



# AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po



COMUNE DI STAGNO LOMBARDO  
Provincia di Cremona

SETTORE POLITICHE ENERGETICHE PATRIMONIO AMBIENTE SERVIZI LAVORI PUBBLICI

Titolo del Progetto

**CR-E-815 Rifacimento chiavica del Fossadone sull'Argine Maestro sinistro del fiume Po  
in Comune di Stagno Lombardo (CR) - Cod OPERA 936 - CUP B53H19000290002 - CIG 82186558A7**

Livello di progettazione

## PROGETTO DEFINITIVO



©I.S.I. Ingegneria e Ambiente  
Ing. Gian Lorenzo Bernini - Ing. Rosaria Ragazzini  
Via Martiri della Liberazione, 36 - 43126 Vicofertile (PR)  
cod.fisc. e P.I. 02577010347  
Tel. 0521 941229 - info@isiingegneriaeambiente.it

Progettazione  
Ing. Gian Lorenzo Bernini  
Ing. Rosaria Ragazzini

Titolo

Relazione di calcolo delle strutture  
Manufatti secondari

Numero

**2020-815-CR-STR4**

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
02	28.08.2020	Aut. Paesaggistica	RR	RR	FA
03	23.12.2020	Progetto Definitivo	RR	RR	FA

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
1.1	Manufatto a protezione delle tubazioni in sommità arginale .....	5
1.1.1.	Muro di sponda sinistra Fossadone a monte dell'impianto.....	6
1.1.2.	Manufatto di recapito di valle.....	6
1.1.3.	Predisposizione dei supporti per le tubazioni DN800 .....	7
1.1.4.	Fabbricato di alloggiamento gruppo elettrogeno .....	7
<b>2</b>	<b>DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....</b>	<b>8</b>
2.1	Condizioni stratigrafiche .....	8
2.2	Condizioni topografiche .....	9
2.3	Localizzazione dell'intervento.....	9
2.4	Vita nominale .....	9
2.5	Classe d'uso .....	9
2.6	Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	9
2.7	Definizione degli spettri elastici di risposta .....	9
<b>3</b>	<b>MANUFATTO DI RECAPITO VALLE IN SP.SX FOSSADONE.....</b>	<b>11</b>
3.1	Descrizione generale dell'opera.....	11
3.2	Quadro normativo di riferimento adottato.....	12
3.3	Azioni di progetto sulla costruzione .....	12
3.4	Modello numerico .....	13
3.5	Costante di Winkler.....	13
3.6	Modellazione delle azioni .....	15
3.7	Combinazioni e/o percorsi di carico .....	15
3.8	Normativa di riferimento .....	16
3.9	Materiali e copriferro per strutture in c.a. – Durabilità.....	17
3.9.1.	Legenda tabella dati materiali .....	17
3.10	Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi .....	18
3.11	Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell.....	18
3.12	Modellazione delle azioni .....	19
3.12.1.	Spinta del terreno.....	21
3.12.2.	Carico litostatico bordo platea.....	21
3.12.3.	Spinta laterale sovraccarico .....	21
3.12.4.	Azioni della condotta .....	22
3.12.5.	Pressioni dell'acqua.....	22
3.12.6.	Spinta sismica dell'acqua.....	22
3.13	Schematizzazione dei casi di carico .....	27
3.14	Definizione delle combinazioni.....	28
3.15	Azione sismica.....	36
3.15.1.	Fattore di comportamento .....	37
3.16	Risultati delle analisi sismiche .....	37
3.17	Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative .....	51
3.17.1.	Pareti in calcestruzzo armato .....	51
3.17.2.	Piastre in calcestruzzo armato.....	54
3.18	Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	55
3.18.1.	Piastre in cemento armato.....	55
3.19	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio .....	59
3.19.1.	Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a. ....	59
3.19.2.	Fessurazione piastre in c.a. ....	59

3.19.3.	Verifica delle tensioni in esercizio .....	60
3.19.4.	Verifiche di rigidezza agli SLE.....	62
3.20	Risultati verifiche geotecniche.....	64
3.20.1.	Carico limite di fondazioni superficiali su terreni.....	65
3.20.2.	Verifica a rottura per scorrimento di fondazioni superficiali .....	67
3.20.3.	Archivio stratigrafie.....	67
3.20.4.	Archivio terreni .....	68
3.20.5.	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali .....	68
3.20.6.	Stima dei cedimenti della fondazione .....	69
3.21	Verifiche di stabilità globale.....	71
3.21.1.	Verifica a galleggiamento .....	71
<b>4</b>	<b>MANUFATTO DI ATTRAVERSAMENTO .....</b>	<b>72</b>
4.1	Descrizione generale dell'opera.....	72
4.2	Quadro normativo di riferimento adottato.....	73
4.3	Azioni di progetto sulla costruzione .....	73
4.4	Modello numerico .....	74
4.4.1.	Costante di Winkler .....	74
4.5	Modellazione delle azioni .....	76
4.6	Combinazioni e/o percorsi di carico .....	76
4.7	Materiali e copriferro per strutture in c.a. – Durabilità.....	76
4.7.1.	Legenda tabella dati materiali .....	76
4.8	Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi .....	77
4.9	Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell.....	77
4.10	Modellazione delle azioni .....	78
4.10.1.	Spinta del terreno.....	80
4.10.2.	Carico litostatico bordo platea.....	80
4.10.3.	Pressione e spinta laterale pacchetto di ricoprimento.....	81
4.10.4.	Azioni del traffico.....	81
4.10.5.	Azioni della condotta .....	81
4.10.6.	Pressioni dell'acqua.....	82
4.10.7.	Spinta sismica dell'acqua.....	82
4.11	Schematizzazione dei casi di carico .....	86
4.12	Definizione delle combinazioni.....	87
4.13	Azione sismica.....	93
4.13.1.	Fattore di comportamento .....	94
4.14	Risultati delle analisi sismiche.....	94
4.15	Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative .....	103
4.15.1.	Pareti in calcestruzzo armato .....	103
4.15.2.	Piastre in calcestruzzo armato.....	105
4.16	Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	106
4.16.1.	Piastre in cemento armato.....	106
4.17	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio .....	109
4.17.1.	Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a. ....	109
4.17.2.	Verifica delle tensioni in esercizio .....	111
4.17.3.	Verifiche di rigidezza agli SLE.....	112
4.18	Risultati verifiche geotecniche.....	114
4.18.1.	Archivio stratigrafie.....	115
4.18.2.	Archivio terreni .....	115
4.18.3.	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali .....	115
4.18.4.	Stima dei cedimenti della fondazione .....	117
4.19	Verifiche di stabilità globale.....	117

<b>5</b>	<b>CABINA MT / GRUPPO ELETTROGENO .....</b>	<b>118</b>
5.1	Descrizione generale dell'opera.....	118
5.2	Quadro normativo di riferimento adottato.....	119
5.3	Azioni di progetto sulla costruzione .....	120
5.4	Modello numerico .....	120
5.4.1.	Costante di Winkler .....	120
5.5	Modellazione delle azioni .....	122
5.6	Combinazioni e/o percorsi di carico .....	122
5.7	Materiali e copriferro per strutture in c.a. – Durabilità.....	122
5.8	Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi .....	123
5.9	Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell.....	123
5.10	Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Trave.....	124
5.11	Modellazione delle azioni .....	125
5.11.1.	Solaio di piano (copertura) .....	127
5.11.2.	Tamponamenti esterni .....	127
5.11.3.	Carico cornicione .....	127
5.11.4.	Carico in fondazione .....	128
5.12	Schematizzazione dei casi di carico .....	132
5.13	Definizione delle combinazioni.....	133
5.14	Azione sismica.....	139
5.14.1.	Fattore di comportamento .....	140
5.15	Risultati delle analisi sismiche .....	140
5.16	Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative .....	150
5.16.1.	Pilastrini in calcestruzzo armato .....	150
5.16.2.	Travi in calcestruzzo armato .....	152
5.16.3.	Pareti in calcestruzzo armato .....	153
5.16.4.	Piastre in calcestruzzo armato.....	155
5.17	Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	155
5.17.1.	Pilastrini in cemento armato .....	155
5.17.2.	Travi in cemento armato .....	158
5.17.3.	Piastre in cemento armato (pareti e platea) .....	160
5.18	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio.....	164
5.18.1.	Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a. ....	164
5.18.2.	Verifica delle tensioni in esercizio .....	166
5.18.3.	Verifiche di rigidità agli SLE.....	169
5.19	Verifiche solaio di copertura.....	171
5.20	Verifiche espulsione tamponature.....	173
5.20.1.	Dati di progetto: .....	174
5.20.2.	Caratteristiche della parete:.....	174
5.20.3.	Verifica di stabilità: .....	174
5.21	Risultati verifiche geotecniche.....	175
5.21.1.	Archivio stratigrafie.....	176
5.21.2.	Archivio terreni .....	176
5.21.3.	Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali .....	177
5.21.4.	Stima dei cedimenti della fondazione .....	178
5.22	Verifiche di stabilità globale.....	179
<b>6</b>	<b>MURO DI SPONDA A MONTE IN SPONDA SX.....</b>	<b>180</b>
6.1	Caratteristiche geometriche .....	181
6.2	Materiali utilizzati.....	181
6.3	Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	181

6.4	Carichi applicati .....	182
6.5	Normativa .....	182
6.5.1.	Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma .....	182
6.5.2.	Coefficienti parziali per le azioni .....	183
6.5.3.	Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno .....	183
6.5.4.	Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche .....	183
6.5.5.	Coefficienti parziali per le verifiche .....	183
6.5.6.	Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza .....	184
6.6	Verifiche di stabilità dell'opera .....	184
6.6.1.	Coefficienti di spinta del terreno di monte.....	184
6.6.2.	Coefficienti di spinta del terreno di valle.....	184
6.6.3.	Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro .....	184
6.7	Verifica a ribaltamento (superata con successo) .....	185
6.8	Verifica a schiacciamento (superata con successo) .....	186
6.9	Verifica a scorrimento (superata con successo) .....	186
6.10	Verifica di stabilità globale (superata con successo) .....	187
6.11	Verifica delle armature .....	188
6.11.1.	Mensola in elevazione.....	188
6.11.2.	Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata) .....	189
6.11.3.	Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata) .....	189
6.11.4.	Sezione d'incastro del taglione (verificata) .....	189
<b>7</b>	<b>MURETTI IN SOMMITA' ARGINALE .....</b>	<b>190</b>
7.1	Caratteristiche geometriche .....	191
7.2	Materiali utilizzati.....	191
7.3	Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	191
7.4	Carichi applicati .....	192
7.5	Normativa .....	192
7.5.1.	Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma .....	192
7.5.2.	Coefficienti parziali per le azioni .....	193
7.5.3.	Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno .....	193
7.5.4.	Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche .....	193
7.5.5.	Coefficienti parziali per le verifiche .....	193
7.5.6.	Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza .....	193
7.6	Verifiche di stabilità dell'opera .....	194
7.6.1.	Coefficienti di spinta del terreno di monte.....	194
7.6.2.	Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro .....	194
7.7	Verifica a ribaltamento (superata con successo) .....	195
7.8	Verifica a schiacciamento (superata con successo) .....	195
7.9	Verifica a scorrimento (superata con successo) .....	195
7.10	Verifica di stabilità globale (superata con successo) .....	196
7.11	Verifica delle armature .....	197
7.11.1.	Mensola in elevazione.....	197
7.11.2.	Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata) .....	197
7.11.3.	Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata) .....	198

## 1 PREMESSA

Il progetto di adeguamento e potenziamento della chiavica esistente di compartimentazione dell'attraversamento del cavo Fossadone con l'argine maestro di Po, comporta la realizzazione di vari aggregati strutturali, tra cui:

- 1 **L'edificio centrale** di alloggiamento delle paratoie e dell'impianto di sollevamento
- 2 **Il manufatto di recapito di valle** in sponda sinistra Fossadone
- 3 **Il manufatto di attraversamento** delle tubazioni di mandata in sommità al corpo arginale esistente
- 4 **Il manufatto di alloggiamento del gruppo elettrogeno di alimentazione**
- 5 **Il muro di raccordo** della sponda sinistra del cavo Fossadone a monte delle diaframmatore di sponda dell'edificio di alloggiamento dell'impianto di sollevamento

La presente relazione contiene il dimensionamento strutturale dell'edificio centrale di alloggiamento delle paratoie e dell'impianto di sollevamento. Per la progettazione dei manufatti secondari si rimanda alla dedicata relazione.



**Figura 1: Indicazione delle opere strutturali del complesso principale e manufatti accessori**

La presente relazione contiene il dimensionamento strutturale dei tre edifici cosiddetti "minori", che sono identificati nel manufatto di recapito di valle, quello di attraversamento delle tubazioni e la cabina MT/Alloggiamento gruppo elettrogeno, oltre al muro di sponda sx posto a monte della chiavica in progetto.

Nel seguito vengono pertanto analizzate e dimensionate in successione le tre strutture minori per le quali vengono descritti tutti i passaggi necessari alla loro progettazione consistenti nelle descrizioni generali, nei carichi agenti, nell'esposizione delle principali sollecitazioni e nel riscontro delle verifiche richieste dalla normativa.

### 1.1 Manufatto a protezione delle tubazioni in sommità arginale

La sommità arginale è prevista carrabile, consentendo il transito di traffico pesante. A protezione delle tubature che scavalcano l'argine verrà realizzato un manufatto scatolare in c.a. gettato in opera costituito da due canne (una per ciascuna tubatura). La soletta superiore del manufatto è prevista anch'essa in c.a. ma prefabbricata e removibile, in modo da consentire eventuali ispezioni alle tubazioni. Essa è dimensionata in modo tale da sostenere il traffico di ponti di II categoria. Considerato il posizionamento della struttura sul rilevato arginale adiacente "sostituito" ed adeguato per altimetria dal nuovo argine di affiancamento, oltre che le pressioni fondali trasmesse dalla stessa, si è previsto di fondare il manufatto di attraversamento su semplice platea senza ricorrere all'applicazione di strutture fondali profonde.



### 1.1.3. Predisposizione dei supporti per le tubazioni DN800

I supporti delle tubazioni saranno costituiti da piastre e selle in carpenteria metallica fissati agli elementi strutturali in c.a. dell'aggregato principale e del manufatto di attraversamento. Le selle di appoggio garantiranno lo scorrimento delle tubazioni per meglio gestirne le dilatazioni differenziali. Il dimensionamento dei supporti e dei relativi fissaggi strutturali alle parti in c.a. è determinato dalle azioni statiche e dinamiche dell'acqua nei tubi (pressioni/depressione determinate dall'andamento altimetrico delle tubazioni stesse, particolarmente significativo presso il sifone, peso del tubo e dell'acqua, effetti dinamici connessi al moto dell'acqua, ecc), ed è rimandato al dettaglio dei livelli successivi di progettazione.

In questa sede, per il dimensionamento del manufatto di attraversamento ed, in particolare, del solaio intermedio di alloggiamento impiantistico dell'aggregato principale, sono state considerate le azioni trasmesse dalle condotte con "tubo pieno", ossia:

- peso proprio della tubazione
- il peso dell'acqua contenuta

definiti in virtù della lunghezza di influenza rispetto alle selle di appoggio.

Oltre alle azioni verticali sul solaio intermedio sono state considerate le azioni orizzontali di spinta cinetica dell'acqua di scarico trasmesse dalle tubazioni alle selle di appoggio, quindi al solaio.

La spinta dinamica orizzontale dell'acqua (nella direzione del moto) è stata calcolata uguagliando l'energia potenziale con l'energia cinetica tenendo altresì in conto del lavoro fornito dalla pompa di sollevamento ( $V_p = 2,0$  m/s) ottenendo un valore pari a 340 kg per ciascuna condotta. Essendo il n° di selle sempre pari a 2 si applica al singolo appoggio la seguente azione:  $H_k = 340 / 2 = 140$  kg. Si rimanda all'Elaborato 2020-815-CR-STR4 "Relazione di calcolo delle strutture - Manufatti secondari", per maggiori dettagli.

### 1.1.4. Fabbricato di alloggiamento gruppo elettrogeno

Il nuovo manufatto di alloggiamento del gruppo elettrogeno di alimentazione dell'impianto avrà ingombro esterno di 8,52x7,46 m così da potere essere utilizzato anche come cabina MT, qualora la Stazione Appaltante decidesse di modificare la modalità di alimentazione del sistema, e disporre di un locale ad uso ufficio/guardiania completo di servizio igienico. L'altezza dell'edificio sarà pari a 2,98ml (mentre l'adiacente edificio di alloggiamento dell'impianto di sollevamento avrà altezza in copertura pari a 4,79m). Il fabbricato di guardiania e di alloggiamento delle dotazioni impiantistiche sarà posizionato in allineamento con gli edifici di alloggiamento delle paratoie e dell'impianto di sollevamento, a 4,80ml da quest'ultimo per consentire la manovra ed il piazzamento di mezzi pesanti necessari per le fasi di manutenzione e di assistenza.



**Figura 3: Renderizzazione con vista del fabbricato di alloggiamento del gruppo elettrogeno**

Il fabbricato sarà intonacato e finito esternamente come da dettagli grafici progettuali, verrà ubicato in sommità arginale e sarà fondato su una platea di fondazione di spessore adeguato all'alloggiamento di eventuali cunicoli d'impianto (nel caso in cui si decida per la fornitura MT).

## 2 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica è stato fatto riferimento alla relazione geologica-sismica e geotecnica redatta dal Dott. Alberto Trivioli in cui sono contenute le valutazioni inerenti la classificazione sismica del sottosuolo e degli effetti di amplificazione con lo scopo di definire una appropriata Risposta Sismica Locale.

### 2.1 Condizioni stratigrafiche

Dalle elaborazioni e dalle risultanze delle indagini sismiche il Geologo ha individuato valori di velocità  $V_{s,eq}$  pari a circa 198 e 201 m/s. Secondo le NTC2018 per valutare l'effetto della risposta sismica locale si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo classificate all'interno della Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018 (NTC2018).

I valori di  $V_{s,eq}$  ricavati inquadrano il sottosuolo nella categoria C: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento della proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

L'approfondimento delle analisi al 2° livello, contenuto sempre all'interno della relazione geologica, ha permesso di fornire una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione ( $F_a$ ).

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di  $F_a$  sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

Nel caso in esame sono stati ottenuti i seguenti valori di  $F_a$  per i due periodi tipici.

	<b>Fa</b>	<b>Fa</b>
<b>Periodo</b>	<b>0,1-0,5 s</b>	<b>0,5-1,5 s</b>
<b>Fattore calcolato</b>	<b>1,15</b>	<b>1,98</b>

**Figura 4: Valori di amplificazione  $F_a$**

Il parametro di  $F_a$  calcolato per ciascun comune della Regione Lombardia rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

<b>COMUNE</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valori soglia</b>			
		<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
STAGNO LOMBARDO	0.1 - 0.5s	1,4	1,8	2,1	1,9
STAGNO LOMBARDO	0.5 - 1.5s	1,7	2,4	4,0	3,0

**Figura 5: Valori di amplificazione  $F_a$  soglia calcolati dalla Regione Lombardia per il Comune di Stagno Lombardo**

Considerando che per l'area in oggetto la categoria di suolo è la C, ne deriva che il valore di  $F_{a0,1-0,5}$  calcolato è risultato pari a 1,15 ed è inferiore valore di Soglia 0,1-0,5 pari a 1,8 determinato dalla Regione Lombardia; anche il valore di  $F_{a0,5-1,5}$ , che è risultato pari a 1,98, è inferiore al valore di Soglia 0,5-1,5 pari a 2,4.

<b>Tipo di Suolo "C"</b>	<b>Fa</b>	<b>Fa</b>
<b>Periodo</b>	<b>0,1-0,5 s</b>	<b>0,5-1,5 s</b>
<b>Fattore calcolato</b>	<b>1,15</b>	<b>1,98</b>
<b>Fattore soglia comunale</b>	<b>1,8</b>	<b>2,4</b>

**Figura 6: Confronto tra i valori di  $F_a$  calcolati ed i valori soglia**

Considerato che i valori di  $F_a$  calcolati nel sito in esame risultano essere sempre inferiori ai valori soglia è possibile utilizzare l'approccio semplificato e lo spettro di norma caratteristico della categoria C.

## 2.2 Condizioni topografiche

Dal punto di vista topografico al sito di intervento è assegnabile la Categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " (Tab. 3.2.III NTC2018).

## 2.3 Localizzazione dell'intervento

Località: STAGNO LOMBARDO  
 Comune: STAGNO LOMBARDO  
 Provincia: CREMONA  
 Regione: LOMBARDIA  
 Zona sismica = 3  
 Coordinate GPS:  
 Latitudine: 45,0554  
 Longitudine: 10,0630

## 2.4 Vita nominale

La vita nominale  $V_N$ , assunta alla base del progetto, è quella relativa alle costruzioni di Tipo 3, "Costruzioni con livelli di prestazioni elevati":

Vita Nominale  $V_N \geq 100$  anni

## 2.5 Classe d'uso

Alla costruzione è stata assegnata la seguente classe d'uso:

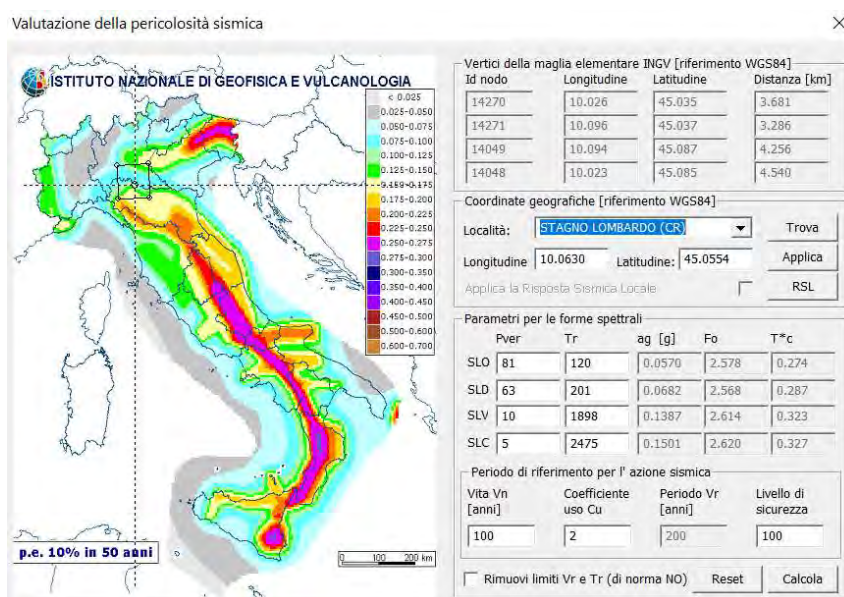
Classe IV, "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti...". (Par. 2.4.2 NTC2018)

## 2.6 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento  $V_R$  si ricava moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Per le strutture in Classe d'uso IV si ha  $C_U = 2,0$  (Tab. 2.4.II NTC2018). Il conseguente periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$  risulta:

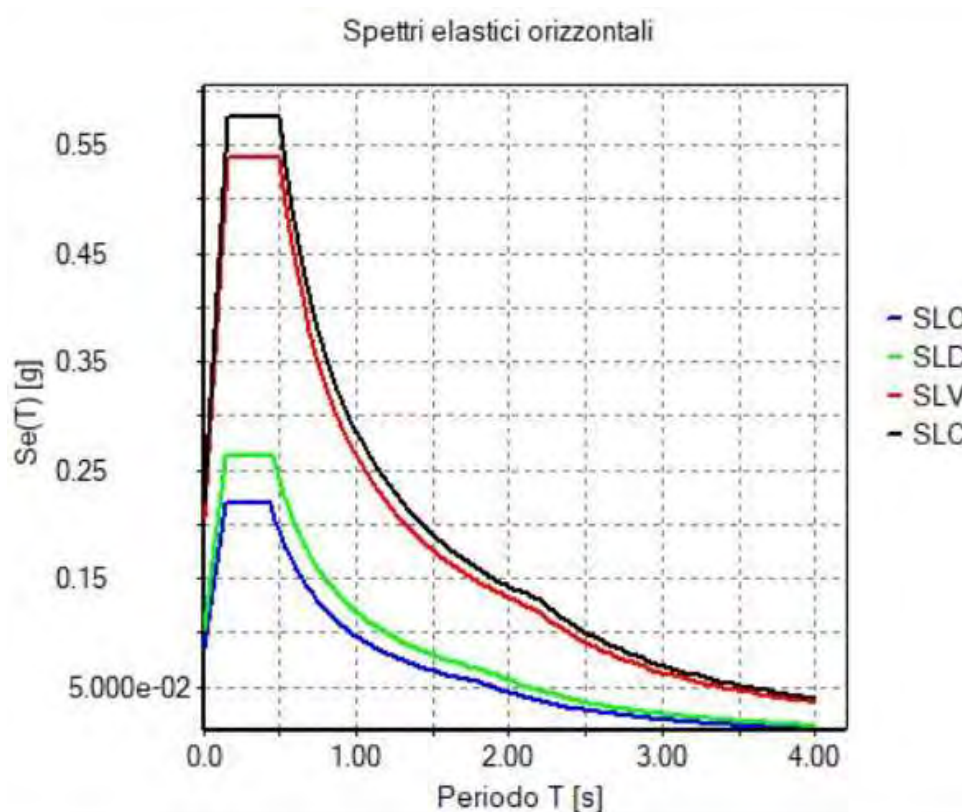
$V_R = V_N C_U = 100 \times 2,0 = 200$  anni

## 2.7 Definizione degli spettri elastici di risposta



**Figura 7: Coordinate geografiche e parametri di riferimento per l'azione sismica**

Parametri e fattori spettrali							
S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.057	1.500	2.578	0.831	0.147	0.441	1.828
SLD	0.068	1.500	2.568	0.905	0.152	0.455	1.873
SLV	0.139	1.482	2.614	1.314	0.164	0.492	2.155
SLC	0.150	1.464	2.620	1.370	0.166	0.497	2.200
Verticale per tutti:		1.000			0.050	0.150	1.000

**Figura 8: Parametri e fattori spettrali**

**Figura 9: Spettri di risposta elastici SLO, SLD, SLV, SLC**

Nella figura precedente vengono riportati gli spettri elastici di risposta che vengono considerati nella definizione dell'azione sismica da contemplare nella progettazione delle strutture principali e secondarie appartenenti alla Chiavica Fossadone.

### 3 MANUFATTO DI RECAPITO VALLE IN SP.SX FOSSADONE

Il manufatto verrà dimensionato mediante analisi ad elementi finiti per quanto concerne la definizione delle sollecitazioni degli elementi strutturali in c.a. e la valutazione delle pressioni indotte dal manufatto sulla platea di fondazione.

Le verifiche geotecniche e di resistenza sono eseguite secondo le disposizioni del D.M. 17 gennaio 2018 adottando l'[APPROCCIO 2](#).

Mediante il programma di analisi strutturale sono quindi state generali combinazioni di carico statiche di tipo:

- [Generale di equilibrio di corpo rigido](#), ossia critiche per le condizioni di scivolamento, e galleggiamento.
- [Strutturale](#), tali da indurre i livelli tensionali maggiori.
- [Geotecnico](#), con massime pressioni indotte sul terreno di fondazione.
- [Sismiche](#)

Nei paragrafi successivi saranno, quindi, meglio illustrate le ipotesi di calcolo e modellazione del manufatto e la modalità di stima delle azioni presenti sul medesimo nei diversi scenari di "lavoro" che possono sostanzialmente essere identificati nelle due principali condizioni di assenza e di presenza di acqua:

- ⇒ *Manufatto in assenza di livelli significativi di acqua invasata*
- ⇒ *Manufatto in presenza di livelli di invaso significativi (livello idrometrico TR200 PAI)*

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

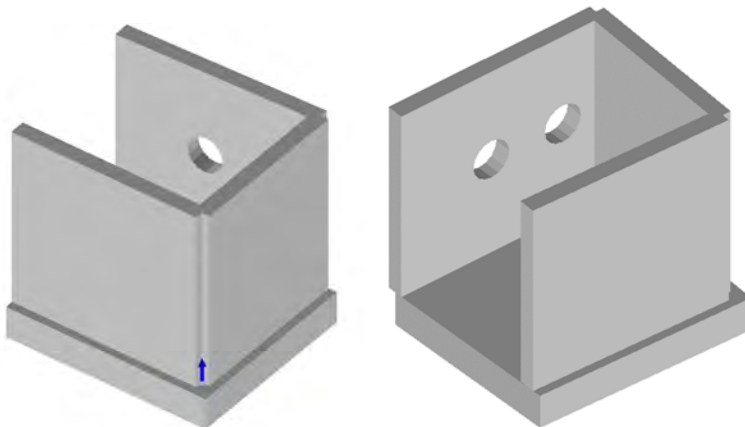
#### 3.1 Descrizione generale dell'opera

Il manufatto di recapito valle risulta sostanzialmente essere una vasca in cemento armato parzialmente interrata e aperta lungo il prospetto che si affaccia sul canale Fossadone.

La struttura si compone di una platea di fondazione avente spessore pari a 80 cm e tre pareti verticali di spessore pari a 40 cm. La parete nord-est presenta due forometrie circolari di diametro pari a 90 cm per ricevere le tubazioni di recapito. Il corpo occupa un ingombro di pianta con geometria approssimativamente rettangolare, avente lati di dimensioni pari a circa 4,50 x 5,0 m, e presenta un'altezza interna di 4,46 m (quota assoluta di 35.66 m s.l.m.). I fori circolari sono alloggiati ad una quota di circa 2,29 m, con riferimento al loro centro geometrico, rispetto al piano estradossale della fondazione.

La struttura viene interrata per una profondità massima pari a circa 3,55 m ove il piano di posa può attestarsi in corrispondenza del primo strato di sabbie by-passando l'orizzonte del primo suolo di argilla.

L'opera viene dimensionata considerando la spinta statica del terreno sempre presente e la spinta variabile dell'acqua qualora il suo livello raggiungesse la quota del livello TR200 PAI. Viene applicata in aggiunta una spinta da sovraccarico per l'eventuale transito di mezzi agricoli nell'intorno della vasca in oggetto. In corrispondenza delle forometrie vengono applicate le azioni concentrate derivanti dalle condotte, contemplanti sia il carico permanente verticale dovuto a pesi propri e contenuto di acqua sia l'azione orizzontale generata dalla spinta cinetica del fluido.



**Figura 10: Viste solide della struttura**

Sulla modellazione delle fondazioni occorre evidenziare che le stesse sono state schematizzate con appoggio su suolo elastico alla Winkler.

Descrizione generale dell'opera	
Ubicazione	Comune di STAGNO LOMBARDO (CR) (Regione LOMBARDIA) Longitudine 10.0630, Latitudine 45.0554
Numero di piani	Quota di estradosso della platea di fondazione a +31.20 m s.l.m.
	Altezza interna vasca netta pari a 4,46 m corrispondente alla quota assoluta di 35.66 m s.l.m. le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 4.50x5.0 m
Tipo di fondazione	Platea in cemento armato sp.80 cm

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	NO
Struttura regolare in altezza	NO
Classe di duttilità	ND
Tipo di fondazione	PLATEA
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	NO

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

#### Fattore di comportamento

Si assume un fattore di struttura pari a 1.0 in considerazione del comportamento non dissipativo del manufatto:

**$q = 1.00$  /  $a_u/a_1 = 1.00$  /  $K_r = 0.80$  /  $K_w = 1.00$**

## 3.2 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito. Nel capitolo "Normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 17-01-2018

## 3.3 Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sul manufatto con esplicitazione della modalità di scelta del modulo della azione introdotta.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica*.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale è effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene

con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K * u = F$  dove  $K$  = matrice di rigidezza

$u$  = vettore spostamenti nodali

$F$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo *TRUSS* (biella-D2)
- Elemento tipo *BEAM* (trave-D2)
- Elemento tipo *MEMBRANE* (membrana-D3)
- Elemento tipo *PLATE* (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo *BOUNDARY* (molla)
- Elemento tipo *STIFFNESS* (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo *BRICK* (elemento solido)
- Elemento tipo *SOLAIO* (macro elemento composto da più membrane)

### 3.4 Modello numerico

In questa parte è descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-18, tale da garantire la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. *Il manufatto viene modellato in ambito lineare mediante elementi D3 di fondazione (su terreno "elastico" tipo Winkler) e di elevazione.*

### 3.5 Costante di Winkler

La interazione tra struttura di fondazione e terreno è stata schematizzata con modello di suolo elastico alla Winkler con applicazione di un valore per la costante di sottofondo  $k$ .

$$k = q/d \text{ [daN/cm}^3\text{]}$$

dove  $q$  è la pressione esercitata e  $d$  è il cedimento.

Il calcolo più immediato si ottiene dalla formulazione proposta nel volume Fondazioni (Viggiani) sotto riportata:

$$k = E_{ed,k,med} / B \text{ min}$$

dove:

$E_{ed,k}$  = modulo edometrico

$B_{min}$  = Lato minore della platea

In considerazione del fatto che:

- ✓ i cedimenti, a cui è collegata la definizione della costante di winkler, interessano di norma una profondità che va da  $B_{min}$  a  $1.5 B_{min}$  (quest'ultima per fondazioni nastriformi), visto il rapporto tra le dimensioni della fondazione che non sono mai maggiori del doppio una dell'altra, si può considerare la profondità interessata dai cedimenti fondali pari a  $B_{min}$ ;
- ✓ la maggior parte del bulbo pressorio è nel livello delle sabbie (C1) caratterizzate da modulo elastico minimo pari a 250 kg/cm<sup>2</sup> (valore minimo del range individuato in relazione geologica).

COSTANTE WINKLER	
B min (cm)	452
$E_{ed,k}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	250
$k$ (daN/cm <sup>3</sup> ) =	0.55

Nel caso in esame è stato adottato il valore di 0.55 daN/cm<sup>3</sup> per k

Tipo di analisi strutturale	
Carichi statici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
LICENZA	DSI5972

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software *ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico*. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati	
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <a href="http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm">http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm</a>	

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	534
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	0
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	491
elementi solaio	0
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	-40.00
Xmax =	412.90
Ymin =	-40.00
Ymax =	506.19
Zmin =	0.00
Zmax =	446.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	NO
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	NO
Gusci	NO
Membrane	NO

<b>Orizzontamenti:</b>	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
<b>Tipo di vincoli:</b>	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	SI
Fondazioni con elementi solidi	NO

### 3.6 Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **"Schematizzazione dei casi di carico"** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **"Azioni di progetto sulla costruzione"**.

### 3.7 Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **"Definizione delle combinazioni"** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

<b>Combinazioni dei casi di carico</b>	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	SI
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

#### Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

### 3.8 Normativa di riferimento

1. Come da indicazioni di Disciplinare di affidamento di incarico, si è proceduto al predimensionamento strutturale secondo le normative vigenti, quali:
2. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
4. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
5. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
7. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
8. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
9. Circ. 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
10. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
12. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
13. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
14. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
15. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
16. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
17. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
18. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
19. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
20. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
21. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
22. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e per gli edifici.
23. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
24. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
25. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
26. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
27. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
28. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
29. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
30. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
31. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
32. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

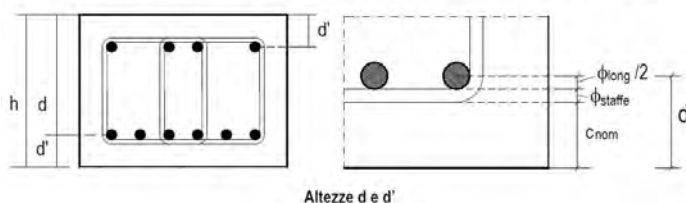
33. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
34. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
35. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 3.9 Materiali e copriferro per strutture in c.a. - Durabilità

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								
XC2								
XC3								
XC4								
XD1								
XD2								
XD3								
XS1								
XS2								
XS3								
XF1								
XF2 - XF3								
XF4								
XA1								
XA2								
XA3								

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b} \quad n_b \text{ numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola } n_b = 1$$



**Figura 11: Copriferro e Classi di esposizione**

La scelta del calcestruzzo con cui realizzare il manufatto è stata vincolata dalla Classe di esposizione dello stesso piuttosto che dalle prestazioni meccaniche richieste alle sezioni di verifica.

*Si è pertanto utilizzato un calcestruzzo C30/37 ( $R_{ck}$  370 daN/cm<sup>2</sup>). Alla Classe di resistenza del c.l.s. è stato quindi associato un valore di copriferro non inferiore a 40 mm sulle strutture di fondazione e per le strutture di elevazione.*

La combinazione dei due accorgimenti è quindi tale da garantire la classe di esposizione XC4-XF3.

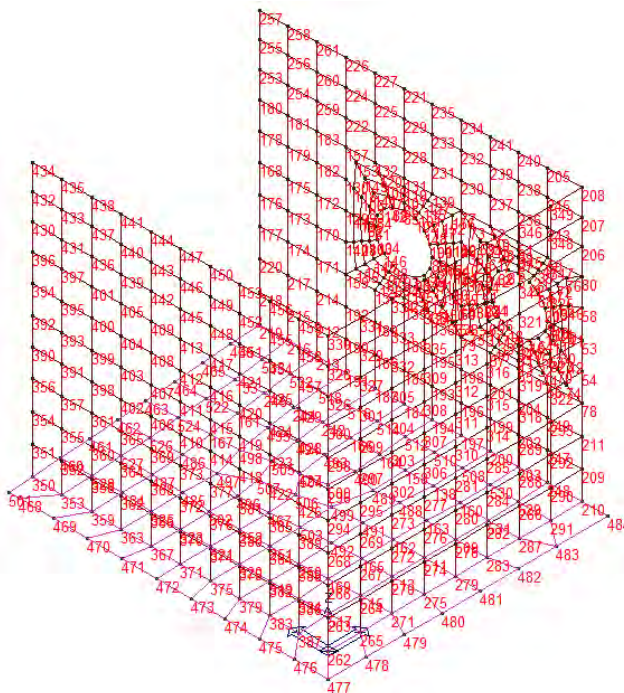
#### 3.9.1. Legenda tabella dati materiali

Le necessarie esigenze di durabilità del manufatto hanno indotto all'utilizzo di un calcestruzzo C30/37 (come da prescrizioni espresse nelle tavole grafiche esecutive).

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>3</sup>		
4	Calcestruzzo Classe C30/37			3.302e+05	0.20	1.376e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza $R_c$	370.0							
	Resistenza $f_{ctm}$		29.4						
	Rapporto $R_{fessurata}$								1.00
	Coefficiente $k_{sb}$								0.85
	Rapporto $HR_{Db}$								1.00e-05
	Rapporto $HR_{Dv}$								1.00e-05

### 3.10 Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi

Il programma f.e.m., utilizzato per il dimensionamento delle parti strutturali dell'edificio, utilizza per la modellazione nodi strutturali. Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z). Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.



**Figura 12: Numerazione dei nodi**

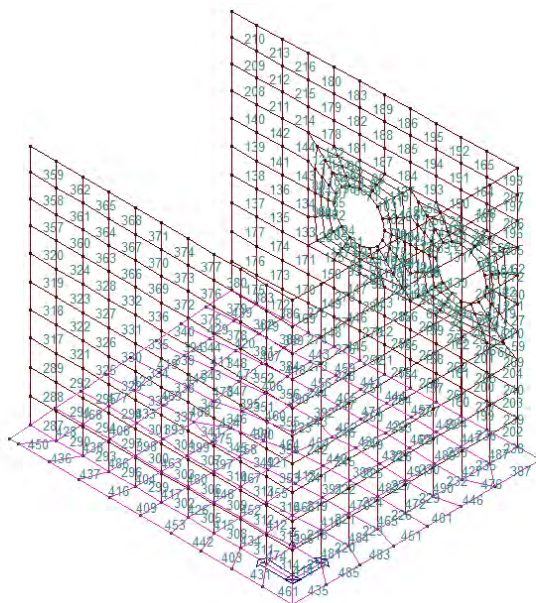
### 3.11 Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.

Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi) ed è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

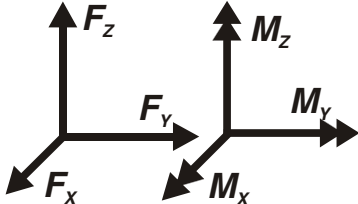
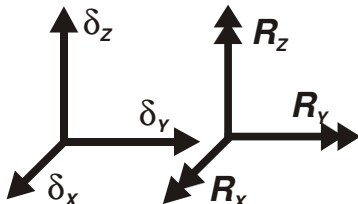
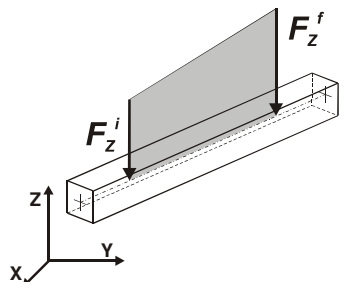
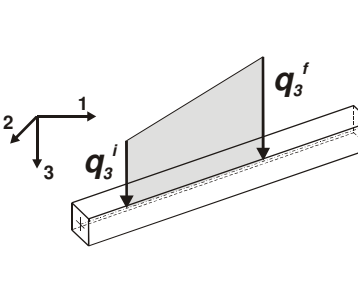
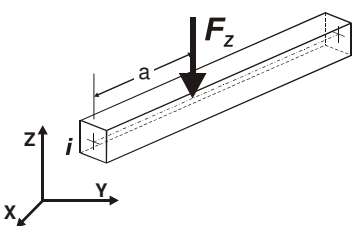
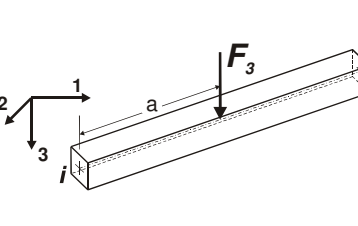
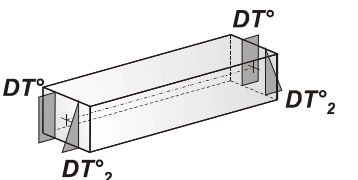
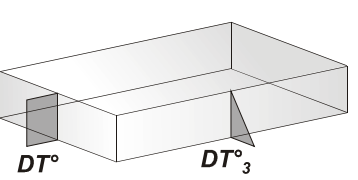
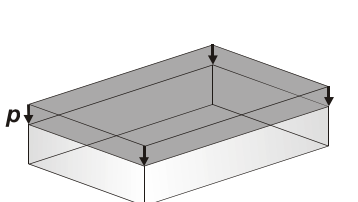
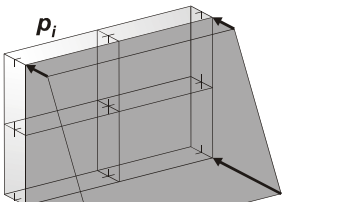
In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.


**Figura 13: Modellazione elementi D3**

### 3.12 Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura, è riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano, infatti, i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento $T_x$ , $T_y$ , $T_z$ , rotazione $R_x$ , $R_y$ , $R_z$ )
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ( $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ , ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ( $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ , $M_1$ , $M_2$ , $M_3$ , ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico nodale	concentrato		Spostamento impresso	
	Carico globale	distribuito		Carico locale	distribuito
	Carico globale	concentrato		Carico locale	concentrato
	Carico termico 2D			Carico termico 3D	
	Carico uniforme	pressione		Carico variabile	pressione

Le azioni attive sul manufatto sono state modellate con tipi di carico concentrati o variabili generali (di superficie).

**Tipo carico concentrato nodale**

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
16	Gk condotta-CN:Fz=-2592.00	0.0	0.0	-2592.00	0.0	0.0	0.0
17	Qk condotta-CN:Fx=-2129.00	-2129.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

**Tipo carico variabile generale**

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
9	Spinta terreno OVEST-QV:var z - Qx - Area				
	Z - Z Qx Area L2=0.0	0.0	0.39	274.00	0.0
11	Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	0.39	274.00	0.0
12	Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.45	1.000e+05	-0.45
13	Pressione acqua OVEST-QV:var z - Qx - Area				

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
	Z - Z Qx Area L2=0.0	0.0	-0.45	446.00	0.0
14	Pressione acqua EST-QV:var z - Qx - Area				
	Z - Z Qx Area L2=0.0	0.0	0.45	446.00	0.0
15	Pressione acqua SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	-0.45	446.00	0.0
18	Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.49	1.000e+05	-0.49
19	Spinta sismica acqua +X-QV:var z - Qx - Area				
	Z - Z Qx Area L2=0.0	0.0	0.18	446.00	0.18
20	Spinta sismica acqua -X-QV:var z - Qx - Area				
	Z - Z Qx Area L2=0.0	0.0	-0.18	446.00	-0.18
21	Spinta sismica acqua -y-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	-0.25	446.00	-0.25
22	Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	0.06	446.00	0.06

Nel seguito vengono meglio identificate le diverse tipologie di carichi applicate alla struttura.

### 3.12.1. Spinta del terreno

Per la determinazione della spinta del terreno si considera una massa volumica pari a  $\gamma = 1800 \text{ kg/mc}$  ed un angolo di attrito pari a  $23^\circ$  tenendo in conto dello strato di riporto che sarà realizzato nell'intorno della vasca.

Il coefficiente di spinta del terreno sulle pareti di sponda è considerato del tipo "a riposo" in cui :

**K0 : coefficiente di spinta a riposo =  $1 - \sin \phi$**

La vasca viene approfondita nel terreno per una altezza massima di 3,55 m e di seguito viene calcolata la spinta statica del terreno agente sulle pareti esterne. La spinta viene applicata sulle pareti sud-ovest e sud-est; sulla parete nord-est, lato argine, non viene applicata in quanto risulta presente un paramento esistente.

SPINTA TERRENO	
$\gamma$ terreno (kg/mc) =	1800
Angolo attrito ( $^\circ$ ) =	23
Angolo attrito (rad) =	0.401
K0 =	0.609
H vasca est (m) =	3.55
<b>Spinta max t (kg/mq) =</b>	<b>3894</b>

### 3.12.2. Carico litostatico bordo platea

Si applica un carico litostatico verticale sul bordo esterno della platea dovuto alla presenza del terreno. In questo caso si considera, a favore di sicurezza, l'altezza minima presunta di ricoprimento, pari ad  $H = 2,75 \text{ m}$ .

CARICO LITOSTATICO BORDO PLATEA	
$\gamma$ terreno (kg/mc) =	1800
H terreno (m) =	2.75
<b>Pressione litostatica (kg/cm<sup>2</sup>) =</b>	<b>4950</b>

### 3.12.3. Spinta laterale sovraccarico

Si applica sulla parete sud-est una spinta laterale dovuta all'eventuale transito di un mezzo agricolo quantificato, a favore di sicurezza, in un carico superficiale di  $1000 \text{ kg/mq}$ .

Moltiplicando il valore per il coefficiente di spinta a riposo si ricava l'entità del carico in direzione orizzontale.

SPINTA SOVRACCARICO	
qk sovraccarico (kg/mq) =	1000
<b>Spinta qk sovraccarico (kg/mq) =</b>	<b>609</b>

### 3.12.4. Azioni della condotta

Le azioni della condotta si traducono nel sostanziale peso proprio della tubazione, definito in virtù della lunghezza di influenza rispetto alle forometrie che presentano le sedi per gli appoggi, e nella spinta dell'acqua contenuta determinata in funzione dell'angolo di inclinazione della tubazione.

CARICO PERMANENTE CONDOTTA	
Diametro esterno (m) =	0.77
Spessore (m) =	0.007
Diametro interno (m) =	0.763
Sezione (mq) =	0.034
$\gamma$ acciaio (kg/mc) =	7850
Lunghezza condotta (m) =	9.8
<b>Massa condotta (kg) =</b>	<b>2592</b>

SPINTA ACQUA CONDOTTA	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Sezione acqua (mq) =	0.457
L condotta (m) =	9.8
Volume acqua (mc) =	4.479
Massa acqua (kg) =	4479
angolo inclinazione condotta (°) =	36
<b>Spinta acqua orizzontale (kg) =</b>	<b>2129</b>

### 3.12.5. Pressioni dell'acqua

L'acqua viene considerata, a livello statico, come pressione sul fondo della vasca e quindi applicata all'estradosso della platea nel caso in cui si registrasse l'innalzamento del livello idrometrico al massimo pari al livello TR200 PAI coincidente con la quota superiore della vasca. Non si contemplano le spinte laterali in quanto le medesime, per la presenza di acqua su tutto l'intorno del manufatto, si contrastano e si annullano vicendevolmente.

Si applica esclusivamente la pressione di fondo di seguito determinata.

PRESSIONE ACQUA FONDO VASCA	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
H vasca int (m) =	4.46
<b>Pressione qk acqua fondo (kg/mq) =</b>	<b>4460</b>

### 3.12.6. Spinta sismica dell'acqua

In combinazione sismica si contempla l'azione di spinta orizzontale generata dalla massa d'acqua, contenuta nella vasca, sulle pareti perimetrali con andamenti dall'interno verso l'interno.

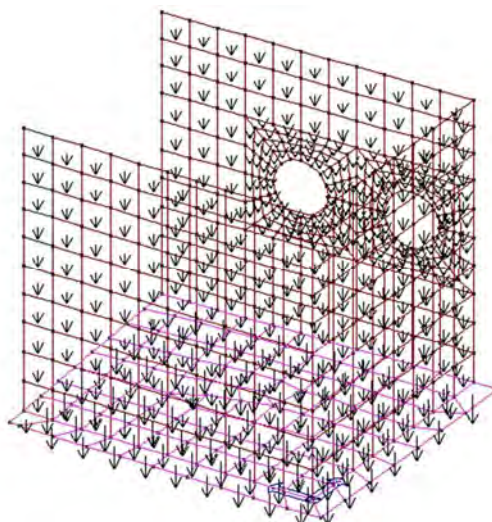
Le azioni di spinta orizzontale vengono applicate come carichi di superficie e sono considerate distintamente, in diversi casi di carico, per ciascuna direzione di scuotimento sismico.

