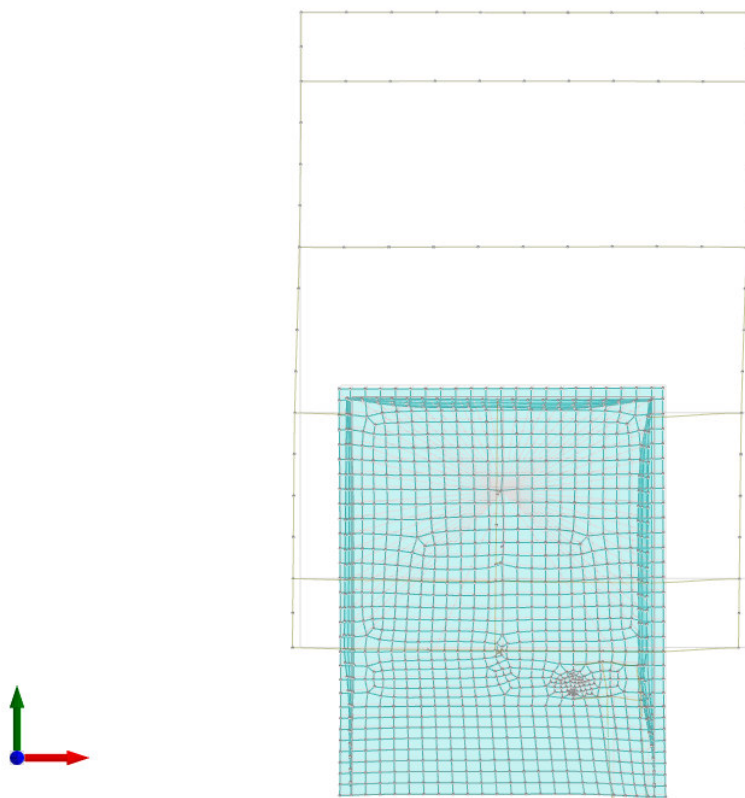


Figura 15: Deformata SLV 1

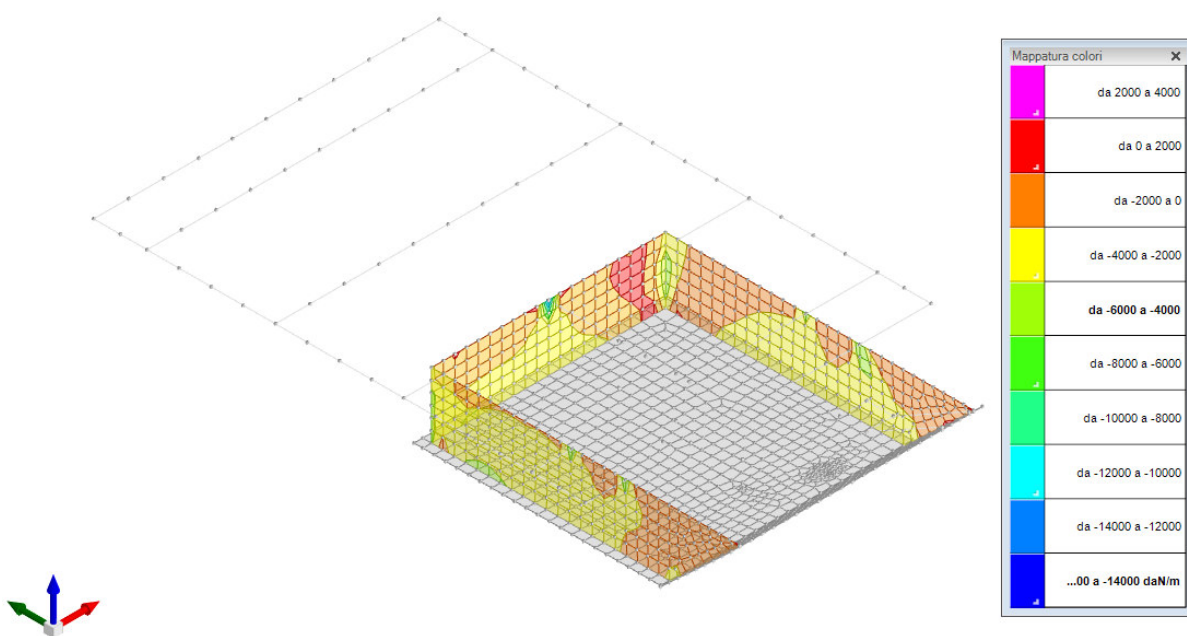


Figura 16: Sollecitazioni Fzz degli elementi bidimensionali Comb Sisma X SLV 1

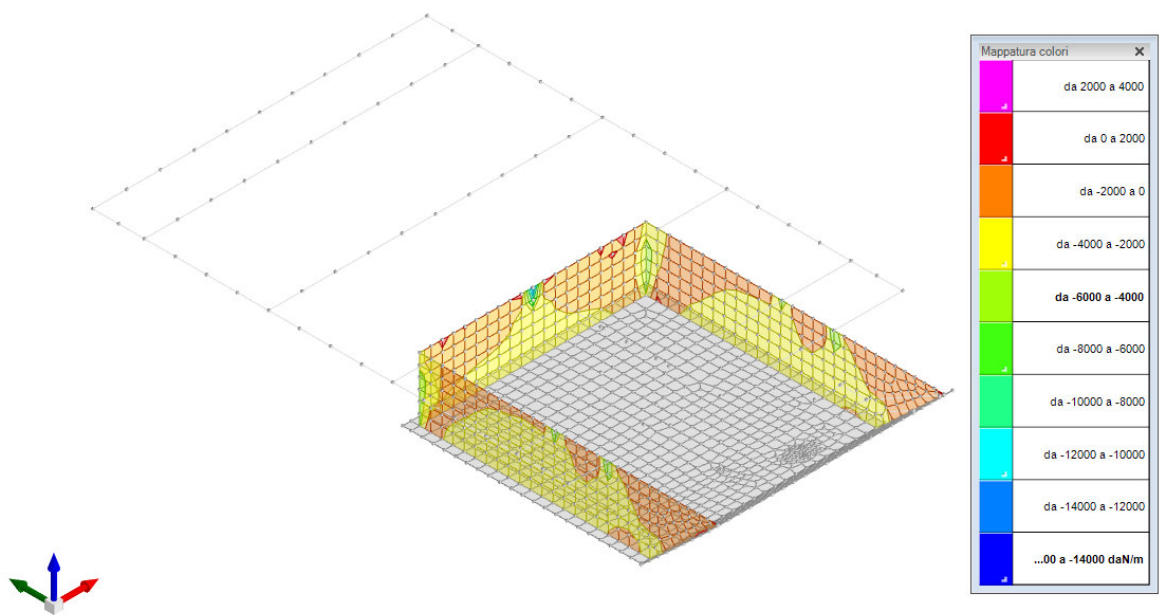


Figura 17: Sollecitazioni Fzz degli elementi bidimensionali Comb sisma Y Comb SLV 5