SPINTA SISMICA ACQUA - PARETI OVEST-EST	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Volume acqua (mc) =	76.66
W acqua (kg) =	76660
Sd(T) =	0.537
Fh totale = W * Sd(T) =	41166

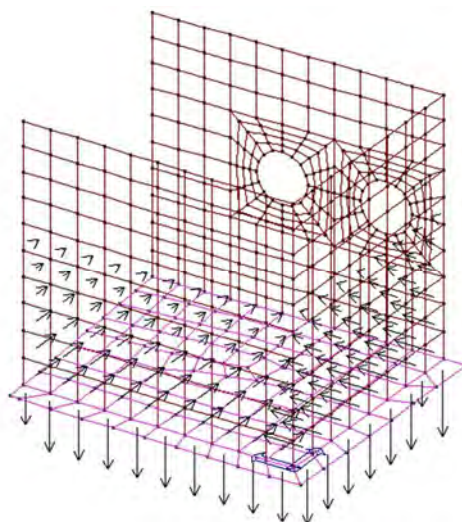
L parete (m) =	5
H parete (m) =	4.46
Sup parete (mq) =	22.3
<b>Pressione sismica (kg/mq)</b>	<b>1846</b>

<b>SPINTA SISMICA ACQUA - PARETE SUD</b>	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Volume acqua (mc) =	76.66
W acqua (kg) =	76660
Sd(T) =	0.537
Fh totale = W * Sd(T) =	41166
L parete (m) =	3.715
H parete (m) =	4.46
Sup parete (mq) =	16.5689
<b>Pressione sismica (kg/mq)</b>	<b>2485</b>

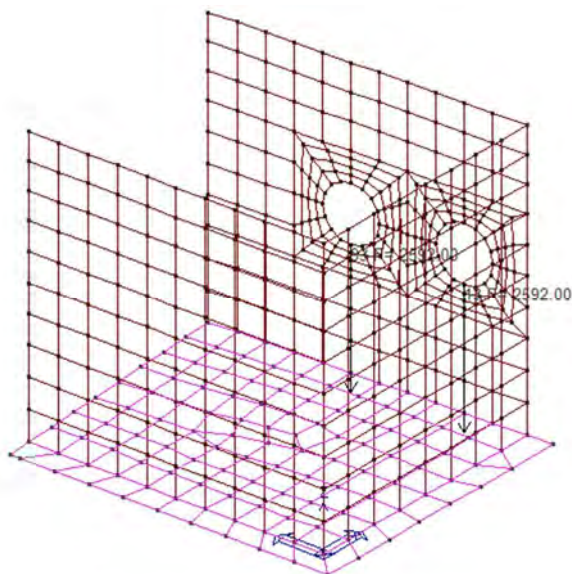
Di seguito si riportano le visualizzazioni delle azioni applicate nei diversi casi di carico.



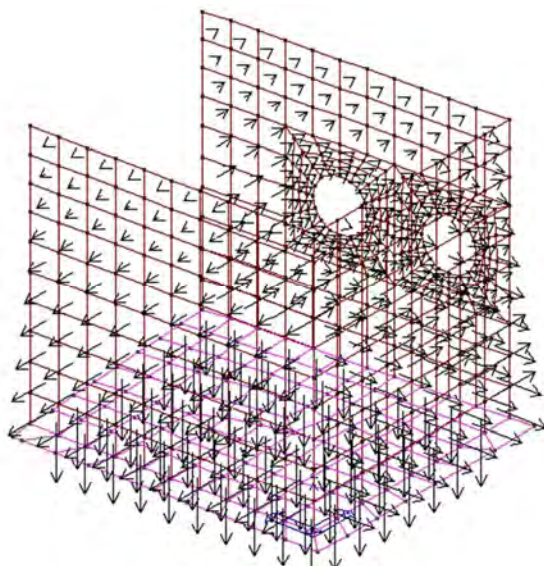
**Figura 14: Peso proprio della struttura**



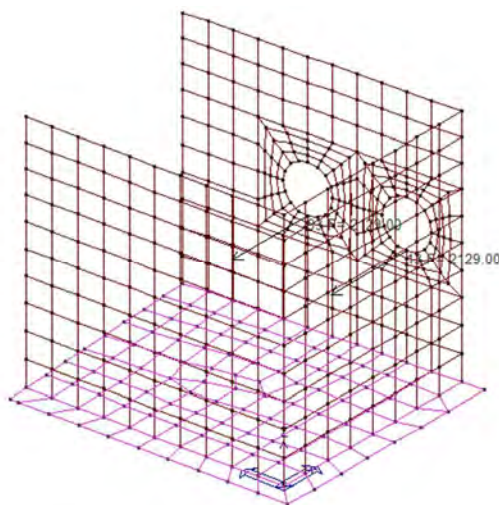
**Figura 15: Carico permanente spinta del terreno e pressione litostatica su bordi platea**



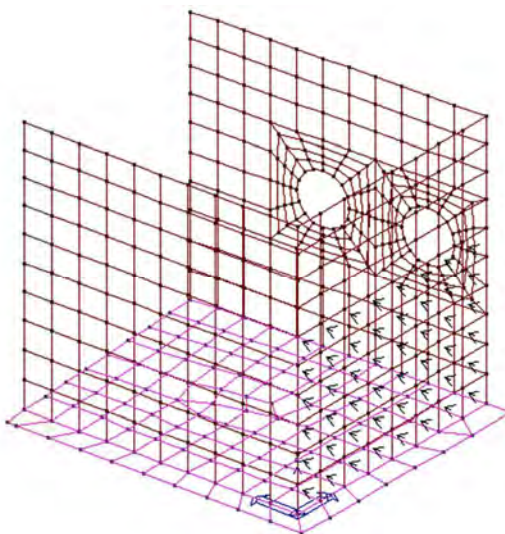
**Figura 16: Carico permanente condotta**



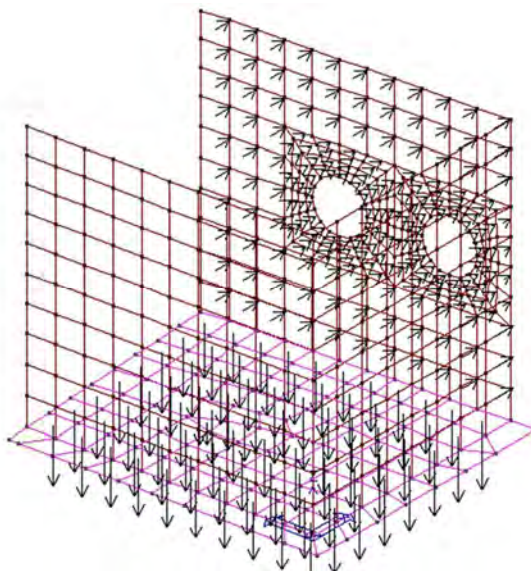
**Figura 17: Carico variabile spinta idrostatica e pressione acqua sul fondo**



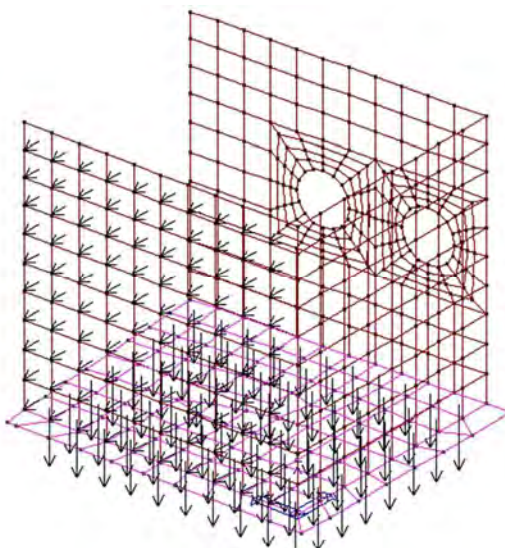
**Figura 18: Carico variabile condotta**



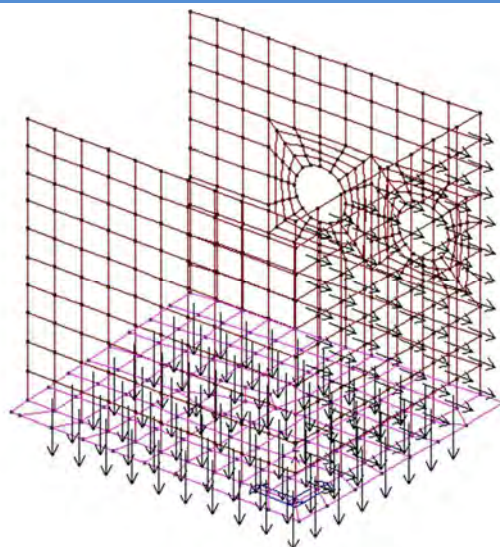
**Figura 19: Carico variabile spinta laterale sovraccarico (traffico)**



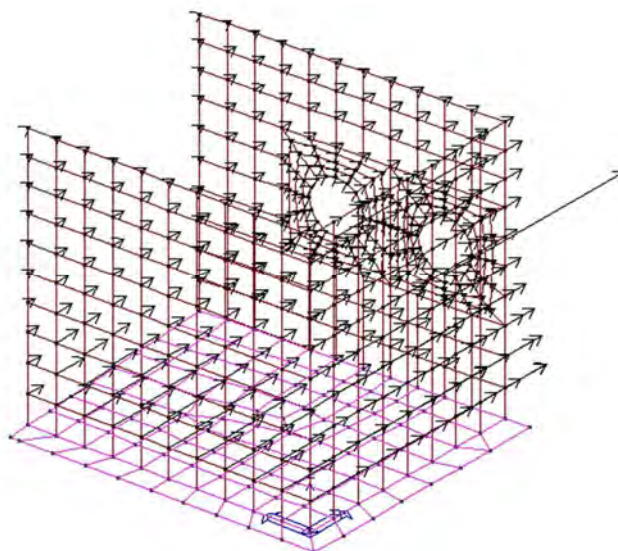
**Figura 20: Spinta sismica acqua (direzione +x)**



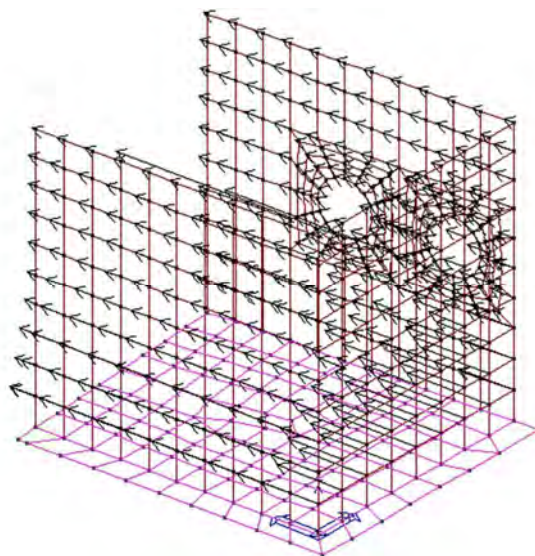
**Figura 21: Spinta sismica acqua (direzione -x)**



**Figura 22: Spinta sismica acqua (direzione -y)**



**Figura 23: Azioni sismiche ( $\alpha=0^\circ$ )**



**Figura 24: Azioni sismiche ( $\alpha=90^\circ$ )**

### 3.13 Schematizzazione dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico. Sono previsti i seguenti 21 tipi di casi di carico:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 10 CDC=G1k (permanente spinta terreno)
			partecipazione:1.00 per 11 CDC=G1k (permanente condotta)
			partecipazione:0.60 per 14 CDC=Qk (variabile spinta sovraccarico qk)
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Gk	CDC=G1k (permanente spinta terreno)	Azioni applicate: D3 :da 129 a 132 Azione : Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 166 a 168 Azione : Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 205 a 207 Azione : Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 217 a 286 Azione : Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 287 a 386 Azione : Spinta terreno OVEST-QV:var z - Qx - Area D3 : 387 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 401 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 403 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 409 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 416 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 431 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 :da 435 a 437 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 442 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 446 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 :da 450 a 451 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 453 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 461 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 476 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 483 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area D3 : 485 Azione : Pressione terreno platea gk-QV:var x - Qz - Area
11	Gk	CDC=G1k (permanente condotta)	Azioni applicate: Nodo: 13 Azione : Gk condotta-CN:Fz=-2592.00 Nodo: 93 Azione : Gk condotta-CN:Fz=-2592.00
12	Qk	CDC=Qk (variabile spinta acqua statica)	Azioni applicate: D3 :da 1 a 128 Azione : Pressione acqua EST-QV:var z - Qx - Area D3 :da 129 a 132 Azione : Pressione acqua SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 133 a 165 Azione : Pressione acqua EST-QV:var z - Qx - Area D3 :da 166 a 168 Azione : Pressione acqua SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 169 a 204 Azione : Pressione acqua EST-QV:var z - Qx - Area D3 :da 205 a 207 Azione : Pressione acqua SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 208 a 216 Azione : Pressione acqua EST-QV:var z - Qx - Area D3 :da 217 a 286 Azione : Pressione acqua SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 287 a 386 Azione : Pressione acqua OVEST-QV:var z - Qx - Area D3 :da 388 a 400 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 : 402 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 404 a 408 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 410 a 415 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 417 a 430 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 432 a 434 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 438 a 441 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 443 a 445 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 447 a 449 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 : 452 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 454 a 460 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 462 a 475 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 477 a 482 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 : 484 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area D3 :da 486 a 491 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
13	Qk	CDC=Qk (variabile condotta)	Azioni applicate: Nodo: 13 Azione : Qk condotta-CN:Fx=-2129.00 Nodo: 93 Azione : Qk condotta-CN:Fx=-2129.00
14	Qk	CDC=Qk (variabile spinta sovraccarico qk)	Azioni applicate: D3 :da 217 a 243 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 245 a 247 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 249 a 251 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 253 a 255 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 257 a 259 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 261 a 263 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 265 a 267 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 269 a 271 Azione : Pressione sovraccarico qk SUD-QV:var z - Qy - Area
15	Gk	CDC=G1k (Spinta sismica acqua +x)	Azioni applicate: D3 :da 1 a 128 Azione : Spinta sismica acqua +X-QV:var z - Qx - Area

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D3 :da 133 a 165 Azione : Spinta sismica acqua +X-QV:var z - Qx - Area
			D3 :da 169 a 204 Azione : Spinta sismica acqua +X-QV:var z - Qx - Area
			D3 :da 208 a 216 Azione : Spinta sismica acqua +X-QV:var z - Qx - Area
			D3 :da 388 a 400 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 402 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 404 a 408 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 410 a 415 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 417 a 430 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 432 a 434 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 438 a 441 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 443 a 445 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 447 a 449 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 452 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 454 a 460 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 462 a 475 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 477 a 482 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 484 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 486 a 491 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
16	Gk	CDC=G1k (Spinta sismica acqua -x)	Azioni applicate:
			D3 :da 287 a 386 Azione : Spinta sismica acqua -X-QV:var z - Qx - Area
			D3 :da 388 a 400 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 402 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 404 a 408 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 410 a 415 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 417 a 430 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 432 a 434 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 438 a 441 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 443 a 445 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 447 a 449 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 452 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 454 a 460 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 462 a 475 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 477 a 482 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 484 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 486 a 491 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
17	Gk	CDC=G1k (Spinta sismica acqua -y)	Azioni applicate:
			D3 :da 129 a 132 Azione : Spinta sismica acqua -y-QV:var z - Qy - Area
			D3 :da 166 a 168 Azione : Spinta sismica acqua -y-QV:var z - Qy - Area
			D3 :da 205 a 207 Azione : Spinta sismica acqua -y-QV:var z - Qy - Area
			D3 :da 217 a 286 Azione : Spinta sismica acqua -y-QV:var z - Qy - Area
			D3 :da 388 a 400 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 402 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 404 a 408 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 410 a 415 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 417 a 430 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 432 a 434 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 438 a 441 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 443 a 445 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 447 a 449 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 452 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 454 a 460 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 462 a 475 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 477 a 482 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 : 484 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
			D3 :da 486 a 491 Azione : Pressione acqua fondo-QV:var x - Qz - Area
18	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
19	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
20	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico

### 3.14 Definizione delle combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni. La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero*, *Tipo*, *Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

**Combinazione fondamentale SLU**

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione caratteristica (rara) SLE**

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione frequente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

**Combinazione quasi permanente SLE**

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

**Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'**Approccio 1** si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'**Approccio 2** si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<b>Carichi permanenti</b>	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
<b>Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)</b>	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
<b>Carichi variabili</b>	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

 La struttura e' stata dimensionata secondo **approccio 2**, applicando le seguenti combinazioni:

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46	
47	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 47	
48	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 48	
49	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 49	
50	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 50	
51	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 51	
52	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 52	
53	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 53	
54	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 54	
55	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 55	
56	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78	
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 79	
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 80	
81	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 81	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
82	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 82	
83	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 83	
84	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 84	
85	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 85	
86	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 86	
87	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 87	
88	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 88	
89	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 89	
90	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 90	
91	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 91	
92	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 92	
93	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 93	
94	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 94	
95	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 95	
96	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 96	
97	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 97	
98	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 98	
99	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 99	
100	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 100	
101	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 101	
102	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 102	
103	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 103	
104	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 104	
105	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 105	
106	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 106	
107	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 107	
108	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 108	
109	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 109	
110	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 110	
111	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 111	
112	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 112	
113	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 113	
114	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 114	
115	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 115	
116	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 116	
117	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 117	
118	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 118	
119	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 119	
120	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 120	
121	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 121	
122	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 122	
123	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 123	
124	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 124	
125	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 125	
126	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 126	
127	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 127	
128	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 128	
129	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 129	
130	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 130	
131	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 131	
132	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 132	
133	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 133	
134	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 134	
135	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 135	
136	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 136	
137	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 137	
138	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 138	
139	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 139	
140	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 140	
141	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 141	
142	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 142	
143	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 143	
144	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 144	
145	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 145	
146	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 146	
147	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 147	
148	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 148	
149	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 149	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
150	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 150	
151	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 151	
152	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 152	
153	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 153	
154	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 154	
155	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 155	
156	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 156	
157	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 157	
158	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 158	
159	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 159	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
2	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	0.0	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	1.50	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
4	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	1.50	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
5	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
6	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	0.0	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
7	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
8	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	1.50	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
9	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
10	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
11	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.50	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
12	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.50	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
13	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
14	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	0.0	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
15	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	1.50	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
16	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	1.50	1.05
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
17	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	0.0	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
18	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0	1.50	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
19	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	0.0	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
20	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
21	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
22	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.50	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
23	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	0.0	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
24	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
25	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
26	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
27	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
28	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
29	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
30	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
31	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
32	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							

Gmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
33	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
34	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
35	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
36	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
37	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
38	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
39	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
40	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
41	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
42	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
43	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
44	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
45	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
46	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
47	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
48	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
49	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
50	1.00	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
51	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
52	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
53	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
54	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
55	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
56	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
57	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
58	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
59	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
60	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
61	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
62	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
63	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
64	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
65	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
66	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
67	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
68	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
69	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
70	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
71	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
72	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
73	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
74	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
75	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
76	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
77	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
78	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
79	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
80	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
81	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
82	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
83	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
84	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
85	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
86	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
87	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
88	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
89	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0							
90	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0							
91	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0							
92	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0							
93	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30							
94	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30							
95	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30							
96	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30							
97	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0							
98	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0							
99	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0							
100	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0							
101	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30							
102	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30							
103	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30							
104	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30							
105	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0							
106	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0							
107	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0							
108	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0							
109	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0							
110	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0							
111	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0							

Gmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
112	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0							
113	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00							
114	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00							
115	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00							
116	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00							
117	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00							
118	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00							
119	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00							
120	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00							
121	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
122	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
123	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
124	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
125	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
126	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
127	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
128	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
129	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
130	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	1.00	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
131	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
132	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
133	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
134	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
135	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
136	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
137	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.90	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
138	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.90	0.0	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
139	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.90	0.80	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
140	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.90	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
141	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.90	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
142	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.90	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
143	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
144	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.0	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
145	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.90	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
146	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.90	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
147	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
148	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
149	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.0	0.70
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
150	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
151	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.80	0.70

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
152	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
153	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
154	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
155	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
156	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
157	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.0	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
158	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
159	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80	0.80	0.60
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							

### 3.15 Azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	10.063	45.055	
14270	10.026	45.035	3.681
14271	10.096	45.037	3.286
14049	10.094	45.087	4.256
14048	10.023	45.085	4.540

SL	P <sub>ver</sub>	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	120.0	0.057	2.578	0.274
SLD	63.0	201.0	0.068	2.568	0.287
SLV	10.0	1898.0	0.139	2.614	0.323
SLC	5.0	2475.0	0.150	2.620	0.327

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.057	1.500	2.578	0.831	0.147	0.441	1.828
SLD	0.068	1.500	2.568	0.905	0.152	0.455	1.873
SLV	0.139	1.482	2.614	1.314	0.164	0.492	2.155
SLC	0.150	1.464	2.620	1.370	0.166	0.497	2.200

### 3.15.1. Fattore di comportamento

Per la costruzione in esame è stato considerato un comportamento strutturale non dissipativo e pertanto viene utilizzato un fattore di comportamento  $q = 1,0$  agli SLV. Agli SLD viene adottato un fattore di comportamento unitario  $q = 1,0$ .

## 3.16 Risultati delle analisi sismiche

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

**9. Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente

**10. Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna "Note", in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica. In particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.397 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	-25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.518	0.397	0.537	5.206e+04	56.9	105.04	0.1	27.76	3.03e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.537	244.08	0.3	5.214e+04	57.0	6354.73	6.9	0.0	0.0
3	4.880	0.205	0.537	3491.42	3.8	300.77	0.3	30.89	3.38e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.537	3.58	3.92e-03	9949.08	10.9	8.153e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.656	0.116	0.439	3.536e+04	38.6	180.76	0.2	36.13	3.95e-02	0.0	0.0
6	9.078	0.110	0.429	219.69	0.2	2.882e+04	31.5	3504.82	3.8	0.0	0.0
7	18.734	0.053	0.314	0.85	9.24e-04	0.92	1.01e-03	5.04	5.51e-03	0.0	0.0
8	27.622	0.036	0.279	85.41	9.33e-02	0.02	2.03e-05	0.25	2.70e-04	0.0	0.0
9	40.461	0.025	0.256	23.56	2.57e-02	0.57	6.24e-04	0.03	2.88e-05	0.0	0.0
Risulta				9.148e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				99.99		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
3	Eck	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.394 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.539	0.394	0.537	5.040e+04	55.1	149.70	0.2	35.67	3.90e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.537	299.64	0.3	5.212e+04	57.0	6347.88	6.9	0.0	0.0
3	4.847	0.206	0.537	976.12	1.1	230.64	0.3	35.50	3.88e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.537	5.37	5.86e-03	9962.07	10.9	8.151e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.325	0.120	0.449	3.937e+04	43.0	323.76	0.4	63.79	6.97e-02	0.0	0.0
6	9.081	0.110	0.428	329.90	0.4	2.870e+04	31.4	3485.59	3.8	0.0	0.0
7	15.585	0.064	0.335	1.09	1.19e-03	0.81	8.90e-04	8.48	9.27e-03	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g %	M efficace Y x g %	M efficace Z x g %	Energia	Energia x v			
8	27.660	0.036	0.279	98.78	0.1	0.25	2.73e-04	0.15	1.69e-04	0.0	0.0
9	34.936	0.029	0.264	1.47e-04	0.0	0.33	3.65e-04	0.36	3.98e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.337 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.531	0.395	0.537	5.114e+04	55.9	63.18	6.91e-02	25.61	2.80e-02	0.0	0.0
2	2.972	0.337	0.537	223.46	0.2	5.224e+04	57.1	6253.28	6.8	0.0	0.0
3	4.864	0.206	0.537	1946.76	2.1	34.56	3.78e-02	755.68	0.8	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.537	57.07	6.24e-02	1.002e+04	11.0	8.087e+04	88.4	0.0	0.0
5	8.442	0.118	0.445	3.706e+04	40.5	903.35	1.0	206.38	0.2	0.0	0.0
6	9.084	0.110	0.428	952.72	1.0	2.823e+04	30.9	3377.38	3.7	0.0	0.0
7	17.009	0.059	0.325	0.75	8.21e-04	1.32	1.44e-03	6.80	7.43e-03	0.0	0.0
8	27.912	0.036	0.278	41.98	4.59e-02	0.43	4.74e-04	0.14	1.54e-04	0.0	0.0
9	29.915	0.033	0.273	60.67	6.63e-02	0.10	1.05e-04	0.02	2.32e-05	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.335 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	-20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	-0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g %		M efficace Y x g %		M efficace Z x g %		Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.530	0.395	0.537	5.102e+04	55.8	217.85	0.2	39.10	4.27e-02	0.0	0.0
2	2.982	0.335	0.537	327.86	0.4	5.226e+04	57.1	6350.58	6.9	0.0	0.0
3	4.856	0.206	0.537	2115.55	2.3	702.28	0.8	251.33	0.3	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.537	11.27	1.23e-02	9509.54	10.4	8.141e+04	89.0	0.0	0.0
5	8.466	0.118	0.445	3.791e+04	41.4	0.17	1.84e-04	0.53	5.79e-04	0.0	0.0
6	9.110	0.110	0.428	1.03	1.13e-03	2.880e+04	31.5	3429.06	3.7	0.0	0.0
7	17.006	0.059	0.325	0.82	8.95e-04	0.54	5.85e-04	6.62	7.24e-03	0.0	0.0
8	23.143	0.043	0.293	1.18	1.29e-03	2.59	2.83e-03	0.17	1.81e-04	0.0	0.0
9	29.154	0.034	0.275	101.03	0.1	0.57	6.24e-04	0.23	2.55e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.397 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	-25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.518	0.397	0.263	5.206e+04	56.9	105.04	0.1	27.76	3.03e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.263	244.08	0.3	5.214e+04	57.0	6354.73	6.9	0.0	0.0
3	4.880	0.205	0.263	3491.42	3.8	300.77	0.3	30.89	3.38e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.263	3.58	3.92e-03	9949.08	10.9	8.153e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.656	0.116	0.224	3.536e+04	38.6	180.76	0.2	36.13	3.95e-02	0.0	0.0
6	9.078	0.110	0.219	219.69	0.2	2.882e+04	31.5	3504.82	3.8	0.0	0.0
7	18.734	0.053	0.159	0.85	9.24e-04	0.92	1.01e-03	5.04	5.51e-03	0.0	0.0
8	27.622	0.036	0.141	85.41	9.33e-02	0.02	2.03e-05	0.25	2.70e-04	0.0	0.0
9	40.461	0.025	0.128	23.56	2.57e-02	0.57	6.24e-04	0.03	2.88e-05	0.0	0.0
Risulta				9.148e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				99.99		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.394 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.539	0.394	0.263	5.040e+04	55.1	149.70	0.2	35.67	3.90e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.263	299.64	0.3	5.212e+04	57.0	6347.88	6.9	0.0	0.0
3	4.847	0.206	0.263	976.12	1.1	230.64	0.3	35.50	3.88e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.263	5.37	5.86e-03	9962.07	10.9	8.151e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.325	0.120	0.229	3.937e+04	43.0	323.76	0.4	63.79	6.97e-02	0.0	0.0
6	9.081	0.110	0.219	329.90	0.4	2.870e+04	31.4	3485.59	3.8	0.0	0.0
7	15.585	0.064	0.170	1.09	1.19e-03	0.81	8.90e-04	8.48	9.27e-03	0.0	0.0
8	27.660	0.036	0.140	98.78	0.1	0.25	2.73e-04	0.15	1.69e-04	0.0	0.0
9	34.936	0.029	0.133	1.47e-04	0.0	0.33	3.65e-04	0.36	3.98e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.337 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
182.64	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.531	0.395	0.263	5.114e+04	55.9	63.18	6.91e-02	25.61	2.80e-02	0.0	0.0
2	2.972	0.337	0.263	223.46	0.2	5.224e+04	57.1	6253.28	6.8	0.0	0.0
3	4.864	0.206	0.263	1946.76	2.1	34.56	3.78e-02	755.68	0.8	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.263	57.07	6.24e-02	1.002e+04	11.0	8.087e+04	88.4	0.0	0.0
5	8.442	0.118	0.227	3.706e+04	40.5	903.35	1.0	206.38	0.2	0.0	0.0
6	9.084	0.110	0.218	952.72	1.0	2.823e+04	30.9	3377.38	3.7	0.0	0.0
7	17.009	0.059	0.164	0.75	8.21e-04	1.32	1.44e-03	6.80	7.43e-03	0.0	0.0
8	27.912	0.036	0.140	41.98	4.59e-02	0.43	4.74e-04	0.14	1.54e-04	0.0	0.0
9	29.915	0.033	0.138	60.67	6.63e-02	0.10	1.05e-04	0.02	2.32e-05	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.335 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	-20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
190.94	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	-0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.530	0.395	0.263	5.102e+04	55.8	217.85	0.2	39.10	4.27e-02	0.0	0.0
2	2.982	0.335	0.263	327.86	0.4	5.226e+04	57.1	6350.58	6.9	0.0	0.0
3	4.856	0.206	0.263	2115.55	2.3	702.28	0.8	251.33	0.3	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.263	11.27	1.23e-02	9509.54	10.4	8.141e+04	89.0	0.0	0.0
5	8.466	0.118	0.227	3.791e+04	41.4	0.17	1.84e-04	0.53	5.79e-04	0.0	0.0
6	9.110	0.110	0.218	1.03	1.13e-03	2.880e+04	31.5	3429.06	3.7	0.0	0.0
7	17.006	0.059	0.164	0.82	8.95e-04	0.54	5.85e-04	6.62	7.24e-03	0.0	0.0
8	23.143	0.043	0.148	1.18	1.29e-03	2.59	2.83e-03	0.17	1.81e-04	0.0	0.0
9	29.154	0.034	0.138	101.03	0.1	0.57	6.24e-04	0.23	2.55e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
18	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.397 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	-25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	-13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	-14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	-15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	-12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	-16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	-10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	-25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	-13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	-11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	-15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	-12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	-16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	-12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	-8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	-25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.518	0.397	0.220	5.206e+04	56.9	105.04	0.1	27.76	3.03e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.220	244.08	0.3	5.214e+04	57.0	6354.73	6.9	0.0	0.0
3	4.880	0.205	0.220	3491.42	3.8	300.77	0.3	30.89	3.38e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.220	3.58	3.92e-03	9949.08	10.9	8.153e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.656	0.116	0.192	3.536e+04	38.6	180.76	0.2	36.13	3.95e-02	0.0	0.0
6	9.078	0.110	0.187	219.69	0.2	2.882e+04	31.5	3504.82	3.8	0.0	0.0
7	18.734	0.053	0.134	0.85	9.24e-04	0.92	1.01e-03	5.04	5.51e-03	0.0	0.0
8	27.622	0.036	0.119	85.41	9.33e-02	0.02	2.03e-05	0.25	2.70e-04	0.0	0.0
9	40.461	0.025	0.108	23.56	2.57e-02	0.57	6.24e-04	0.03	2.88e-05	0.0	0.0
Risulta				9.148e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				99.99		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
19	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.394 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
246.22	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	0.0	25.31	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.0	13.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.0	14.36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.0	15.57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.0	12.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.0	16.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.0	10.72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	0.0	25.31	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.0	13.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.0	11.41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.0	15.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.0	12.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.0	16.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.0	12.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.0	8.99	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	0.0	25.31	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.0	4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.539	0.394	0.220	5.040e+04	55.1	149.70	0.2	35.67	3.90e-02	0.0	0.0
2	2.980	0.336	0.220	299.64	0.3	5.212e+04	57.0	6347.88	6.9	0.0	0.0
3	4.847	0.206	0.220	976.12	1.1	230.64	0.3	35.50	3.88e-02	0.0	0.0
4	5.921	0.169	0.220	5.37	5.86e-03	9962.07	10.9	8.151e+04	89.1	0.0	0.0
5	8.325	0.120	0.196	3.937e+04	43.0	323.76	0.4	63.79	6.97e-02	0.0	0.0
6	9.081	0.110	0.187	329.90	0.4	2.870e+04	31.4	3485.59	3.8	0.0	0.0
7	15.585	0.064	0.144	1.09	1.19e-03	0.81	8.90e-04	8.48	9.27e-03	0.0	0.0
8	27.660	0.036	0.119	98.78	0.1	0.25	2.73e-04	0.15	1.69e-04	0.0	0.0
9	34.936	0.029	0.112	1.47e-04	0.0	0.33	3.65e-04	0.36	3.98e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
20	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.337 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
274.00	4836.66	144.29	167.82	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
260.82	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.531	0.395	0.220	5.114e+04	55.9	63.18	6.91e-02	25.61	2.80e-02	0.0	0.0
2	2.972	0.337	0.220	223.46	0.2	5.224e+04	57.1	6253.28	6.8	0.0	0.0
3	4.864	0.206	0.220	1946.76	2.1	34.56	3.78e-02	755.68	0.8	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.220	57.07	6.24e-02	1.002e+04	11.0	8.087e+04	88.4	0.0	0.0
5	8.442	0.118	0.194	3.706e+04	40.5	903.35	1.0	206.38	0.2	0.0	0.0
6	9.084	0.110	0.187	952.72	1.0	2.823e+04	30.9	3377.38	3.7	0.0	0.0
7	17.009	0.059	0.139	0.75	8.21e-04	1.32	1.44e-03	6.80	7.43e-03	0.0	0.0
8	27.912	0.036	0.118	41.98	4.59e-02	0.43	4.74e-04	0.14	1.54e-04	0.0	0.0
9	29.915	0.033	0.116	60.67	6.63e-02	0.10	1.05e-04	0.02	2.32e-05	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
21	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.335 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

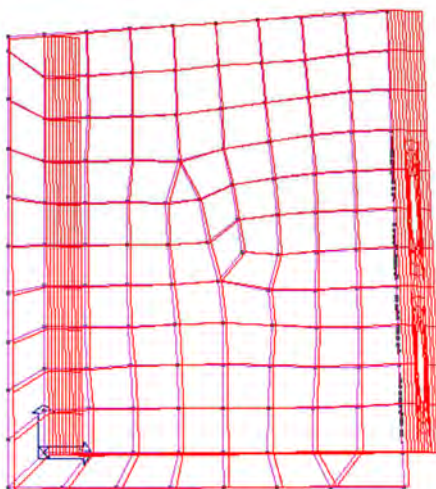
Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
446.00	2959.10	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
403.67	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
361.33	5918.20	206.45	174.10	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.054	0.454
319.00	5566.23	187.25	172.75	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.149	0.450
307.75	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
306.89	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
304.45	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
296.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
294.79	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
289.91	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
285.25	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
282.68	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275.36	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/tx	rapp. ey/ry
274.00	4836.66	144.29	167.82	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	2.024	1.946
270.57	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
267.06	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.82	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
260.11	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
253.17	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
246.22	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
229.00	6420.35	160.98	154.79	-20.58	0.0	188.11	5.19	1.141	0.135	0.434
211.78	53.29	404.87	189.88	-0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204.83	129.55	404.87	189.88	-0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.89	160.19	404.87	189.88	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197.18	69.11	404.87	189.88	-0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190.94	210.61	405.42	174.13	-0.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187.43	53.29	404.87	189.88	-0.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184.00	1.302e+04	240.92	162.78	-20.58	0.0	10.04	3.98	0.124	3.480	1.886
182.64	160.75	404.87	189.88	-0.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175.32	129.55	404.87	189.88	-0.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172.75	56.30	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168.09	190.78	404.87	189.88	-0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163.21	160.19	404.87	189.88	-0.42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161.50	71.93	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153.55	231.85	405.14	182.01	-0.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151.11	191.74	404.89	189.28	-0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150.25	87.55	404.87	189.88	-0.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139.00	1.120e+04	149.73	144.82	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.336	0.375
92.67	1.442e+04	150.08	143.51	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.334	0.371
46.33	1.700e+04	141.79	141.24	-20.58	0.0	217.37	6.01	1.145	0.375	0.365
3.33e-04	312.75	401.73	279.83	-0.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	9.149e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.530	0.395	0.220	5.102e+04	55.8	217.85	0.2	39.10	4.27e-02	0.0	0.0
2	2.982	0.335	0.220	327.86	0.4	5.226e+04	57.1	6350.58	6.9	0.0	0.0
3	4.856	0.206	0.220	2115.55	2.3	702.28	0.8	251.33	0.3	0.0	0.0
4	5.926	0.169	0.220	11.27	1.23e-02	9509.54	10.4	8.141e+04	89.0	0.0	0.0
5	8.466	0.118	0.194	3.791e+04	41.4	0.17	1.84e-04	0.53	5.79e-04	0.0	0.0
6	9.110	0.110	0.186	1.03	1.13e-03	2.880e+04	31.5	3429.06	3.7	0.0	0.0
7	17.006	0.059	0.139	0.82	8.95e-04	0.54	5.85e-04	6.62	7.24e-03	0.0	0.0
8	23.143	0.043	0.125	1.18	1.29e-03	2.59	2.83e-03	0.17	1.81e-04	0.0	0.0
9	29.154	0.034	0.117	101.03	0.1	0.57	6.24e-04	0.23	2.55e-04	0.0	0.0
Risulta				9.149e+04		9.149e+04		9.149e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

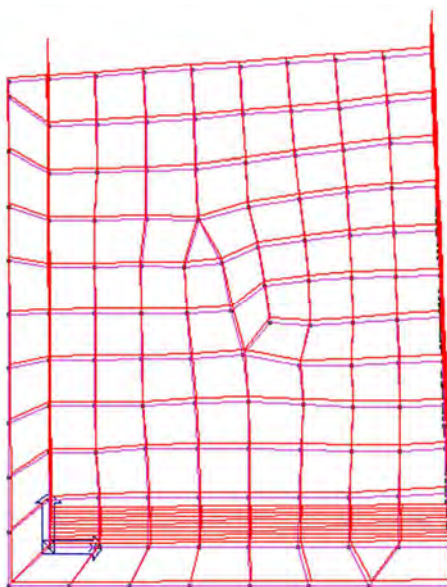
A seguire grafici relativi alla struttura indeformata e deformata in corrispondenza dei modi di vibrare più significativi.

*Deformata + Indeformata Modo 1, Frequenza = 2,52 Hz, T = 0,40 s, M ecc. X = 56,9% (Caso Dyn 2,  $\alpha=0$ , ecc. +)*



**Figura 25: Struttura deformata CDC 2 Modo 1**

*Deformata + Indeformata Modo 2 , Frequenza = 2,97 Hz, T = 0,34 s, M ecc. Y = 57,1% (Caso Dyn 4,  $\alpha=90$ , ecc. +)*

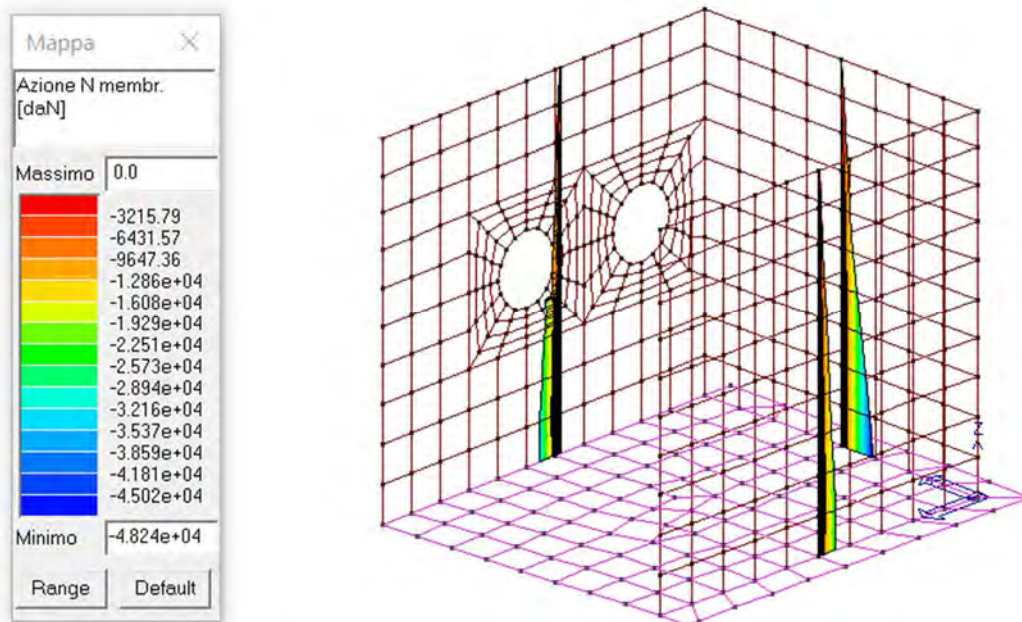


**Figura 26: Struttura deformata CDC 4 Modo 2**

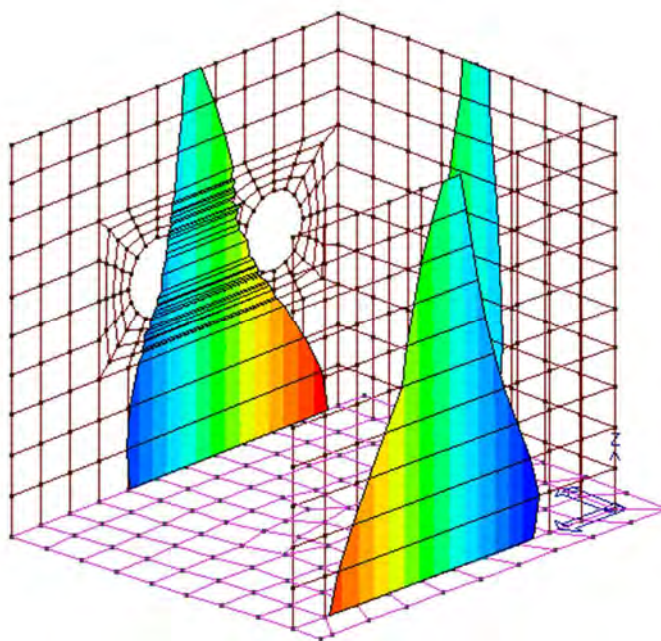
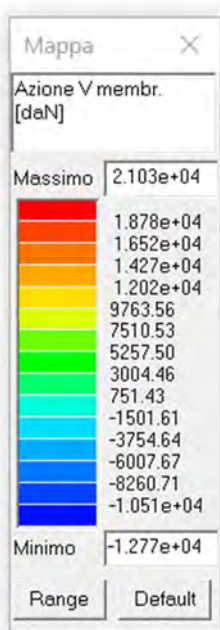
### 3.17 Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative

Nelle immagini riportate di seguito si restituiscono gli involuppi delle sollecitazioni maggiormente significative per gli elementi in calcestruzzo armato parete e le tensioni massime totali negli elementi piastra.

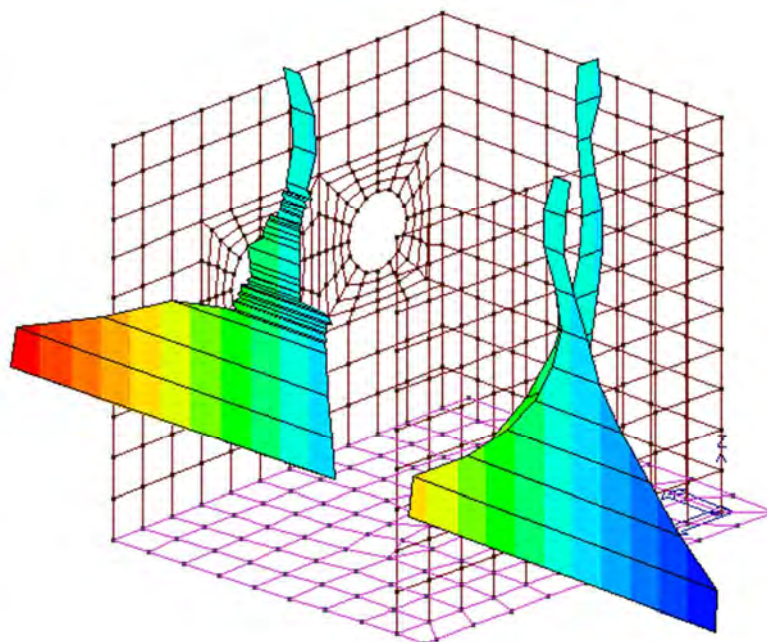
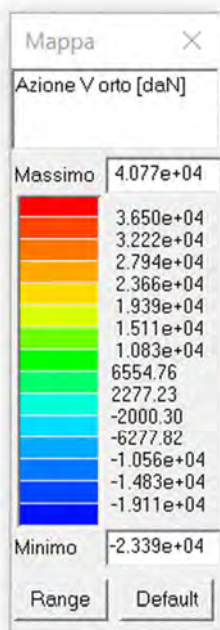
#### 3.17.1. Pareti in calcestruzzo armato



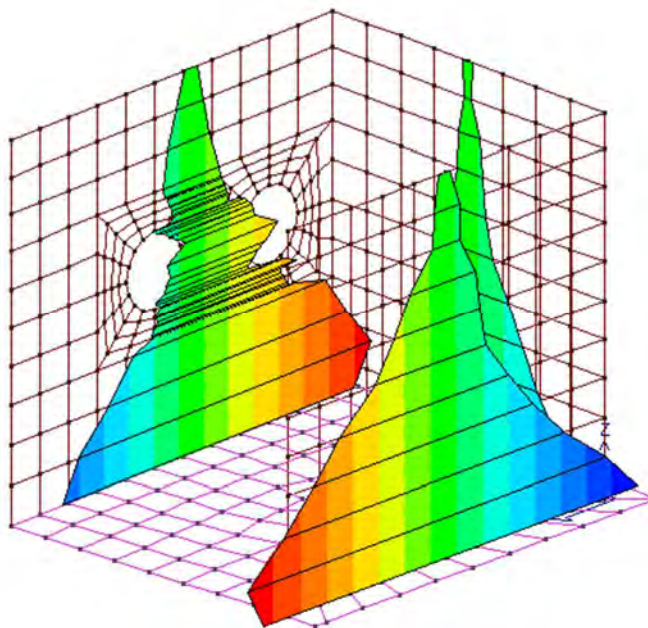
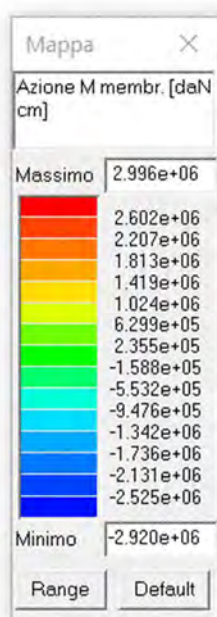
**Figura 27: Involuppo sforzo normale (daN)**



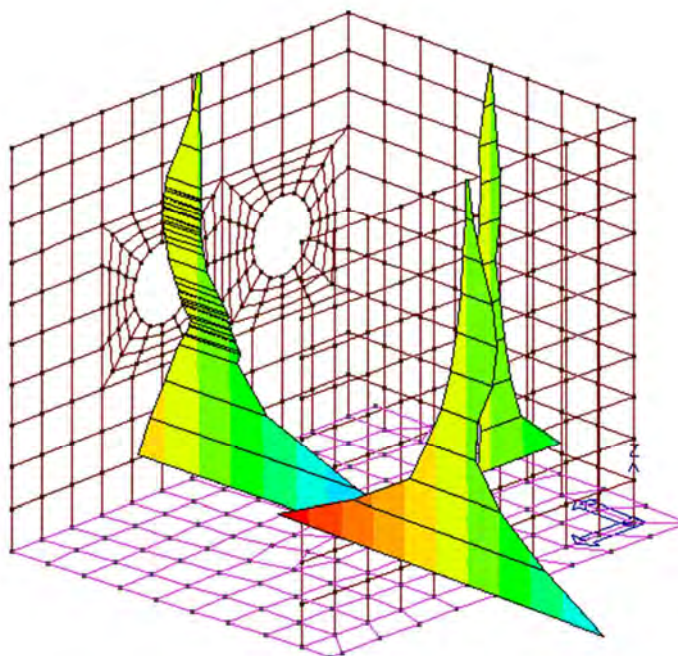
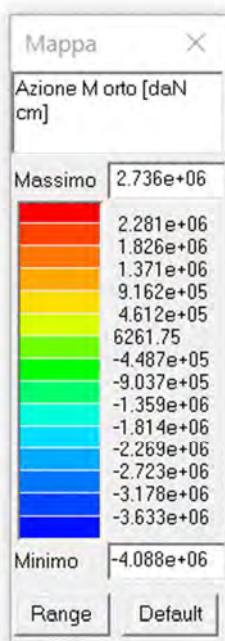
**Figura 28: Involuppo Azione V membranale (daN)**



**Figura 29: Involuppo Azione V ortogonale (daN)**

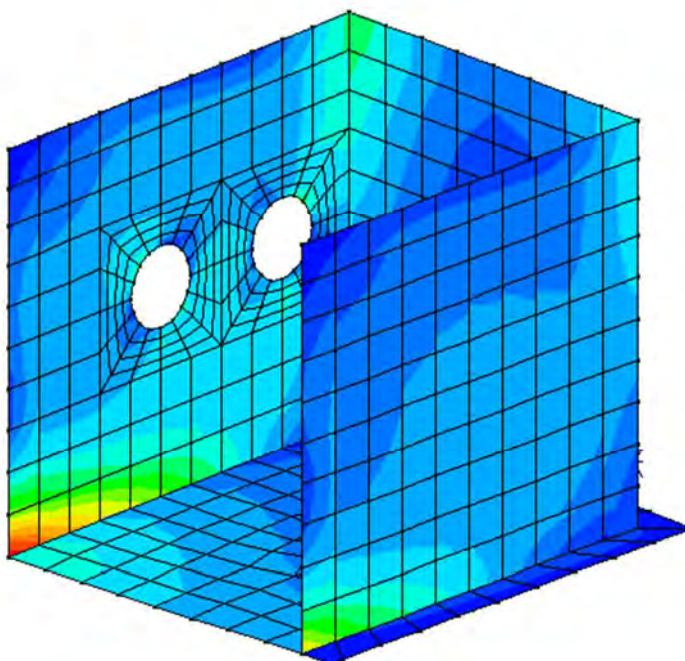
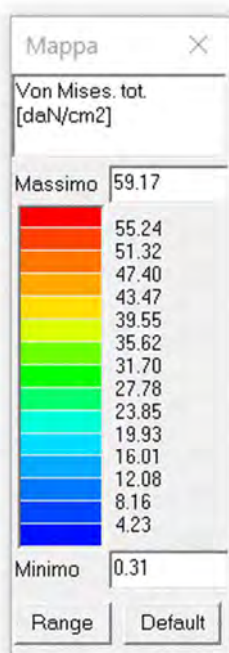


**Figura 30: Inviluppo Momento membranale (daN cm)**

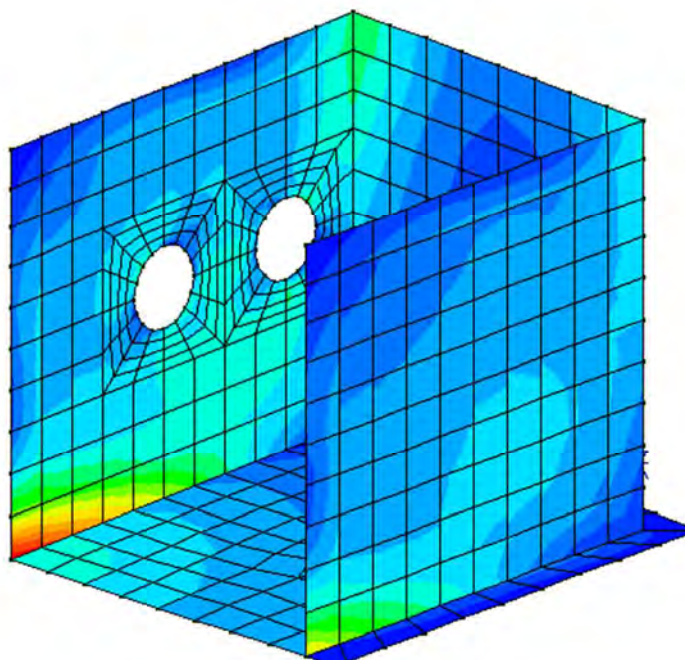
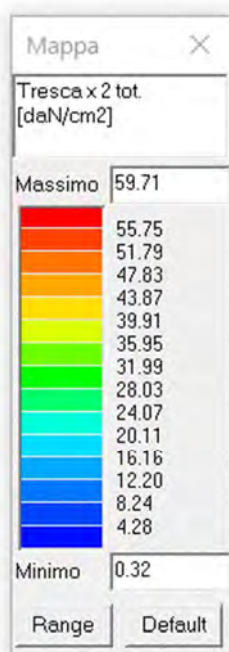


**Figura 31: Inviluppo Momento ortogonale (daN cm)**

### 3.17.2. Piastre in calcestruzzo armato



**Figura 32: Tensioni totali Von Mises (daN/cm²)**



**Figura 33: Tensioni Tresca (daN/cm²)**

### 3.18 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi portanti costituenti la struttura oggetto di analisi e verifica che nel caso in esame risultano tutte soddisfatte in quanto il rapporto tra azione sollecitante e resistente è inferiore o pari all'unità.

#### 3.18.1. Piastre in cemento armato

Verifica  $N / M$

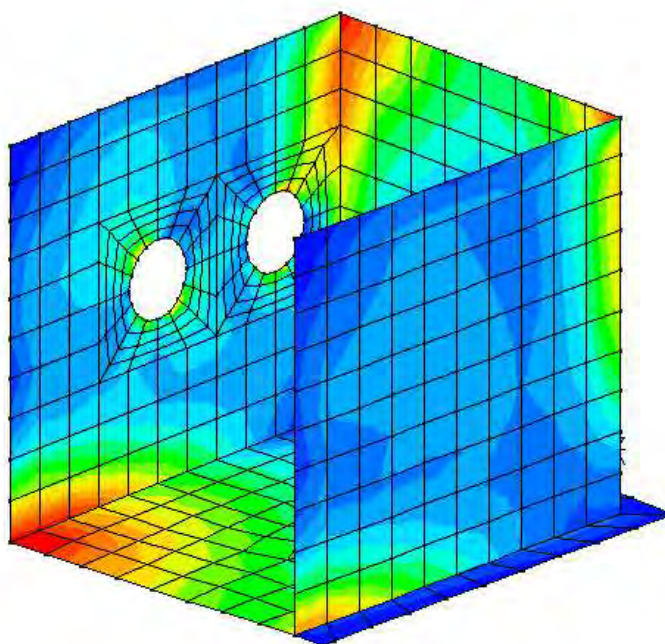
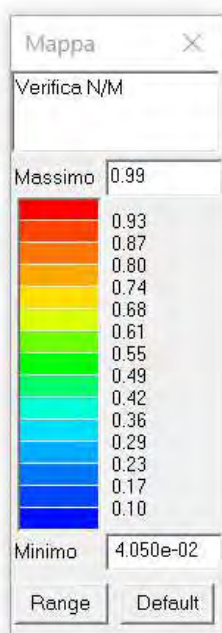


Figura 34: Verifica  $N/M$

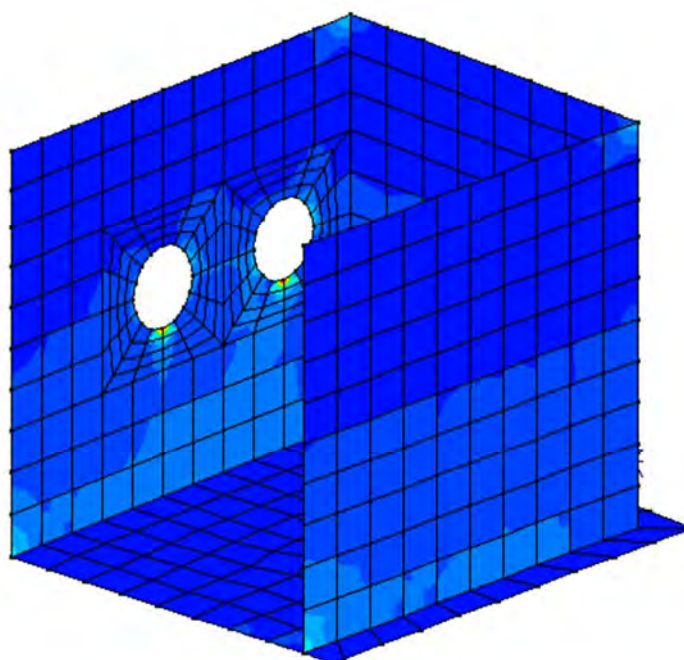
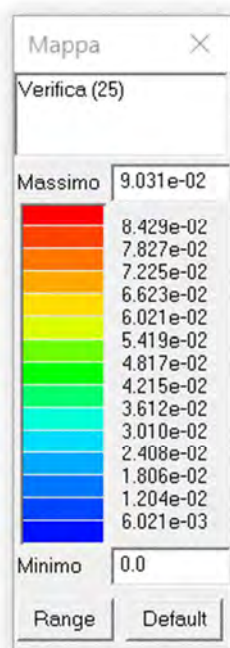
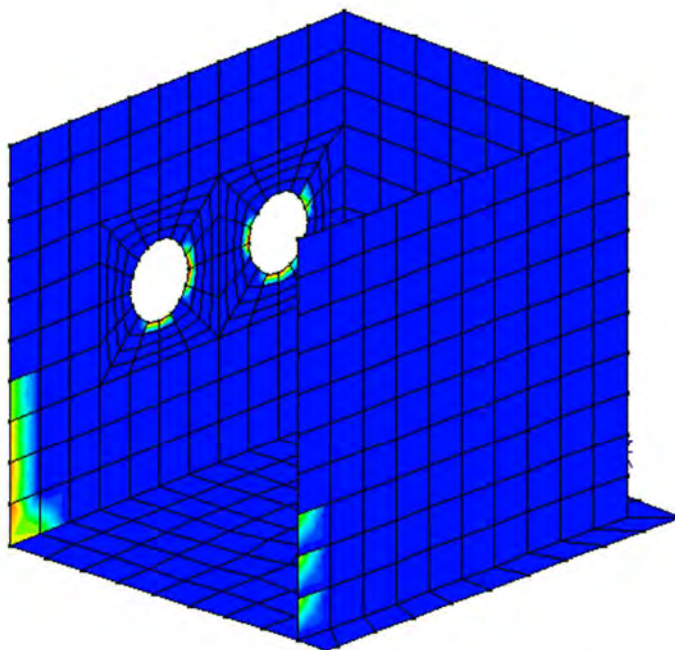
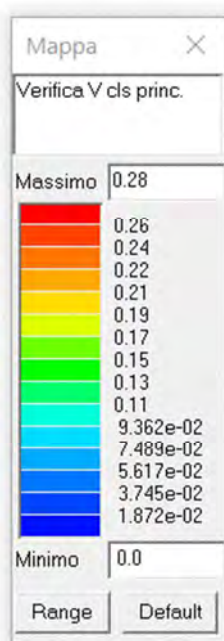
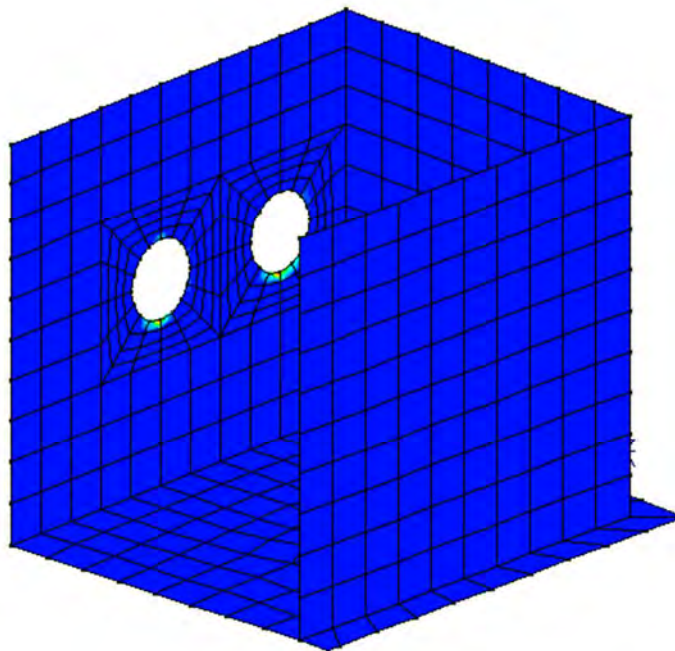
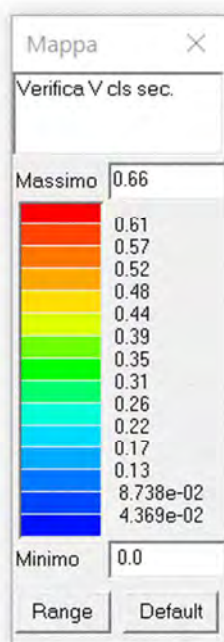


Figura 35: Verifica  $N (25)$

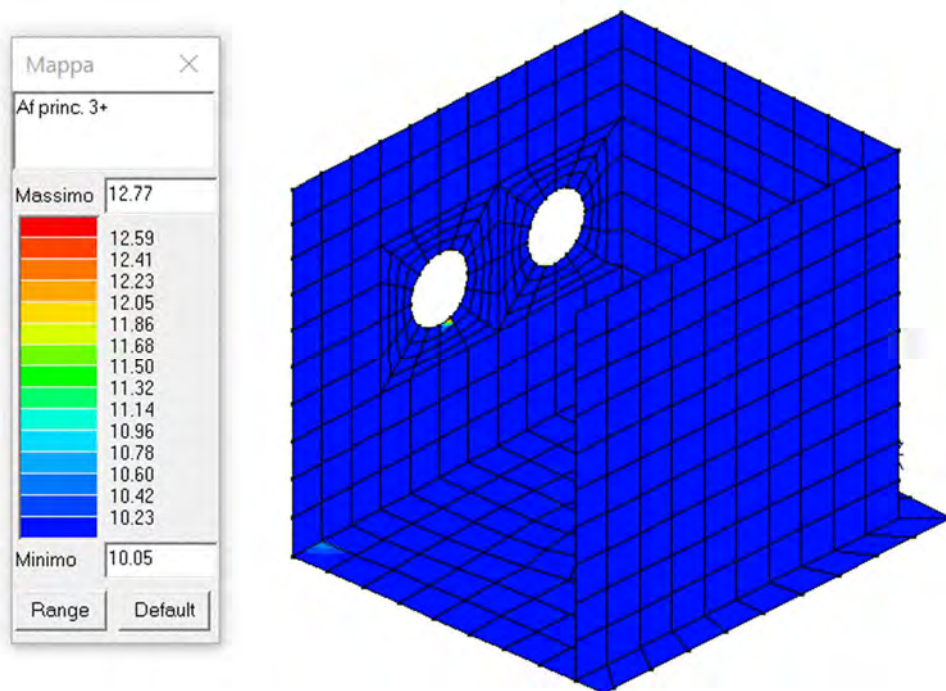


**Figura 36: Verifica V cls principale**

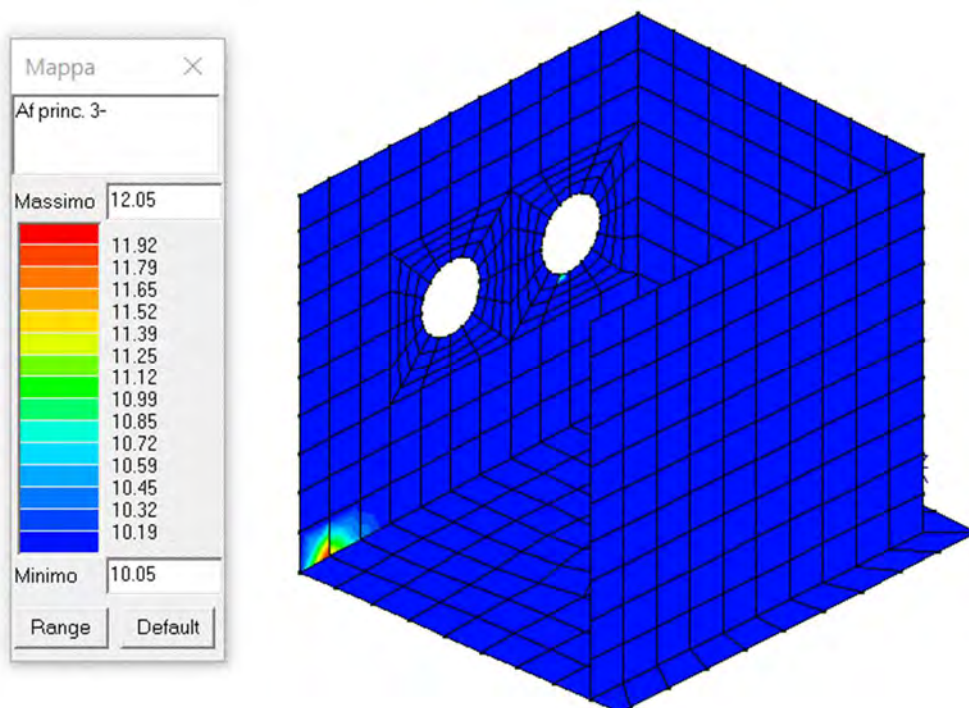


**Figura 37: Verifica V cls secondari**

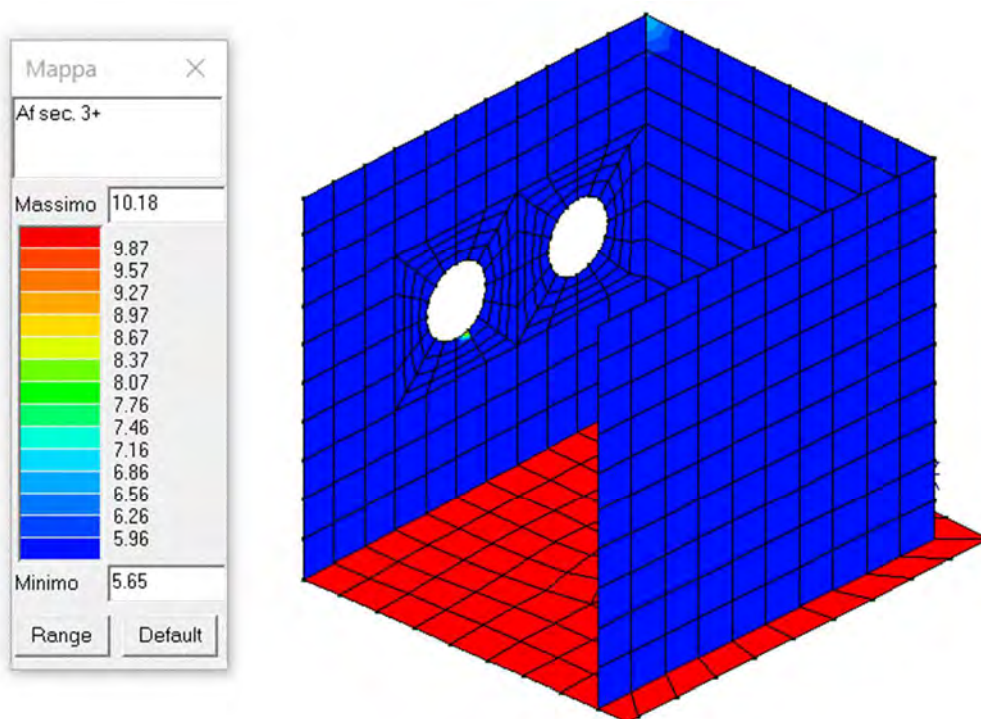
Di seguito si riportano i diagrammi di armatura delle piastre in cemento armato (Platea e pareti). Il programma di calcolo, che svolge verifiche nodali, riscontra taluni stati tensionali molto elevati nei nodi appartenenti agli spigoli ed alle zone d'angolo denunciando richieste di armature molto elevate in dette zone puntuali. Tali valori, vengono trascurati ai fini della disposizione dei ferri di armatura per la quale si fa riferimento al valore medio esteso a tutta la superficie dell'elemento in esame.



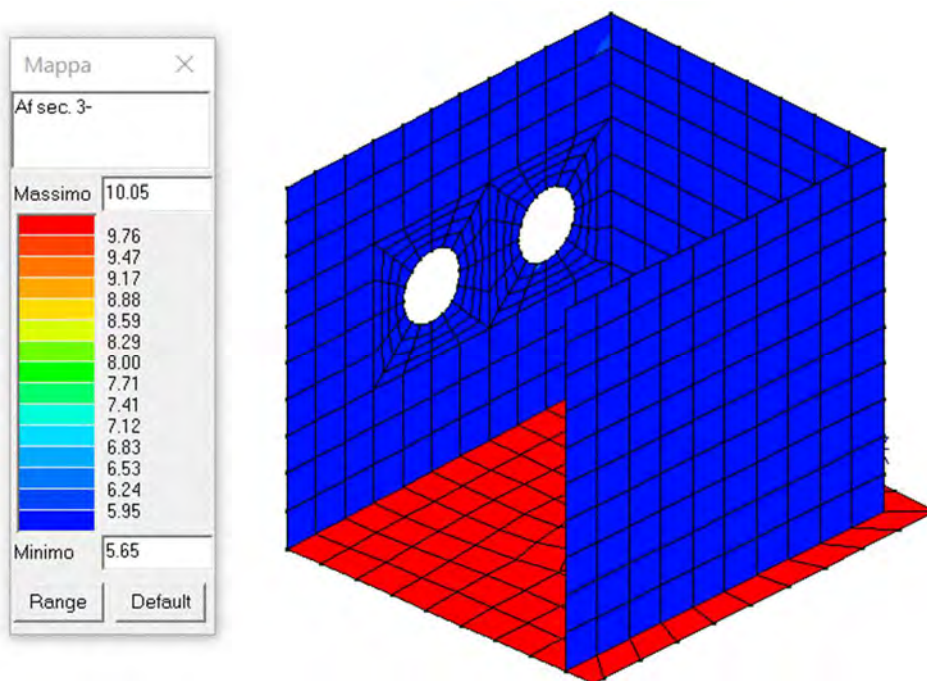
*Figura 38: Diagramma armature principali lato +*



*Figura 39: Diagramma armature principali lato -*



*Figura 40: Diagramma armature secondarie lato –*



*Figura 41: Diagramma armature secondarie lato -*

### 3.19 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

All'interno della relazione di calcolo scaturita da PRO SAP sono riportate tutte le verifiche effettuate secondo le prescrizioni normative per gli stati limite di esercizio relativamente agli elementi in cemento armato. Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi strutturali in calcestruzzo armato.

#### 3.19.1. Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a.

##### Paragrafo 4.1.2.2.4 NTC 2018

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

**Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

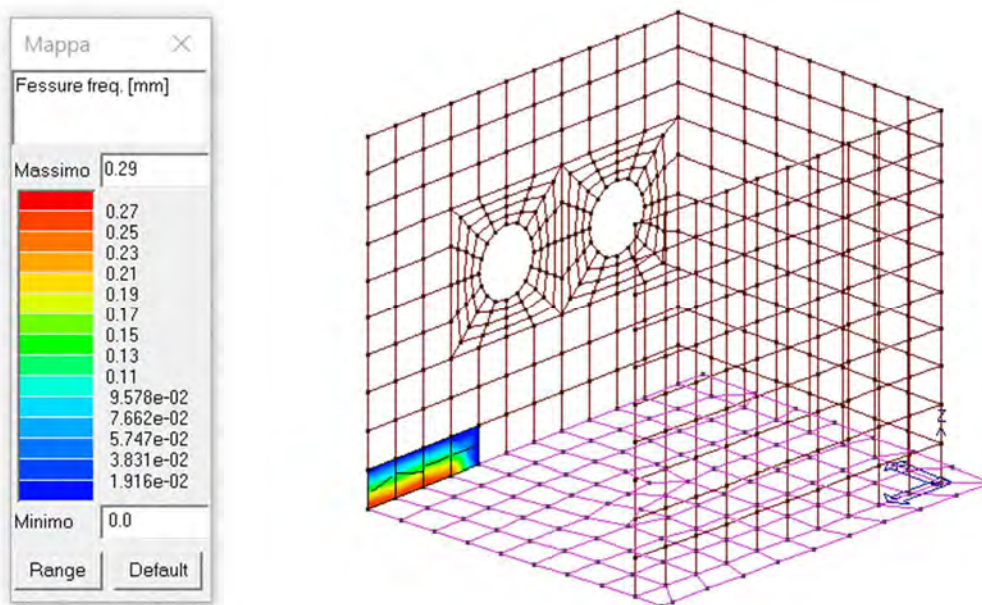
Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Nel caso in esame ci si trova nel caso di condizioni ordinarie e armatura poco sensibile alla corrosione.

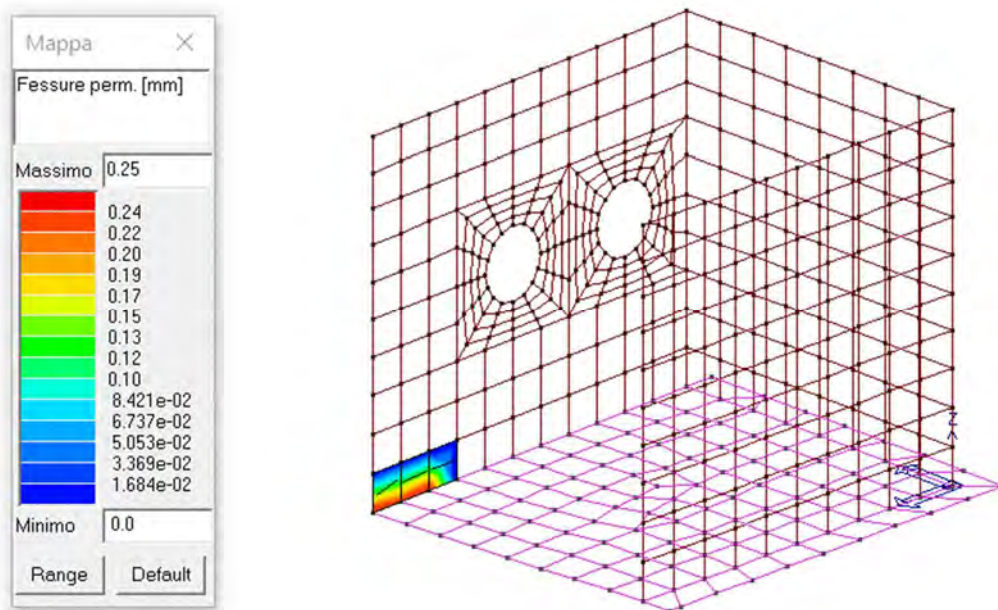
#### 3.19.2. Fessurazione piastre in c.a.

Fessurazione condizione frequente -  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$



**Figura 42: Fessurazione condizione frequente**

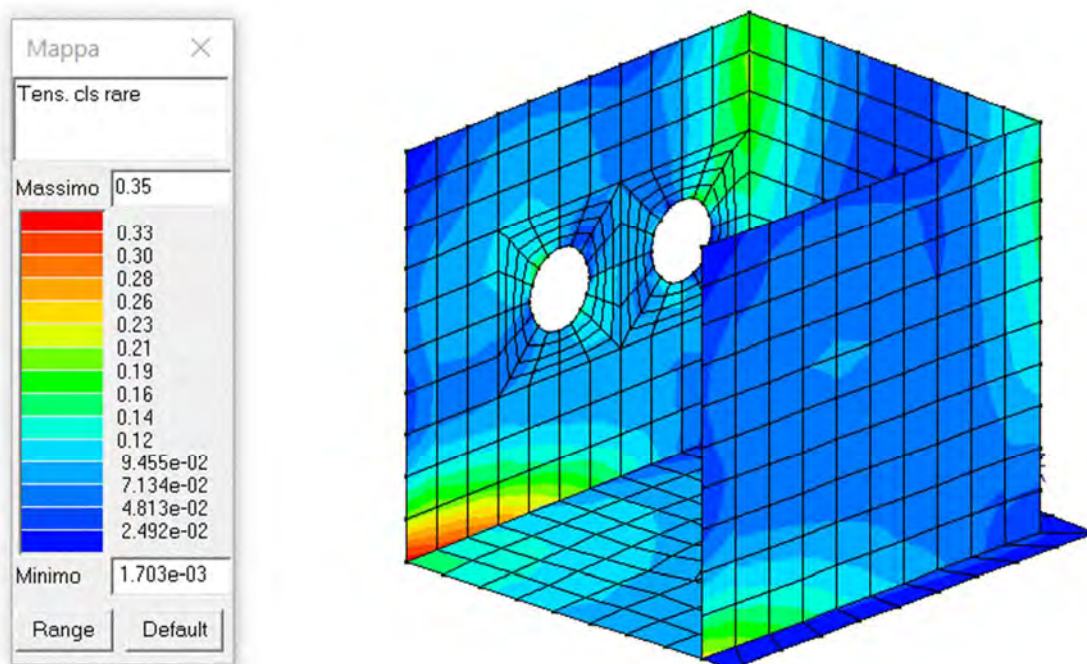
Fessurazione condizione quasi permanente -  $w_d \leq w_3 = 0,3 \text{ mm}$



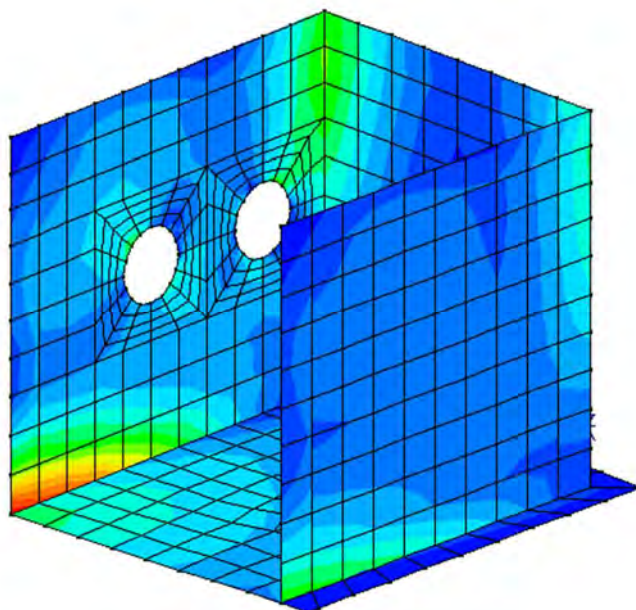
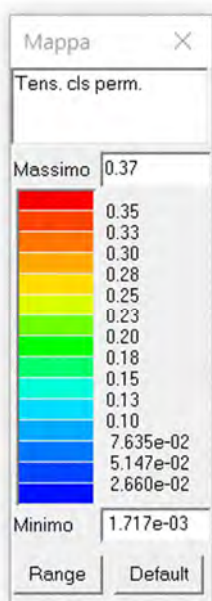
**Figura 43: Fessurazione condizione permanente**

### 3.19.3. Verifica delle tensioni in esercizio

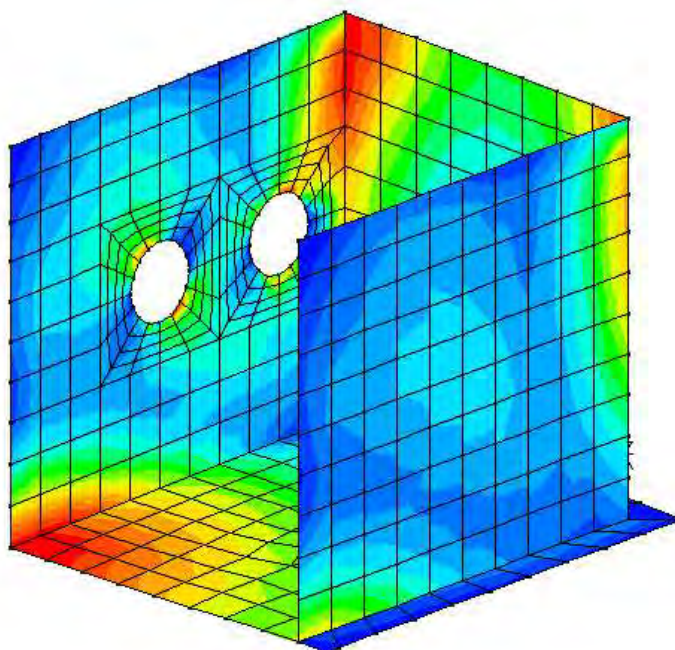
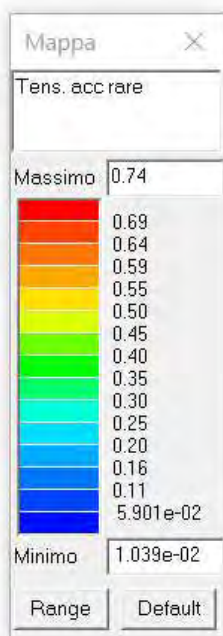
Dai grafici adimensionali riportati di seguito si evince come i limiti imposti da normativa (Paragrafo 4.1.2.2.5 NTC 2018) risultino soddisfatti in quanto il rapporto tra tensione agente e tensione limite risulta inferiore all'unità.



**Figura 44: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Rare**



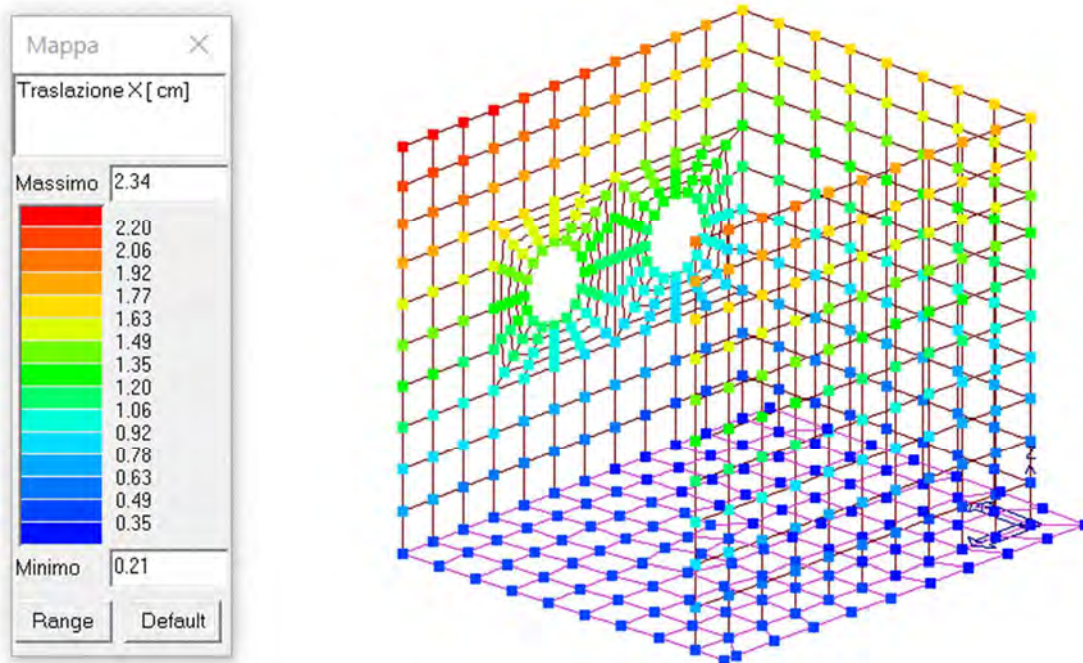
**Figura 45: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Permanenti**



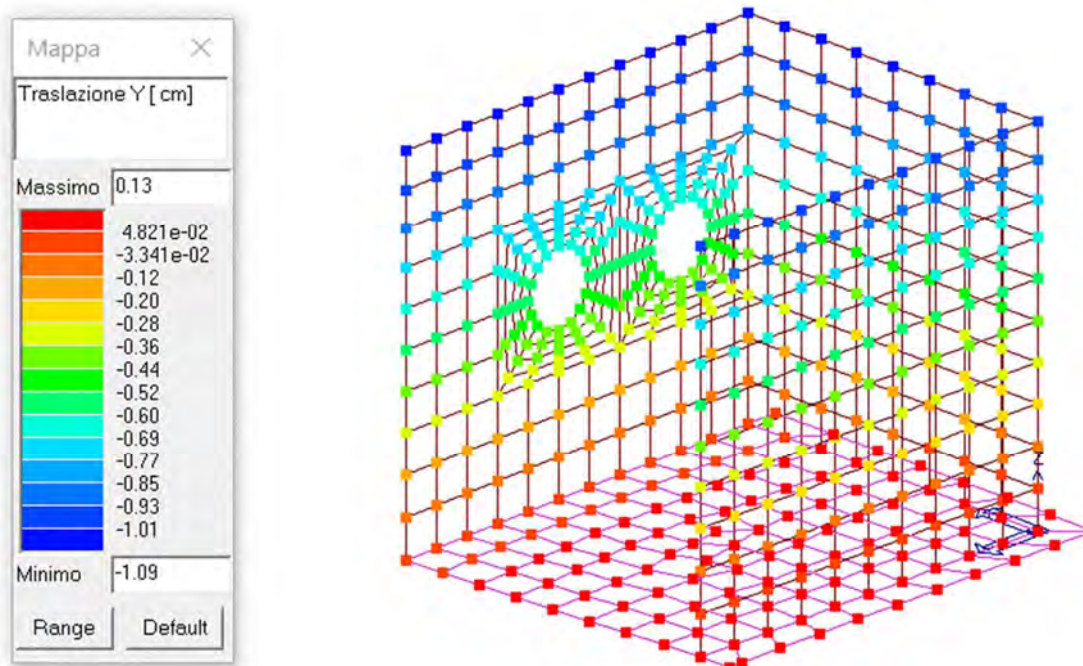
**Figura 46: Tensione nell'acciaio in condizioni Rare**

### 3.19.4. Verifiche di rigidità agli SLE

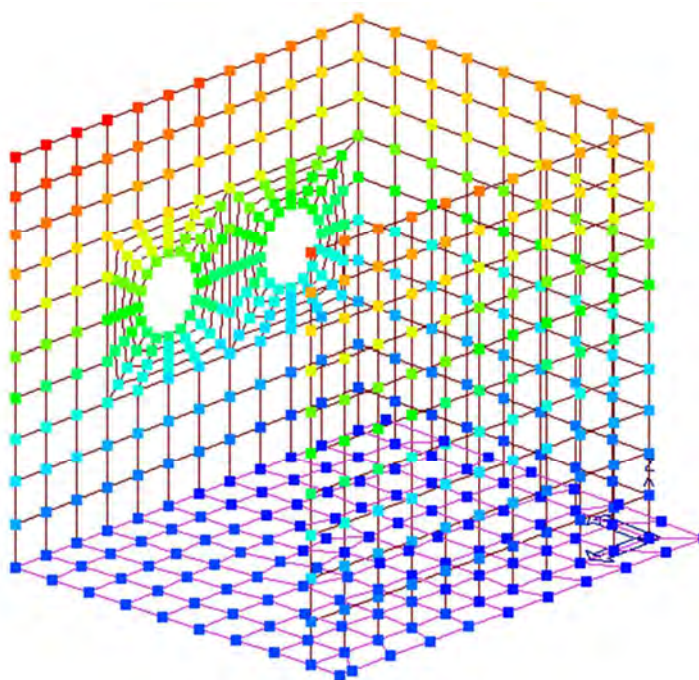
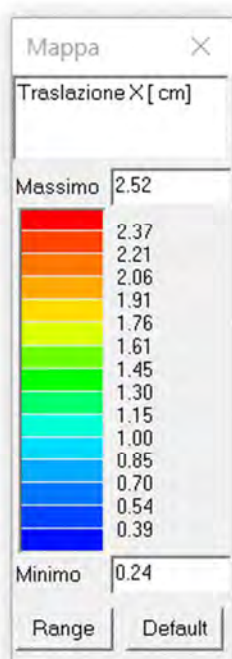
Di seguito si riportano i diagrammi delle traslazioni massime in direzione X e Y cui le diverse parti della struttura si trovano ad essere soggette nelle condizioni relative allo Stato Limite di Danno SLD ed allo Stato Limite di Operatività SLO.



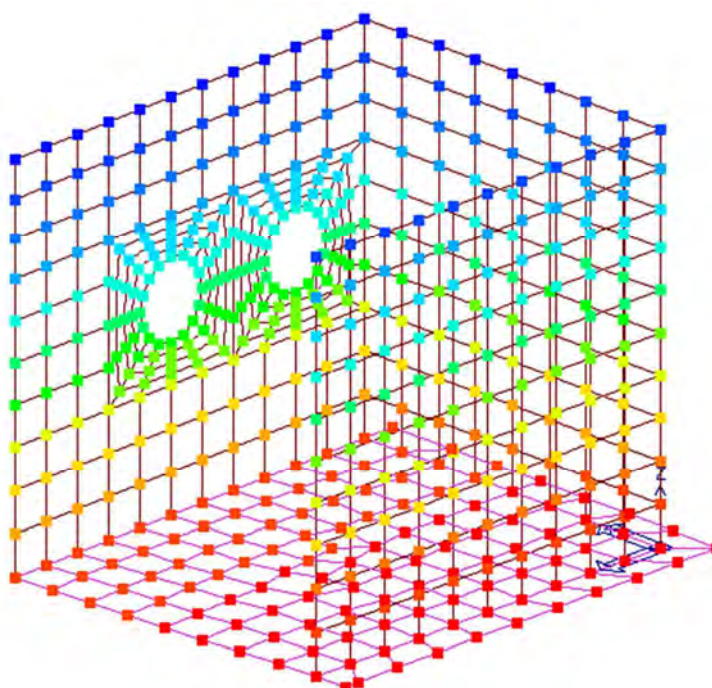
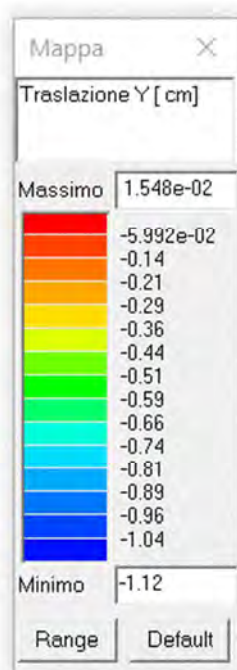
**Figura 47: Traslazione x massima – Comb. SLD**



**Figura 48: Traslazione y massima – Comb. SLD**



**Figura 49: Traslazione x massima – Comb. SLO**



**Figura 50: Traslazione y massima – Comb. SLO**

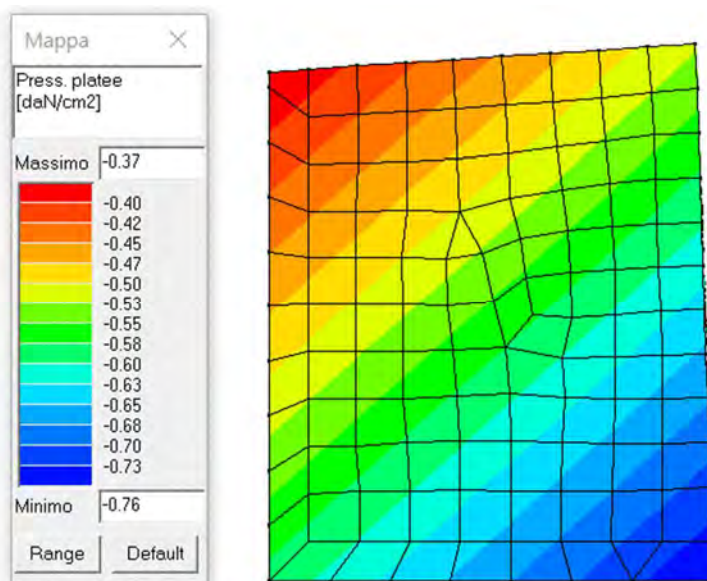
Occorre specificare che la spinta dell'acqua è stata determinata calcolando una pseudo-accelerazione afferente agli SLV. Le spinte sismiche dell'acqua applicate agli SLV sono pertanto le medesime rispetto a quelle applicate agli SLD ed agli SLO. Risulta quindi evidente che gli spostamenti che scaturiscono derivano da ipotesi iniziali altamente cautelative.

### 3.20 Risultati verifiche geotecniche

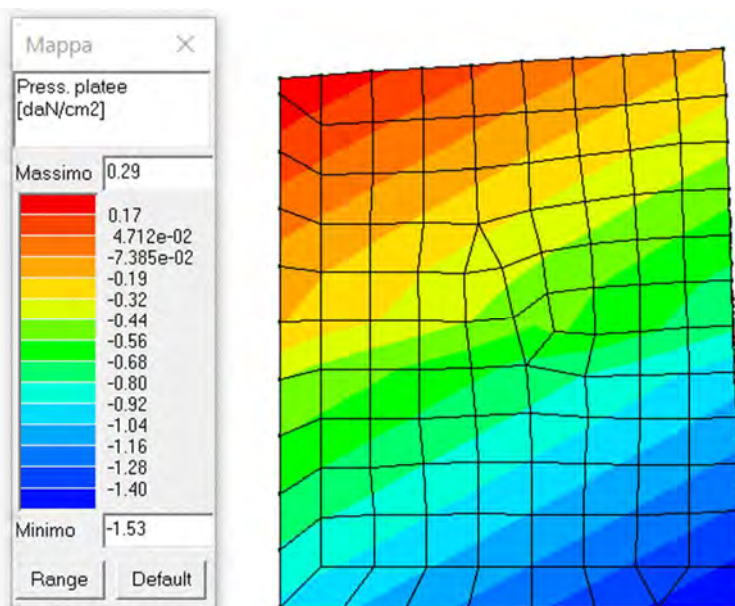
Le verifiche di tipo geotecnico vengono condotte mediante software PROSAP-G modulo applicativo del programma PROSAP. All'interno del modulo geotecnico viene inserita la stratigrafia del sottosuolo, così come estrapolabile dai contenuti della relazione geologica, e a ciascuno orizzonte vengono assegnati i relativi parametri geomeccanici.

Il software PROSAP-G recepisce le pressioni agenti in fondazione dall'analisi tridimensionale del modello globale effettuato con Prosap ed effettua le verifiche di capacità portante verticale e le verifiche a scorrimento (longitudinale e trasversale). Infine è possibile effettuare il calcolo dei cedimenti.

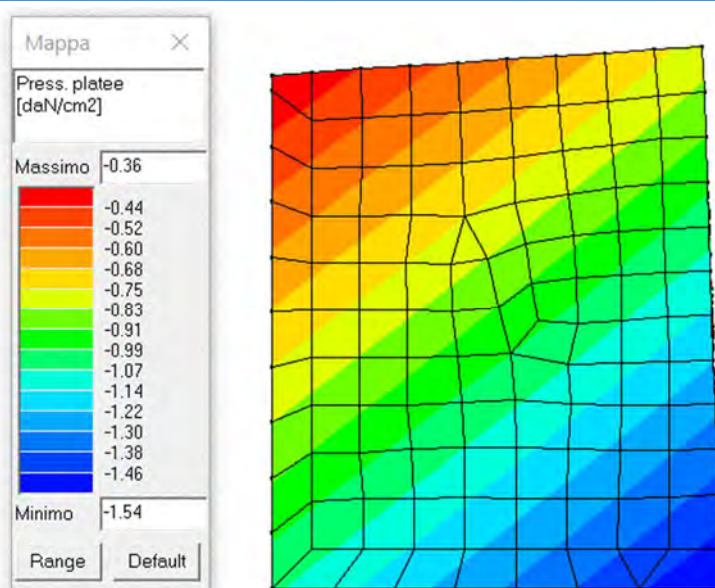
Nel seguito si riportano le pressioni massime agenti sulla platea di fondazione.



**Figura 51: Pressione terreno massima – Comb. SLU**



**Figura 52: Pressione terreno massima – Comb. SLV**



**Figura 53: Pressione terreno massima – Comb. SLE Rara**

Di seguito si riportano alcuni cenni teorici relativi alle modalità di calcolo implementate e la descrizione della simbologia adottata nei tabulati.

### 3.20.1. Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza " $I_r$ " così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot \tan(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \sin(\varphi).$$

L'indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico " $I_{r,crit}$ ":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[ \left( 3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cdot \tan\left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se  $I_r < I_{r,crit}$  si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[ \left( 0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \lg(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \sin(\varphi) \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin(\varphi)} \right]}$$

se  $\varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \lg(\varphi)}$$

se  $\varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$

- se  $I_r > I_{r,crit}$  si ha che  $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$ .

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- $E_{ed}$  modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- $k_0$  coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- $\varphi$  angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- $c'$  coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- $\sigma'$  tensione litostatica effettiva a profondità  $D+B/2$
- $L$  luce delle singole travi di fondazione
- $D$  profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- $B$  larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- $N_q, N_c, N_\gamma$  fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\varphi$  del terreno
- $s_q, s_c, s_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- $d_q, d_c, d_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- $i_q, i_c, i_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- $\gamma_1$  peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- $\gamma_2$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left( \frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto ( $A_t$ ) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

### 3.20.1.1 Formulazione di Brinch-Hansen

$$N_q = \lg^2 \left( \frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \lg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \lg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \lg(\varphi)$$

- se  $\varphi \neq 0$  si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \tan(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[ 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \tan(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se  $\varphi = 0$  si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

### 3.20.2. Verifica a rottura per scorrimento di fondazioni superficiali

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \tan(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $T_{Sd}$  componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- $N_{Sd}$  componente verticale del carico agente sulla fondazione
- $c_a$  adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $\delta$  angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- $S_p$  spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- $f_{Sp}$  percentuale di partecipazione della spinta passiva
- $A_f$  superficie di contatto del piano di posa della fondazione

La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

### 3.20.3. Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 3

Profondità falda: 0.00 cm

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0.0 a -300.0 cm	300.0 cm	001 / Argille l.s. (B)	Assente
2	da -300.0 a -1450.0 cm	1150.0 cm	003 / Sabbie l.s. (C1)	Assente
3	da -1450.0 a -1900.0 cm	450.0 cm	004 / Sabbie l.s. (C2)	Assente

### 3.20.4. Archivio terreni

 Indice / Descrizione terreno: **001 / Argille I.s. (B)**

Comportamento del terreno: coesivo

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.150 E-3	0.350	100.000	100.000	60.0	0.500	0.65

 Indice / Descrizione terreno: **003 / Sabbie I.s. (C1)**

Comportamento del terreno: granulare

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.000 E-3	30.000	0.050	350.000	350.000	60.0	0.333	0.95

 Indice / Descrizione terreno: **004 / Sabbie I.s. (C2)**

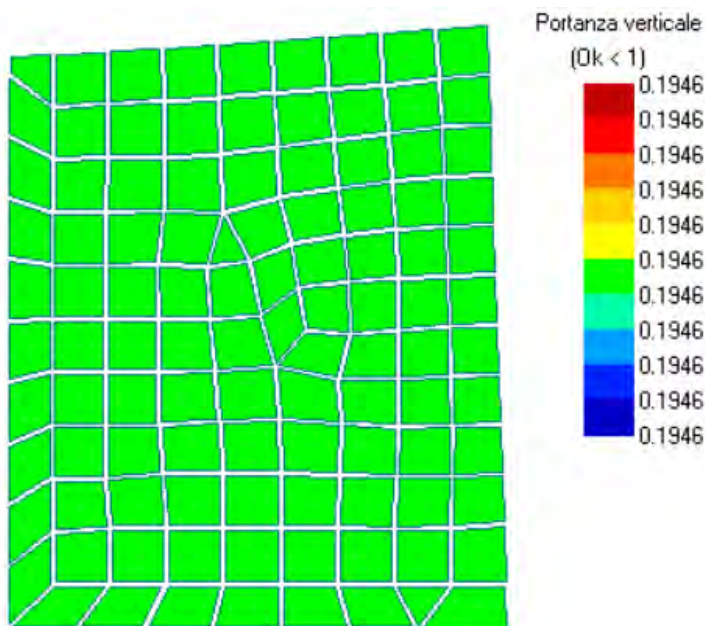
Comportamento del terreno: granulare

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.000 E-3	35.000	0.050	400.000	400.000	60.0	0.299	0.95

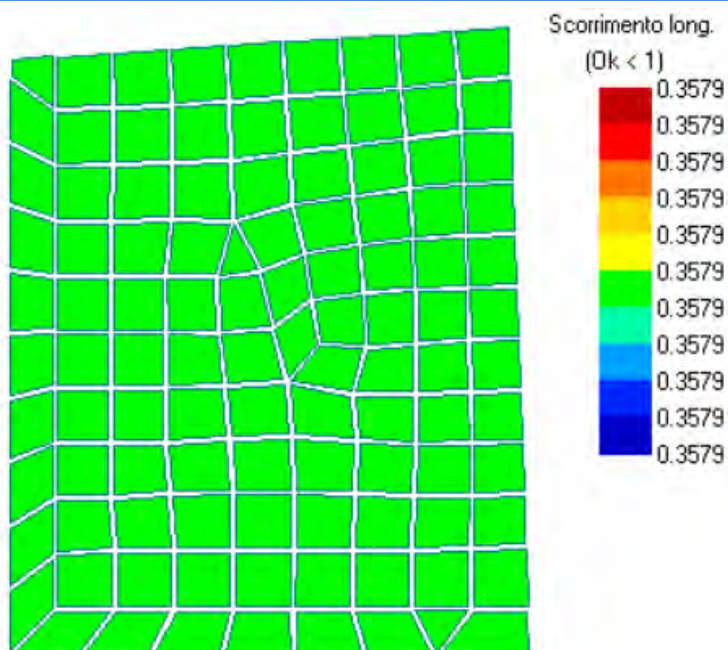
### 3.20.5. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.
Macro n. 4	Macro-Platea	001	cm 300.000	cm 443.398	cm 80.000	cm 532.030	cm 532.030

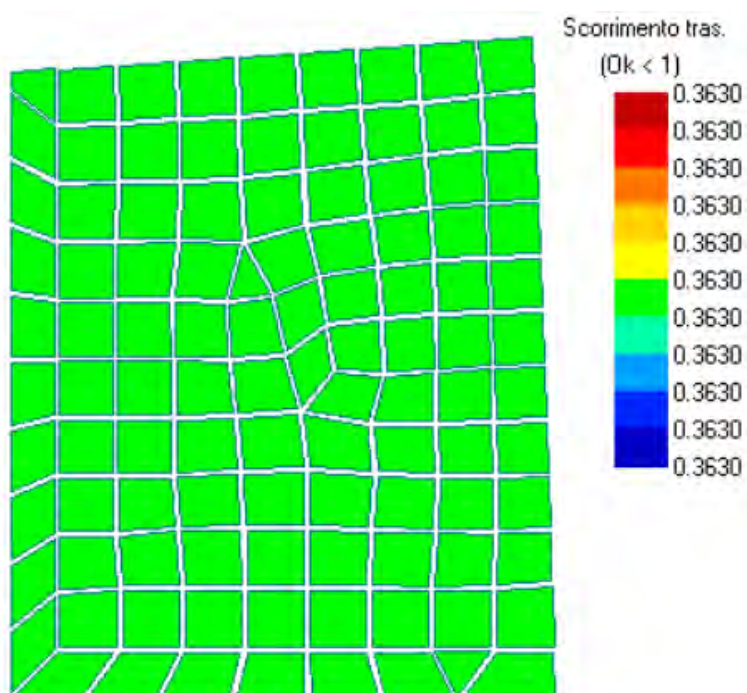
Di seguito si riportano gli esiti di verifica che mostrano sempre il rapporto tra azione agente ed azione resistente (Ed/Rd).  
 Le verifiche risultano quindi soddisfatte per rapporti inferiori all'unità.