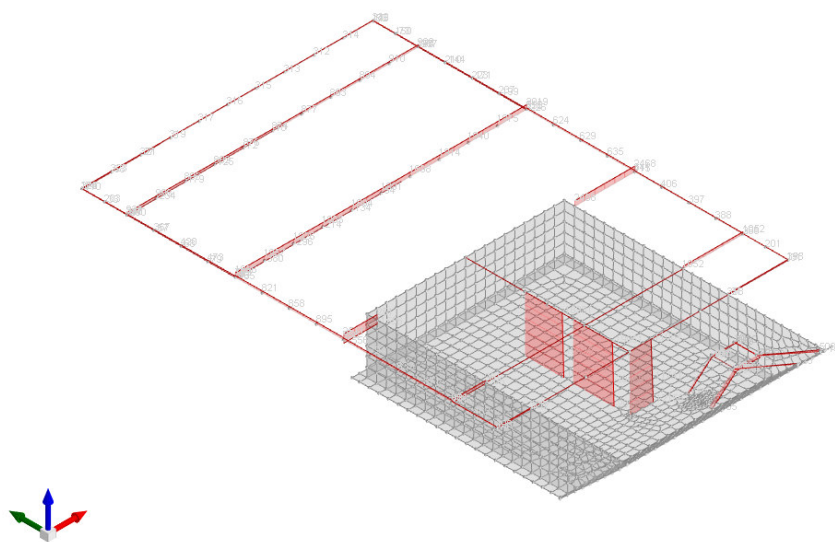


Figura 18: Sollecitazioni aste Involuppo SLU SLV Sforzo Normale

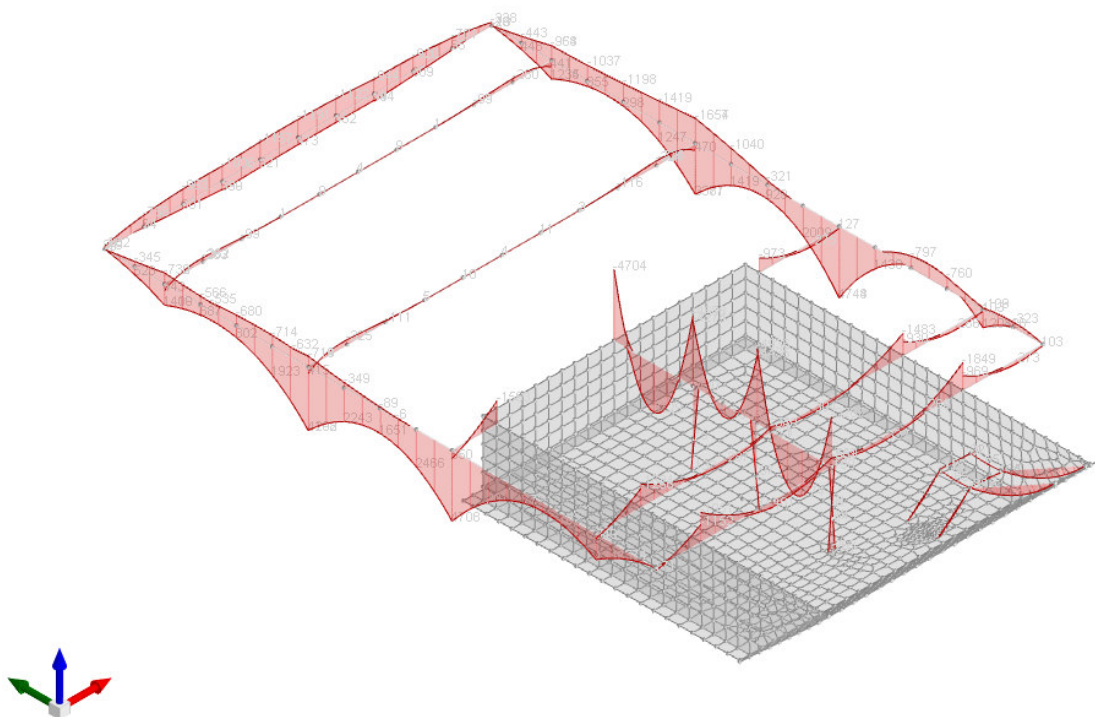


Figura 19: Sollecitazioni aste Inviluppo SLU SLV momenti M_3

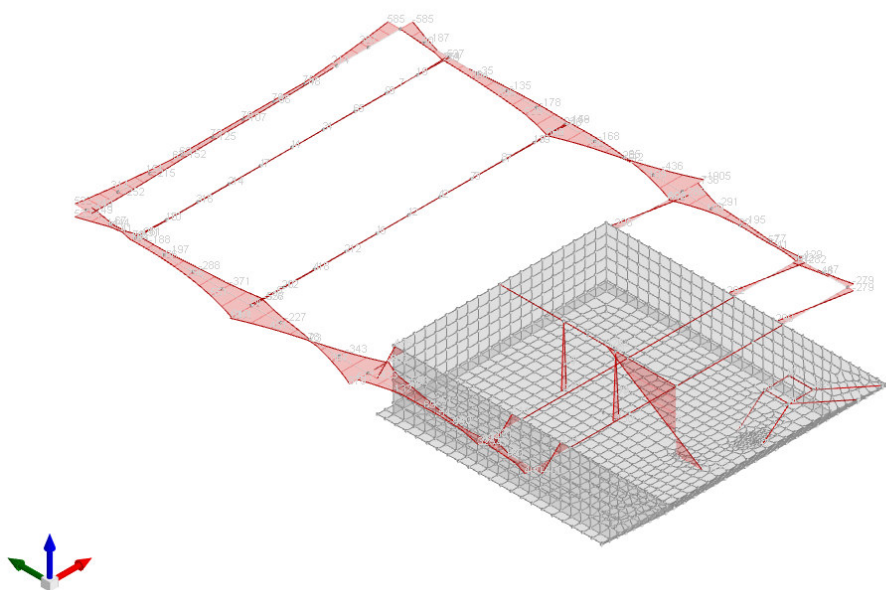


Figura 20: Sollecitazioni aste Inviluppo SLU SLV momenti M_2