**Figura 54: Verifica capacità portante verticale**



**Figura 55: Verifica a scorrimento longitudinale**

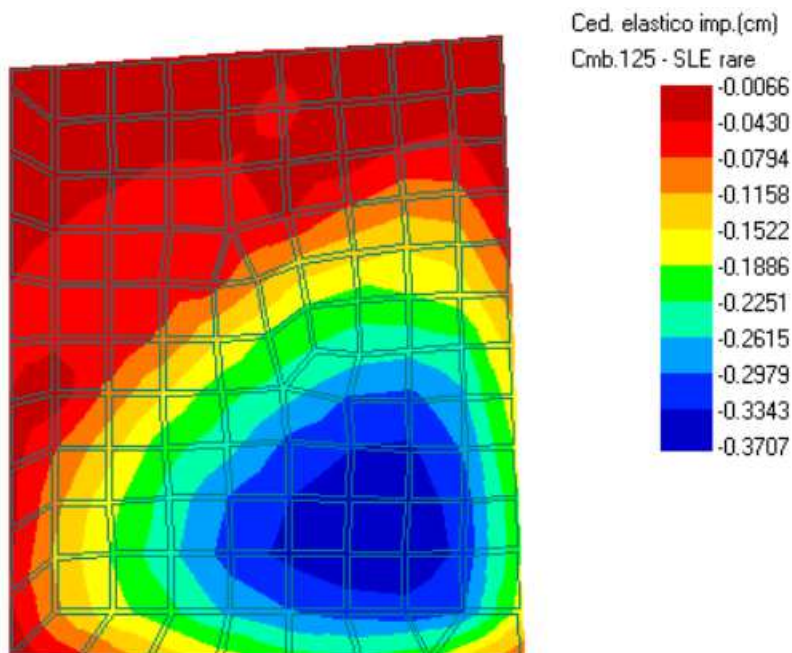


**Figura 56: Verifica a scorrimento trasversale**

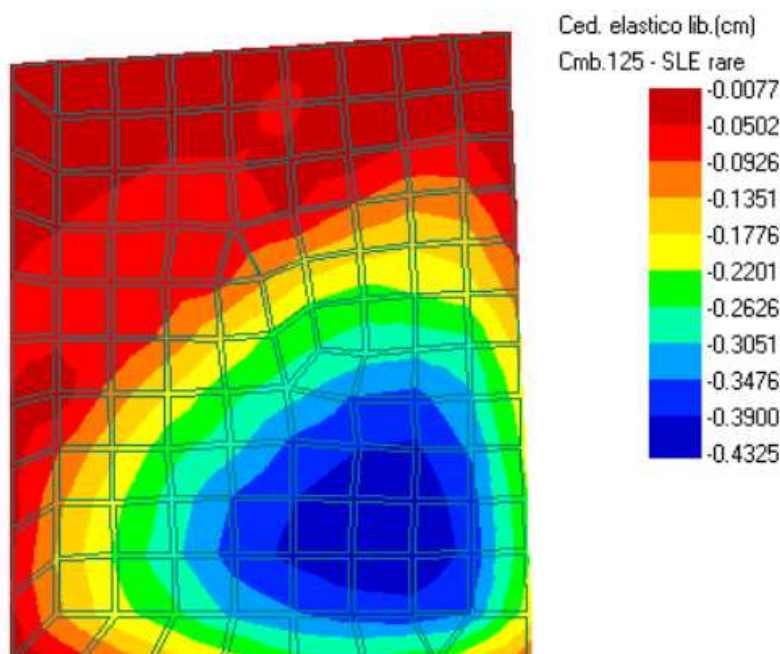
### **3.20.6. Stima dei cedimenti della fondazione**

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di

carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi.



**Figura 57: Mappa cedimenti con espansione laterale impedita massimi (Comb. SLE Rara)**



**Figura 58: Mappa cedimenti con espansione laterale libera massimi (Comb. SLE Rara)**

I cedimenti massimi stimati (pari a circa 4,3 mm), così come quelli differenziali, risultano essere ampiamente compatibili con le funzionalità della struttura in esercizio e con il terreno rilevato in sito.

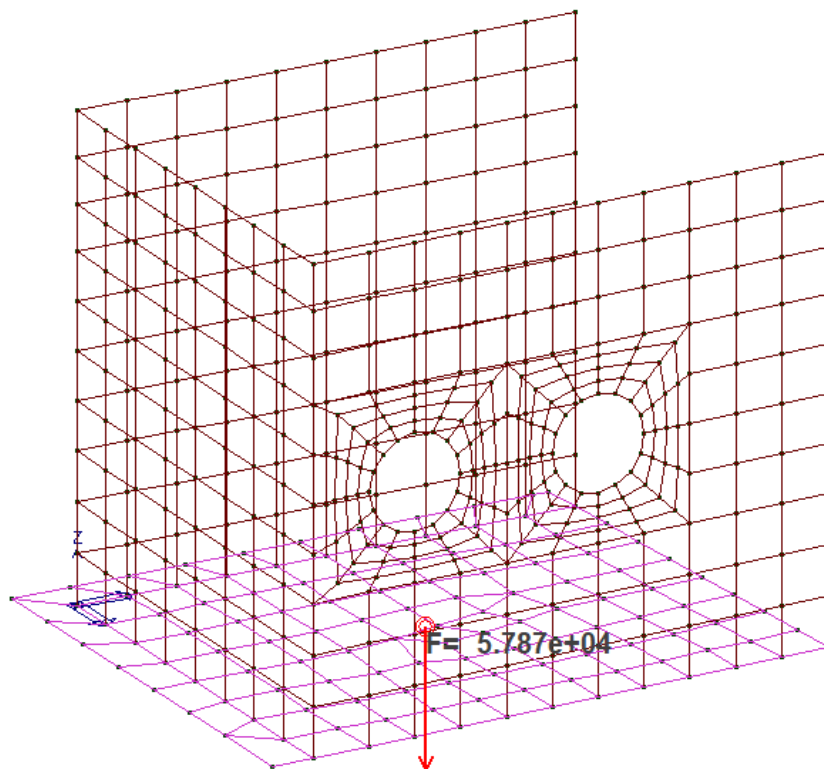
### 3.21 Verifiche di stabilità globale

Le verifiche di stabilità globale, nel caso specifico, si limitano alla sola verifica a galleggiamento.

Le verifiche a rotazione sono, infatti, da escludersi in ragione della geometria del manufatto e del suo posizionamento.

#### 3.21.1. Verifica a galleggiamento

Peso proprio dell'edificio = 57870 kg



**Figura 59: Peso proprio struttura**

Area di platea: 24,60 m<sup>2</sup>

Battente idrostatico: 4.46 m

Sottospinta complessiva: 24604 kg

FS galleggiamento = 2.35 > 1 ok

## 4 MANUFATTO DI ATTRAVERSAMENTO

Il manufatto verrà dimensionato mediante analisi ad elementi finiti per quanto concerne la definizione delle sollecitazioni degli elementi strutturali in c.a. e la valutazione delle pressioni indotte dal manufatto sulla platea di fondazione.

Le verifiche geotecniche e di resistenza sono eseguite secondo le disposizioni del D.M. 17 gennaio 2018 adottando l'[APPROCCIO 2](#).

Mediante il programma di analisi strutturale sono quindi state generali combinazioni di carico statiche di tipo:

- [Generale di equilibrio di corpo rigido](#), ossia critiche per le condizioni di scivolamento, e galleggiamento.
- [Strutturale](#), tali da indurre i livelli tensionali maggiori.
- [Geotecnico](#), con massime pressioni indotte sul terreno di fondazione.
- [Sismiche](#)

Nei paragrafi successivi saranno, quindi, meglio illustrate le ipotesi di calcolo e modellazione del manufatto e la modalità di stima delle azioni presenti sul medesimo nei diversi scenari di "lavoro".

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

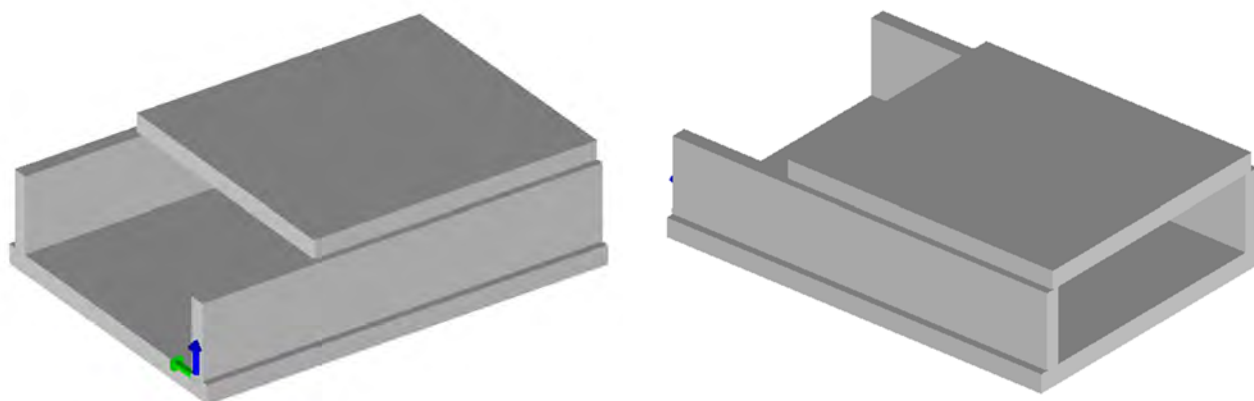
### 4.1 Descrizione generale dell'opera

Il manufatto di attraversamento risulta sostanzialmente essere uno scatolare in cemento armato parzialmente interrato predisposto per il passaggio delle condotte di mandata derivanti dall'impianto di sollevamento e destinate al manufatto di recapito di valle. L'estradosso deve garantire la carrabilità.

La struttura si compone di una platea di fondazione avente spessore pari a 25 cm, due pareti parallele di altezza netta pari a 98,5 cm e spessore 20 cm a sostegno del solaio in lastre prefabbricate completate da un getto in calcestruzzo armato di spessore 24 cm.

Il corpo occupa un ingombro di pianta con geometria rettangolare, avente lati di dimensioni pari a circa 5,38 x 3,60 m, e presenta un'altezza massima di 1,335 m (quota assoluta estradosso platea pari a 36.55 m s.l.m.). Il basamento deve ospitare le quattro selle metalliche che garantiscono il corretto alloggiamento delle due condotte; in corrispondenza di tali elementi saranno applicati i carichi concentrati derivanti dalle tubazioni (carichi permanenti) e dal passaggio dell'acqua (carichi variabili).

La struttura viene interrata e sovrastata dalla stratigrafia necessaria per garantire il superiore piano carrabile. La medesima non sarà investita da alcune spinte idrostatiche in quanto posta a quota superiore rispetto al livello TR200PAI.



**Figura 60: Viste solide della struttura**

Sulla modellazione delle fondazioni occorre evidenziare che le stesse sono state schematizzate con appoggio su suolo elastico alla Winkler.

Descrizione generale dell'opera	
Ubicazione	Comune di STAGNO LOMBARDO (CR) (Regione LOMBARDIA)
	Longitudine 10.0630, Latitudine 45.0554
Numero di piani	Quota di estradosso della platea di fondazione a +36.55 m s.l.m.
	Altezza interna netta pari a 0,985 m
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 5.38x3.60 m
Tipo di fondazione	Platea in cemento armato sp.25 cm

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	NO
Struttura regolare in altezza	NO
Classe di duttilità	ND
Tipo di fondazione	PLATEA
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	NO

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

#### Fattore di comportamento

Si assume un fattore di struttura pari a 1.0 in considerazione del comportamento non dissipativo del manufatto:

**q = 1.00 / au/ai = 1,00 / Kr = 0.80 / Kw = 1,00**

## 4.2 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo "Normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

## 4.3 Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli "modellazione delle azioni" e "schematizzazione dei casi di carico" sono indicate le azioni sul manufatto con esplicitazione della modalità di scelta del modulo della azione introdotta.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.*

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale è effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K \cdot u = F$       dove     $K$  = matrice di rigidezza  
                           $u$  = vettore spostamenti nodali  
                           $F$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo <i>TRUSS</i>	(biella-D2)
Elemento tipo <i>BEAM</i>	(trave-D2)
Elemento tipo <i>MEMBRANE</i>	(membrana-D3)
Elemento tipo <i>PLATE</i>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <i>BOUNDARY</i>	(molla)
Elemento tipo <i>STIFFNESS</i>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <i>BRICK</i>	(elemento solido)
Elemento tipo <i>SOLAIO</i>	(macro elemento composto da più membrane)

## 4.4 Modello numerico

In questa parte è descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. *Il manufatto viene modellato in ambito lineare mediante elementi D3 di fondazione (su terreno "elastico" tipo Winkler) e di elevazione.*

### 4.4.1. Costante di Winkler

La interazione tra struttura di fondazione e terreno è stata schematizzata con modello di suolo elastico alla Winkler con applicazione di un valore per la costante di sottofondo  $k$ .

$$k = q/d \text{ [daN/cm}^3\text{]}$$

dove  $q$  è la pressione esercitata e  $d$  è il cedimento.

Il calcolo più immediato si ottiene dalla formulazione proposta nel volume Fondazioni (Viggiani) sotto riportata:

$$k = E_{ed,k,med} / B_{min}$$

dove:

$E_{ed,k}$  = modulo edometrico

$B_{min}$  = Lato minore della platea

In considerazione del fatto che:

i cedimenti, a cui è collegata la definizione della costante di winkler, interessano di norma una profondità che va da  $B_{min}$  a  $1.5 B_{min}$  (quest'ultima per fondazioni nastriformi), visto il rapporto tra le dimensioni della fondazione che non sono mai maggiori del doppio una dell'altra, si può considerare la profondità interessata dai cedimenti fondali pari a  $B_{min}$ ; la maggior parte del bulbo pressorio è nel livello delle argille caratterizzate da modulo elastico minimo pari a  $75 \text{ kg/cm}^2$  (valore minimo del range individuato in relazione geologica).

COSTANTE WINKLER	
B min (cm)	380
E,k (kg/cm <sup>2</sup> )	75
k (daN/cm <sup>3</sup> ) =	0.20

Nel caso in esame è stato adottato il valore di 0.20\_daN/cm<sup>3</sup> per k

Tipo di analisi strutturale	
Carichi statici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	553
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	0
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	516
elementi solaio	0
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	537.50
Ymin =	-20.00
Ymax =	360.00
Zmin =	0.00
Zmax =	98.50
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	NO
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	NO
Gusci	SI
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	SI
Fondazioni con elementi solidi	NO

## 4.5 Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo "Schematizzazione dei casi di carico" per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte "Azioni di progetto sulla costruzione".

## 4.6 Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo "Definizione delle combinazioni" in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	SI
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

## 4.7 Materiali e copriferro per strutture in c.a. – Durabilità

La scelta del calcestruzzo con cui realizzare il manufatto è stata vincolata dalla Classe di esposizione dello stesso piuttosto che dalle prestazioni meccaniche richieste alle sezioni di verifica.

*Si è pertanto utilizzato un calcestruzzo C30/37 (Rck 370 daN/cm<sup>2</sup>).*

*Alla Classe di resistenza del c.l.s. è stato quindi associato un valore di copriferro non inferiore a 40 mm sulle strutture di fondazione e per le strutture di elevazione.*

La combinazione dei due accorgimenti è quindi tale da garantire la classe di esposizione XC4-XF3.

### 4.7.1. Legenda tabella dati materiali

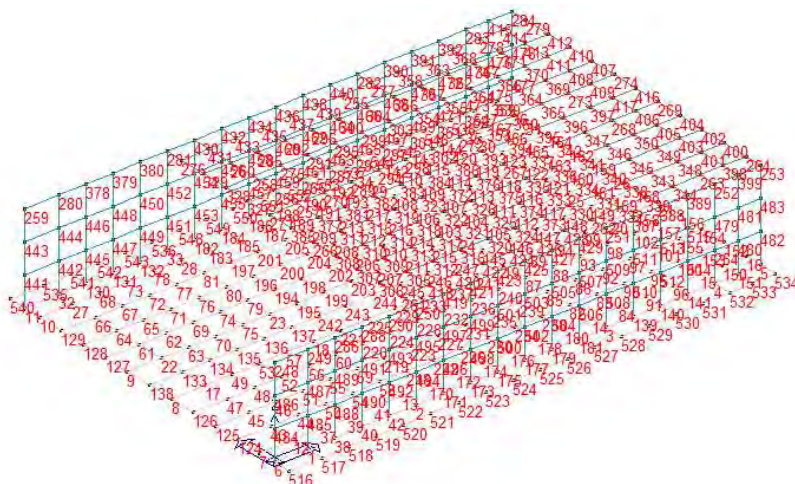
Le necessarie esigenze di durabilità del manufatto hanno indotto all'utilizzo di un calcestruzzo C30/37 (come da prescrizioni espresse nelle tavole grafiche esecutive).

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>3</sup>		
4	Calcestruzzo Classe C30/37			3.302e+05	0.20	1.376e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	370.0							
	Resistenza fctm		29.4						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

## 4.8 Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi

Il programma f.e.m., utilizzato per il dimensionamento delle parti strutturali dell'edificio, utilizza per la modellazione nodi strutturali. Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z). Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni).

In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.



**Figura 61: Numerazione dei nodi**

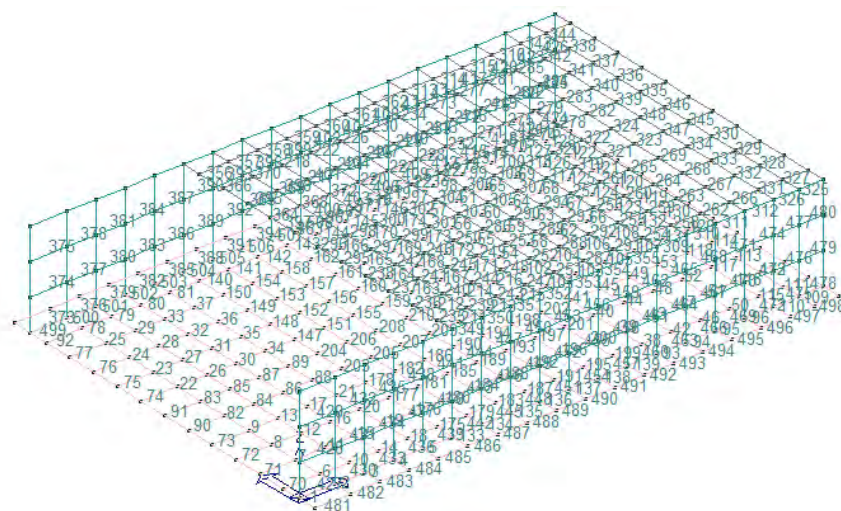
## 4.9 Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.

Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi) ed è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

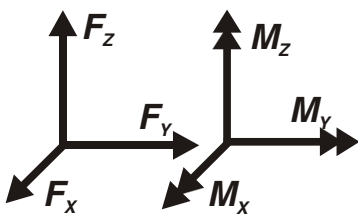
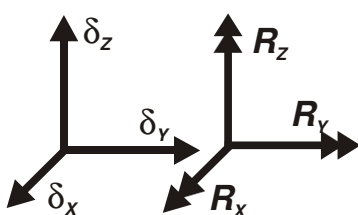
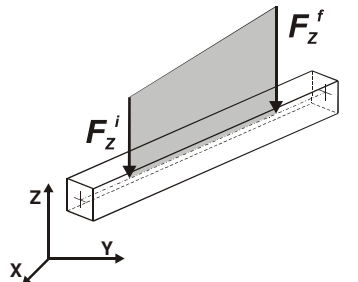
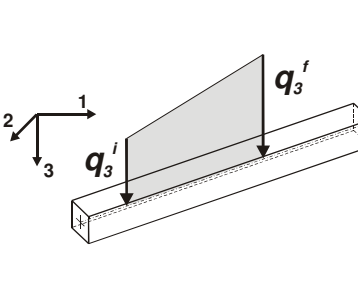
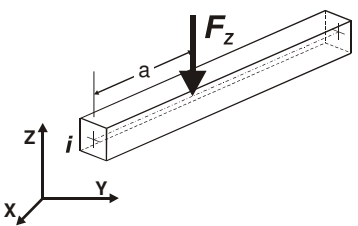
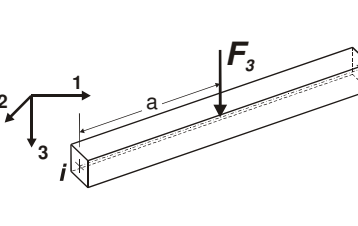
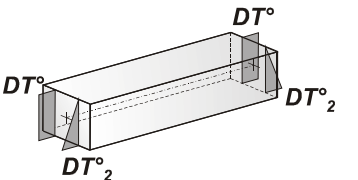
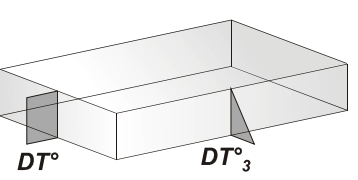
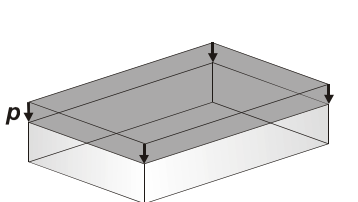
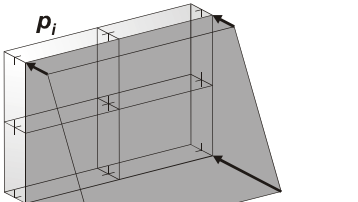
In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.


**Figura 62: Modellazione elementi D3**

#### 4.10 Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura, è riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano, infatti, i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico) 7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico) 7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico nodale	concentrato		Spostamento impresso	
	Carico globale	distribuito		Carico locale	distribuito
	Carico globale	concentrato		Carico locale	concentrato
	Carico termico 2D			Carico termico 3D	
	Carico uniforme	pressione		Carico variabile	pressione

Le azioni attive sul manufatto sono state modellate con tipi di carico concentrati o variabili generali (di superficie).

**Tipo carico concentrato nodale**

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
15	Gk permanente condotta-CN:Fz=-2116.00	0.0	0.0	-2116.00	0.0	0.0	0.0
16	Qk variabile condotta-CN:Fx=-1738.00 Fz=-2285.00	-1738.00	0.0	-2285.00	0.0	0.0	0.0

**Tipo carico variabile generale**

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
9	Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	0.20	98.50	0.07
10	Spinta terreno NORD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	-0.20	98.50	-0.07
11	Sovraccarico traffico SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	0.16	98.50	0.16
12	Sovraccarico traffico NORD-QV:var z - Qy - Area				

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	-0.16	98.50	-0.16
13	Gk ricoprimento strada-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.12	1.000e+05	-0.12
14	Qk traffico-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.30	1.000e+05	-0.30
17	Qk traffico "concentrato"-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-1.67	1.000e+05	-1.67
18	Gk terreno bordo-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.37	1.000e+05	-0.37
19	G2k spinta laterale ricoprimento SUD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	0.07	98.50	0.07
20	G2k spinta laterale ricoprimento NORD-QV:var z - Qy - Area				
	Z - Z Qy Area L2=0.0	0.0	-0.07	98.50	-0.07

Nel seguito vengono meglio identificate le diverse tipologie di carichi applicate alla struttura.

#### 4.10.1. Spinta del terreno

Per la determinazione della spinta del terreno si considera uno strato di ghiaia di riempimento con massa volumica pari a  $\gamma = 1900 \text{ kg/mc}$  ed un angolo di attrito pari a  $27^\circ$ .

Il coefficiente di spinta del terreno sulle pareti di sponda è considerato del tipo "a riposo" in cui :

**$K_0$  : coefficiente di spinta a riposo =  $1 - \sin \phi$**

Lo scatolare rimane annegato nel terreno per una altezza di 1,95 m alla base e di 0,70 m circa in sommità. Di conseguenza si calcola la spinta statica agente sulle pareti esterne che avrà una distribuzione trapezoidale.

SPINTA TERRENO	
$\gamma$ terreno (kg/mc) =	1900
Angolo attrito ( $^\circ$ ) =	27
Angolo attrito (rad) =	0.471
$K_0$ =	0.546
$K_A$ =	0.376
$K_P$ =	2.662
$K_{AD}$ =	0.6443
H max (m) =	1.95
Spinta max t (kg/mq) =	2024
H interm (m) =	0.7
Spinta interm t (kg/mq) =	675

La spinta del terreno viene applicata mediante un carico di superficie; secondo le funzionalità del software tale tipologia di carico viene contemplata come massa sismica e mobilitata nelle combinazioni in presenza di sisma. In questo modo si genera una spinta sismica con valori cautelativamente superiori rispetto alla quantificazione (con sovraspinta) mediante le formulazioni di Mononobe-Okabe.

#### 4.10.2. Carico litostatico bordo platea

Si applica un carico litostatico verticale sul bordo esterno della platea dovuto alla presenza del terreno. L'altezza di del ricoprimento e quindi del terreno agente è sempre pari ad  $H = 1,95 \text{ m}$ .

CARICO LITOSTATICO BORDO PLATEA	
$\gamma$ terreno (kg/mc) =	1900
H terreno (m) =	1.95
Pressione litostatica (kg/cm <sup>2</sup> ) =	3705

#### 4.10.3. Pressione e spinta laterale pacchetto di ricoprimento

Si applica all'estradosso della soletta di copertura una pressione di ricoprimento dovuta al pacchetto superiore quantificato sempre sulla base cautelativa di una massa volumica pari a  $\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$ .

PRESSIONE RICOPRIMENTO	
$\gamma$ ricoprimento (kg/mc) =	1900
H ricoprimento (m) =	0.65
<b>G2k ricoprimento (kg/mq) =</b>	<b>1235</b>

Moltiplicando il valore di pressione del ricoprimento per il coefficiente di spinta a riposo si ricava l'entità del carico di spinta in direzione orizzontale agente sulle pareti laterali.

SPINTA LATERALE RICOPRIMENTO	
Spinta laterale g2k ric (kg/mq) =	<b>675</b>

#### 4.10.4. Azioni del traffico

Le azioni del traffico vengono alternativamente considerate come carico distribuito o come carico concentrato. Nel primo caso si applica un'azione di superficie pari a  $3000 \text{ kg/m}^2$  mentre nel secondo caso si considera un carico concentrato di  $6000 \text{ kg}$  su di un'impronta quadrata di lato  $60 \text{ cm}$ .

Si quantifica inoltre la spinta laterale generata dal traffico da applicare alle pareti verticali del manufatto moltiplicando il valore uniformemente distribuito per il coefficiente di spinta a riposo. Di seguito si esplicitano in tabella i valori.

CARICO TRAFFICO DISTRIBUITO	
Qk traffico (kg/mq) =	3000
SPINTA LATERALE TRAFFICO	
<b>Spinta laterale qk traffico (kg/mq) =</b>	<b>1639</b>

CARICO TRAFFICO CONCENTRATO	
Qk (kg)	6000
L1 (m) =	0.60
L2 (m) =	0.60
Superficie impronta (mq) =	0.360
<b>Pressione su impronta (kg/mq)</b>	<b>16667</b>

#### 4.10.5. Azioni della condotta

Le azioni della condotta si traducono nel sostanziale peso proprio della tubazione, definito in virtù della lunghezza di influenza rispetto alle forometrie che presentano le sedi per gli appoggi, e nella spinta dell'acqua contenuta determinata in funzione dell'angolo di inclinazione della tubazione.

CARICO PERMANENTE CONDOTTA	
Diametro esterno (m) =	0.77
Spessore (m) =	0.007
Diametro interno (m) =	0.763
Sezione (mq) =	0.034
$\gamma$ acciaio (kg/mc) =	7850
Lunghezza condotta (m) =	16
Massa condotta (kg) =	4232
N° selle =	2
Massa su sella (kg) =	2116

SPINTA ACQUA CONDOTTA	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Sezione acqua (mq) =	0.457
L condotta (m) =	16
Volume acqua (mc) =	7.312
Massa acqua (kg) =	7312
angolo inclinazione condotta ( $^{\circ}$ ) =	36
Spinta acqua orizzontale (kg) =	3476
N° selle =	2
<b>Spinta orizzontale su sella (kg) =</b>	<b>1738</b>

AZIONE VERTICALE ACQUA CONTENUTA IN CONDOTTA	
L condotta influente (m) =	10
Massa acqua (kg) =	4570
N° selle =	2
<b>Qk verticale acqua condotta su sella (kg) =</b>	<b>2285</b>

#### 4.10.6. Pressioni dell'acqua

L'acqua viene considerata, a livello statico, come pressione sul fondo della vasca e quindi applicata all'estradosso della platea nel caso in cui si registrasse l'innalzamento del livello idrometrico al massimo pari al livello TR200 PAI coincidente con la quota superiore della vasca.

Non si contemplano le spinte laterali in quanto le medesime, per la presenza di acqua su tutto l'intorno del manufatto, si contrastano e si annullano vicendevolmente.

Si applica esclusivamente la pressione di fondo di seguito determinata.

PRESSIONE ACQUA FONDO VASCA	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
H vasca int (m) =	4.46
<b>Pressione qk acqua fondo (kg/mq) =</b>	<b>4460</b>

#### 4.10.7. Spinta sismica dell'acqua

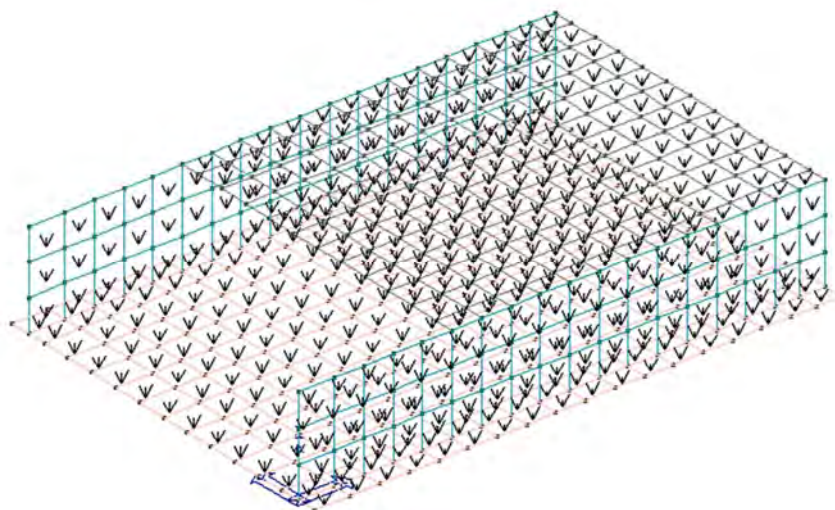
In combinazione sismica si comprende l'azione di spinta orizzontale generata dalla massa d'acqua, contenuta nella vasca, sulle pareti perimetrali con andamenti dall'interno verso l'interno.

Le azioni di spinta orizzontale vengono applicate come carichi di superficie e sono considerate distintamente, in diversi casi di carico, per ciascuna direzione di scuotimento sismico.

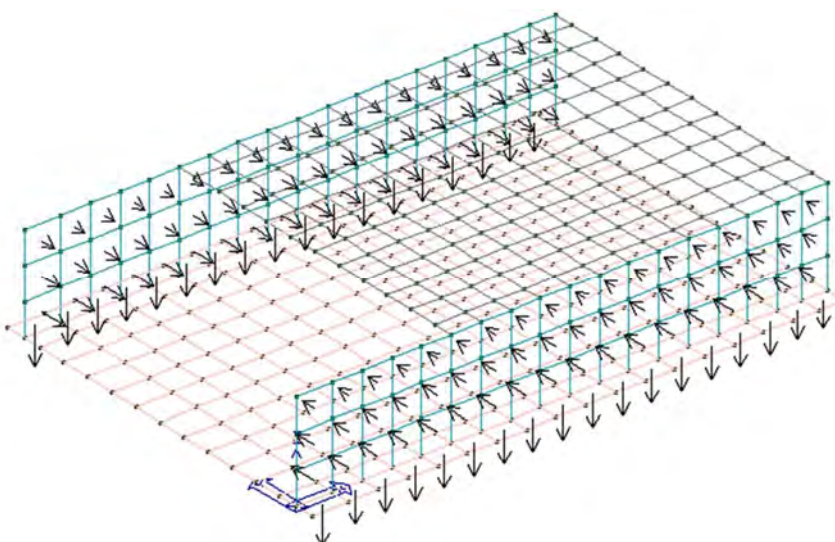
SPINTA SISMICA ACQUA - PARETI OVEST-EST	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Volume acqua (mc) =	76.66
W acqua (kg) =	76660
Sd(T) =	0.537
Fh totale = W * Sd(T) =	41166
L parete (m) =	5
H parete (m) =	4.46
Sup parete (mq) =	22.3
<b>Pressione sismica (kg/mq)</b>	<b>1846</b>

SPINTA SISMICA ACQUA - PARETE SUD	
$\gamma$ acqua (kg/mc) =	1000
Volume acqua (mc) =	76.66
W acqua (kg) =	76660
Sd(T) =	0.537
Fh totale = W * Sd(T) =	41166
L parete (m) =	3.715
H parete (m) =	4.46
Sup parete (mq) =	16.5689
<b>Pressione sismica (kg/mq)</b>	<b>2485</b>

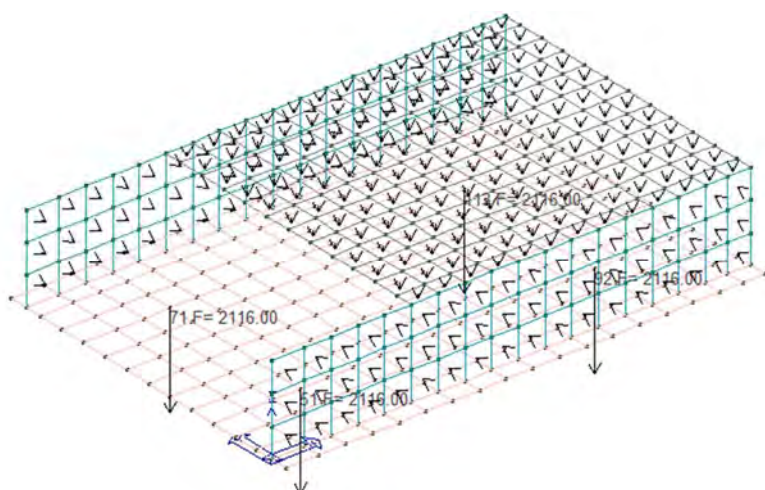
Di seguito si riportano le visualizzazioni delle azioni applicate nei diversi casi di carico



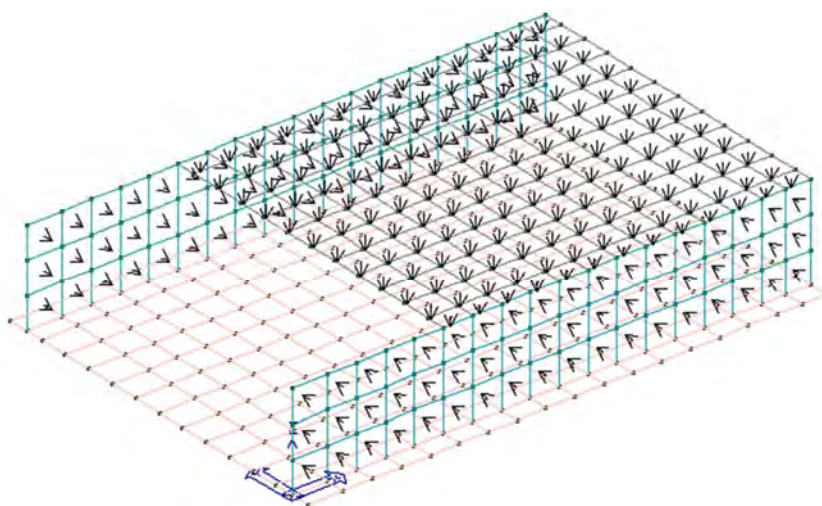
**Figura 63: Peso proprio della struttura**



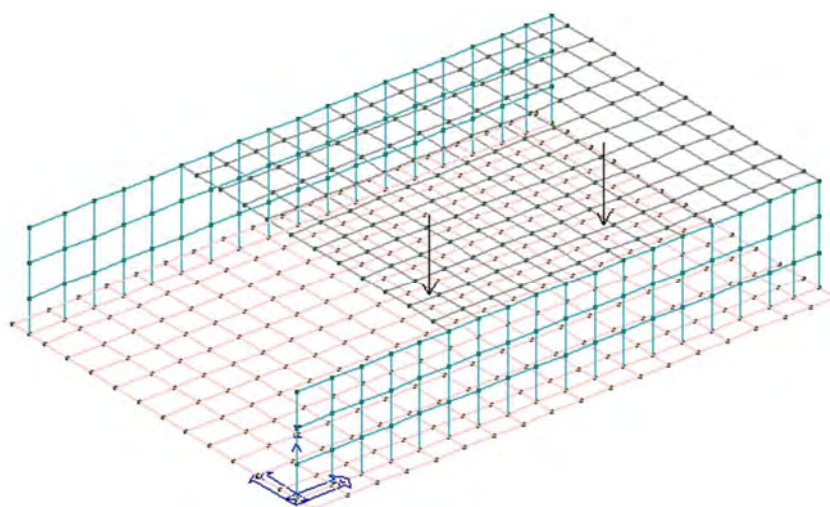
**Figura 64: Carico permanente spinta del terreno e pressione litostatica su bordi platea**



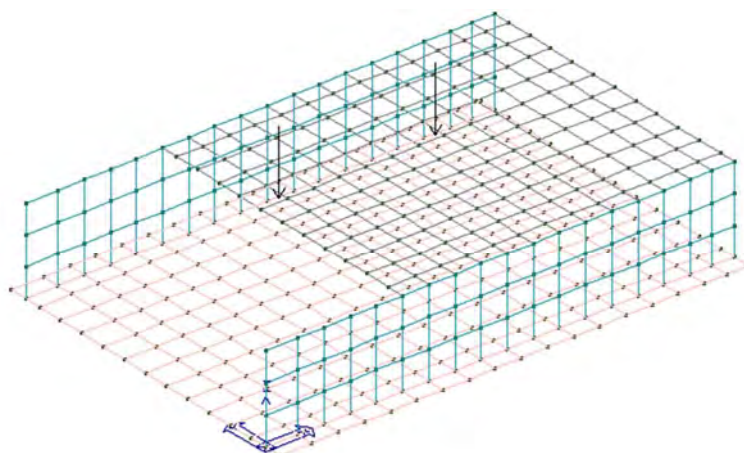
**Figura 65: Carico permanente condotta e ricoprimento strada (pressione e spinta laterale)**



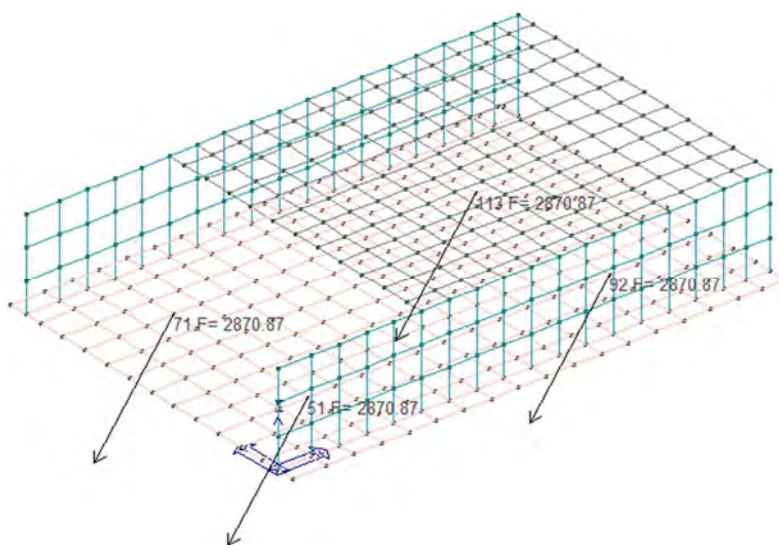
**Figura 66: Carico variabile traffico distribuito (pressione e spinta laterale)**



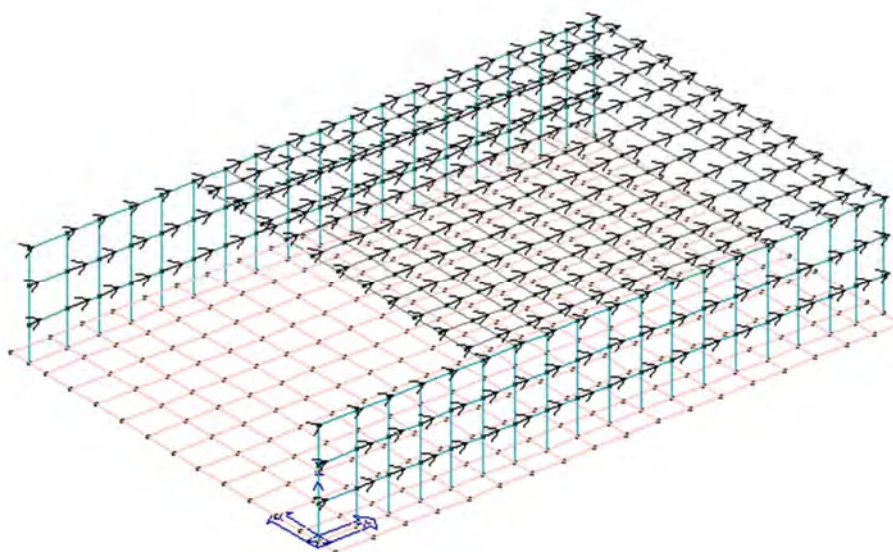
**Figura 67: Carico variabile traffico concentrato (caso 1: centrato)**



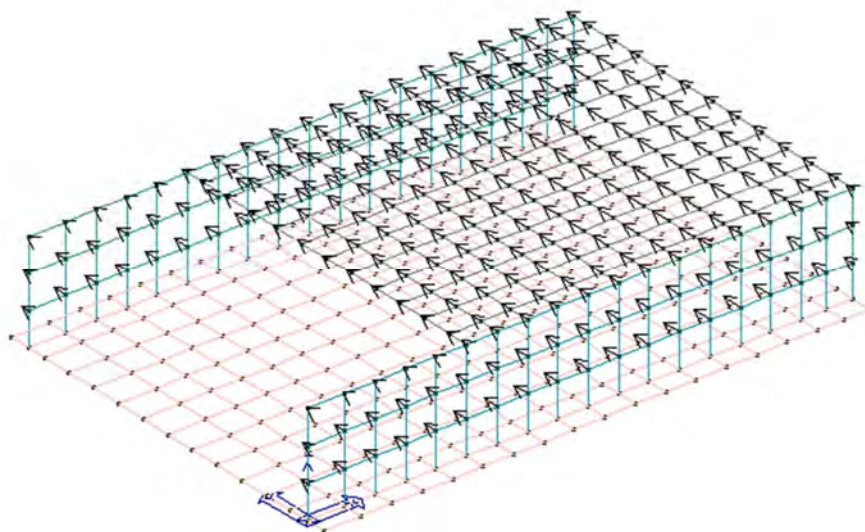
**Figura 68: Carico variabile traffico concentrato (caso 2: posizione laterale)**



**Figura 69: Caso di carico variabile condotta**



**Figura 70: Azioni sismiche ( $\alpha=0^\circ$ )**


**Figura 71: Azioni sismiche ( $\alpha=90^\circ$ )**

#### 4.11 Schematizzazione dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico. Sono previsti i seguenti 19 tipi di casi di carico:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 14 CDC=G1k (permanente spinta terreno)
			partecipazione:1.00 per 15 CDC=G2k (permanente n.c.d. condotta e ricoprimento)
			partecipazione:0.80 per 16 CDC=Qk (variabile traffico distribuito)
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
14	Gk	CDC=G1k (permanente spinta terreno)	Azioni applicate: D3 :da 373 a 426 Azione : Spinta terreno NORD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 427 a 480 Azione : Spinta terreno SUD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 481 a 516 Azione : Gk terreno bordo-QV:var x - Qz - Area
15	Gk	CDC=G2k (permanente n.c.d. condotta e ricoprimento)	Azioni applicate: Nodo: 51 Azione : Gk permanente condotta-CN:Fz=-2116.00 Nodo: 71 Azione : Gk permanente condotta-CN:Fz=-2116.00 Nodo: 92 Azione : Gk permanente condotta-CN:Fz=-2116.00 Nodo: 113 Azione : Gk permanente condotta-CN:Fz=-2116.00 D3 :da 217 a 372 Azione : Gk ricoprimento strada-QV:var x - Qz - Area D3 :da 373 a 426 Azione : G2k spinta laterale ricoprimento NORD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 427 a 480 Azione : G2k spinta laterale ricoprimento SUD-QV:var z - Qy - Area
16	Qk	CDC=Qk (variabile traffico distribuito)	Azioni applicate: D3 :da 217 a 372 Azione : Qk traffico-QV:var x - Qz - Area D3 :da 373 a 426 Azione : Sovraccarico traffico NORD-QV:var z - Qy - Area D3 :da 427 a 480 Azione : Sovraccarico traffico SUD-QV:var z - Qy - Area
17	Qk	CDC=Qk (variabile traffico concentrati 1)	Azioni applicate: D3 : 301 Azione : Qk traffico "concentrato"-QV:var x - Qz - Area D3 : 321 Azione : Qk traffico "concentrato"-QV:var x - Qz - Area
18	Qk	CDC=Qk (variabile traffico concentrati 2)	Azioni applicate: D3 : 222 Azione : Qk traffico "concentrato"-QV:var x - Qz - Area D3 : 281 Azione : Qk traffico "concentrato"-QV:var x - Qz - Area
19	Qk	CDC=Qk (variabile condotta)	Azioni applicate: Nodo: 51 Azione : Qk variabile condotta-CN:Fx=-1738.00 Fz=-2285.00 Nodo: 71 Azione : Qk variabile condotta-CN:Fx=-1738.00 Fz=-2285.00 Nodo: 92 Azione : Qk variabile condotta-CN:Fx=-1738.00 Fz=-2285.00 Nodo: 113 Azione : Qk variabile condotta-CN:Fx=-1738.00 Fz=-2285.00

## 4.12 Definizione delle combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

**Combinazione fondamentale** SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione caratteristica** (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione frequente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione quasi permanente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

**Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000 m$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000 m$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'**Approccio 1** si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'**Approccio 2** si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma G2$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma Qi$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

La struttura e' stata dimensionata secondo **approccio 2**, applicando le seguenti combinazioni:

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41	
42	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 78	
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 79	
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 80	
81	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 81	
82	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 82	
83	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 83	
84	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 84	
85	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 85	
86	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 86	
87	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 87	
88	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 88	
89	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 89	
90	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 90	
91	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 91	
92	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 92	
93	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 93	
94	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 94	
95	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 95	
96	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 96	
97	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 97	
98	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 98	
99	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 99	
100	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 100	
101	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 101	
102	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 102	
103	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 103	
104	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 104	
105	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 105	
106	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 106	
107	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 107	
108	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 108	
109	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 109	
110	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 110	
111	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 111	
112	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 112	
113	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 113	
114	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 114	
115	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 115	
116	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 116	
117	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 117	
118	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 118	
119	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 119	
120	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 120	
121	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 121	
122	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 122	
123	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 123	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
	1.50	0.0	0.0	0.0	1.50									
2	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.80	0.0	0.0	0.0	1.50									
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
	1.50	1.50	0.0	0.0	1.50									
4	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
5	0.80	1.50	0.0	0.0	1.50									
	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
	1.50	0.0	1.50	0.0	1.50									
6	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.80	0.0	1.50	0.0	1.50									
7	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30
	1.50	0.0	0.0	1.50	1.50									
8	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.80	0.0	0.0	1.50	1.50									
9	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
10	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
11	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
12	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
13	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
14	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
15	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
16	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
17	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
18	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
19	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
20	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
21	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
22	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
23	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
24	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
25	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
26	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
27	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
28	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
29	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
30	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
31	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
32	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
33	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
34	1.00	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
35	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
36	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
37	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
38	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
39	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
40	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
41	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
42	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
43	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
44	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
45	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
46	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
47	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
48	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
49	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
51	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
52	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
53	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
54	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
55	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
56	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
57	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
58	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
59	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
60	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
61	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
62	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
63	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
64	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
65	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
66	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
67	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
68	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
69	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
70	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
71	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
72	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
73	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
74	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
75	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
76	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
77	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
78	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
79	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
80	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
81	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
82	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
83	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
84	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
85	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
86	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
87	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
88	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
89	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
90	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
91	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
92	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
93	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
94	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
95	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
96	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
97	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
98	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
99	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
100	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
101	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
102	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
103	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									
104	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0									

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
105	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00									
106	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00									
107	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00									
108	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	1.00	1.00									
109	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.80									
110	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.90									
111	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.90	0.0	0.0	0.80									
112	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.80									
113	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.90									
114	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80									
115	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.90	0.0	0.80									
116	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.80	0.0	0.90									
117	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.80	0.80									
118	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.90	0.80									
119	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.80	0.90									
120	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.0	0.80									
121	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.80	0.0	0.0	0.80									
122	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80									
123	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	1.00	0.0	0.0	0.80	0.80									

#### 4.13 Azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)
- Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale
- Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale
- Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.
- Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.
- Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	10.063	45.055	
14270	10.026	45.035	3.681
14271	10.096	45.037	3.286
14049	10.094	45.087	4.256
14048	10.023	45.085	4.540

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	120.0	0.057	2.578	0.274
SLD	63.0	201.0	0.068	2.568	0.287
SLV	10.0	1898.0	0.139	2.614	0.323
SLC	5.0	2475.0	0.150	2.620	0.327

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.057	1.500	2.578	0.831	0.147	0.441	1.828
SLD	0.068	1.500	2.568	0.905	0.152	0.455	1.873
SLV	0.139	1.482	2.614	1.314	0.164	0.492	2.155
SLC	0.150	1.464	2.620	1.370	0.166	0.497	2.200

#### 4.13.1. Fattore di comportamento

Per la costruzione in esame è stato considerato un comportamento strutturale non dissipativo e pertanto viene utilizzato un fattore di comportamento **q = 1,0** agli SLV.

Anche agli SLD viene adottato un fattore di comportamento unitario  $q = 1,0$ .

## 4.14 Risultati delle analisi sismiche

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche. Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. **Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10. **Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna "Note", in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica. In particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa

Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/ry	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	-17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.428	0.412	0.537	0.36	4.33e-04	2.969e+04	35.7	0.73	8.81e-04	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.537	1.381e+04	16.6	0.17	2.06e-04	4.250e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.908	0.256	0.537	1.752e+04	21.1	0.01	1.32e-05	4.060e+04	48.8	0.0	0.0
4	7.263	0.138	0.484	974.98	1.2	1.805e+04	21.7	9.86	1.18e-02	0.0	0.0
5	9.069	0.110	0.429	1.627e+04	19.5	2.709e+04	32.5	42.09	5.06e-02	0.0	0.0
6	9.528	0.105	0.418	3.456e+04	41.5	8010.39	9.6	66.40	7.98e-02	0.0	0.0
7	29.326	0.034	0.275	13.04	1.57e-02	7.44e-03	8.94e-06	21.51	2.58e-02	0.0	0.0
8	32.269	0.031	0.268	3.77	4.53e-03	274.13	0.3	0.08	9.03e-05	0.0	0.0
9	33.642	0.030	0.266	73.68	8.85e-02	10.73	1.29e-02	2.45	2.94e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.87		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	g	g	g					
				daN	daN	daN					
1	2.428	0.412	0.537	0.71	8.48e-04	2.969e+04	35.7	1.81	2.18e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.537	1.381e+04	16.6	0.39	4.73e-04	4.250e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.908	0.256	0.537	1.752e+04	21.0	1.13	1.36e-03	4.060e+04	48.8	0.0	0.0
4	7.264	0.138	0.484	896.01	1.1	1.808e+04	21.7	10.04	1.21e-02	0.0	0.0
5	9.071	0.110	0.429	1.624e+04	19.5	2.701e+04	32.5	40.92	4.92e-02	0.0	0.0
6	9.521	0.105	0.418	3.468e+04	41.7	8056.62	9.7	67.44	8.10e-02	0.0	0.0
7	29.325	0.034	0.275	13.17	1.58e-02	0.03	3.78e-05	21.49	2.58e-02	0.0	0.0
8	32.268	0.031	0.268	4.97	5.98e-03	269.66	0.3	0.17	2.00e-04	0.0	0.0
9	33.661	0.030	0.266	72.38	8.70e-02	15.48	1.86e-02	2.37	2.85e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.87		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.413 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.423	0.413	0.537	0.01	1.47e-05	3.012e+04	36.2	1.18	1.42e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.537	1.377e+04	16.5	0.27	3.23e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.537	1.747e+04	21.0	0.24	2.83e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	6.933	0.144	0.498	0.33	3.94e-04	2.427e+04	29.2	1.54e-03	1.85e-06	0.0	0.0
5	9.341	0.107	0.422	5.191e+04	62.4	1.61	1.94e-03	112.03	0.1	0.0	0.0
6	9.821	0.102	0.412	1.74	2.09e-03	2.852e+04	34.3	5.05e-04	0.0	0.0	0.0
7	29.324	0.034	0.275	10.73	1.29e-02	0.05	5.79e-05	20.93	2.51e-02	0.0	0.0
8	33.270	0.030	0.266	79.31	9.53e-02	0.02	1.92e-05	1.73	2.08e-03	0.0	0.0
9	53.330	0.019	0.244	0.58	6.97e-04	11.36	1.36e-02	0.96	1.16e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.293e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.63		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.537 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.114 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	-26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.430	0.411	0.537	0.02	1.95e-05	2.945e+04	35.4	1.23	1.48e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.537	1.377e+04	16.5	0.27	3.28e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.537	1.747e+04	21.0	0.23	2.76e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	7.728	0.129	0.467	0.80	9.57e-04	1.103e+04	13.3	3.60e-04	0.0	0.0	0.0
5	8.755	0.114	0.437	0.25	3.00e-04	4.238e+04	50.9	7.00e-03	8.42e-06	0.0	0.0
6	9.341	0.107	0.422	5.191e+04	62.4	0.02	2.57e-05	111.86	0.1	0.0	0.0
7	29.093	0.034	0.275	11.89	1.43e-02	0.81	9.76e-04	22.36	2.69e-02	0.0	0.0
8	33.285	0.030	0.266	47.82	5.75e-02	79.58	9.56e-02	0.82	9.84e-04	0.0	0.0
9	34.292	0.029	0.265	30.14	3.62e-02	115.26	0.1	1.70	2.04e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.306e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.78		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	-17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.428	0.412	0.263	0.36	4.33e-04	2.969e+04	35.7	0.73
2	2.862	0.349	0.263	1.381e+04	16.6	0.17	2.06e-04	4.250e+04
3	3.908	0.256	0.263	1.752e+04	21.1	0.01	1.32e-05	4.060e+04
4	7.263	0.138	0.248	974.98	1.2	1.805e+04	21.7	9.86
5	9.069	0.110	0.219	1.627e+04	19.5	2.709e+04	32.5	42.09
6	9.528	0.105	0.213	3.456e+04	41.5	8010.39	9.6	66.40
7	29.326	0.034	0.138	13.04	1.57e-02	7.44e-03	8.94e-06	21.51
8	32.269	0.031	0.135	3.77	4.53e-03	274.13	0.3	0.08
9	33.642	0.030	0.134	73.68	8.85e-02	10.73	1.29e-02	2.45
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04
In percentuale				100.00		99.87		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.428	0.412	0.263	0.71	8.48e-04	2.969e+04	35.7	1.81
2	2.862	0.349	0.263	1.381e+04	16.6	0.39	4.73e-04	4.250e+04
3	3.908	0.256	0.263	1.752e+04	21.0	1.13	1.36e-03	4.060e+04
4	7.264	0.138	0.248	896.01	1.1	1.808e+04	21.7	10.04
5	9.071	0.110	0.219	1.624e+04	19.5	2.701e+04	32.5	40.92
6	9.521	0.105	0.213	3.468e+04	41.7	8056.62	9.7	67.44
7	29.325	0.034	0.138	13.17	1.58e-02	0.03	3.78e-05	21.49
8	32.268	0.031	0.135	4.97	5.98e-03	269.66	0.3	0.17
9	33.661	0.030	0.134	72.38	8.70e-02	15.48	1.86e-02	2.37
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04
In percentuale				100.00		99.87		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.413 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g		M efficace Y x % g		M efficace Z x % g		Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.423	0.413	0.263	0.01	1.47e-05	3.012e+04	36.2	1.18	1.42e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.263	1.377e+04	16.5	0.27	3.23e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.263	1.747e+04	21.0	0.24	2.83e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	6.933	0.144	0.255	0.33	3.94e-04	2.427e+04	29.2	1.54e-03	1.85e-06	0.0	0.0
5	9.341	0.107	0.215	5.191e+04	62.4	1.61	1.94e-03	112.03	0.1	0.0	0.0
6	9.821	0.102	0.210	1.74	2.09e-03	2.852e+04	34.3	5.05e-04	0.0	0.0	0.0
7	29.324	0.034	0.138	10.73	1.29e-02	0.05	5.79e-05	20.93	2.51e-02	0.0	0.0
8	33.270	0.030	0.134	79.31	9.53e-02	0.02	1.92e-05	1.73	2.08e-03	0.0	0.0
9	53.330	0.019	0.122	0.58	6.97e-04	11.36	1.36e-02	0.96	1.16e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.293e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.63		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.114 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	-26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spetttrale	M efficace X x % g		M efficace Y x % g		M efficace Z x % g		Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.430	0.411	0.263	0.02	1.95e-05	2.945e+04	35.4	1.23	1.48e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.263	1.377e+04	16.5	0.27	3.28e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.263	1.747e+04	21.0	0.23	2.76e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	7.728	0.129	0.239	0.80	9.57e-04	1.103e+04	13.3	3.60e-04	0.0	0.0	0.0
5	8.755	0.114	0.223	0.25	3.00e-04	4.238e+04	50.9	7.00e-03	8.42e-06	0.0	0.0
6	9.341	0.107	0.215	5.191e+04	62.4	0.02	2.57e-05	111.86	0.1	0.0	0.0
7	29.093	0.034	0.139	11.89	1.43e-02	0.81	9.76e-04	22.36	2.69e-02	0.0	0.0
8	33.285	0.030	0.134	47.82	5.75e-02	79.58	9.56e-02	0.82	9.84e-04	0.0	0.0
9	34.292	0.029	0.133	30.14	3.62e-02	115.26	0.1	1.70	2.04e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.306e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.78		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	-17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	-17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	g	g	g					
1	2.428	0.412	0.220	0.36	4.33e-04	2.969e+04	35.7	0.73	8.81e-04	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.220	1.381e+04	16.6	0.17	2.06e-04	4.250e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.908	0.256	0.220	1.752e+04	21.1	0.01	1.32e-05	4.060e+04	48.8	0.0	0.0
4	7.263	0.138	0.212	974.98	1.2	1.805e+04	21.7	9.86	1.18e-02	0.0	0.0
5	9.069	0.110	0.187	1.627e+04	19.5	2.709e+04	32.5	42.09	5.06e-02	0.0	0.0
6	9.528	0.105	0.182	3.456e+04	41.5	8010.39	9.6	66.40	7.98e-02	0.0	0.0
7	29.326	0.034	0.117	13.04	1.57e-02	7.44e-03	8.94e-06	21.51	2.58e-02	0.0	0.0
8	32.269	0.031	0.114	3.77	4.53e-03	274.13	0.3	0.08	9.03e-05	0.0	0.0
9	33.642	0.030	0.113	73.68	8.85e-02	10.73	1.29e-02	2.45	2.94e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.87		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.105 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	0.0	17.00	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	0.0	17.00	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.428	0.412	0.220	0.71	8.48e-04	2.969e+04	35.7	1.81	2.18e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.220	1.381e+04	16.6	0.39	4.73e-04	4.250e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.908	0.256	0.220	1.752e+04	21.0	1.13	1.36e-03	4.060e+04	48.8	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	%	M efficace Y x % g	%	M efficace Z x % g	%	Energia	Energia x v
4	7.264	0.138	0.212	896.01	1.1	1.808e+04	21.7	10.04	1.21e-02	0.0	0.0
5	9.071	0.110	0.187	1.624e+04	19.5	2.701e+04	32.5	40.92	4.92e-02	0.0	0.0
6	9.521	0.105	0.182	3.468e+04	41.7	8056.62	9.7	67.44	8.10e-02	0.0	0.0
7	29.325	0.034	0.117	13.17	1.58e-02	0.03	3.78e-05	21.49	2.58e-02	0.0	0.0
8	32.268	0.031	0.114	4.97	5.98e-03	269.66	0.3	0.17	2.00e-04	0.0	0.0
9	33.661	0.030	0.113	72.38	8.70e-02	15.48	1.86e-02	2.37	2.85e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.313e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.87		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.413 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	%	M efficace Y x % g	%	M efficace Z x % g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.423	0.413	0.220	0.01	1.47e-05	3.012e+04	36.2	1.18	1.42e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.220	1.377e+04	16.5	0.27	3.23e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.220	1.747e+04	21.0	0.24	2.83e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	6.933	0.144	0.218	0.33	3.94e-04	2.427e+04	29.2	1.54e-03	1.85e-06	0.0	0.0
5	9.341	0.107	0.184	5.191e+04	62.4	1.61	1.94e-03	112.03	0.1	0.0	0.0
6	9.821	0.102	0.179	1.74	2.09e-03	2.852e+04	34.3	5.05e-04	0.0	0.0	0.0
7	29.324	0.034	0.117	10.73	1.29e-02	0.05	5.79e-05	20.93	2.51e-02	0.0	0.0
8	33.270	0.030	0.113	79.31	9.53e-02	0.02	1.92e-05	1.73	2.08e-03	0.0	0.0
9	53.330	0.019	0.103	0.58	6.97e-04	11.36	1.36e-02	0.96	1.16e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.293e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.63		100.00			

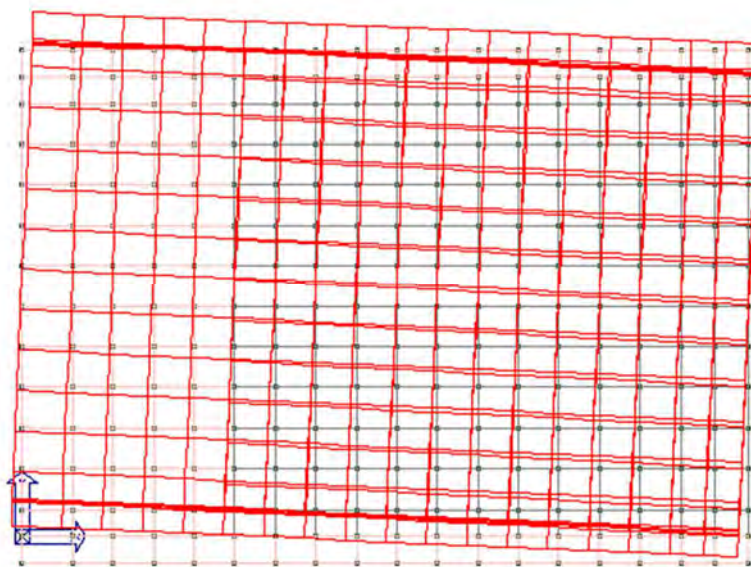
CDC	Tipo	Sigla Id	Note
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.114 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
98.50	5.954e+04	340.99	169.92	-26.88	0.0	268.75	170.00	1.160	0.016	4.4270e-04
65.67	1.107e+04	268.75	169.19	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.005
32.83	1.263e+04	268.75	169.29	-26.88	0.0	268.75	170.00	0.857	0.0	0.004
Risulta	8.324e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g		M efficace Y x % g		M efficace Z x % g		Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.430	0.411	0.220	0.02	1.95e-05	2.945e+04	35.4	1.23	1.48e-03	0.0	0.0
2	2.862	0.349	0.220	1.377e+04	16.5	0.27	3.28e-04	4.254e+04	51.1	0.0	0.0
3	3.909	0.256	0.220	1.747e+04	21.0	0.23	2.76e-04	4.056e+04	48.7	0.0	0.0
4	7.728	0.129	0.204	0.80	9.57e-04	1.103e+04	13.3	3.60e-04	0.0	0.0	0.0
5	8.755	0.114	0.190	0.25	3.00e-04	4.238e+04	50.9	7.00e-03	8.42e-06	0.0	0.0
6	9.341	0.107	0.184	5.191e+04	62.4	0.02	2.57e-05	111.86	0.1	0.0	0.0
7	29.093	0.034	0.117	11.89	1.43e-02	0.81	9.76e-04	22.36	2.69e-02	0.0	0.0
8	33.285	0.030	0.113	47.82	5.75e-02	79.58	9.56e-02	0.82	9.84e-04	0.0	0.0
9	34.292	0.029	0.112	30.14	3.62e-02	115.26	0.1	1.70	2.04e-03	0.0	0.0
Risulta				8.324e+04		8.306e+04		8.324e+04			
In percentuale				100.00		99.78		100.00			

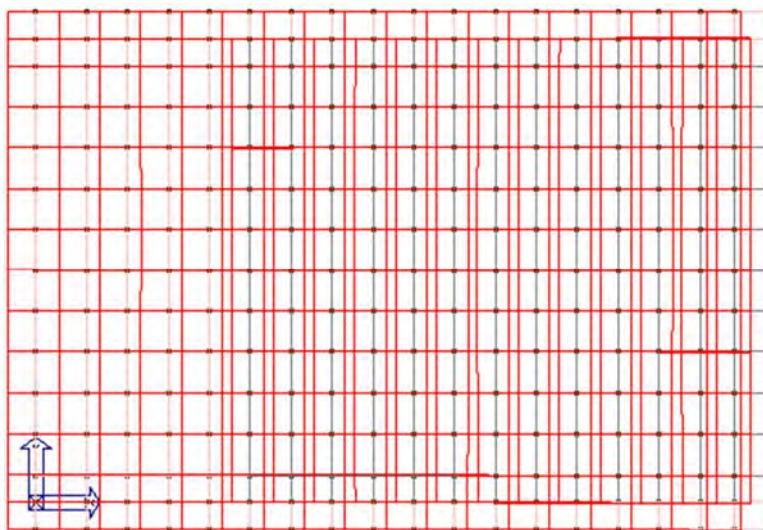
Di seguito vengono riportati i grafici relativi alla struttura indeformata e deformata in corrispondenza dei modi di vibrare più significativi.

**Deformata + Indeformata Modo 5, Frequenza = 8,76 Hz, T = 0,11 s, M ecc. Y = 50,9% (Caso Dyn 5,  $\alpha=90$ , ecc.-)**



**Figura 72: Struttura deformata CDC 5 Modo 5**

**Deformata + Indeformata Modo 5 , Frequenza = 9,34 Hz, T = 0,11 s, M ecc. X = 62,4% (Caso Dyn 4,  $\alpha=90$ , ecc.+)**

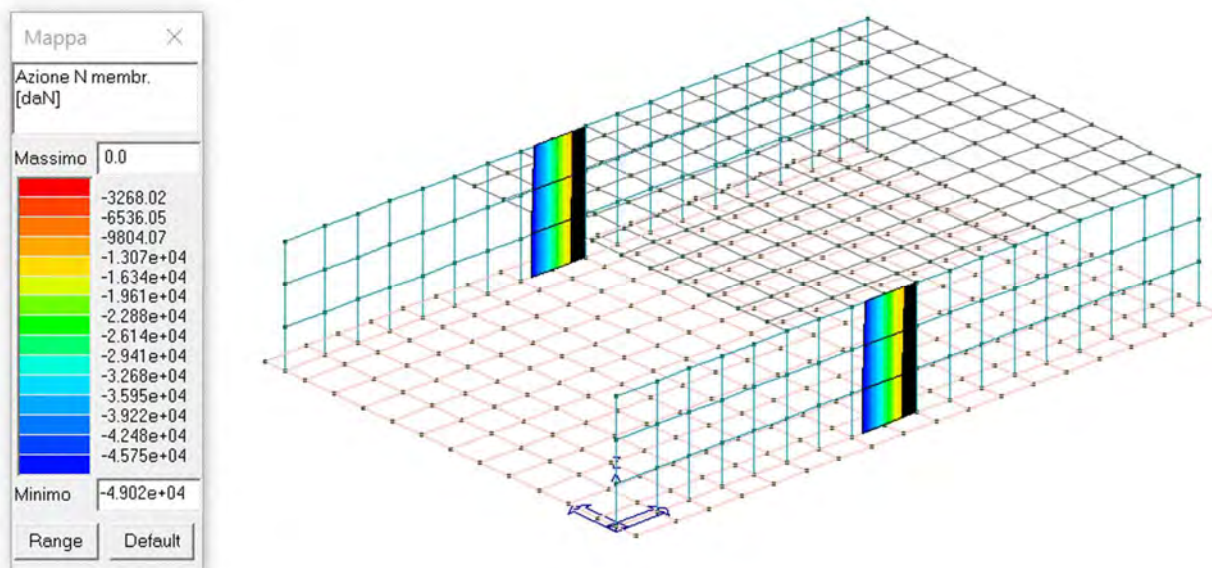


**Figura 73: Struttura deformata CDC 4 Modo 5**

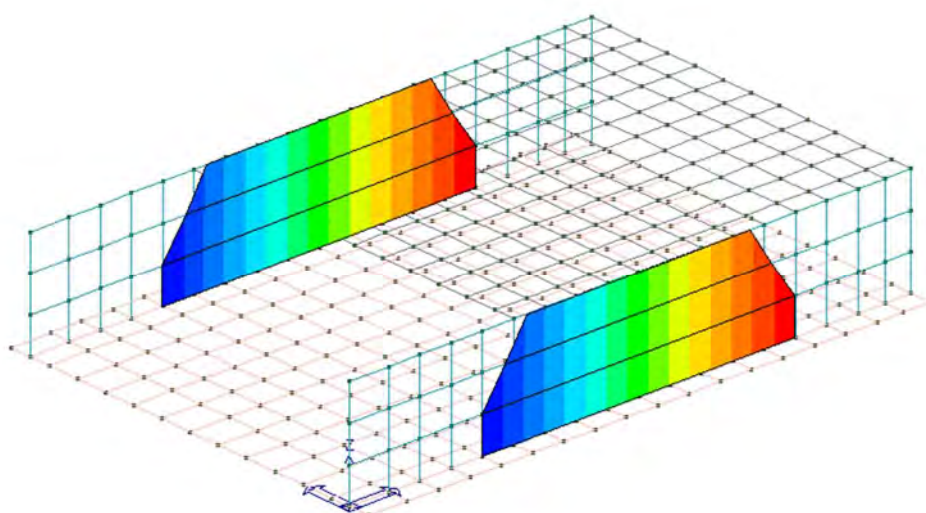
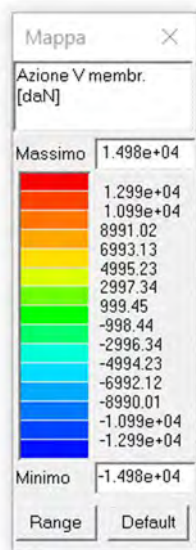
## 4.15 Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative

Nelle immagini riportate di seguito si restituiscono gli involuppi delle sollecitazioni maggiormente significative per gli elementi in calcestruzzo armato parete e le tensioni massime totali negli elementi piastra.

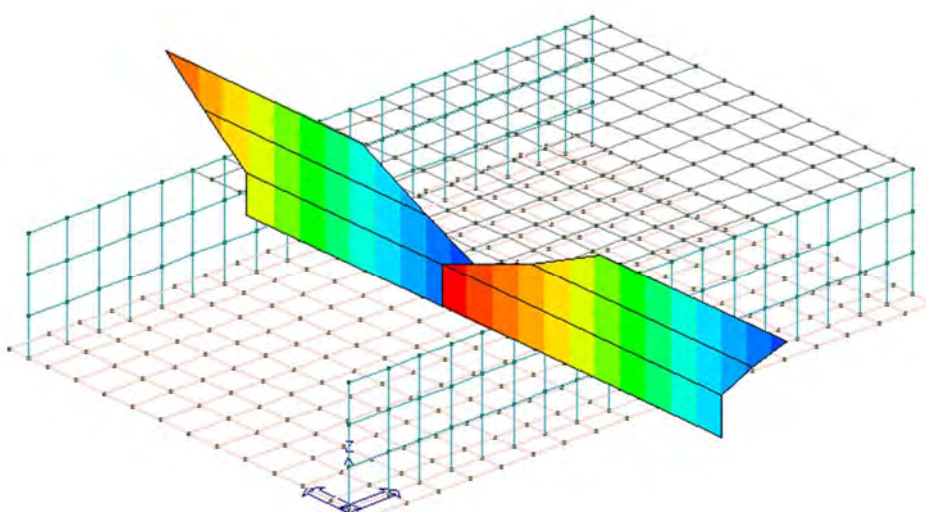
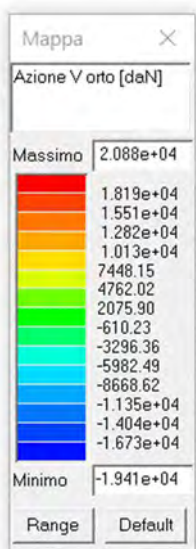
### 4.15.1. Pareti in calcestruzzo armato



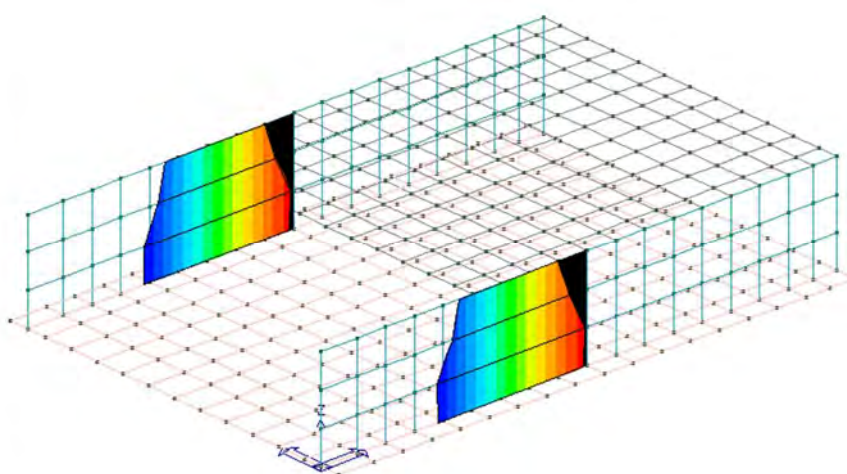
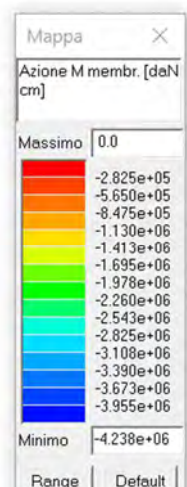
**Figura 74: Involuppo sforzo normale (daN)**



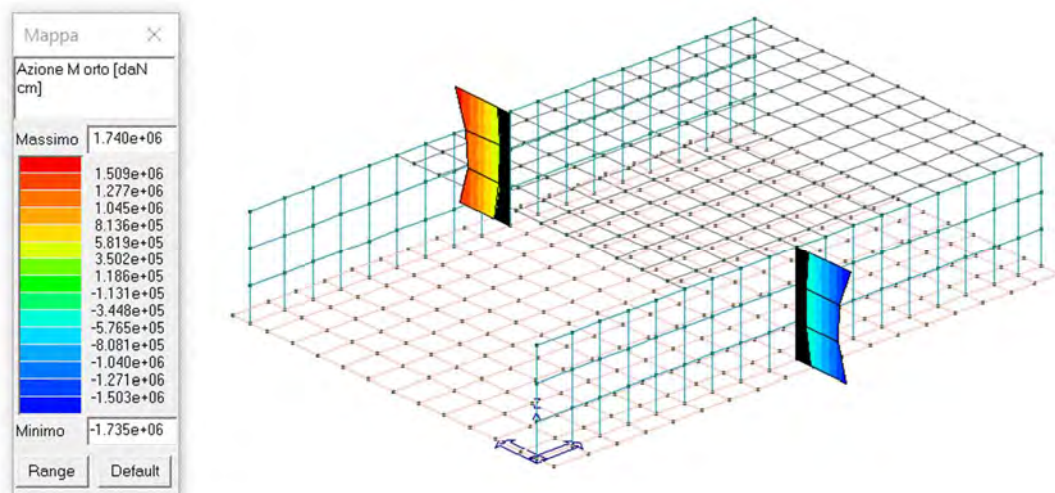
**Figura 75: Involuppo Azione V membranale (daN)**



**Figura 76: Involuppo Azione V ortogonale (daN)**

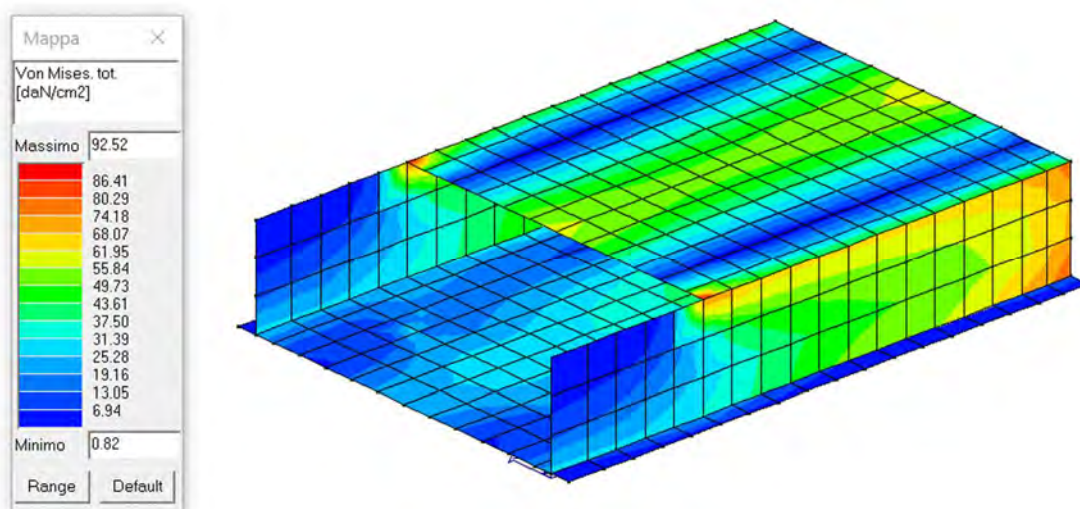


**Figura 77: Involuppo Momento membranale (daN cm)**

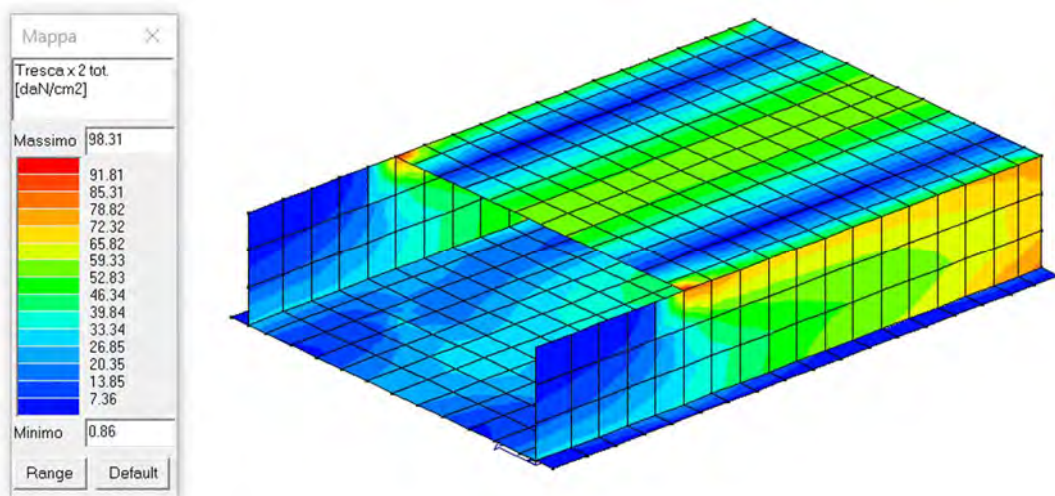


**Figura 78: Involuppo Momento ortogonale (daN cm)**

#### 4.15.2. Piastre in calcestruzzo armato



**Figura 79: Tensioni totali Von Mises (daN/cm²)**



**Figura 80: Tensioni Tresca (daN/cm²)**

## 4.16 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi portanti costituenti la struttura oggetto di analisi e verifica che nel caso in esame risultano tutte soddisfatte in quanto il rapporto tra azione sollecitante e resistente è inferiore o pari all'unità.

### 4.16.1. Piastre in cemento armato

Verifica  $N / M$

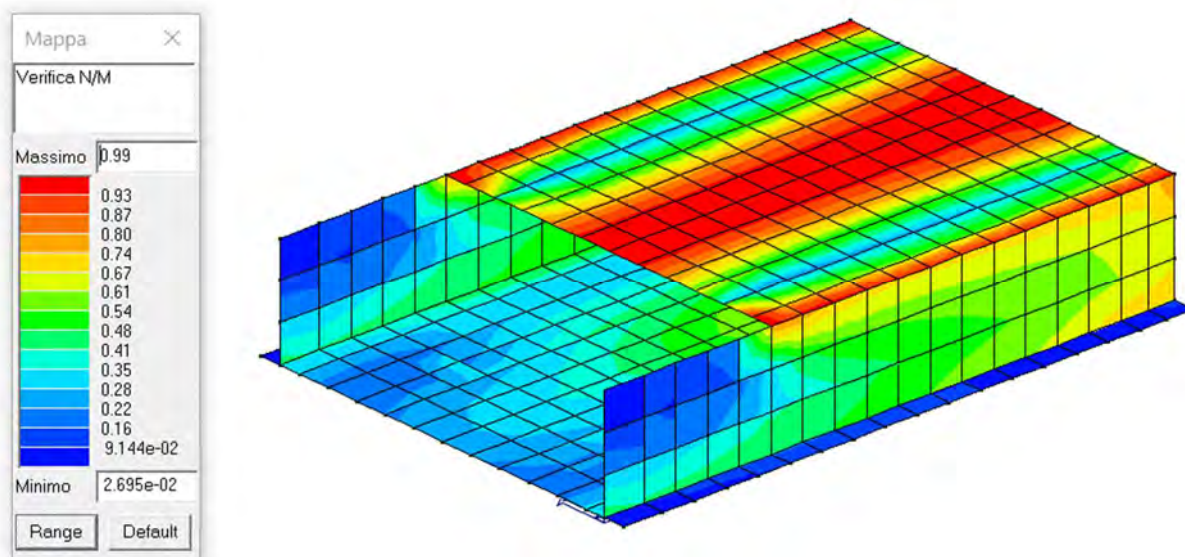


Figura 81: Verifica  $N/M$

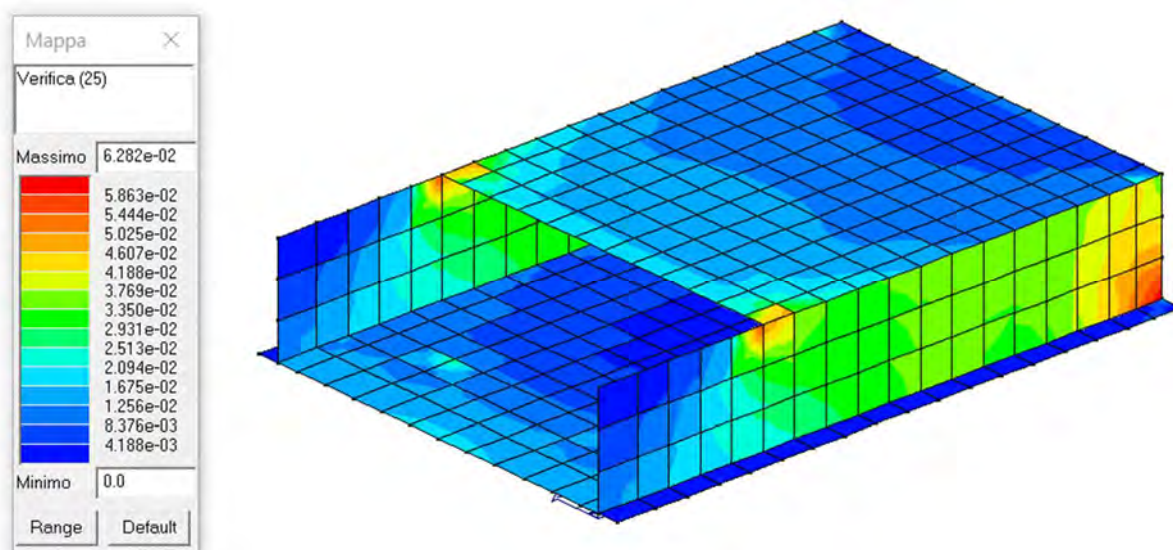
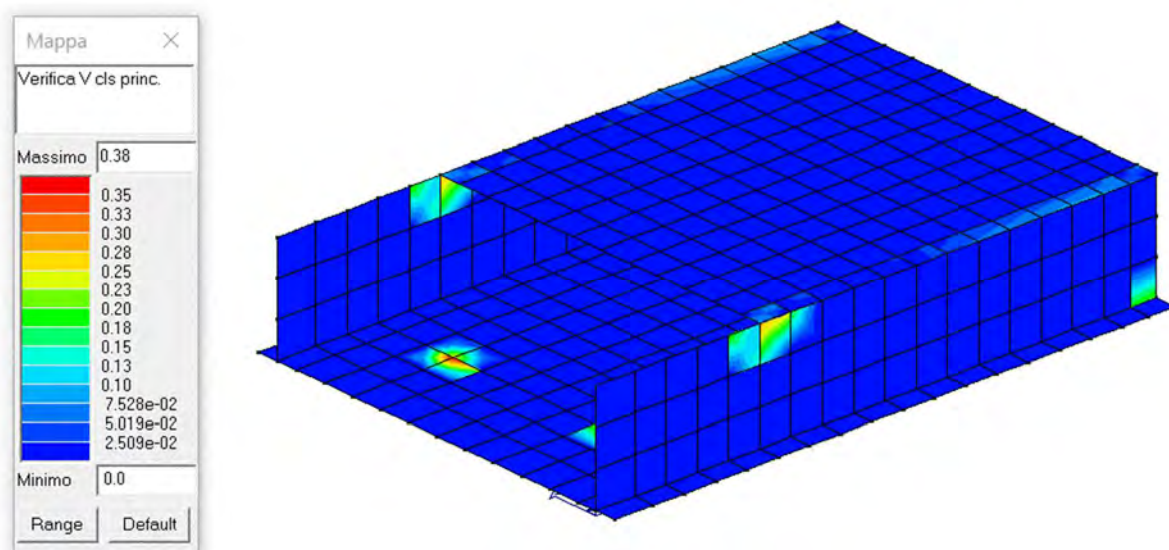
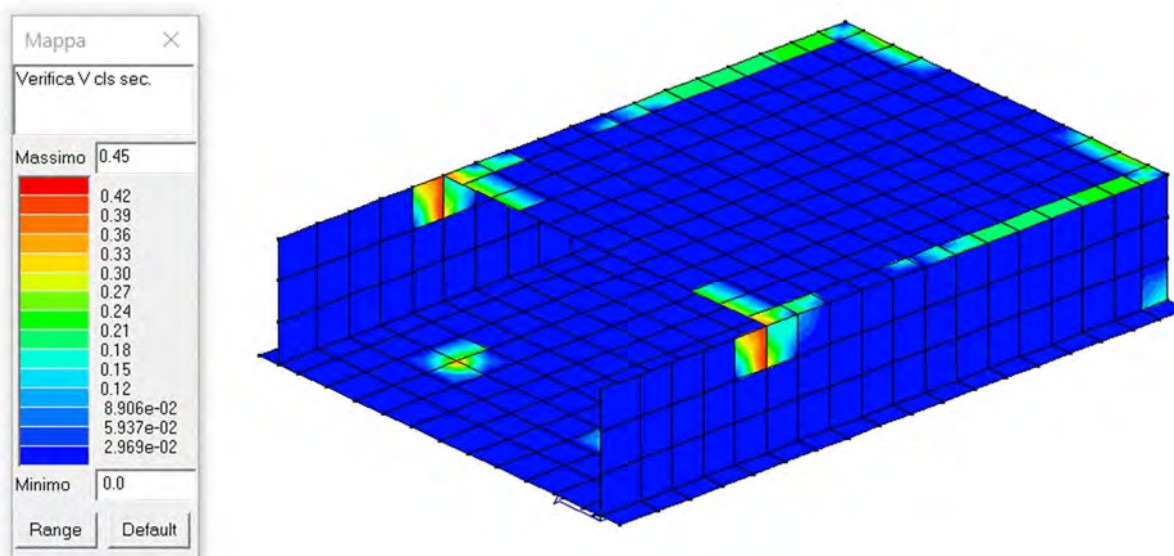


Figura 82: Verifica  $N (25)$

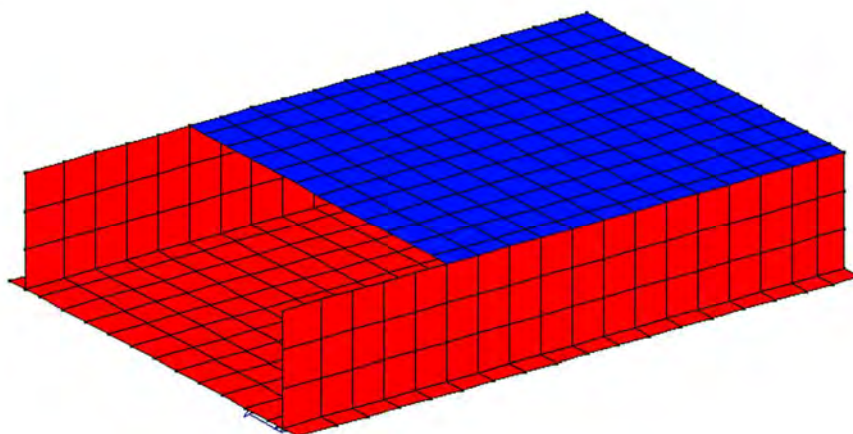
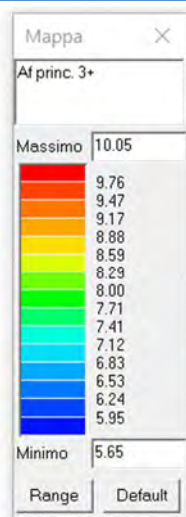


**Figura 83: Verifica V cls principale**

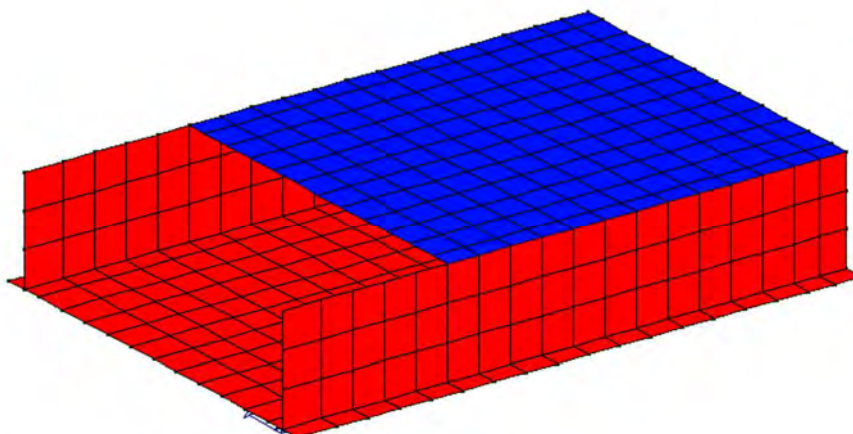
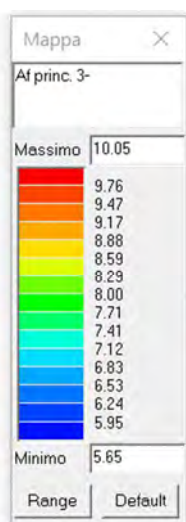


**Figura 84: Verifica V cls secondaria**

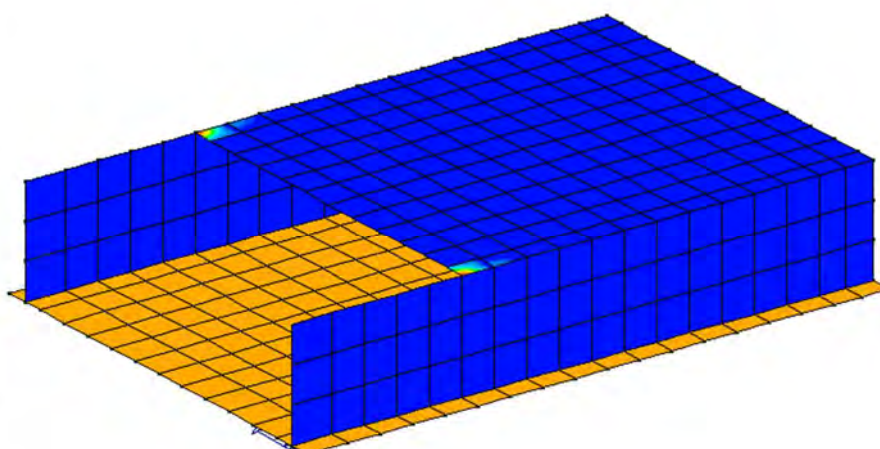
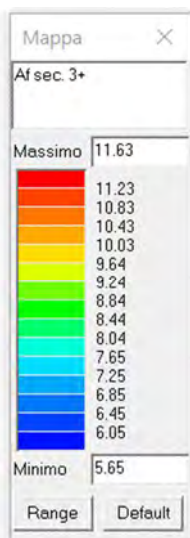
Di seguito si riportano i diagrammi di armatura delle piastre in cemento armato (Platea e pareti). Il programma di calcolo, che svolge verifiche nodali, riscontra taluni stati tensionali molto elevati nei nodi appartenenti agli spigoli ed alle zone d'angolo denunciando richieste di armature molto elevate in dette zone puntuali. Tali valori, vengono trascurati ai fini della disposizione dei ferri di armatura per la quale si fa riferimento al valore medio esteso a tutta la superficie dell'elemento in esame.



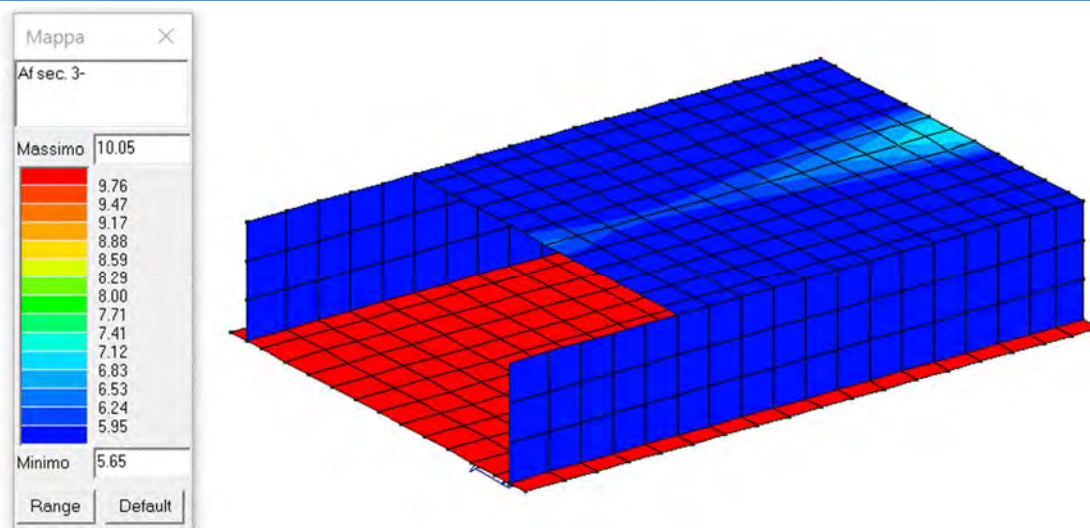
**Figura 85: Diagramma armature principali lato +**



**Figura 86: Diagramma armature principali lato -**



**Figura 87: Diagramma armature secondarie lato -**



**Figura 88: Diagramma armature secondarie lato -**

## 4.17 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

All'interno della relazione di calcolo scaturita da PRO SAP sono riportate tutte le verifiche effettuate secondo le prescrizioni normative per gli stati limite di esercizio relativamente agli elementi in cemento armato. Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi strutturali in calcestruzzo armato.

### 4.17.1. Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a.

#### Paragrafo 4.1.2.2.4 NTC 2018

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

**Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

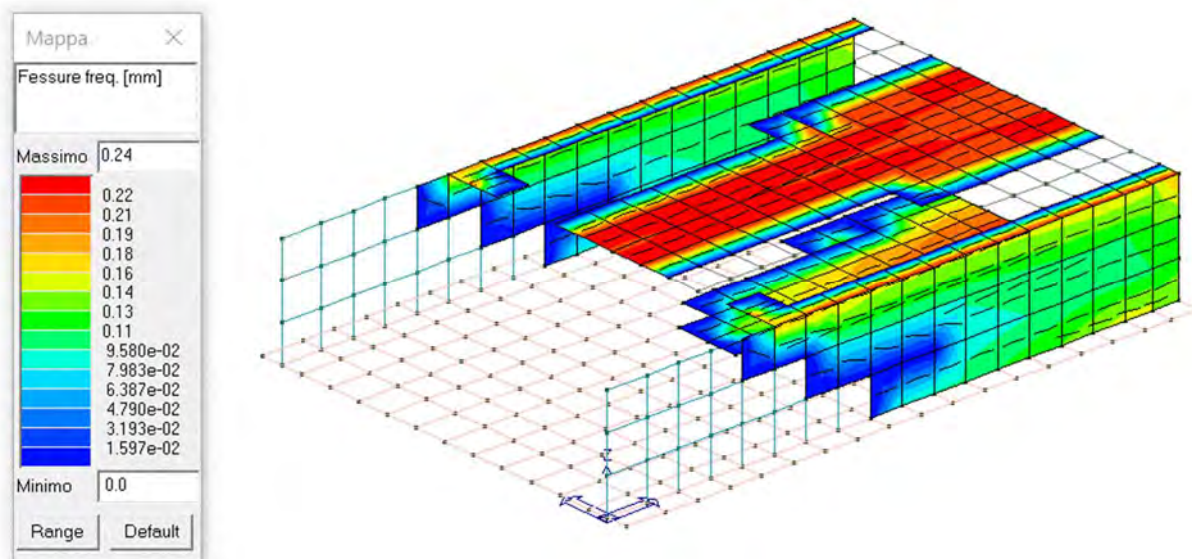
Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$ , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Nel caso in esame ci si trova nel caso di condizioni ordinarie e armatura poco sensibile alla corrosione.