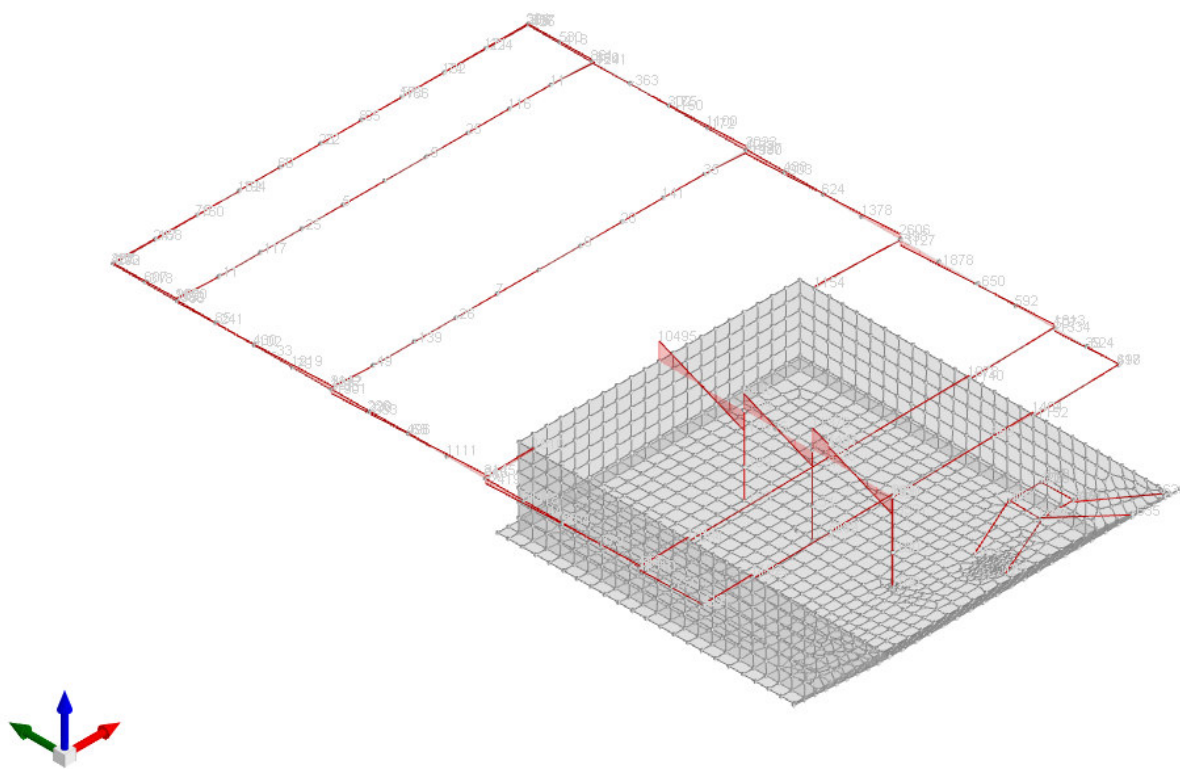


Figura 21: Sollecitazioni aste Involuppo SLU SLV tagli F2

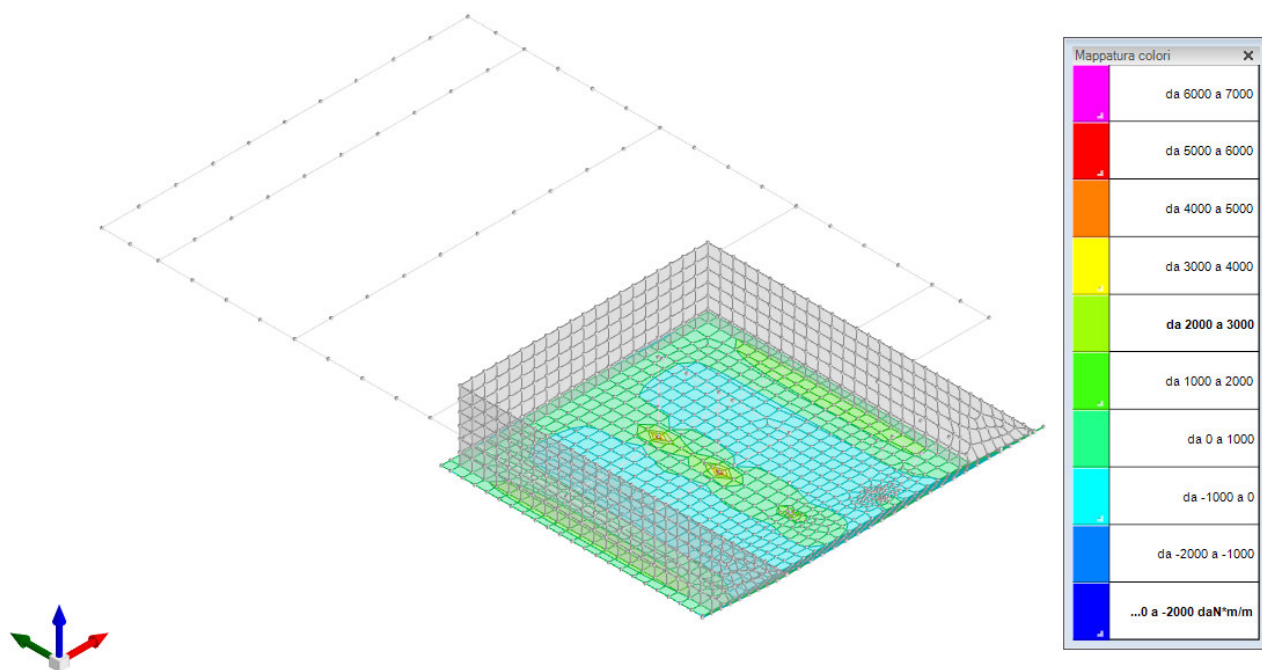


Figura 22: Sollecitazioni Involuppo Massimi Mxx Platea

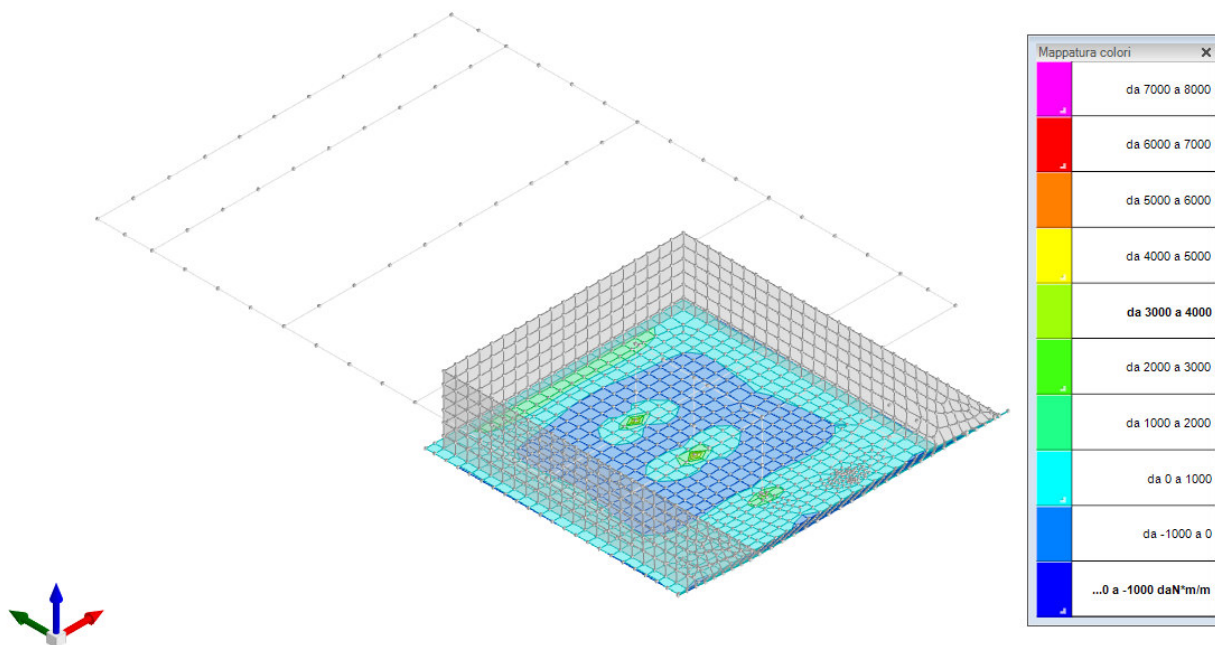