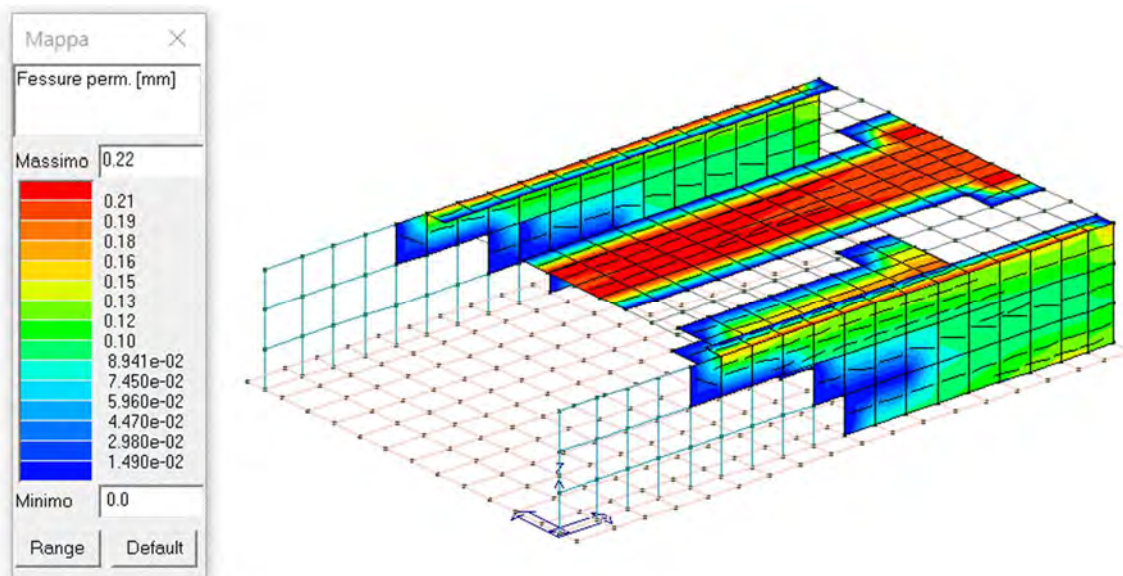
#### 4.17.1.1 Fessurazione piastre in c.a.

Fessurazione condizione frequente -  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$



**Figura 89: Fessurazione condizione frequente**

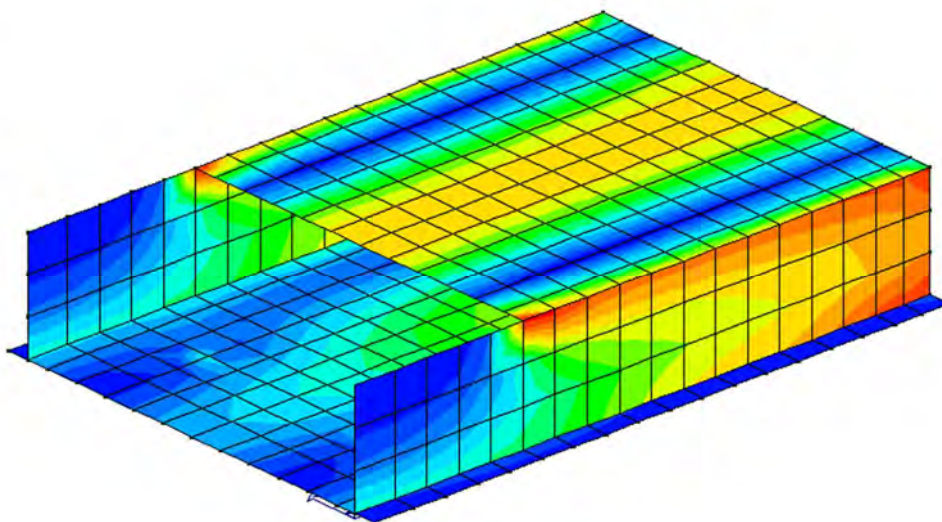
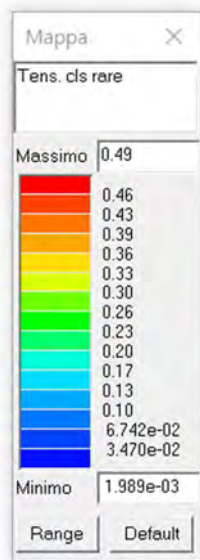
Fessurazione quasi permanente -  $w_d \leq w_3 = 0,3 \text{ mm}$



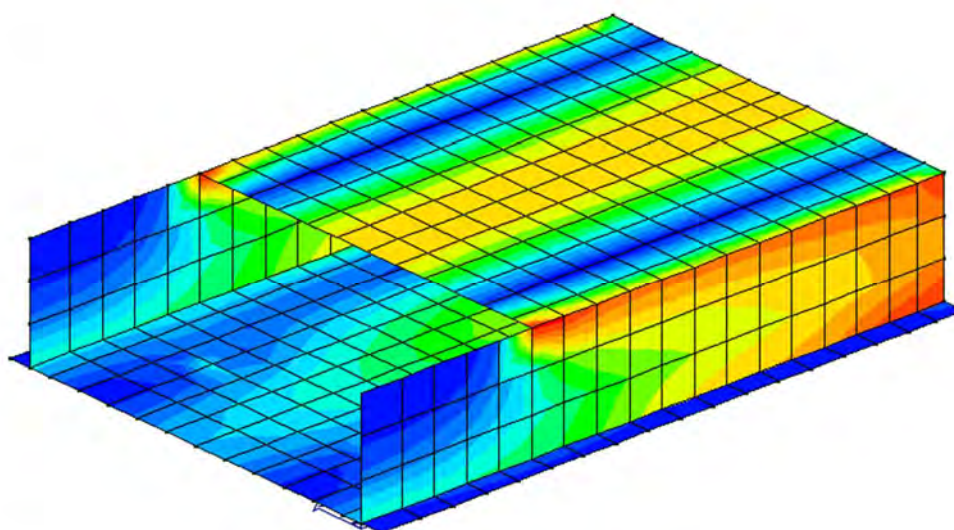
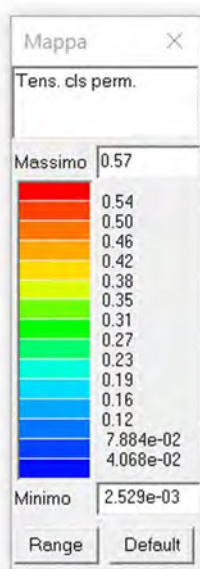
**Figura 90: Fessurazione condizione permanente**

#### 4.1.7.2. Verifica delle tensioni in esercizio

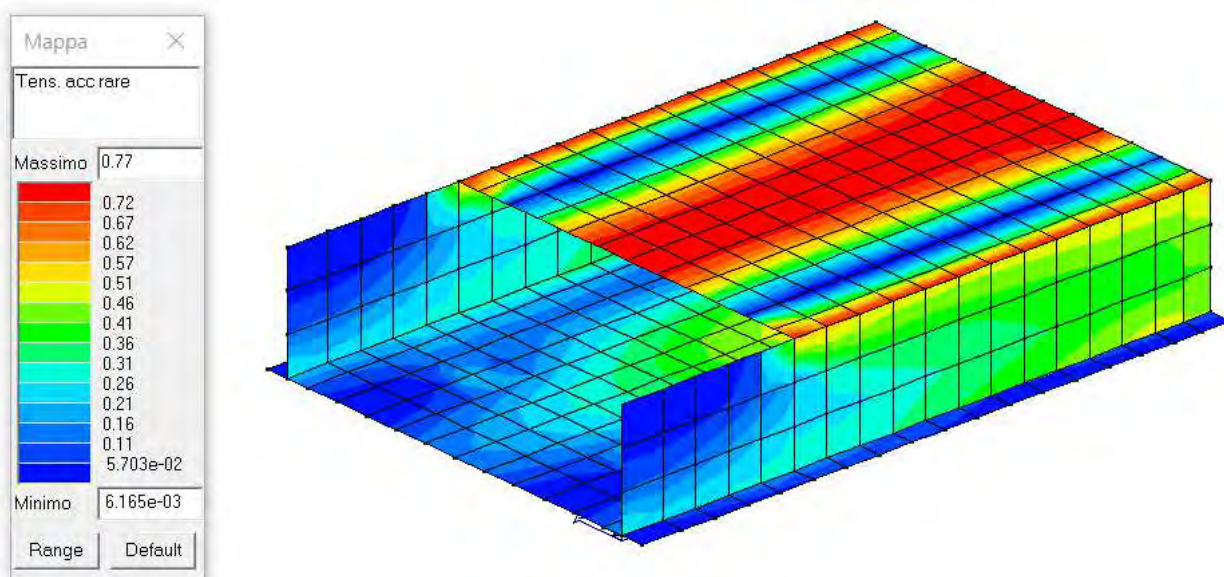
Dai grafici adimensionali riportati di seguito si evince come i limiti imposti da normativa (Paragrafo 4.1.2.2.5 NTC 2018) risultino soddisfatti in quanto il rapporto tra tensione agente e tensione limite risulta inferiore all'unità.



**Figura 91: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Rare**



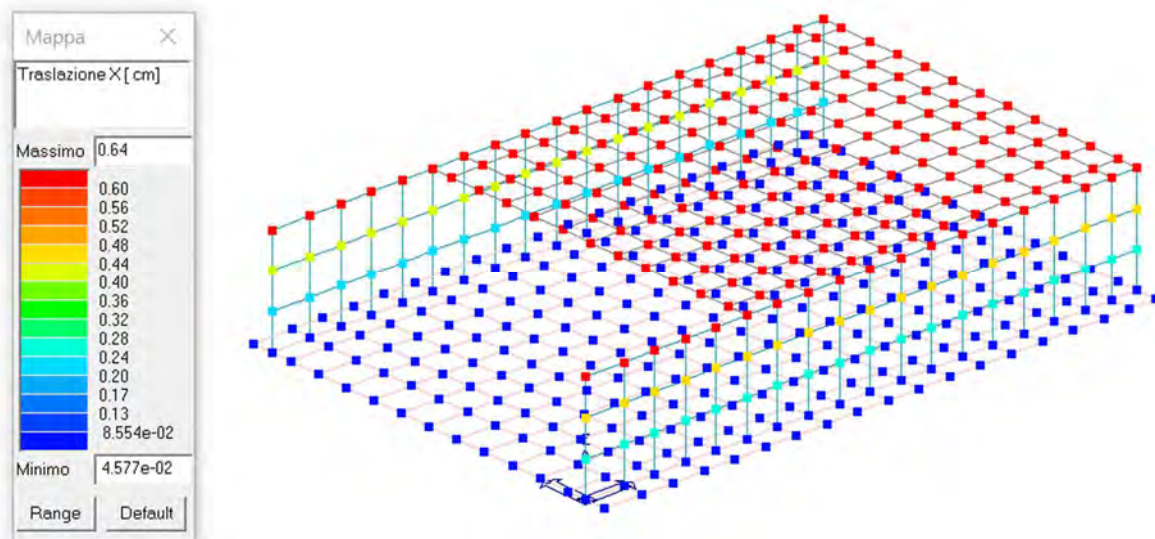
**Figura 92: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Permanenti**



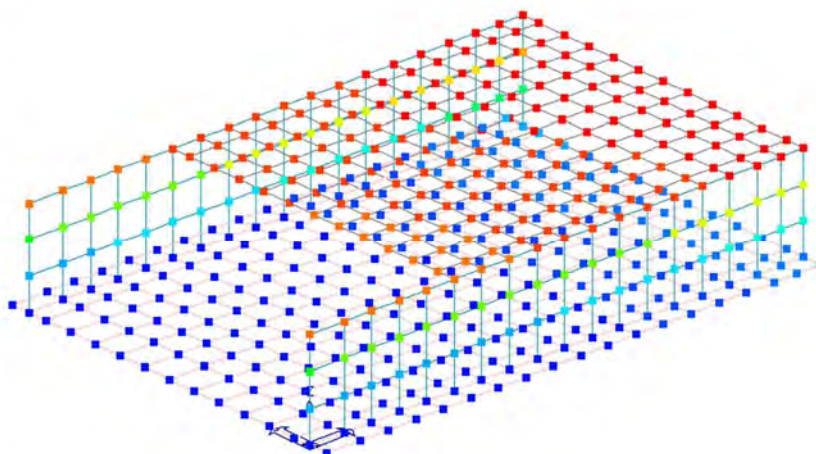
**Figura 93: Tensione nell'acciaio in condizioni Rare**

#### 4.17.3. Verifiche di rigidezza agli SLE

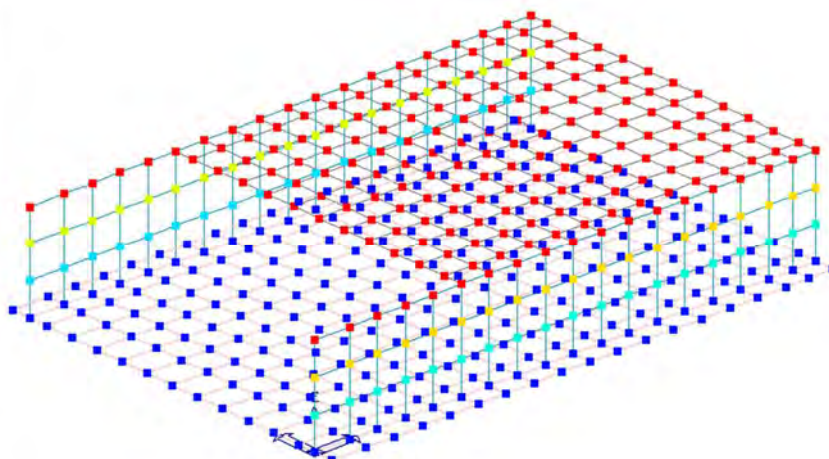
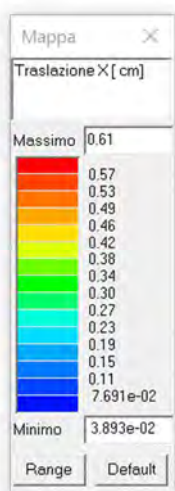
Di seguito si riportano i diagrammi delle traslazioni massime in direzione X e Y cui le diverse parti della struttura si trovano ad essere soggette nelle condizioni relative allo Stato Limite di Danno SLD e Stato Limite di Operatività SLO.



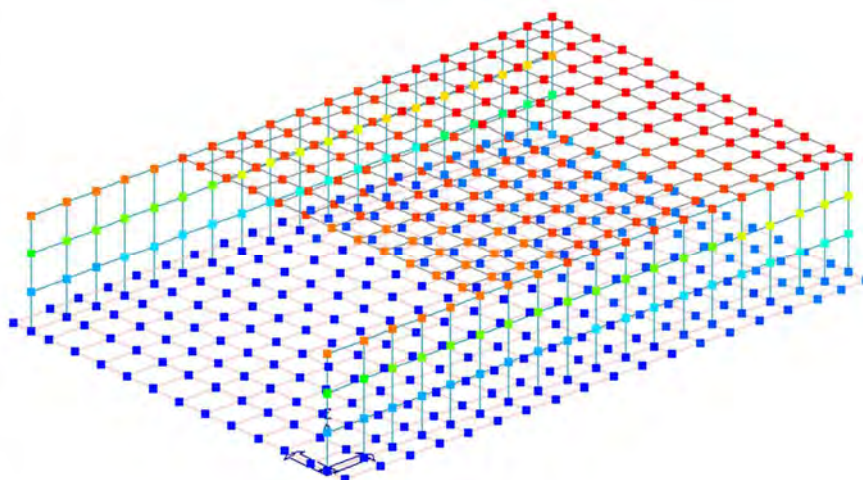
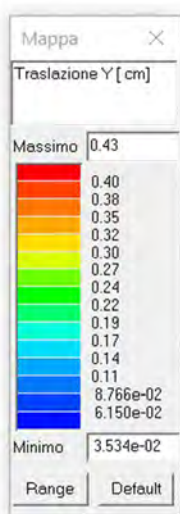
**Figura 94: Traslazione x massima – Comb. SLD**



**Figura 95: Traslazione y massima – Comb. SLD**



**Figura 96: Traslazione x massima – Comb. SLO**



**Figura 97: Traslazione y massima – Comb. SLO**

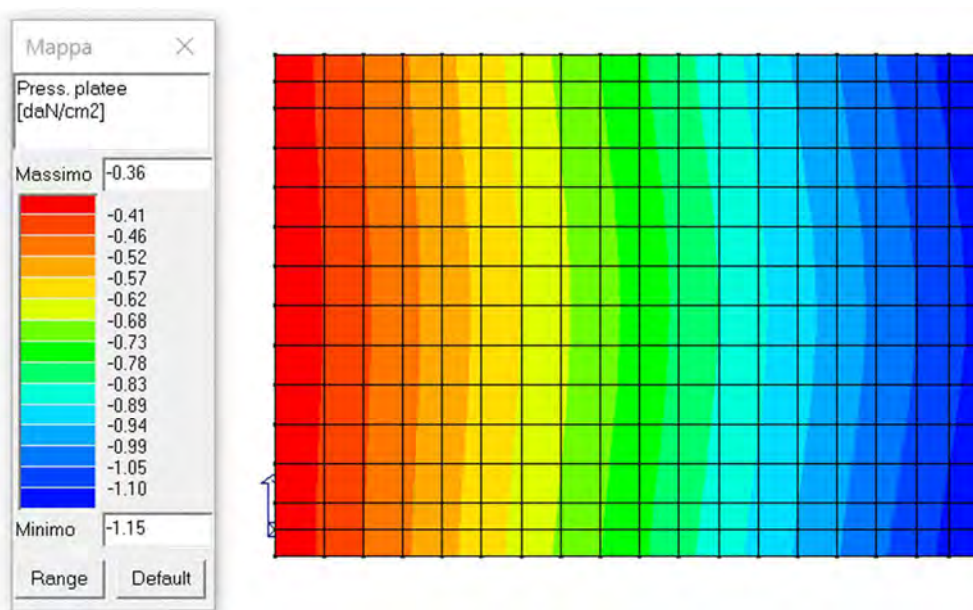
Occorre specificare che la spinta dell'acqua è stata determinata calcolando una pseudo-accelerazione afferente agli SLV. Le spinte sismiche dell'acqua applicate agli SLV sono pertanto le medesime rispetto a quelle applicate agli SLD ed agli SLO. Risulta quindi evidente che gli spostamenti che scaturiscono derivano da ipotesi iniziali altamente cautelative.

#### 4.18 Risultati verifiche geotecniche

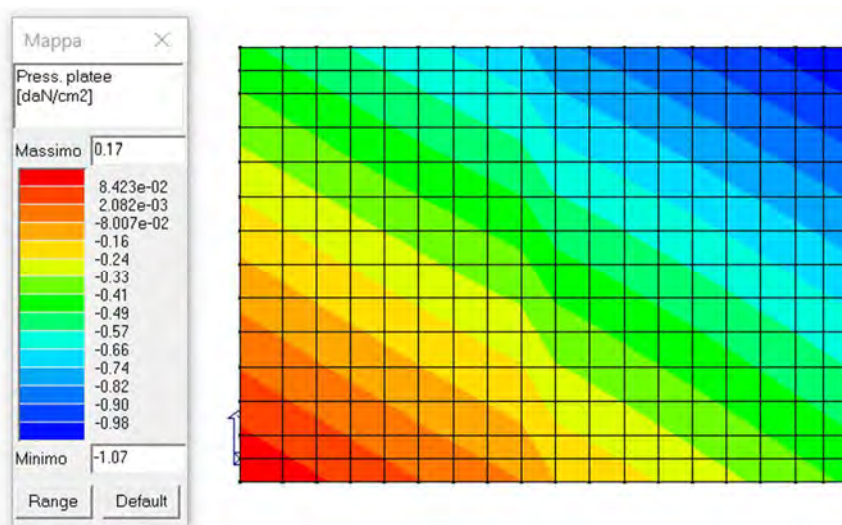
Le verifiche di tipo geotecnico vengono condotte mediante software PROSAP-G modulo applicativo del programma PROSAP. All'interno del modulo geotecnico viene inserita la stratigrafia del sottosuolo, così come estrapolabile dai contenuti della relazione geologica, e a ciascuno orizzonte vengono assegnati i relativi parametri geomeccanici.

Il software PROSAP-G recepisce le pressioni agenti in fondazione dall'analisi tridimensionale del modello globale effettuato con Prosap ed effettua le verifiche di capacità portante verticale e le verifiche a scorrimento (longitudinale e trasversale). Infine è possibile effettuare il calcolo dei cedimenti.

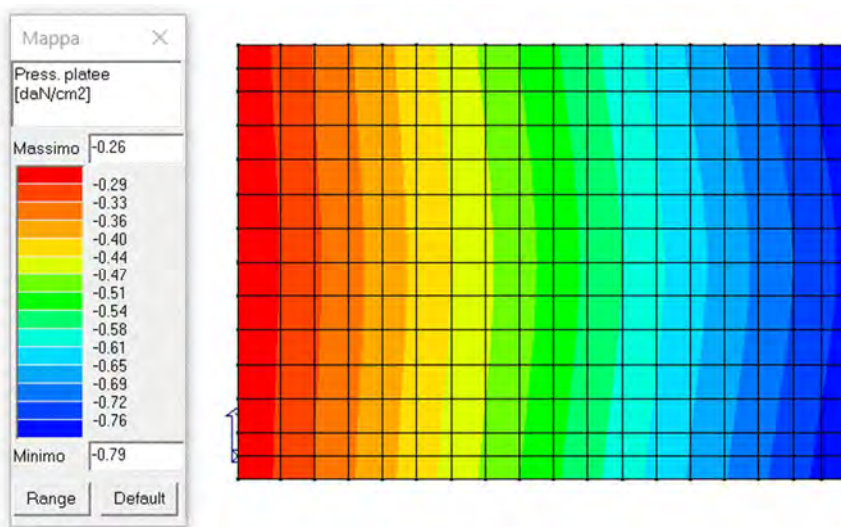
Nel seguito si riportano le pressioni massime agenti sulla platea di fondazione.



**Figura 98: Pressione terreno massima – Comb. SLU**



**Figura 99: Pressione terreno massima – Comb. SLV**


**Figura 100: Pressione terreno massima – Comb. SLE Rara**

#### 4.18.1. Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 3

Profondità falda: 0.00 cm

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0.0 a -265.0 cm	265.0 cm	001 / Riporto (A)	Assente
2	da -265.0 a -815.0 cm	550.0 cm	002 / Argille l.s. (B)	Assente
3	da -815.0 a -1815.0 cm	1000.0 cm	003 / Sabbie l.s. (C1)	Assente

#### 4.18.2. Archivio terreni

 Indice / Descrizione terreno: **001 / Riporto (A)**

Comportamento del terreno: coesivo

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.150 E-3	0.400	125.000	125.000	60.0	0.500	0.60

 Indice / Descrizione terreno: **002 / Argille l.s. (B)**

Comportamento del terreno: coesivo

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.150 E-3	0.350	100.000	100.000	60.0	0.500	0.65

 Indice / Descrizione terreno: **003 / Sabbie l.s. (C1)**

Comportamento del terreno: granulare

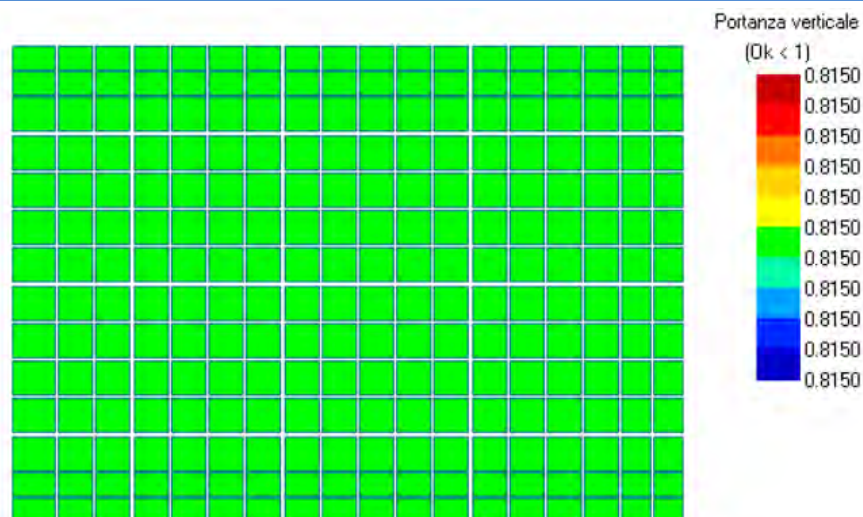
Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.000 E-3	30.000	0.050	350.000	350.000	60.0	0.333	0.95

#### 4.18.3. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

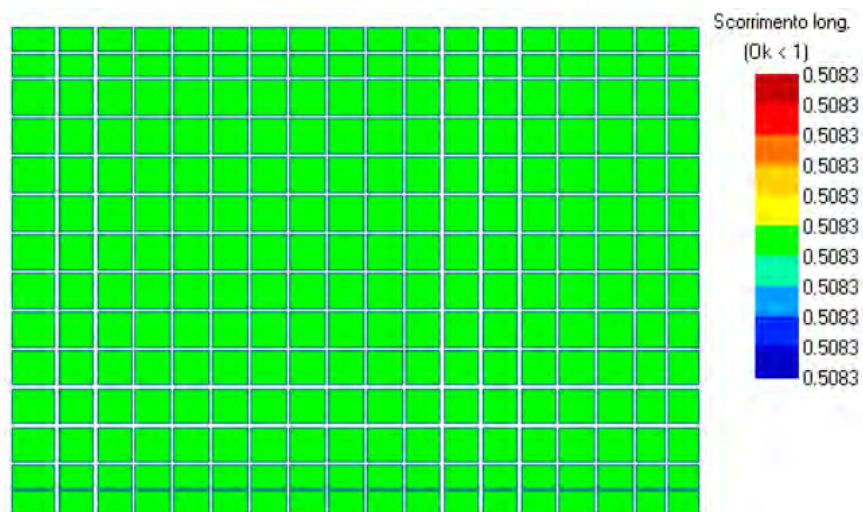
Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.
Macro n. 1	Macro-Platea	001	cm	cm	cm	cm	cm
			195.000	380.000	25.000	537.500	537.500

Di seguito si riportano gli esiti di verifica che mostrano sempre il rapporto tra azione agente ed azione resistente (Ed/Rd).

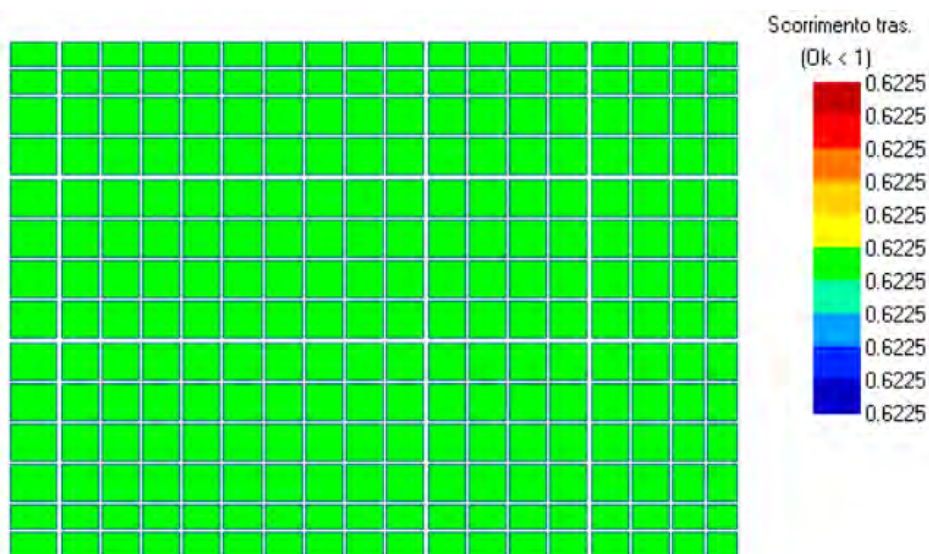
Le verifiche risultano quindi soddisfatte per rapporti inferiori all'unità.



**Figura 101: Verifica capacità portante verticale**



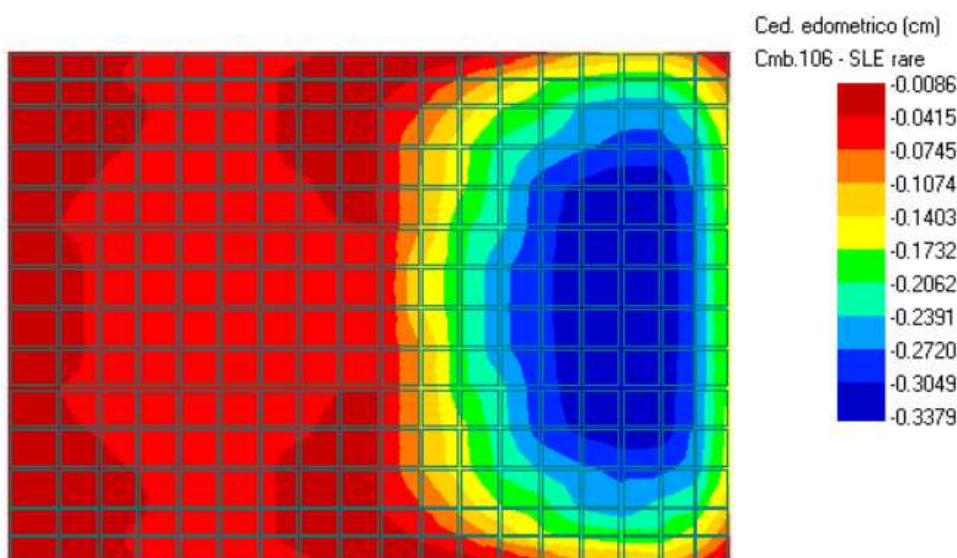
**Figura 102: Verifica a scorrimento longitudinale**



**Figura 103: Verifica a scorrimento trasversale**

#### 4.18.4. Stima dei cedimenti della fondazione

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi.



**Figura 104: Mappa cedimenti edometrici (Comb. SLE Rara)**

I cedimenti massimi stimati (pari a circa 3,4 mm), così come quelli differenziali, risultano essere ampiamente compatibili con le funzionalità della struttura in esercizio e con il terreno rilevato in sito.

#### 4.19 Verifiche di stabilità globale

Non si ritengono necessarie talune verifiche di stabilità globale.

Le verifiche a rotazione sono, infatti, da escludersi in ragione della geometria del manufatto e del suo posizionamento così come le verifiche a galleggiamento in quanto il pelo libero della falda o il livello idrometrico saranno sempre posizionati a quota inferiore rispetto al basamento del manufatto.

## 5 CABINA MT / GRUPPO ELETTROGENO

Il manufatto verrà dimensionato mediante analisi ad elementi finiti per quanto concerne la definizione delle sollecitazioni degli elementi strutturali in c.a. e la valutazione delle pressioni indotte dal manufatto sulla platea di fondazione.

Le verifiche geotecniche e di resistenza sono eseguite secondo le disposizioni del D.M. 17 gennaio 2018 adottando l'[APPROCCIO 2](#).

Mediante il programma di analisi strutturale sono quindi state generali combinazioni di carico statiche di tipo:

- [Generale di equilibrio di corpo rigido](#), ossia critiche per le condizioni di scivolamento, e galleggiamento.
- [Strutturale](#), tali da indurre i livelli tensionali maggiori.
- [Geotecnico](#), con massime pressioni indotte sul terreno di fondazione.
- [Sismiche](#)

Nei paragrafi successivi saranno, quindi, meglio illustrate le ipotesi di calcolo e modellazione del manufatto e la modalità di stima delle azioni presenti sul medesimo nei diversi scenari di "lavoro".

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

### 5.1 Descrizione generale dell'opera

Il manufatto ospitante i locali cabina M/T e gruppo elettrogeno risulta sostanzialmente essere un fabbricato monopiano interamente fuori terra e con comportamento autonomo.

La struttura è prevista con pareti (spessore 30 cm) e pilastri in cemento armato (sezione 30x30 cm) a sostegno di travature di solaio, sempre in calcestruzzo armato, sulle quali poggia l'impalcato di copertura in lastre tipo Predalles.

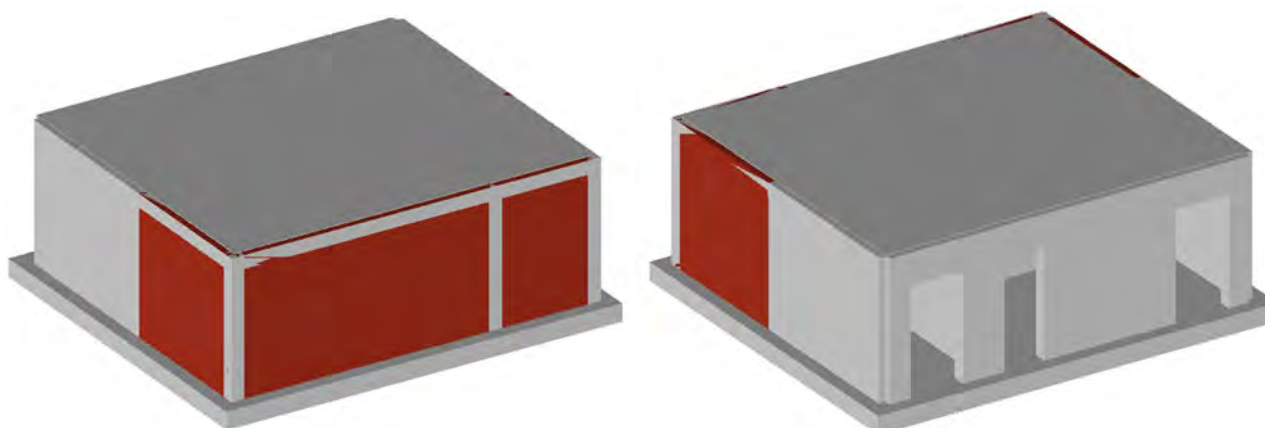
Il sistema di fondazione superficiale è costituito da una platea in cemento armato avente spessore pari a 40 cm.

Il corpo occupa un ingombro di pianta rettangolare, con lati di dimensioni pari a 7,40 x 8,52 m, e raggiunge un'altezza pari a circa 3,10 m.

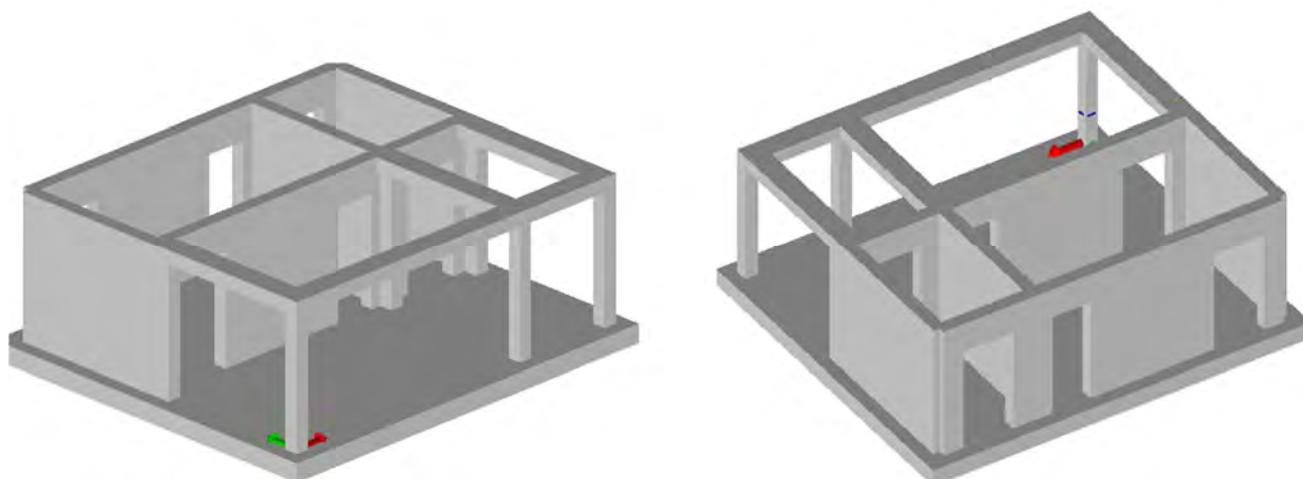
Il piano finito interno deve risultare ad una quota assoluta di 39,22 m s.l.m..

Tra i pilastri in cemento armato vengono realizzati tamponamenti esterni che presentano un pacchetto composto da blocchi laterizi semipieni, isolante, laterizio forato e intonaci su ambo i lati.

La struttura non sarà investita da alcune spinte idrostatiche in quanto posta a quota superiore rispetto al livello TR200PAI.



**Figura 105: Viste solide della struttura**



**Figura 106: Viste solide della struttura (telaio)**

Sulla modellazione delle fondazioni occorre evidenziare che le stesse sono state schematizzate con appoggio su suolo elastico alla Winkler.

Descrizione generale dell'opera	
Ubicazione	Comune di STAGNO LOMBARDO (CR) (Regione LOMBARDIA) Longitudine 10.0630, Latitudine 45.0554
Numero di piani	Quota di estradosso della copertura a +42.30 m s.l.m.
	Altezza interna finita pari 2,70 m m
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 7.40x8.52 m
Tipo di fondazione	Platea in cemento armato sp.40 cm

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Classe di duttilità	ND
Tipo di fondazione	PLATEA
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	NO

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

#### Fattore di comportamento

Si assume un fattore di struttura pari a 1.33 in considerazione del comportamento non dissipativo del manufatto e della sua deformabilità torsionale:

$$q = 1.33$$

## 5.2 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito. Nel capitolo "Normativa di riferimento" è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 17-01-2018

### 5.3 Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sul manufatto con esplicitazione della modalità di scelta del modulo della azione introdotta.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica*.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale è effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$K * u = F$  dove  $K$  = matrice di rigidezza

$u$  = vettore spostamenti nodali

$F$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo <i>TRUSS</i>	(biella-D2)
Elemento tipo <i>BEAM</i>	(trave-D2)
Elemento tipo <i>MEMBRANE</i>	(membrana-D3)
Elemento tipo <i>PLATE</i>	(piastra-guscio-D3)
Elemento tipo <i>BOUNDARY</i>	(molla)
Elemento tipo <i>STIFFNESS</i>	(matrice di rigidezza)
Elemento tipo <i>BRICK</i>	(elemento solido)
Elemento tipo <i>SOLAIO</i>	(macro elemento composto da più membrane)

### 5.4 Modello numerico

In questa parte è descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. *Il manufatto viene modellato in ambito lineare mediante elementi D3 di fondazione (su terreno “elastico” tipo Winkler) e attraverso elementi D3 e D2 di elevazione.*

#### 5.4.1 Costante di Winkler

La interazione tra struttura di fondazione e terreno è stata schematizzata con modello di suolo elastico alla Winkler con applicazione di un valore per la costante di sottofondo  $k$ .

$$k = q/d \text{ [daN/cm}^3\text{]}$$

dove  $q$  è la pressione esercitata e  $d$  è il cedimento.

Il calcolo più immediato si ottiene dalla formulazione proposta nel volume Fondazioni (Viggiani) sotto riportata:

$$k = E_{ed,k,med} / B_{min}$$

dove:

Eed,k = modulo edometrico

Bmin = Lato minore della platea

In considerazione del fatto che:

i cedimenti, a cui è collegata la definizione della costante di winkler, interessano di norma una profondità che va da Bmin a 1.5 Bmin (quest'ultima per fondazioni nastriformi), visto il rapporto tra le dimensioni della fondazione che non sono mai maggiori del doppio una dell'altra, si può considerare la profondità interessata dai cedimenti fondali pari a Bmin; la maggior parte del bulbo pressorio è nel livello delle argille caratterizzate da modulo elastico minimo pari a 75 kg/cm<sup>2</sup> (valore minimo del range individuato in relazione geologica).

COSTANTE WINKLER	
B min (cm)	740
Eed,k (kg/cm <sup>2</sup> )	75
k (daN/cm <sup>3</sup> ) =	<b>0.11</b>

**Nel caso in esame è stato adottato il valore di 0.11 daN/cm<sup>3</sup> per k**

Tipo di analisi strutturale	
Carichi statici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	731
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	172
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	658
elementi solaio	8
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	-45.00
Xmax =	860.98
Ymin =	-45.00
Ymax =	755.00
Zmin =	0.00
Zmax =	310.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	SI
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	SI

Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	SI
Fondazioni con elementi solidi	NO

## 5.5 Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **"Schematizzazione dei casi di carico"** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **"Azioni di progetto sulla costruzione"**.

## 5.6 Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **"Definizione delle combinazioni"** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	SI
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

## 5.7 Materiali e copriferro per strutture in c.a. – Durabilità

La scelta del calcestruzzo con cui realizzare il manufatto è stata vincolata dalla Classe di esposizione dello stesso piuttosto che dalle prestazioni meccaniche richieste alle sezioni di verifica. Si è pertanto utilizzato un calcestruzzo C30/37 (Rck 370 daN/cm<sup>2</sup>). Alla Classe di resistenza del c.l.s. è stato quindi associato un valore di copriferro non inferiore a 40 mm sulle strutture di fondazione e per le strutture di elevazione. La combinazione dei due accorgimenti è quindi tale da garantire la classe di esposizione XC4-XF3.

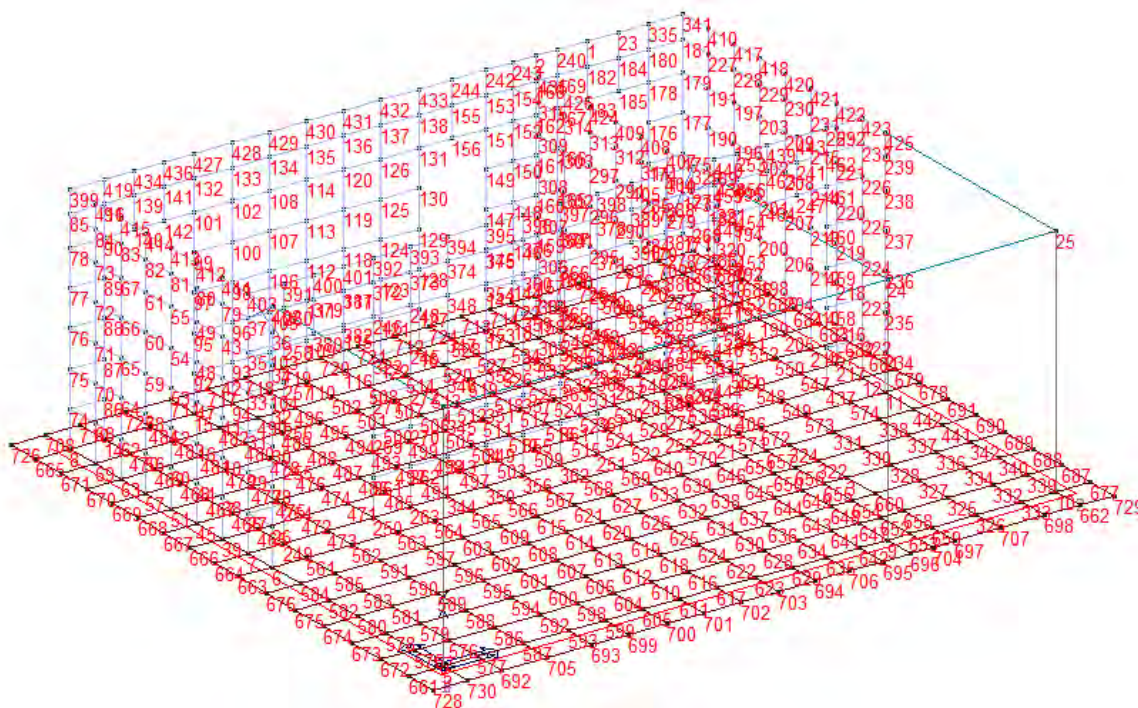
Le necessarie esigenze di durabilità del manufatto hanno indotto all'utilizzo di un calcestruzzo C30/37 (come da prescrizioni espresse nelle tavole grafiche esecutive).

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>3</sup>		
4	Calcestruzzo Classe C30/37			3.302e+05	0.20	1.376e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	370.0							
	Resistenza fctm		29.4						
	Rapporto Rfessurata								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

## 5.8 Modellazione f.e.m. della struttura - Nodi

Il programma f.e.m., utilizzato per il dimensionamento delle parti strutturali dell'edificio, utilizza per la modellazione nodi strutturali. Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z). Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni).

In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.



**Figura 107: Numerazione dei nodi**

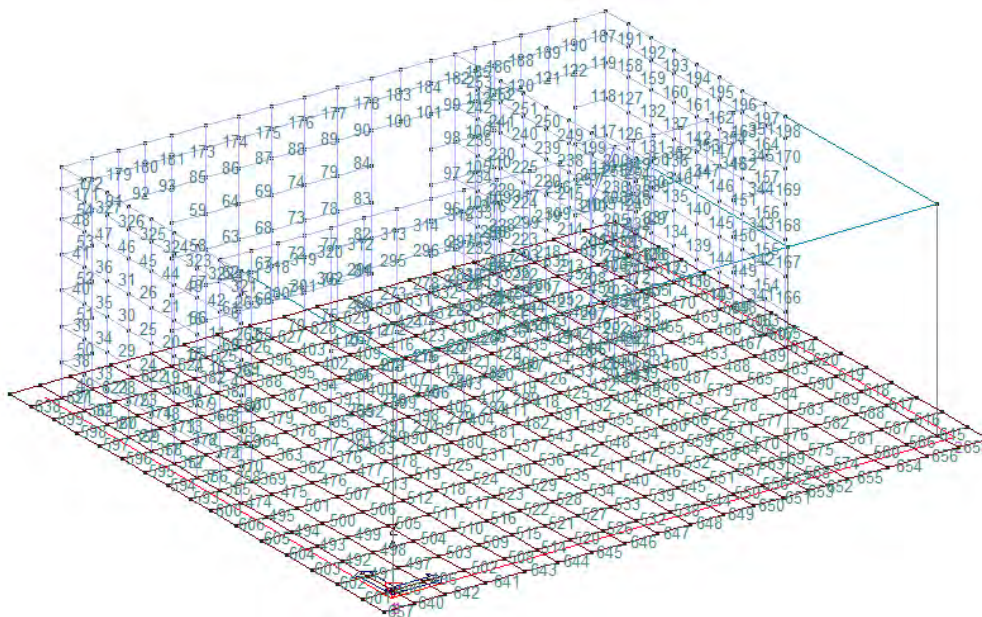
## 5.9 Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Shell

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.

Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi) ed è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo dei nodi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.



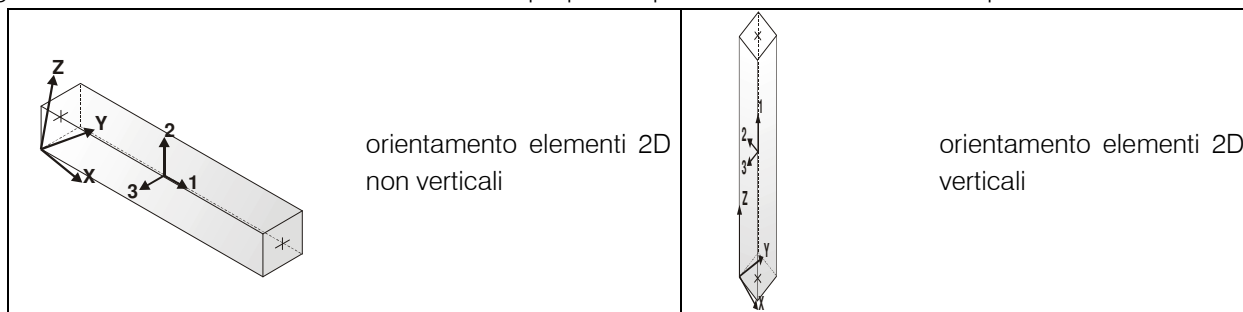
**Figura 108: Modellazione elementi D3**

## 5.10 Modellazione f.e.m. della struttura - Elementi Trave

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

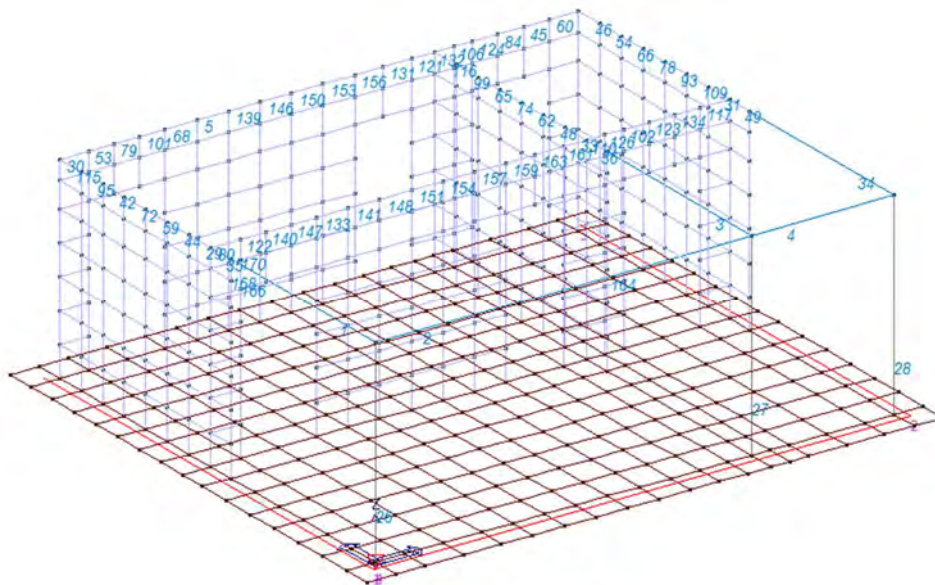
Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

In questa sede si omette la tabulazione dell'elenco completo delle travi di modellazione, richiamandone solo la consistenza mediante immagine.