Figura 23: Sollecitazioni Involuppo Myy Platea

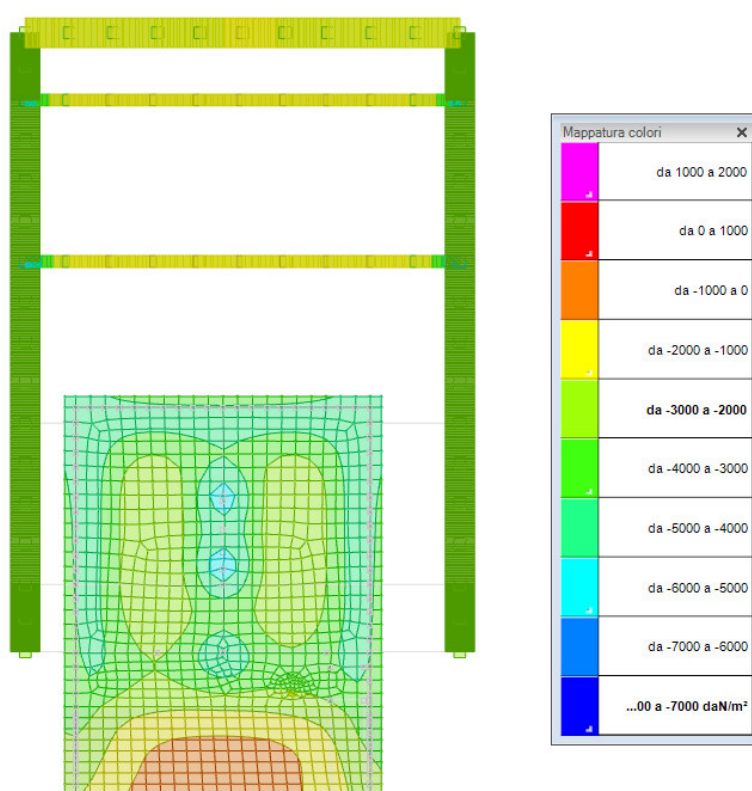


Figura 24: Pressioni del terreno valori minimi

7 Verifiche strutturali agli Stati Limiti Ultimi e di Esercizio

Le verifiche strutturali degli elementi in carpenteria metallica, calcestruzzo armato e muratura sono realizzate in modo automatico dal programma di calcolo. A seguire si riportano gli esempi di verifica di alcuni elementi rappresentativi. I

risultati completi delle verifiche sono riportati nella relazione di calcolo. Tutte le verifiche strutturali agli SLU e SLE sono soddisfatte.

Verifiche travata c.a.

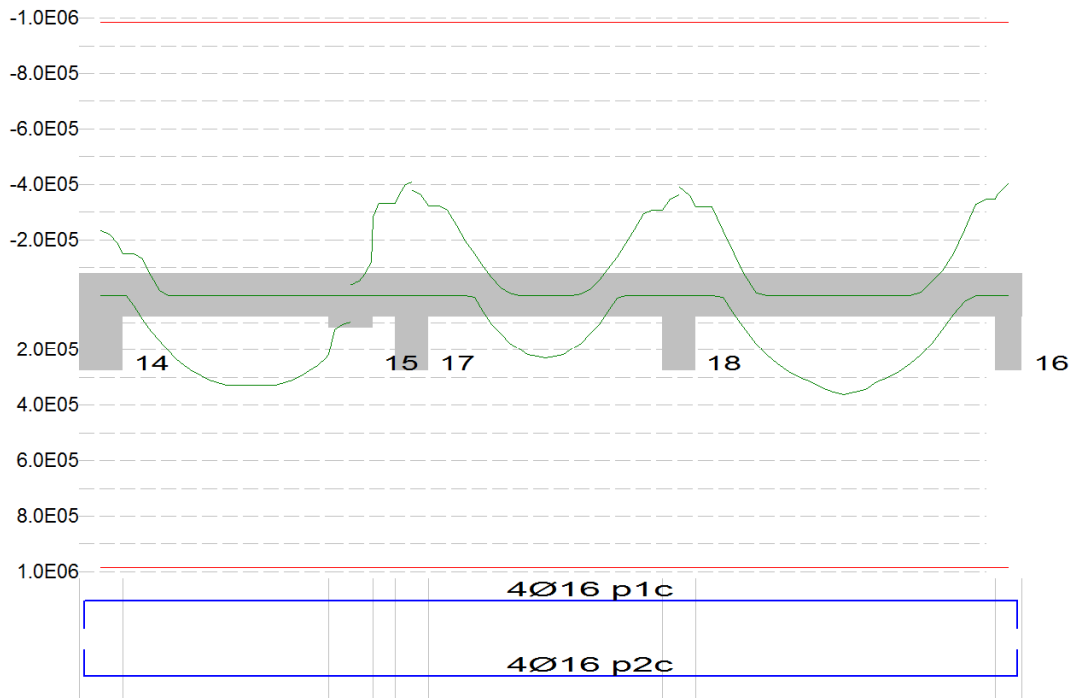


Figura 25: Travata c.a. verifica flessione

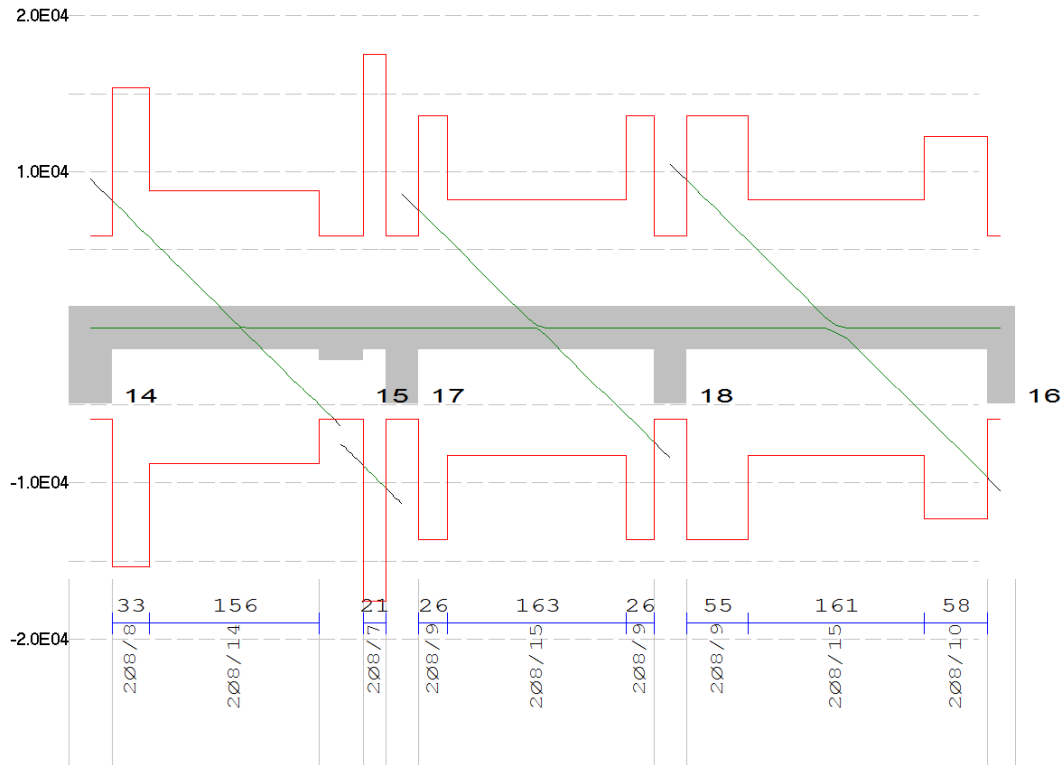


Figura 26: Travata c.a. verifica a taglio