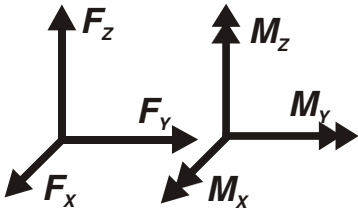
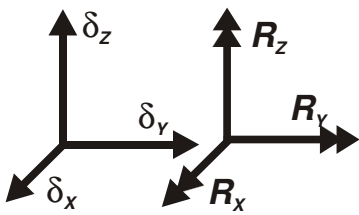
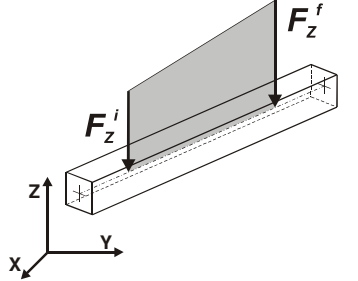
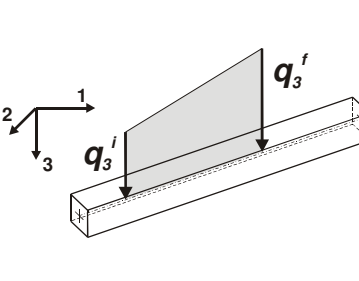
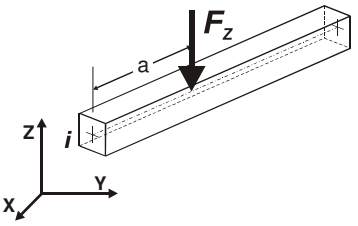
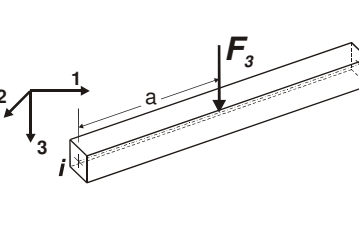
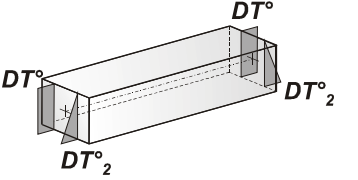
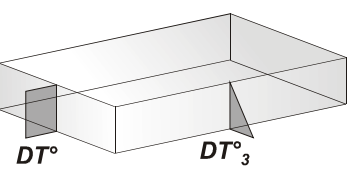
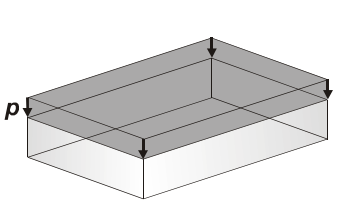
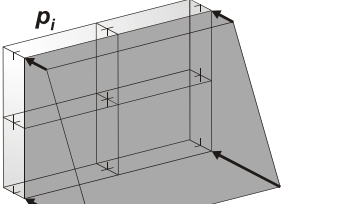


**Figura 109: Modellazione elementi D2**

## 5.11 Modellazione delle azioni

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura, è riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano, infatti, i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento $T_x$ , $T_y$ , $T_z$ , rotazione $R_x$ , $R_y$ , $R_z$ )
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ( $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ , ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ( $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ , $M_1$ , $M_2$ , $M_3$ , ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico nodale	concentrato		Spostamento imposto
	Carico globale	distribuito		Carico distribuito locale
	Carico globale	concentrato		Carico locale
	Carico termico 2D			Carico termico 3D
	Carico uniforme	pressione		Carico variabile

Le azioni attive sul manufatto sono state modellate con tipi di carico distribuiti o variabili generali (di superficie).

**Tipo carico distribuito globale su trave**

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
9	g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40	0.0	0.0	0.0	-1.40	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-1.40	0.0	0.0	0.0

**Tipo carico variabile generale**

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
10	Qk esercizio-QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	-1.000e+05	-0.05	1.000e+05	-0.05

Nel seguito vengono meglio identificate le diverse tipologie di carichi applicate alla struttura.

#### 5.11.1. Solaio di piano (copertura)

SOLAIO DI COPERTURA					
	Pacchetto	Peso specifico (kg/mc)	Spessore (m)	Carico calcolo (kg/mq)	di
G1k	Solaio Predalles			350	
			G1k =	350	kg/mq
G2k	Sottofondo pendenze	1800	0.125	225	
	Guaina bituminosa	100	0.04	4	
	Guaina bit. Ardesiata	100	0.04	4	
	Intonaco	2000	0.02	40	
	Impianto fotovoltaico			15	
			G2k =	288	kg/mq
Qk	Carico neve		Qkn =	120	kg/mq
			Totale =	758	kg/mq

#### 5.11.2. Tamponamenti esterni

MURATURA TAMPONAMENTO					
	Pacchetto	Peso specifico (kg/mc)	Spessore (m)	Carico calcolo (kg/mq)	di
G2k	Intonaco esterno	2000	0.03	60	
	Blocchi laterizio	1500	0.2	300	
	Isolante	160	0.08	12.8	
	Laterizio forato	800	0.08	64	
	Intonaco interno	2000	0.02	40	
			G2k =	476.8	kg/mq

Nel modello di calcolo i tamponamenti sono stati simulati con spessore pari a 30 cm; pertanto al materiale che compone i suddetti tamponamenti viene assegnata una massa volumica fittizia per garantire le masse effettivamente esistenti.

Massa volumica  $g = 476,8 / 0,30 = 1589 \text{ kg/m}^3$

#### 5.11.3. Carico cornicione

Si vuole considerare il carico permanente (non completamente definito) del cornicione in funzione delle masse degli elementi costituenti.

CORNICIONE					
G2k	Soletta c.a.	2500	0.1	250	
	Intonaco esterno	2000	0.03	60	
	Raccordo copertura			15	
			G2k =	325	kg/mq
	Aggetto cornicione			0.43	m
	g2k lineare			140	Kg/m

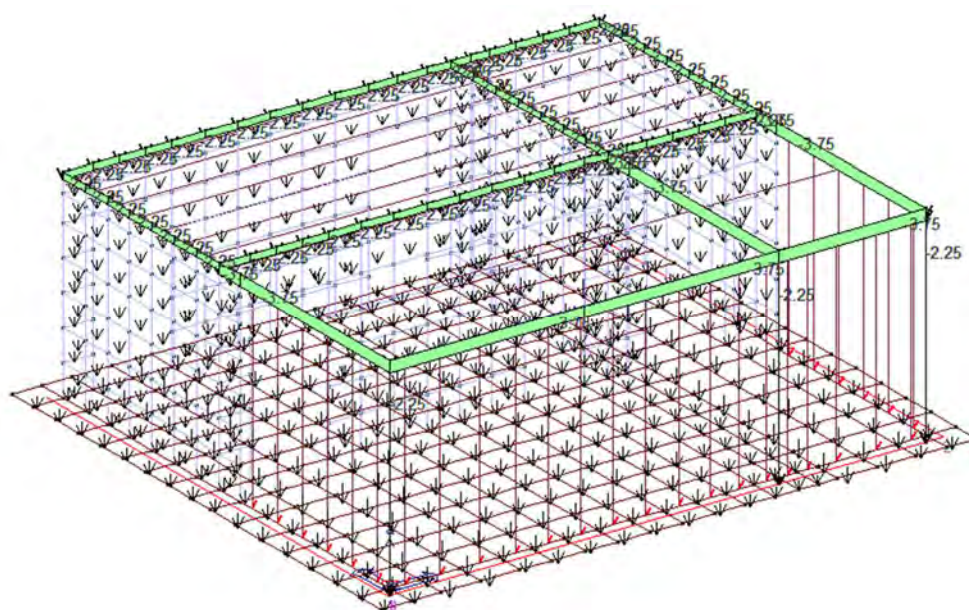
Il carico neve agente sul cornicione invece viene trascurato in virtù dell'assai ridotta lunghezza dell'aggetto.

#### 5.11.4. Carico in fondazione

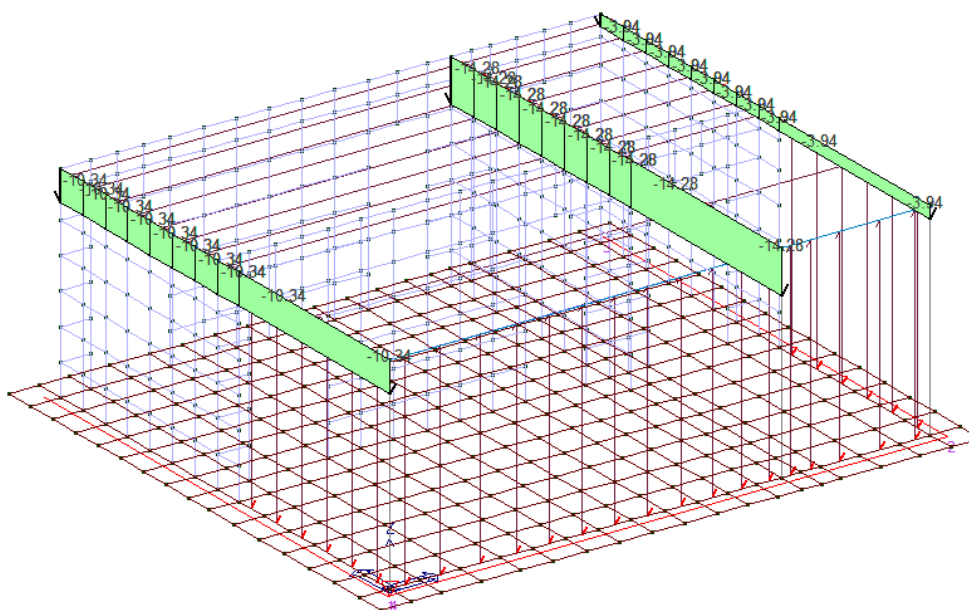
Sulla fondazione si applica un carico variabile di superficie coincidente con l'esercizio considerato pari a  $500 \text{ kg/m}^3$ .

CARICO LITOSTATICO BORDO PLATEA	
$\gamma$ terreno (kg/mc) =	1900
H terreno (m) =	1.95
Pressione litostatica (kg/cmq) =	3705

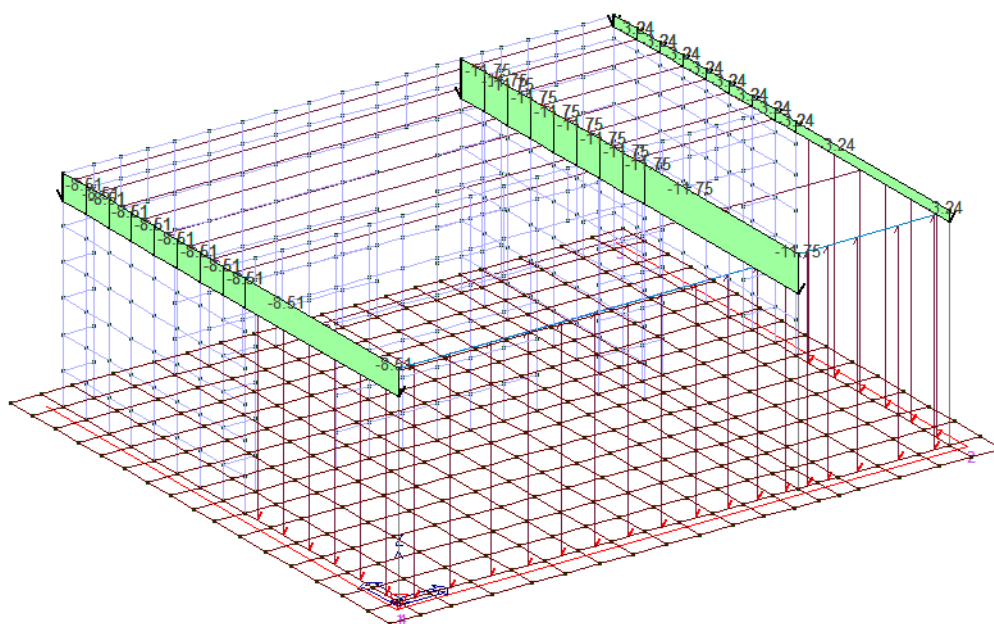
Di seguito si riportano le visualizzazioni delle azioni applicate nei diversi casi di carico



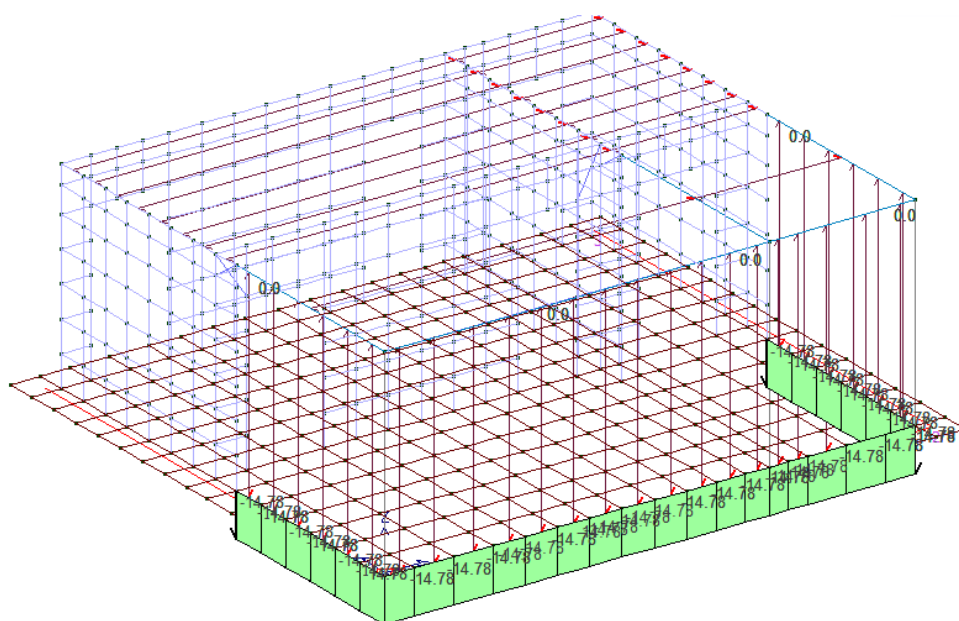
**Figura 110: Peso proprio della struttura**



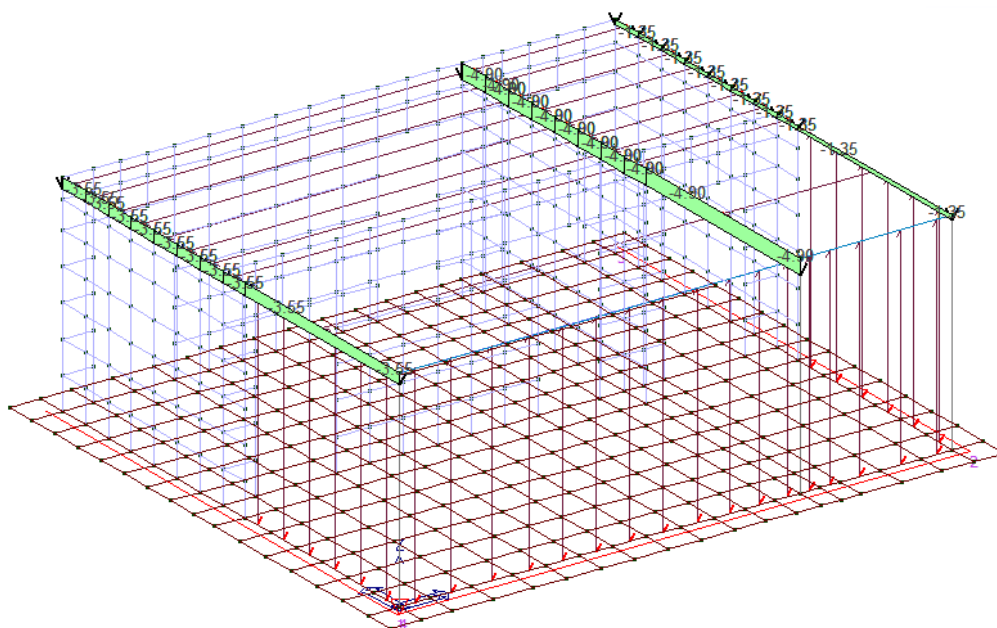
**Figura 111: Carico permanente solai-coperture**



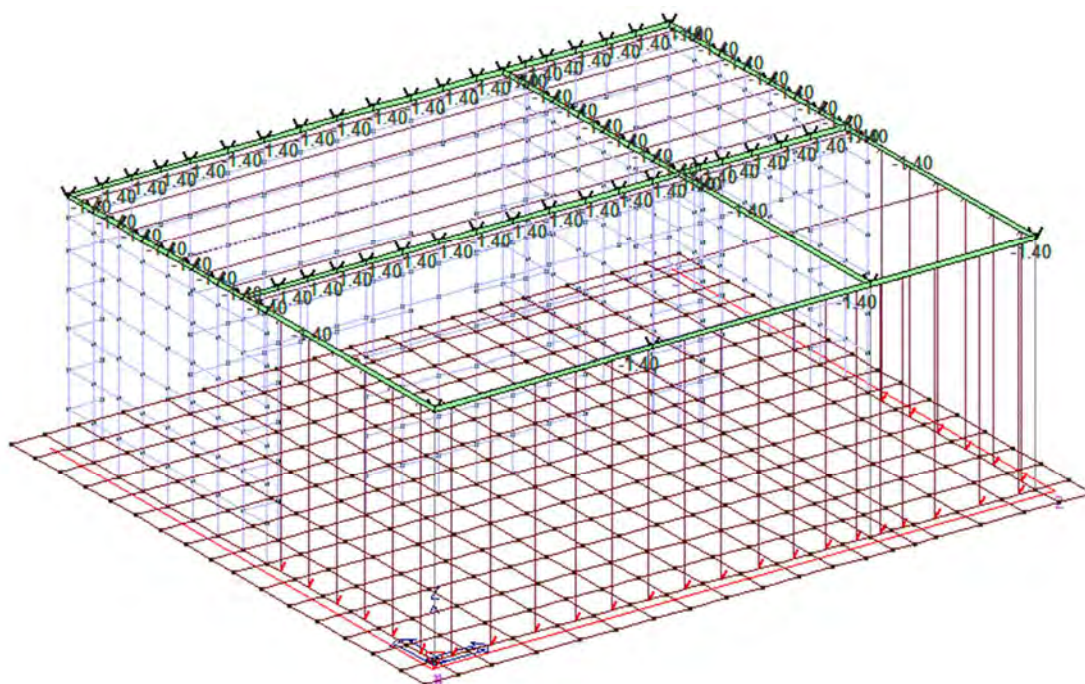
**Figura 112: Carico permanente n.c.d. solai-coperture**



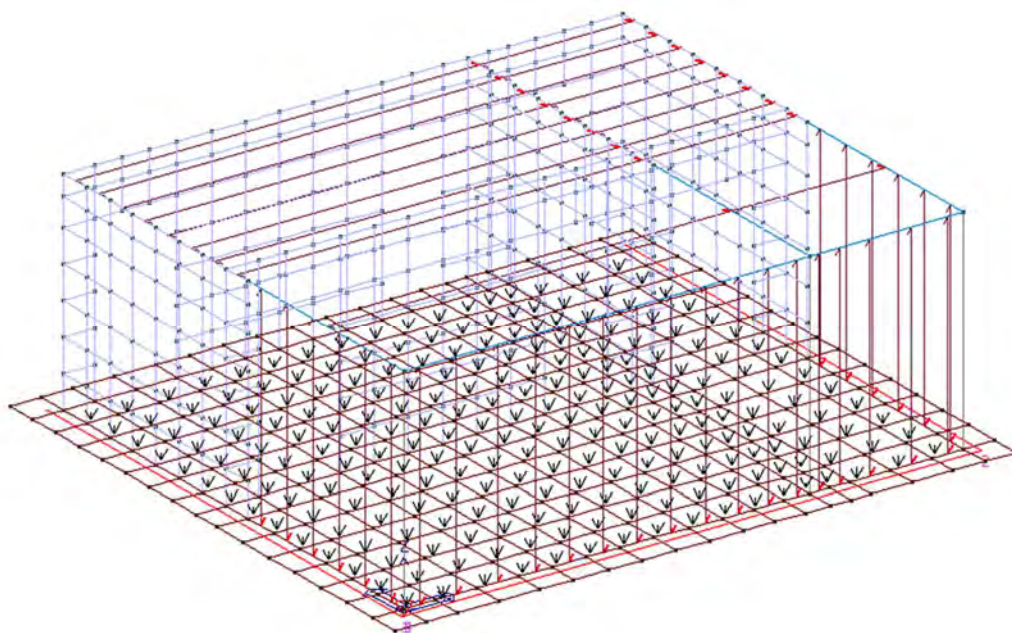
**Figura 113: Carico permanente n.c.d. tamponamenti**



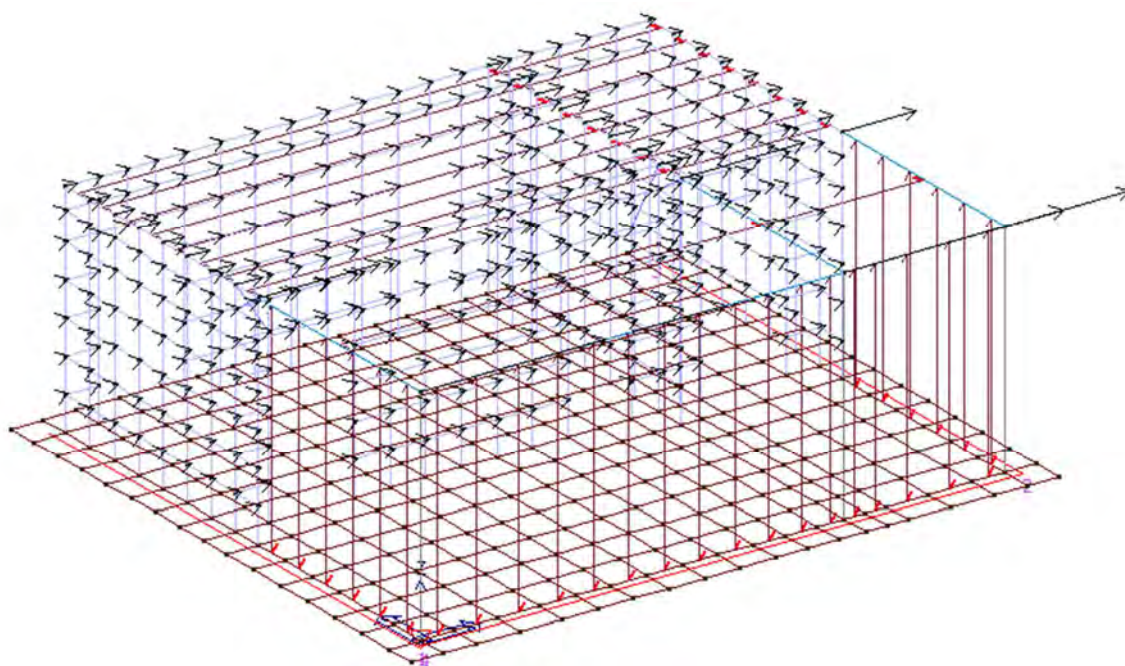
**Figura 114: Carico variabile neve**



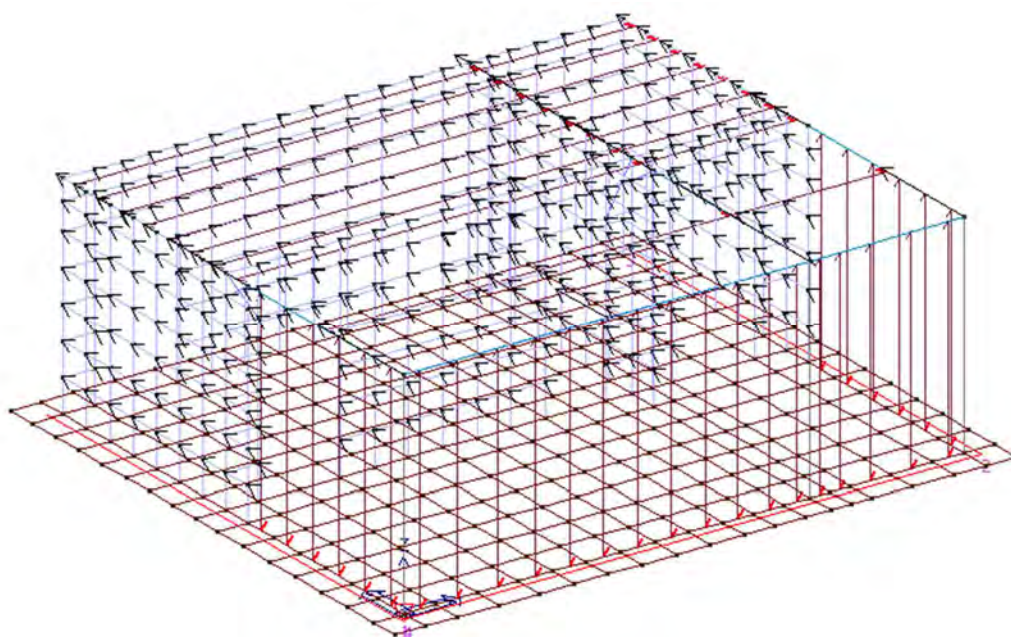
**Figura 115: Carico permanente n.c.d. cornicione**



**Figura 116: Carico variabile esercizio su platea**



**Figura 117: Azioni sismiche ( $\alpha=0^\circ$ )**


**Figura 118: Azioni sismiche ( $\alpha=90^\circ$ )**

## 5.12 Schematizzazione dei casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico. Sono previsti i seguenti 19 tipi di casi di carico:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Gsk	CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)	
5	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) $\alpha=0.0$ (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 5 CDC=Qnk (carico da neve)
			partecipazione:1.00 per 18 CDC=G2k (permanente generico n.c.d. )
			partecipazione:0.80 per 19 CDC=Qk (variabile esercizio)
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) $\alpha=0.0$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) $\alpha=90.00$ (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) $\alpha=90.00$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) $\alpha=0.0$ (ecc. +)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) $\alpha=0.0$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) $\alpha=90.00$ (ecc. +)	come precedente CDC sismico
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) $\alpha=90.00$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
14	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) $\alpha=0.0$ (ecc. +)	come precedente CDC sismico
15	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) $\alpha=0.0$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
16	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) $\alpha=90.00$ (ecc. +)	come precedente CDC sismico
17	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) $\alpha=90.00$ (ecc. -)	come precedente CDC sismico
18	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d. )	Azioni applicate:
			D2 :da 1 a 5 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 29 a 31 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 33 a 36 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 42 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 44 a 46 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			D2 :da 48 a 49 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 53 a 54 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 59 a 60 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 62 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 65 a 66 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 68 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 72 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 74 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 78 a 80 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 84 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 93 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 95 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 99 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 101 a 102 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 106 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 109 a 110 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 115 a 117 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 121 a 124 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 126 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 131 a 134 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 139 a 141 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 146 a 148 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 150 a 151 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 153 a 154 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 156 a 157 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 159 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 : 161 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
			D2 :da 163 a 164 Azione : g2k cornicione-DG:Fzi=-1.40 Fzf=-1.40
19	Qk	CDC=Qk (variabile esercizio)	Azioni applicate:
			D3 :da 355 a 592 Azione : Qk esercizio-QV:var x - Qz - Area

### 5.13 Definizione delle combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni. La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero*, *Tipo*, *Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

#### Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

#### Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

#### Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'**Approccio 1** si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'**Approccio 2** si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

 La struttura e' stata dimensionata secondo **approccio 2**, applicando le seguenti combinazioni:

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 78	
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 79	
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 80	
81	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 81	
82	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 82	
83	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 83	
84	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 84	
85	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 85	
86	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 86	
87	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 87	
88	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 88	
89	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 89	
90	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 90	
91	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 91	
92	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 92	
93	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 93	
94	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 94	
95	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 95	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
96	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 96	
97	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 97	
98	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 98	
99	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 99	
100	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 100	
101	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 101	
102	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 102	
103	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 103	
104	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 104	
105	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 105	
106	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 106	
107	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 107	
108	SLD(sis)	Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 108	
109	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 109	
110	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 110	
111	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 111	
112	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 112	
113	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 113	
114	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 114	
115	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 115	
116	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 116	
117	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 117	
118	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 118	
119	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 119	
120	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 120	
121	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 121	

Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
1	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0									
2	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	1.50									
3	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0									
4	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	1.50									
5	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	0.0									
6	1.00	1.00	0.80	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	1.50									
7	1.00	1.00	0.80	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	0.0									
8	1.00	1.00	0.80	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	1.50									
9	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0									
10	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.50	1.50									
11	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	0.0									
12	1.00	1.00	0.80	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.80	1.50									
13	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
14	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
15	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
16	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
17	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
19	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
21	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
22	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
23	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
24	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
26	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									

Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
27	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
28	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
29	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
30	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
31	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
32	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
33	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
36	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
37	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
38	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
39	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
40	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
41	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
43	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
47	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
51	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
52	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
53	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
55	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
56	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
57	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
58	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
59	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
60	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
61	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
63	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
64	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
65	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
66	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
68	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
69	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									

Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
71	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
72	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
73	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
74	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
76	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
77	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00
	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.80									
78	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00
	0.0	0.30	0.0	1.00	0.80									
79	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.80									
80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.30	0.0	1.00	0.80									
81	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00
	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.80									
82	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00
	0.0	0.0	0.30	1.00	0.80									
83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.80									
84	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
	0.0	0.0	0.30	1.00	0.80									
85	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-1.00	-0.30	0.0	1.00	0.80									
86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-1.00	0.30	0.0	1.00	0.80									
87	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.80									
88	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	0.30	0.0	1.00	0.80									
89	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-1.00	0.0	-0.30	1.00	0.80									
90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-1.00	0.0	0.30	1.00	0.80									
91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.80									
92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.00	0.0	0.30	1.00	0.80									
93	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30
	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.80									
94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30
	0.0	1.00	0.0	1.00	0.80									
95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30
	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.80									
96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30
	0.0	1.00	0.0	1.00	0.80									
97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-0.30	-1.00	0.0	1.00	0.80									
98	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-0.30	1.00	0.0	1.00	0.80									
99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.30	-1.00	0.0	1.00	0.80									
100	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.30	1.00	0.0	1.00	0.80									
101	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30
	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.80									
102	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30
	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80									
103	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30
	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.80									
104	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30
	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80									
105	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-0.30	0.0	-1.00	1.00	0.80									
106	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.80									
107	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.30	0.0	-1.00	1.00	0.80									
108	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.30	0.0	1.00	1.00	0.80									
109	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
110	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00									
111	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
112	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00									
113	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
114	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00									

Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
115	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
116	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
117	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
118	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									
119	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.90									
120	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0									
121	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	1.00	0.80									

## 5.14 Azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
IV	100.0	2.0	200.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	10.063	45.055	
14270	10.026	45.035	3.681
14271	10.096	45.037	3.286
14049	10.094	45.087	4.256
14048	10.023	45.085	4.540

SL	P <sub>ver</sub>	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	120.0	0.057	2.578	0.274
SLD	63.0	201.0	0.068	2.568	0.287
SLV	10.0	1898.0	0.139	2.614	0.323
SLC	5.0	2475.0	0.150	2.620	0.327

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.057	1.500	2.578	0.831	0.147	0.441	1.828
SLD	0.068	1.500	2.568	0.905	0.152	0.455	1.873
SLV	0.139	1.482	2.614	1.314	0.164	0.492	2.155
SLC	0.150	1.464	2.620	1.370	0.166	0.497	2.200

#### 5.14.1. Fattore di comportamento

La struttura risulta essere deformabile torsionalmente in quanto non viene rispettata la condizione  $r^2/Is^2 \geq 1,0$ . (Par. 7.4.3.1 NTC2018). Di tale situazione quindi viene tenuto conto nella determinazione del fattore di comportamento di seguito esplicitata.

Sistema costruttivo:	calcestruzzo
Tipologia strutturale:	strutture deformabili torsionalmente
Valore base fattore	$q_0 = 2.000$
Fattore pareti	$k_w = 1.000$
Fattore di regolarità	$K_R = 1.0$
Fattore dissipativo	$q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R = 2.000$
Fattore non dissipativo	$q_{ND} = 2/3 \cdot q_D = 1.333 (\leq 1.5)$

Per la costruzione in esame è stato considerato quindi un fattore di comportamento **q = 1,33** agli SLV.

Agli SLD viene adottato un fattore di comportamento unitario  $q = 1,0$ .

### 5.15 Risultati delle analisi sismiche

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche. Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. **Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10. **Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna "Note", in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica. In particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.358 g
			angolo di ingresso:0.0

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore per spost. $\mu$ d: 1.642
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	-35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	-19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.554	0.392	0.358	4606.93	3.9	5.501e+04	46.8	3217.36	2.7	0.0	0.0
2	2.608	0.383	0.358	4.459e+04	37.9	6284.18	5.3	5.78	4.92e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.358	169.78	0.1	1493.53	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.825	0.092	0.292	3760.72	3.2	2.160e+04	18.4	24.52	2.09e-02	0.0	0.0
5	11.793	0.085	0.285	7631.94	6.5	4785.34	4.1	3.54	3.01e-03	0.0	0.0
6	13.556	0.074	0.274	3.015e+04	25.7	6709.92	5.7	6.69	5.69e-03	0.0	0.0
7	15.316	0.065	0.266	1.909e+04	16.2	9682.32	8.2	26.04	2.22e-02	0.0	0.0
8	21.424	0.047	0.249	6994.84	6.0	1043.88	0.9	1.01	8.56e-04	0.0	0.0
9	28.817	0.035	0.238	21.82	1.86e-02	1.044e+04	8.9	0.18	1.49e-04	0.0	0.0
Risulta				1.170e+05		1.170e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.57		99.59		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.358 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore per spost. $\mu$ d: 1.642
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.554	0.392	0.358	4312.23	3.7	5.537e+04	47.1	3215.81
2	2.610	0.383	0.358	4.483e+04	38.1	5917.66	5.0	9.11
3	4.111	0.243	0.358	170.06	0.1	1493.09	1.3	1.142e+05
4	10.856	0.092	0.291	316.53	0.3	2.190e+04	18.6	25.51
5	11.205	0.089	0.289	8530.21	7.3	2543.78	2.2	2.78
6	13.265	0.075	0.276	3.517e+04	29.9	8424.13	7.2	2.02
7	15.154	0.066	0.267	1.195e+04	10.2	9821.97	8.4	30.79
8	19.998	0.050	0.252	1.188e+04	10.1	18.70	1.59e-02	0.28
9	28.539	0.035	0.238	0.81	6.93e-04	1.188e+04	10.1	0.78
Risulta				1.172e+05		1.174e+05		1.175e+05
In percentuale				99.69		99.86		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.358 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore per spost. mu d: 1.628
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.553	0.392	0.358	4531.61	3.9	5.516e+04	46.9	3211.82
2	2.609	0.383	0.358	4.462e+04	38.0	6198.10	5.3	6.44
3	4.111	0.243	0.358	168.77	0.1	1495.55	1.3	1.142e+05
4	10.306	0.097	0.296	295.76	0.3	1.183e+04	10.1	5.27
5	11.252	0.089	0.288	2366.93	2.0	1.237e+04	10.5	24.85
6	12.941	0.077	0.278	4.252e+04	36.2	5404.27	4.6	0.26
7	15.227	0.066	0.267	5807.44	4.9	1.426e+04	12.1	31.22
8	18.776	0.053	0.255	1.687e+04	14.4	75.82	6.45e-02	1.68e-04
9	29.084	0.034	0.238	9.36	7.96e-03	9865.24	8.4	0.10
Risulta				1.172e+05		1.167e+05		1.175e+05
In percentuale				99.71		99.26		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.482
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.358 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore per spost. $\mu$ d: 1.628
			classe di duttilità CD: ND
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	-40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	-40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.554	0.392	0.358	4134.88	3.5	5.563e+04	47.3	3210.91	2.7	0.0	0.0
2	2.609	0.383	0.358	4.501e+04	38.3	5689.71	4.8	11.77	1.00e-02	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.358	170.90	0.1	1493.25	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.196	0.098	0.297	20.04	1.71e-02	1581.76	1.3	0.18	1.54e-04	0.0	0.0
5	10.924	0.092	0.291	2399.45	2.0	2.329e+04	19.8	29.23	2.49e-02	0.0	0.0
6	12.963	0.077	0.277	4.308e+04	36.7	5175.16	4.4	0.28	2.36e-04	0.0	0.0
7	15.130	0.066	0.267	5403.06	4.6	1.303e+04	11.1	32.33	2.75e-02	0.0	0.0
8	18.788	0.053	0.255	1.696e+04	14.4	36.23	3.08e-02	4.34e-04	0.0	0.0	0.0
9	28.565	0.035	0.238	0.08	6.41e-05	1.116e+04	9.5	0.31	2.64e-04	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.171e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.70		99.62		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	-35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	-19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/ry	rapp. ey/ry
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g		M efficace Y x % g		M efficace Z x % g		Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.554	0.392	0.263	4606.93	3.9	5.501e+04	46.8	3217.36	2.7	0.0	0.0
2	2.608	0.383	0.263	4.459e+04	37.9	6284.18	5.3	5.78	4.92e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.263	169.78	0.1	1493.53	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.825	0.092	0.200	3760.72	3.2	2.160e+04	18.4	24.52	2.09e-02	0.0	0.0
5	11.793	0.085	0.192	7631.94	6.5	4785.34	4.1	3.54	3.01e-03	0.0	0.0
6	13.556	0.074	0.180	3.015e+04	25.7	6709.92	5.7	6.69	5.69e-03	0.0	0.0
7	15.316	0.065	0.171	1.909e+04	16.2	9682.32	8.2	26.04	2.22e-02	0.0	0.0
8	21.424	0.047	0.152	6994.84	6.0	1043.88	0.9	1.01	8.56e-04	0.0	0.0
9	28.817	0.035	0.139	21.82	1.86e-02	1.044e+04	8.9	0.18	1.49e-04	0.0	0.0
Risulta				1.170e+05		1.170e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.57		99.59		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls) ^ 2	rapp. ex/ry	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.554	0.392	0.263	4312.23	3.7	5.537e+04	47.1	3215.81	2.7	0.0	0.0
2	2.610	0.383	0.263	4.483e+04	38.1	5917.66	5.0	9.11	7.75e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.263	170.06	0.1	1493.09	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.856	0.092	0.200	316.53	0.3	2.190e+04	18.6	25.51	2.17e-02	0.0	0.0
5	11.205	0.089	0.196	8530.21	7.3	2543.78	2.2	2.78	2.37e-03	0.0	0.0
6	13.265	0.075	0.182	3.517e+04	29.9	8424.13	7.2	2.02	1.72e-03	0.0	0.0
7	15.154	0.066	0.172	1.195e+04	10.2	9821.97	8.4	30.79	2.62e-02	0.0	0.0
8	19.998	0.050	0.155	1.188e+04	10.1	18.70	1.59e-02	0.28	2.34e-04	0.0	0.0
9	28.539	0.035	0.139	0.81	6.93e-04	1.188e+04	10.1	0.78	6.61e-04	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.174e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.69		99.86		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.553	0.392	0.263	4531.61	3.9	5.516e+04	46.9	3211.82	2.7	0.0	0.0
2	2.609	0.383	0.263	4.462e+04	38.0	6198.10	5.3	6.44	5.48e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.263	168.77	0.1	1495.55	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.306	0.097	0.205	295.76	0.3	1.183e+04	10.1	5.27	4.49e-03	0.0	0.0
5	11.252	0.089	0.196	2366.93	2.0	1.237e+04	10.5	24.85	2.11e-02	0.0	0.0
6	12.941	0.077	0.184	4.252e+04	36.2	5404.27	4.6	0.26	2.21e-04	0.0	0.0
7	15.227	0.066	0.172	5807.44	4.9	1.426e+04	12.1	31.22	2.66e-02	0.0	0.0
8	18.776	0.053	0.159	1.687e+04	14.4	75.82	6.45e-02	1.68e-04	0.0	0.0	0.0
9	29.084	0.034	0.139	9.36	7.96e-03	9865.24	8.4	0.10	8.24e-05	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.167e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.71		99.26		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
13	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.263 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	-40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	-40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.554	0.392	0.263	4134.88	3.5	5.563e+04	47.3	3210.91
2	2.609	0.383	0.263	4.501e+04	38.3	5689.71	4.8	11.77
3	4.111	0.243	0.263	170.90	0.1	1493.25	1.3	1.142e+05
4	10.196	0.098	0.206	20.04	1.71e-02	1581.76	1.3	0.18
5	10.924	0.092	0.199	2399.45	2.0	2.329e+04	19.8	29.23
6	12.963	0.077	0.184	4.308e+04	36.7	5175.16	4.4	0.28
7	15.130	0.066	0.172	5403.06	4.6	1.303e+04	11.1	32.33
8	18.788	0.053	0.158	1.696e+04	14.4	36.23	3.08e-02	4.34e-04
9	28.565	0.035	0.139	0.08	6.41e-05	1.116e+04	9.5	0.31
Risulta				1.172e+05		1.171e+05		1.175e+05
In percentuale				99.70		99.62		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
14	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	-35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	-19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	-19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x % g	M efficace Y x % g	M efficace Z x % g	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN	daN	daN		
1	2.554	0.392	0.220	4606.93	3.9	5.501e+04	46.8	3217.36
2	2.608	0.383	0.220	4.459e+04	37.9	6284.18	5.3	5.78
3	4.111	0.243	0.220	169.78	0.1	1493.53	1.3	1.142e+05
4	10.825	0.092	0.170	3760.72	3.2	2.160e+04	18.4	24.52
5	11.793	0.085	0.163	7631.94	6.5	4785.34	4.1	3.54
6	13.556	0.074	0.153	3.015e+04	25.7	6709.92	5.7	6.69
7	15.316	0.065	0.145	1.909e+04	16.2	9682.32	8.2	26.04
8	21.424	0.047	0.128	6994.84	6.0	1043.88	0.9	1.01
9	28.817	0.035	0.117	21.82	1.86e-02	1.044e+04	8.9	0.18
Risulta				1.170e+05		1.170e+05		1.175e+05
In percentuale				99.57		99.59		100.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
15	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.383 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	0.0	35.50	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	0.0	19.25	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	0.0	19.25	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.554	0.392	0.220	4312.23	3.7	5.537e+04	47.1	3215.81	2.7	0.0	0.0
2	2.610	0.383	0.220	4.483e+04	38.1	5917.66	5.0	9.11	7.75e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.220	170.06	0.1	1493.09	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.856	0.092	0.170	316.53	0.3	2.190e+04	18.6	25.51	2.17e-02	0.0	0.0
5	11.205	0.089	0.167	8530.21	7.3	2543.78	2.2	2.78	2.37e-03	0.0	0.0
6	13.265	0.075	0.155	3.517e+04	29.9	8424.13	7.2	2.02	1.72e-03	0.0	0.0
7	15.154	0.066	0.146	1.195e+04	10.2	9821.97	8.4	30.79	2.62e-02	0.0	0.0
8	19.998	0.050	0.131	1.188e+04	10.1	18.70	1.59e-02	0.28	2.34e-04	0.0	0.0
9	28.539	0.035	0.118	0.81	6.93e-04	1.188e+04	10.1	0.78	6.61e-04	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.174e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.69		99.86		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
16	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.553	0.392	0.220	4531.61	3.9	5.516e+04	46.9	3211.82	2.7	0.0	0.0
2	2.609	0.383	0.220	4.462e+04	38.0	6198.10	5.3	6.44	5.48e-03	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.220	168.77	0.1	1495.55	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.306	0.097	0.175	295.76	0.3	1.183e+04	10.1	5.27	4.49e-03	0.0	0.0
5	11.252	0.089	0.167	2366.93	2.0	1.237e+04	10.5	24.85	2.11e-02	0.0	0.0
6	12.941	0.077	0.156	4.252e+04	36.2	5404.27	4.6	0.26	2.21e-04	0.0	0.0
7	15.227	0.066	0.146	5807.44	4.9	1.426e+04	12.1	31.22	2.66e-02	0.0	0.0
8	18.776	0.053	0.134	1.687e+04	14.4	75.82	6.45e-02	1.68e-04	0.0	0.0	0.0
9	29.084	0.034	0.117	9.36	7.96e-03	9865.24	8.4	0.10	8.24e-05	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.167e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.71		99.26		100.00			

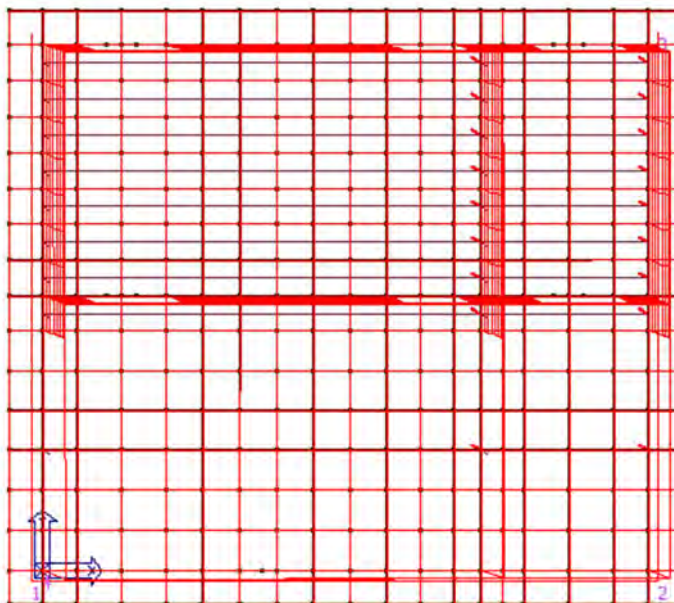
CDC	Tipo	Sigla Id	Note
17	Edk	CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.220 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.392 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/ry	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
310.00	7.157e+04	418.03	305.28	-40.80	0.0	468.12	539.92	0.488	0.092	1.076
280.00	7315.77	433.26	530.68	-40.80	0.0	468.29	539.97	0.701	0.064	0.043
240.00	8008.97	432.91	529.29	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.078	0.041
192.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
144.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
96.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
48.00	7657.06	432.53	527.78	-40.80	0.0	468.56	539.96	0.990	0.079	0.047
Risulta	1.175e+05									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x %	M efficace Y x %	M efficace Z x %	Energia	Energia x v			
	Hz	sec	g	daN	daN	daN					
1	2.554	0.392	0.220	4134.88	3.5	5.563e+04	47.3	3210.91	2.7	0.0	0.0
2	2.609	0.383	0.220	4.501e+04	38.3	5689.71	4.8	11.77	1.00e-02	0.0	0.0
3	4.111	0.243	0.220	170.90	0.1	1493.25	1.3	1.142e+05	97.2	0.0	0.0
4	10.196	0.098	0.176	20.04	1.71e-02	1581.76	1.3	0.18	1.54e-04	0.0	0.0
5	10.924	0.092	0.170	2399.45	2.0	2.329e+04	19.8	29.23	2.49e-02	0.0	0.0
6	12.963	0.077	0.156	4.308e+04	36.7	5175.16	4.4	0.28	2.36e-04	0.0	0.0
7	15.130	0.066	0.146	5403.06	4.6	1.303e+04	11.1	32.33	2.75e-02	0.0	0.0
8	18.788	0.053	0.134	1.696e+04	14.4	36.23	3.08e-02	4.34e-04	0.0	0.0	0.0
9	28.565	0.035	0.118	0.08	6.41e-05	1.116e+04	9.5	0.31	2.64e-04	0.0	0.0
Risulta				1.172e+05		1.171e+05		1.175e+05			
In percentuale				99.70		99.62		100.00			

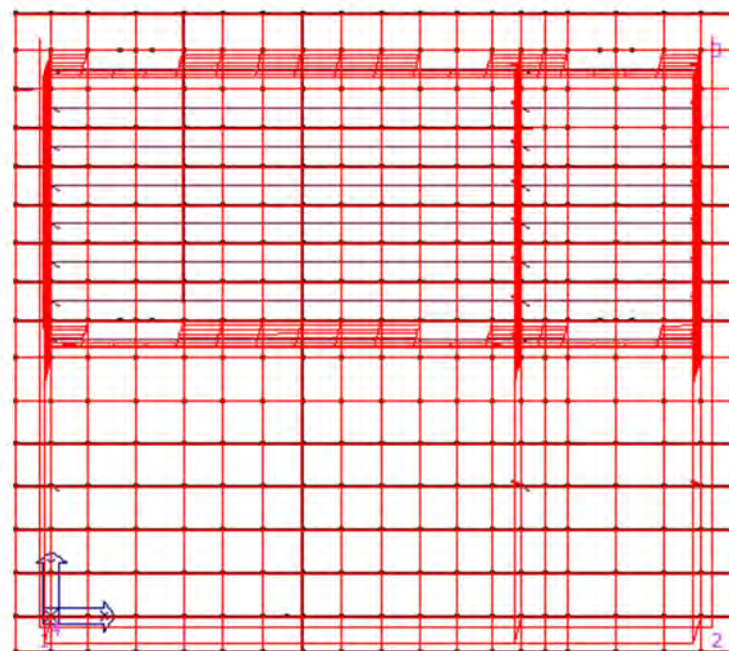
Di seguito vengono riportati i grafici relativi alla struttura indeformata e deformata in corrispondenza dei modi di vibrare più significativi.