Verifiche travata di fondazione

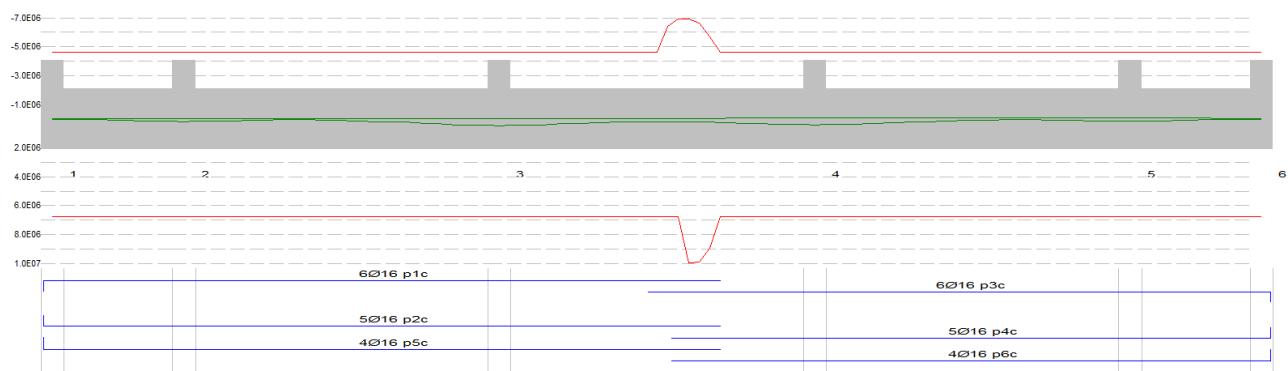


Figura 27: travata di fondazione in c.a. verifica a flessione

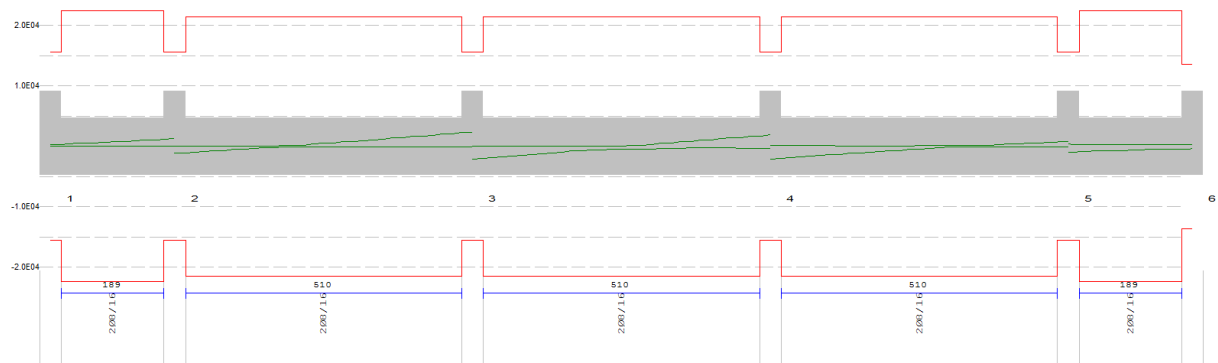
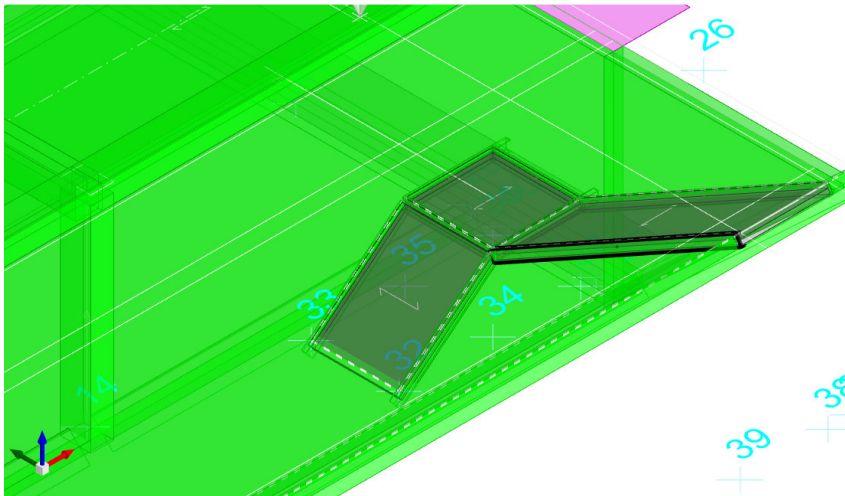


Figura 28: travata di fondazione in c.a. verifica a taglio

Verifiche cosciale scala



Asta 88: Trave in acciaio falda Falda 3 fili 39-34

Unita' di misura: m, daN, deg, .C, s
Lunghezza= 3.702 Nodo iniziale n.1478 Nodo finale n.976 Cerniera iniziale: Svincolo: M3 Cerniera finale: Svincolo: M3
Sezione: UPN140; Materiale: S275; Rotazione: 0.; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;
Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno; Svergolamento: Nessuno;
fy=27500000 classe peggiore 1
Snellezza 148 curva X c curva Y c chix= 0.673 chiy= 0.256 Ncr,x=91482.203 Ncr,y=19273.395 betam=1 betan=0.7

Verifiche di resistenza SLE (§ 7.3.7.1) omesse in quanto garantite da uno spettro SLD sempre minore di quello SLV

Resistenza: trazione p. 4.2.4.1.2 (4.2.6) NTC08
R1 =0.006 in comb. Famiglia "SLU" 15 x=0
rox =0 roy =0 NEd=323.374 Nt,Rd=53366.324

Resistenza: compressione p. 4.2.4.1.2 (4.2.10) NTC08
R2 =0.007 in comb. Famiglia "SLU" 11 x=3.70224
rox =0 roy =0 NEd=-378.877 Nc,Rd=53366.324 classe 1

Resistenza: flessione semplice p. 4.2.4.1.2 (4.2.12) NTC08
R3 =0.217 in comb. Famiglia "SLU" 2 x=1.72771
Mx,Ed=584.66555 Mc,x,Rd=2691.49
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione semplice con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08
R4 =0.219 in comb. Famiglia "SLU" 11 x=1.85112
NEd=-28.062 Mx,Ed=587.27586 Npl,Rd=53366.324 Mn,x,Rd=2691.49
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: flessione deviata con forza assiale p. 4.2.4.1.2 NTC08
R5 =0.21 in comb. Famiglia "SLU" 2 x=1.4809
NEd=42.681 Mx,Ed=563.78434 My,Ed=0.17975
Npl,Rd=53366.324 Mn,x,Rd=2691.49 Mn,y,Rd=804.60109
formula conservativa (6.2) p. 6.2.1 EN 1993-1-1:2005
rox =0 roy =0 classe 1

Resistenza: taglio X p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08
R6 =0 in comb. Famiglia "SLV" 1 x=0
VEd=-0.555 Vc,Rd=18497.553 resistenza a taglio non calcolabile a causa della mancata verifica a torsione [4.2.25], [4.2.26]
NTC08

Resistenza: taglio Y p. 4.2.4.1.2 (4.2.17) NTC08
R7 =0.042 in comb. Famiglia "SLU" 11 x=3.70224
VEd=-634.512 Vc,Rd=15234.879 resistenza a taglio non calcolabile a causa della mancata verifica a torsione [4.2.25], [4.2.26] NTC08

Resistenza: torsione p. 4.2.4.1.2 (4.2.29) NTC08
R8 =0 in comb. Famiglia "SLU" 11 x=0
TEd=-0.01849 taut,Ed =3652 TRd=76.56354

Instabilita: compressione semplice p. 4.2.4.1.3.1 (4.2.42) NTC08
B1 =0.012 in comb. Famiglia "SLV" 13 x=3.70224
NEd=-160.689 Nb,Rd=13686.369
chi =0.256 classe 1

Instabilita: flessione deviata p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, p. 5.5.4. ENV 1993-1-1:1994
B3 =0.158 in comb. Famiglia "SLU" 13 x=1.6043 classe 1
Mx,Sd=424.40414 My,Sd=0.16215 Mb,x,Rd=2691.49 Mb,y,Rd=804.60109
Verifica a instabilita flessio-torsionale (svergolamento) non eseguita

Instabilita: flessione deviata con compressione p. 4.2.4.1.3.3 NTC08, C4.2.4.1.3.3.1
B4 =0.218 in comb. Famiglia "SLU" 11 x=3.70224 classe 1
NEd=-378.877 Mx_{eq},Ed=508.40695 My_{eq},Ed=0.57428
NRd=13686.369 Mx,Rd=2680.34313 My,Rd=788.78422
Verifica a instabilita flessio-torsionale (svergolamento) non eseguita

Frecce massime e minime nelle combinazioni (relative alla congiungente nodo iniziale nodo finale): solo comb. peggiore
comb. Famiglia "SLE rara" 1 fx=-0.00001 x=0.86386 fy=0.00443 x=1.85112 rapp. luce/freccia = 835.363; freccia < luce/400

8 Verifica geotecnica delle fondazioni

Si rimanda al fascicolo di calcolo allegato.