Deformata + Indeformata Modo 2, Frequenza = 2,61 Hz,  $T = 0,38$  s,  $M$  ecc.  $X = 38,3\%$  (Caso Dyn 9,  $\alpha=90$ , ecc.-)



**Figura 119: Struttura deformata CDC 9 Modo 2**

Deformata + Indeformata Modo 1, Frequenza = 2,55 Hz,  $T = 0,36$  s,  $M$  ecc.  $Y = 47,3\%$  (Caso Dyn 9,  $\alpha=90$ , ecc.-)

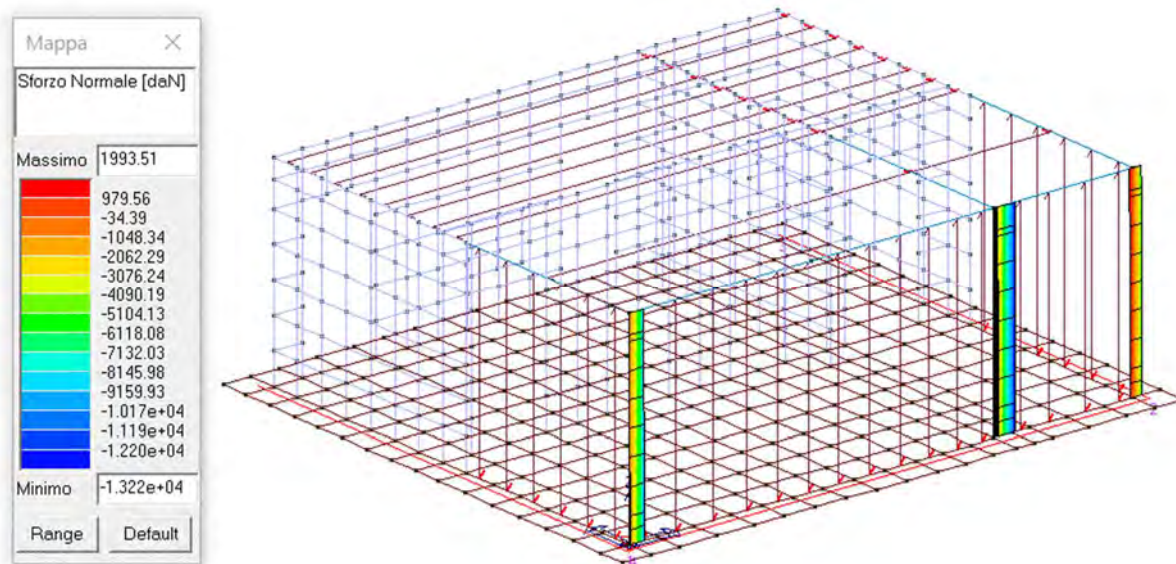


**Figura 120: Struttura deformata CDC 9 Modo 1**

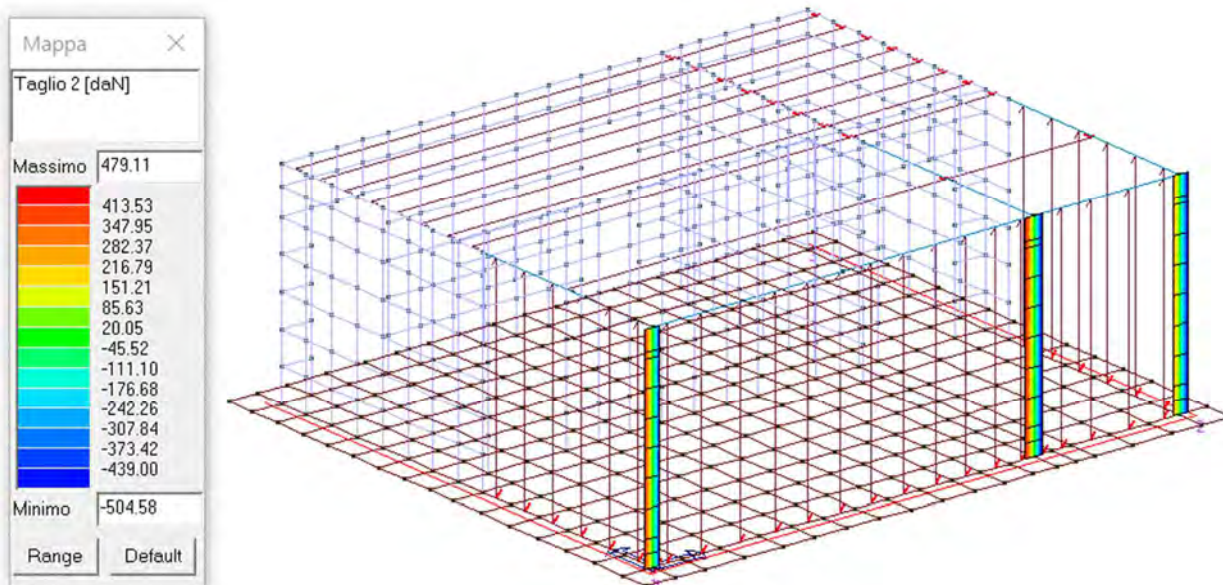
## 5.16 Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative

Nelle immagini riportate di seguito si restituiscono gli involuppi delle sollecitazioni maggiormente significative per gli elementi in calcestruzzo armato parete e le tensioni massime totali negli elementi piastra.

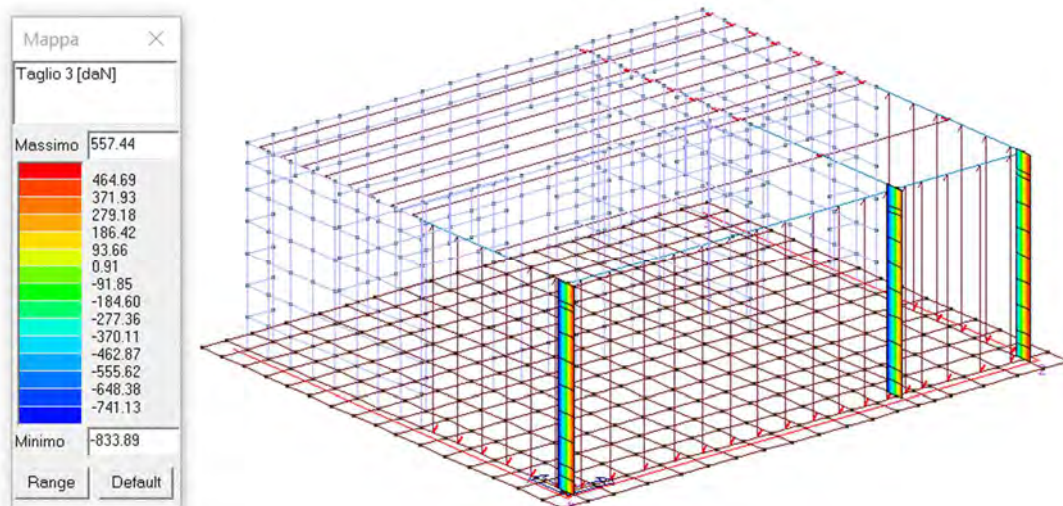
### 5.16.1. Pilastri in calcestruzzo armato



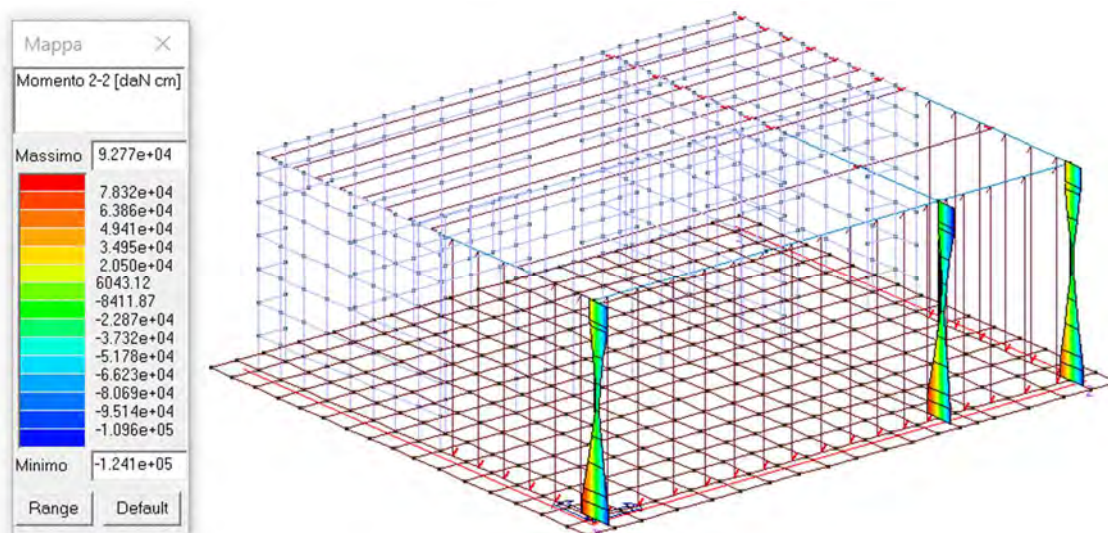
**Figura 121: Involuppo Sforzo normale (daN)**



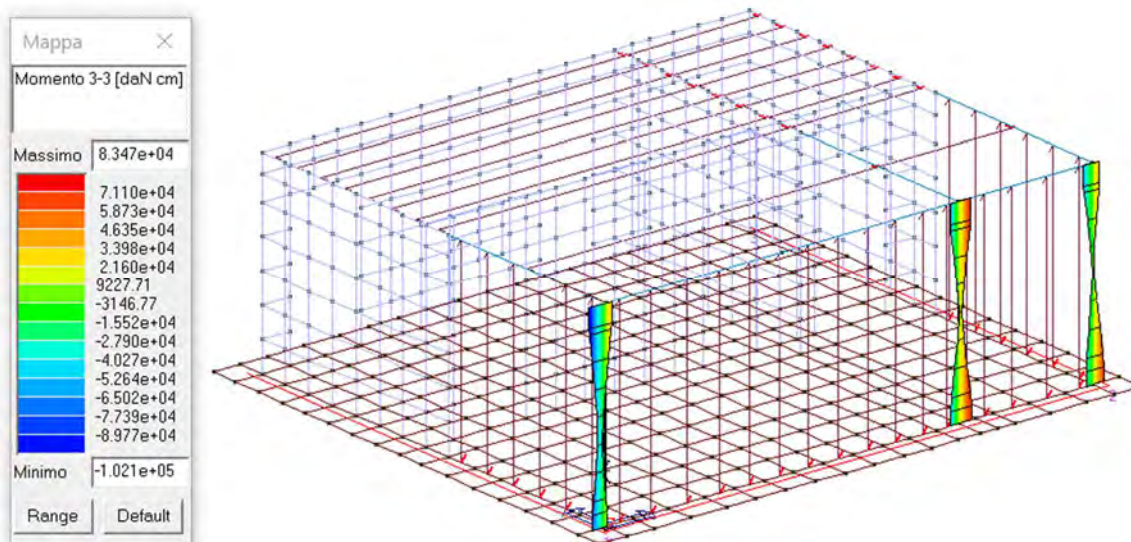
**Figura 122: Involuppo Azione Taglio 2 (daN)**



**Figura 123: Involuppo Azione Taglio 3 (daN)**

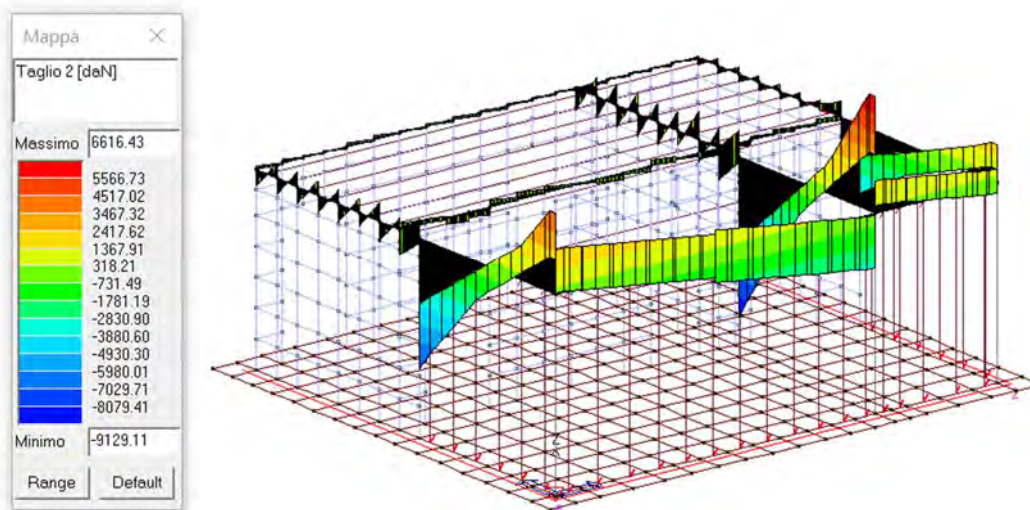


**Figura 124: Involuppo Momento flettente 2-2 (daN cm)**

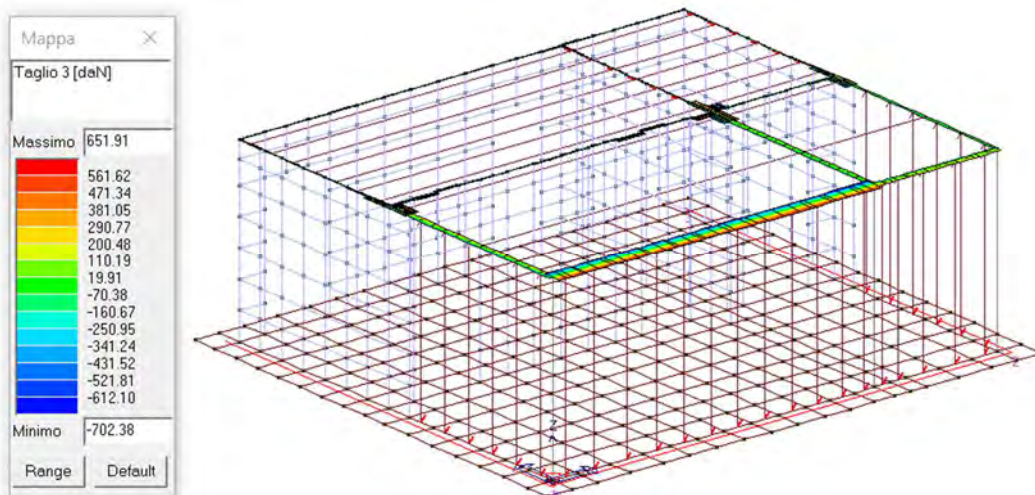


**Figura 125: Involuppo Momento flettente 3-3 (daN cm)**

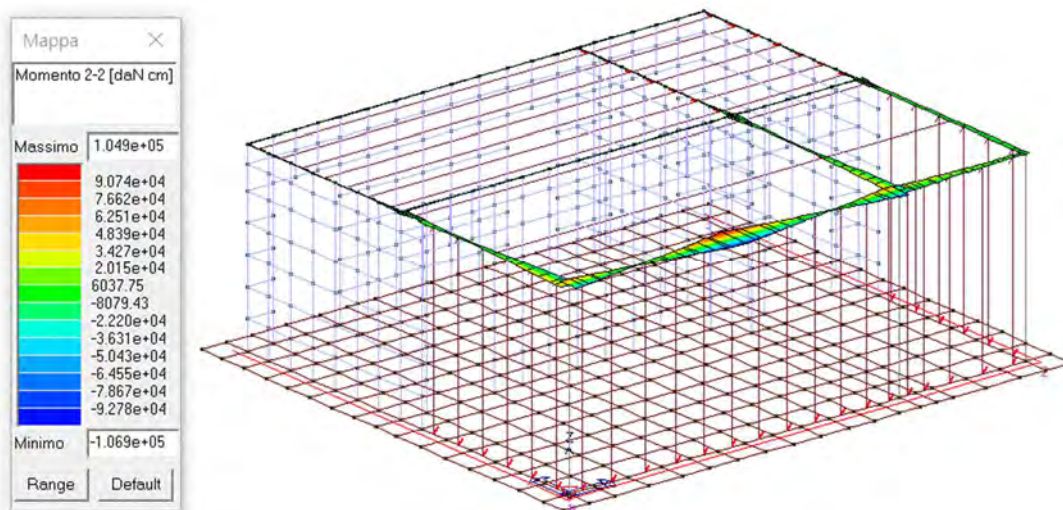
### 5.16.2. Travi in calcestruzzo armato



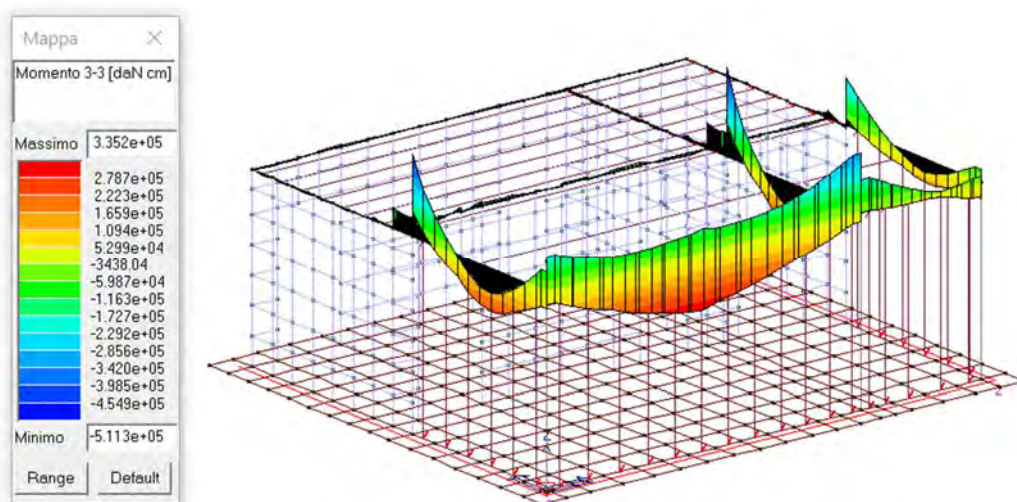
**Figura 126: Inviluppo Azione Taglio 2 (daN)**



**Figura 127: Inviluppo Azione Taglio 3 (daN)**

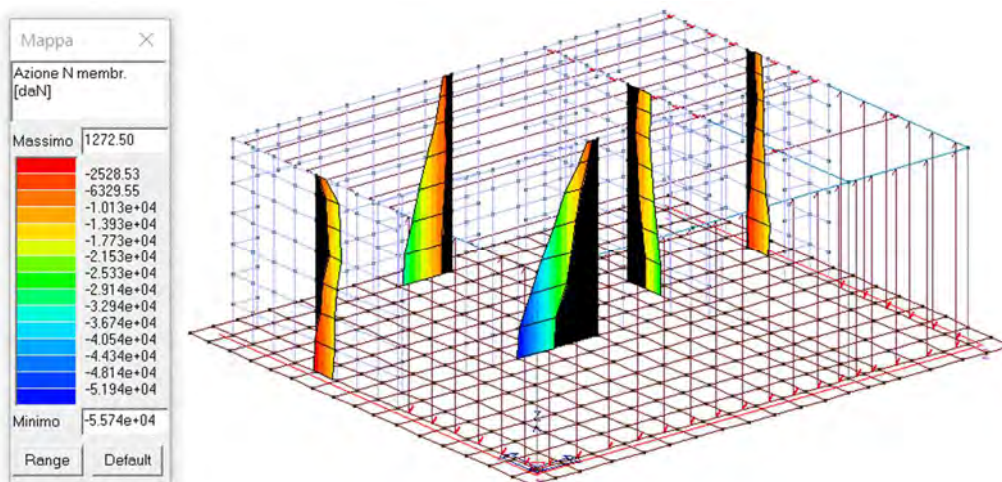


**Figura 128: Inviluppo Momento flettente 2-2 (daN cm)**

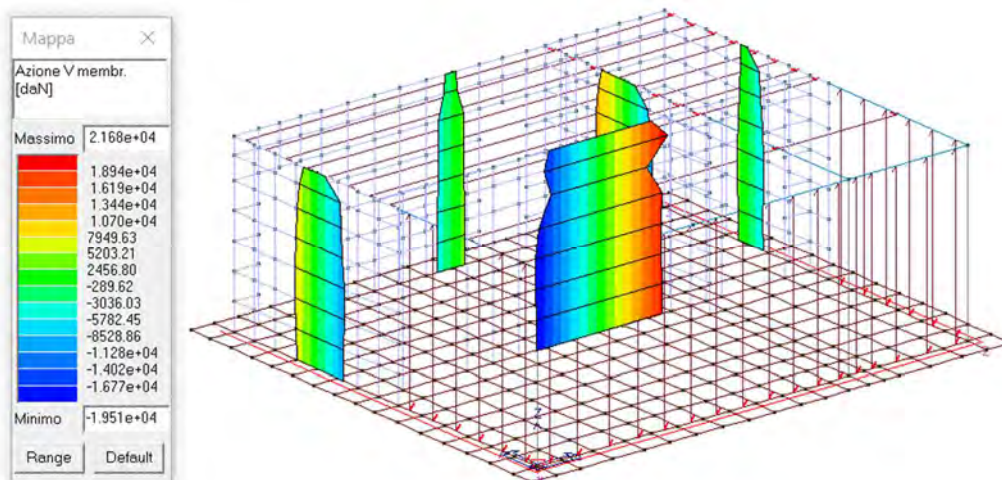


**Figura 129: Involuppo Momento flettente 3-3 (daN cm)**

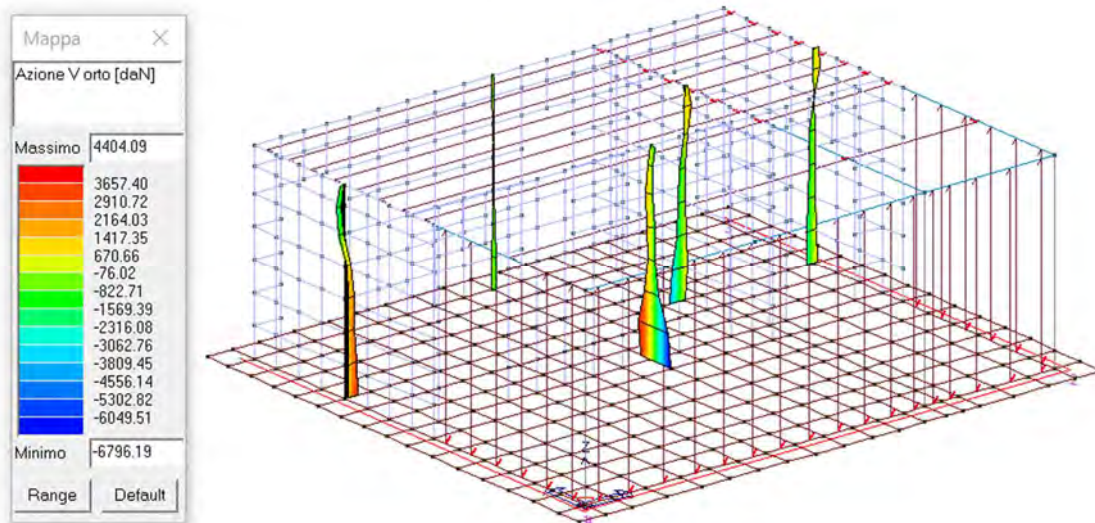
### 5.16.3. Pareti in calcestruzzo armato



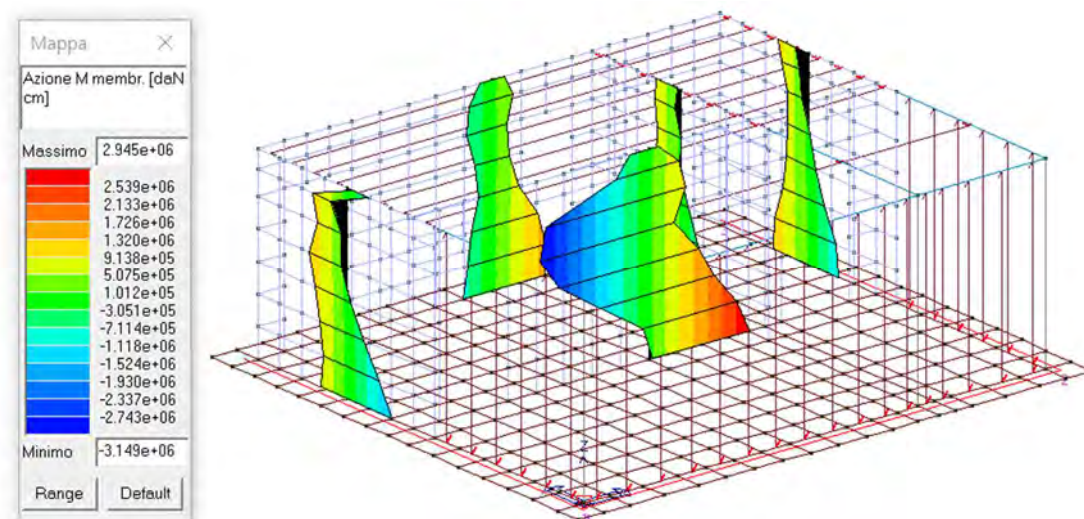
**Figura 130: Involuppo sforzo normale (daN)**



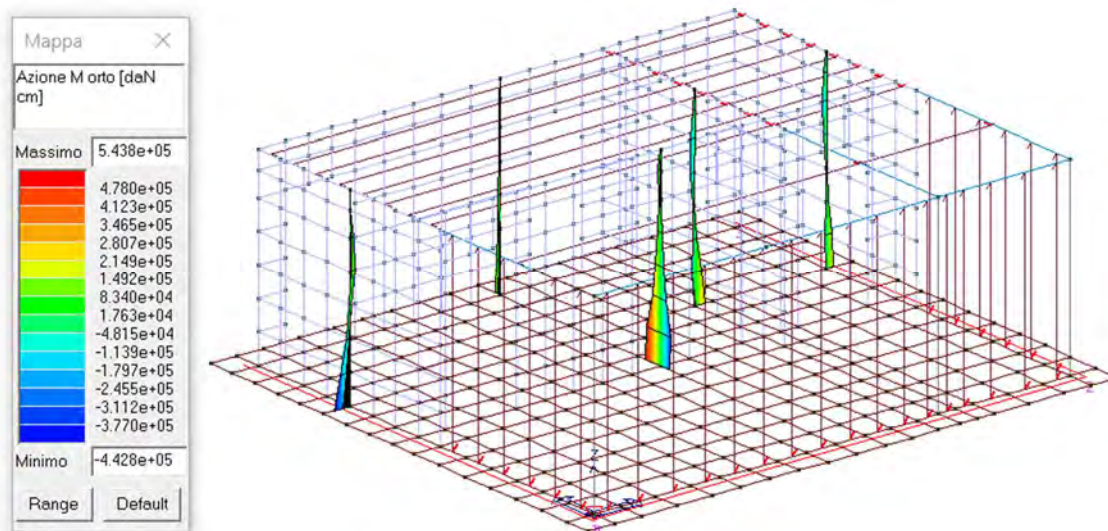
**Figura 131: Involuppo Azione V membranale (daN)**



**Figura 132: Involuppo Azione V ortogonale (daN)**

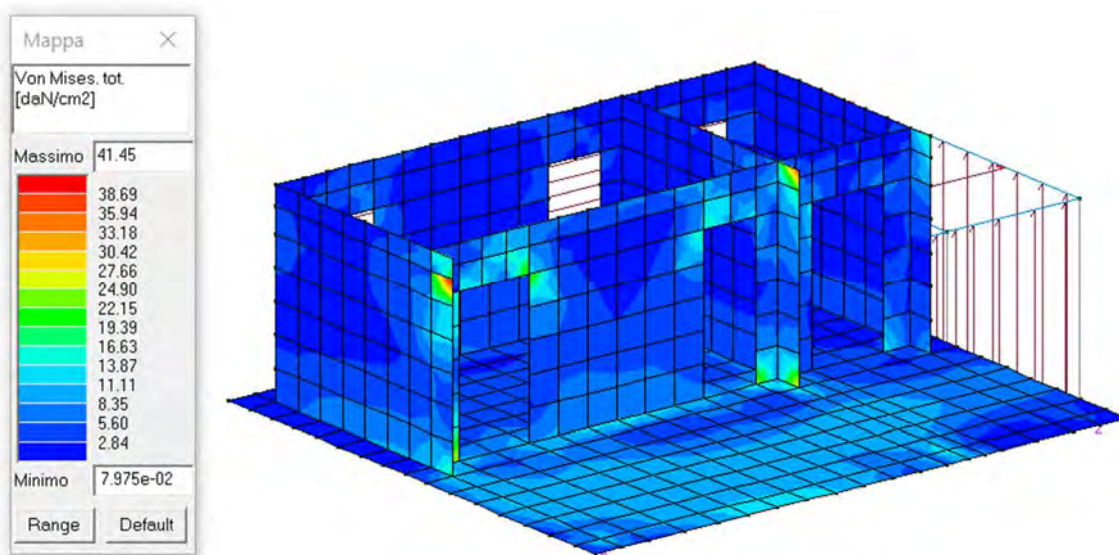


**Figura 133: Involuppo Momento membranale (daN cm)**

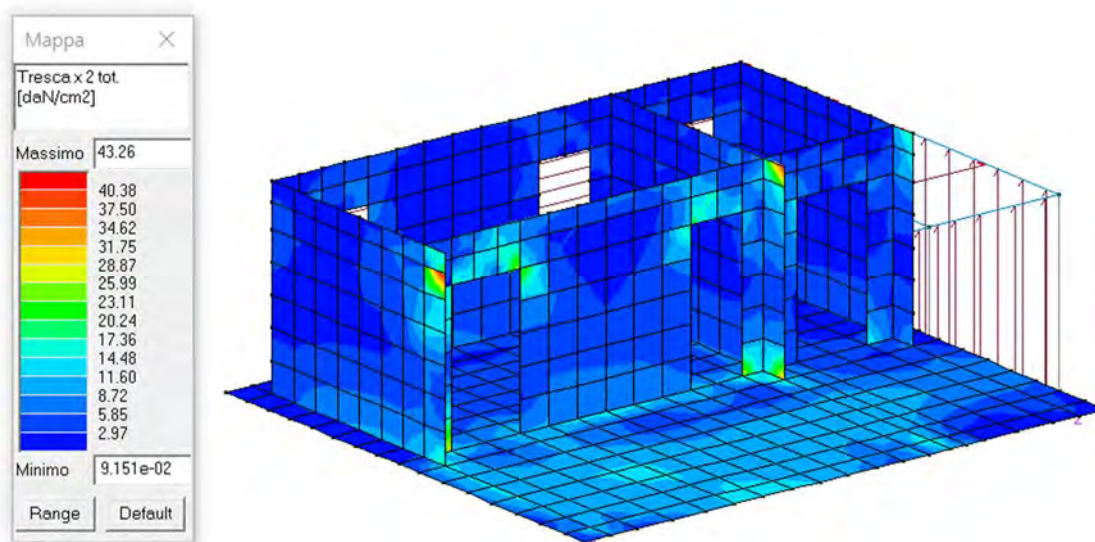


**Figura 134: Involuppo Momento ortogonale (daN cm)**

#### 5.16.4. Piastre in calcestruzzo armato



**Figura 135: Tensioni totali Von Mises (daN/cm²)**

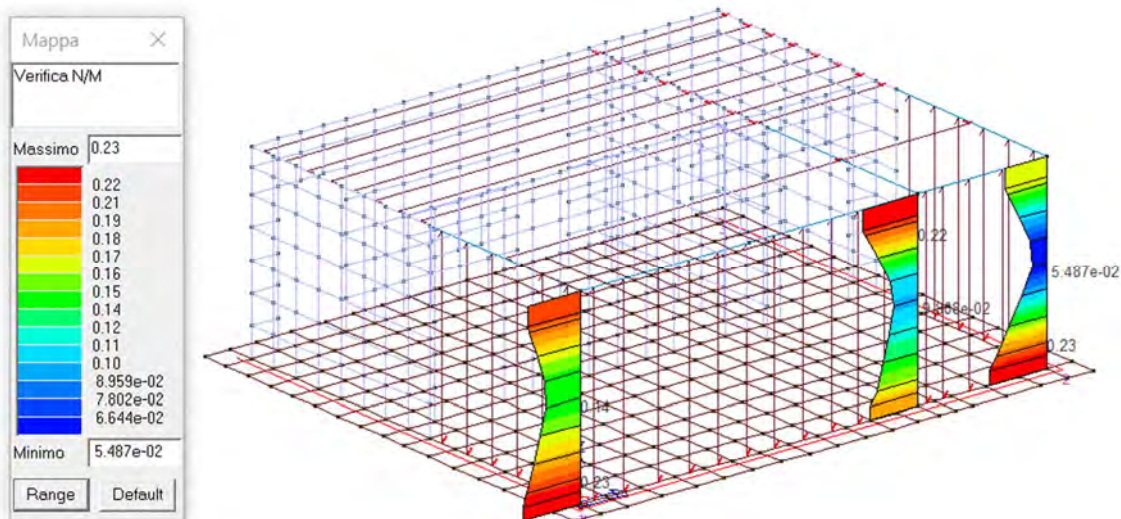


**Figura 136: Tensioni Tresca (daN/cm²)**

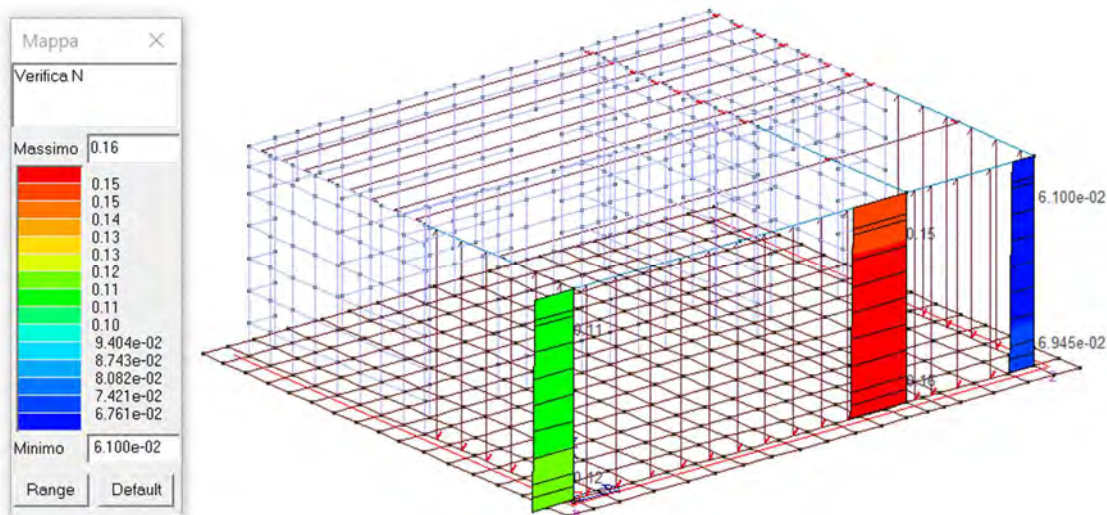
### 5.17 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi portanti costituenti la struttura oggetto di analisi e verifica che nel caso in esame risultano tutte soddisfatte in quanto il rapporto tra azione sollecitante e resistente è inferiore o pari all'unità.

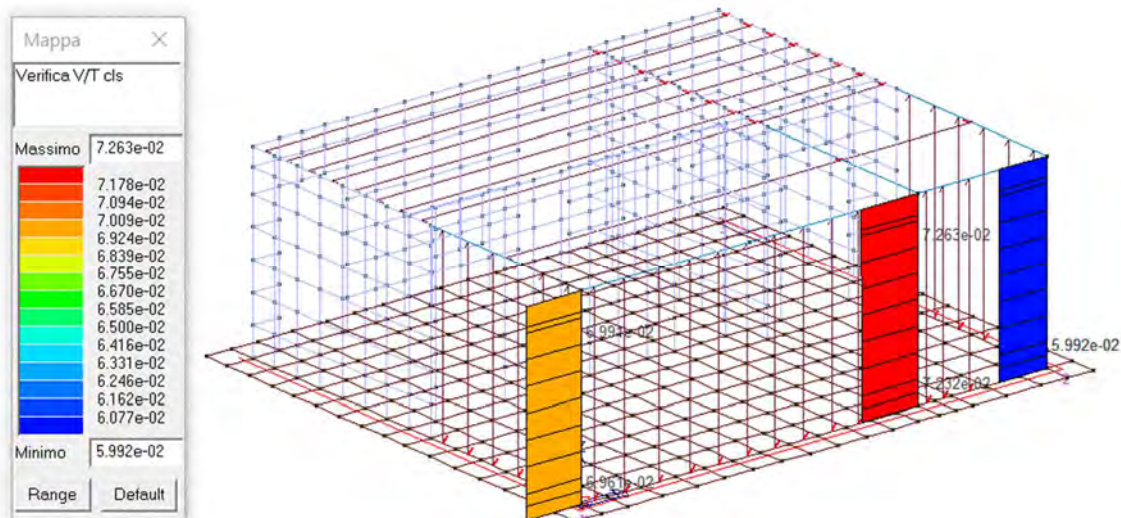
#### 5.17.1. Pilastri in cemento armato



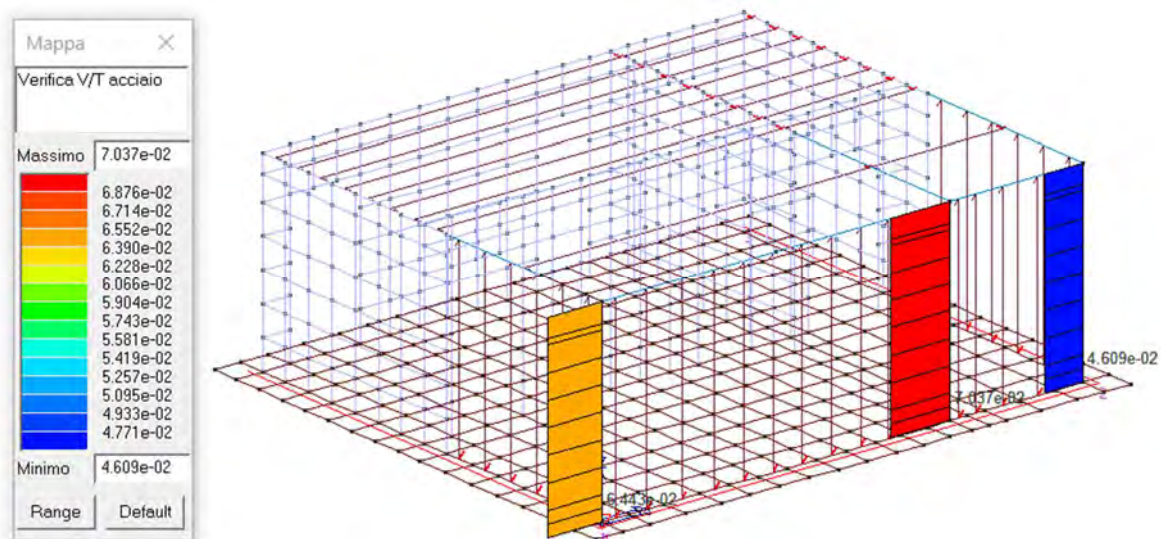
**Figura 137: Verifica N/M**



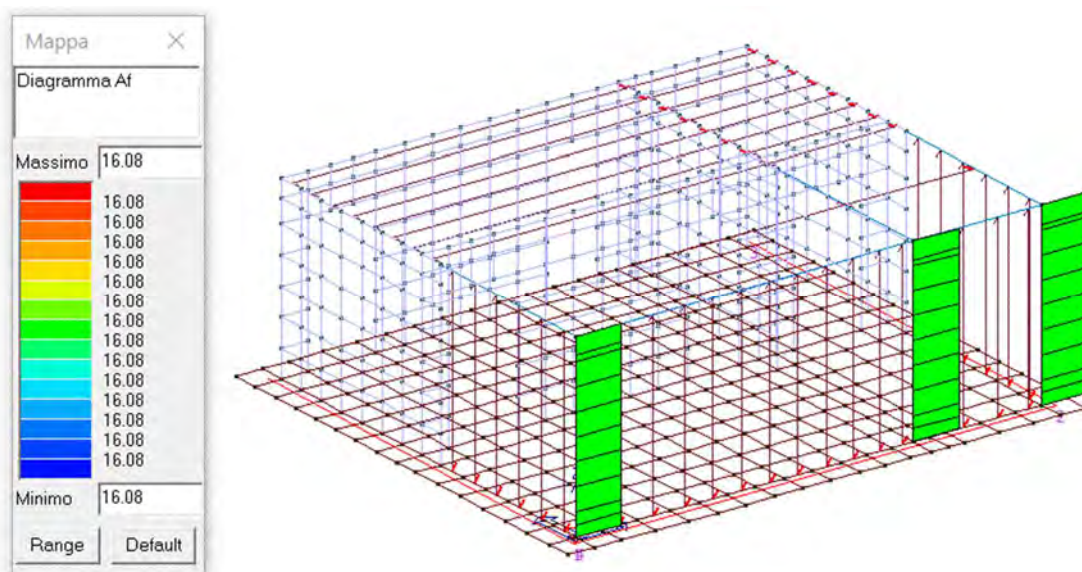
**Figura 138: Verifica N**



**Figura 139: Verifica V/T cls**

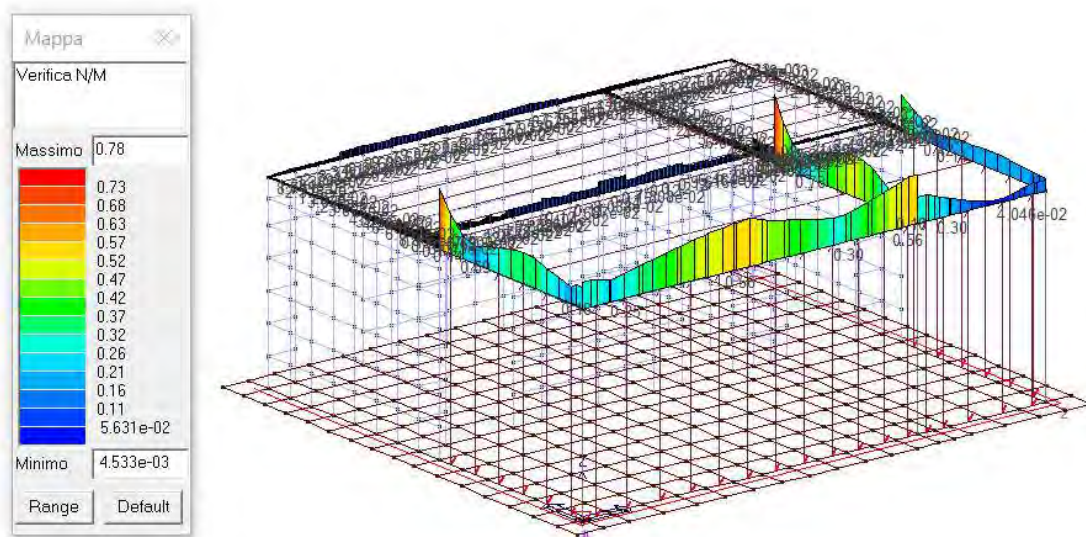


**Figura 140: Verifica V/T acciaio**

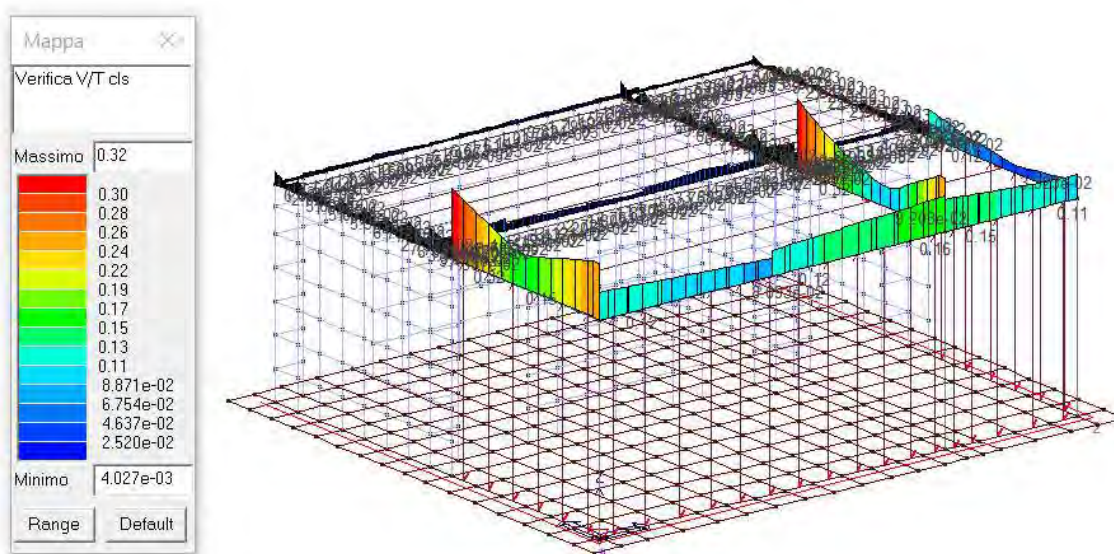


**Figura 141: Diagramma Af – armature longitudinali**

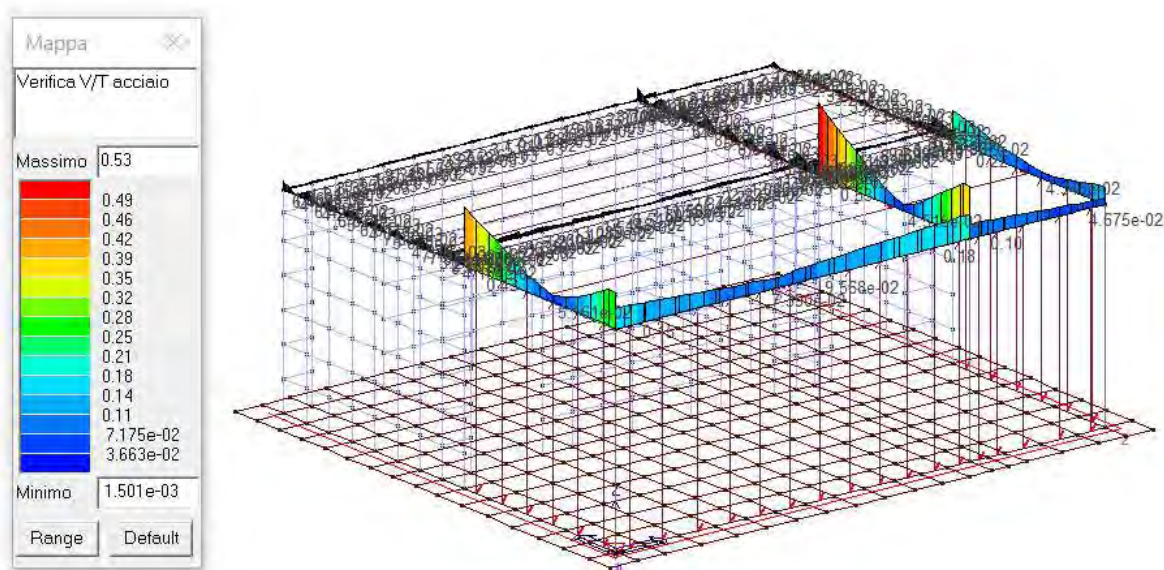
### 5.17.2. Travi in cemento armato



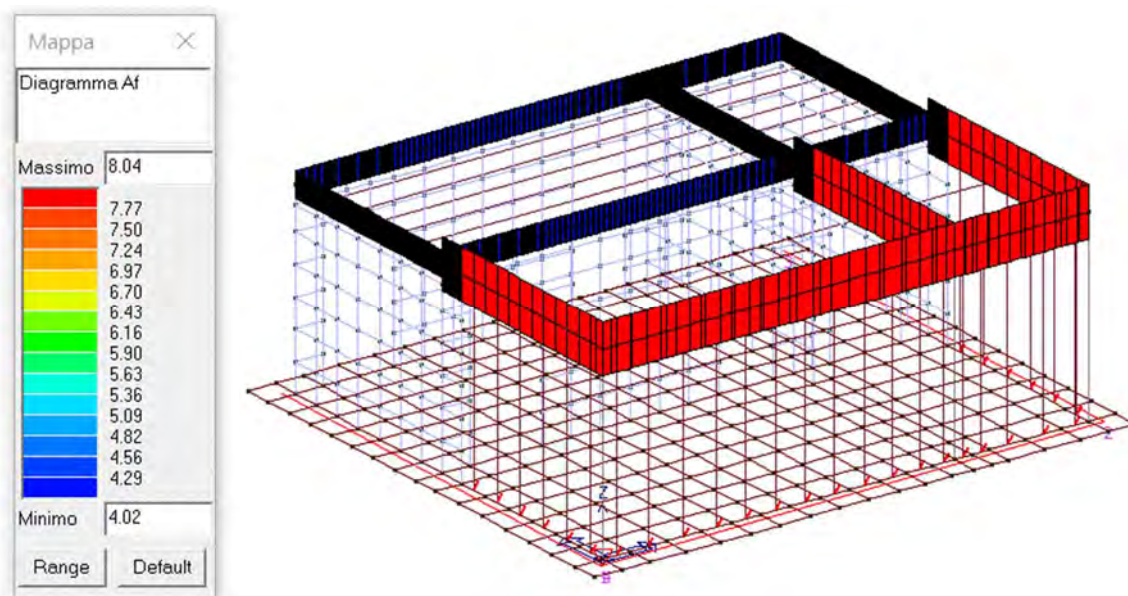
**Figura 142: Verifica N/M**



**Figura 143: Verifica V/T cls**



**Figura 144: Verifica V/T acciaio**



**Figura 145: Diagramma Af – armature longitudinali**

### 5.17.3. Piastre in cemento armato (pareti e platea)

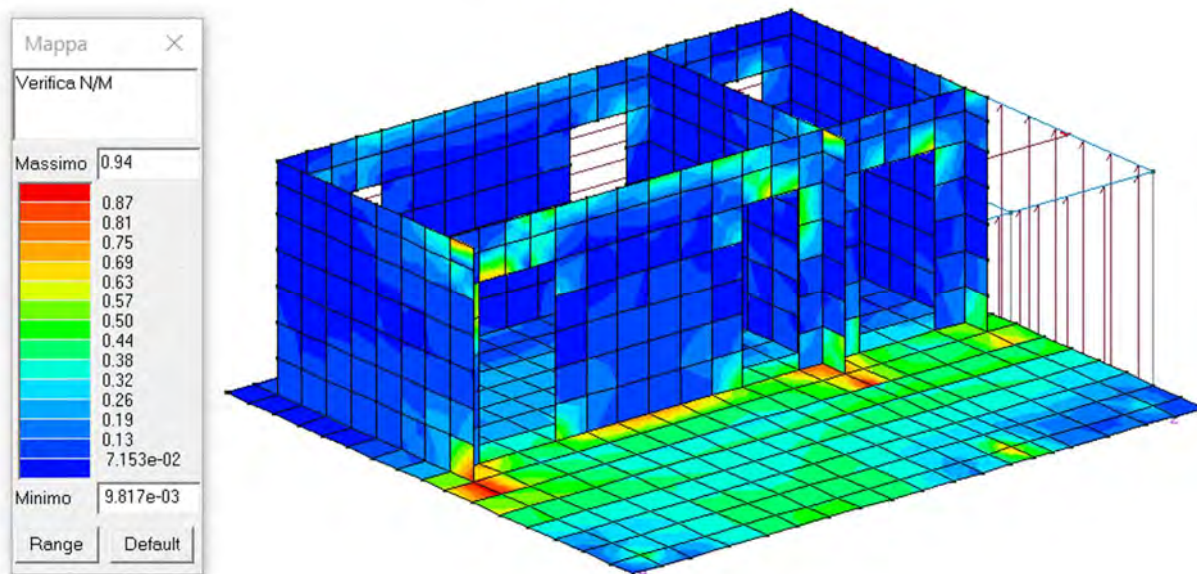


Figura 146: Verifica N/M

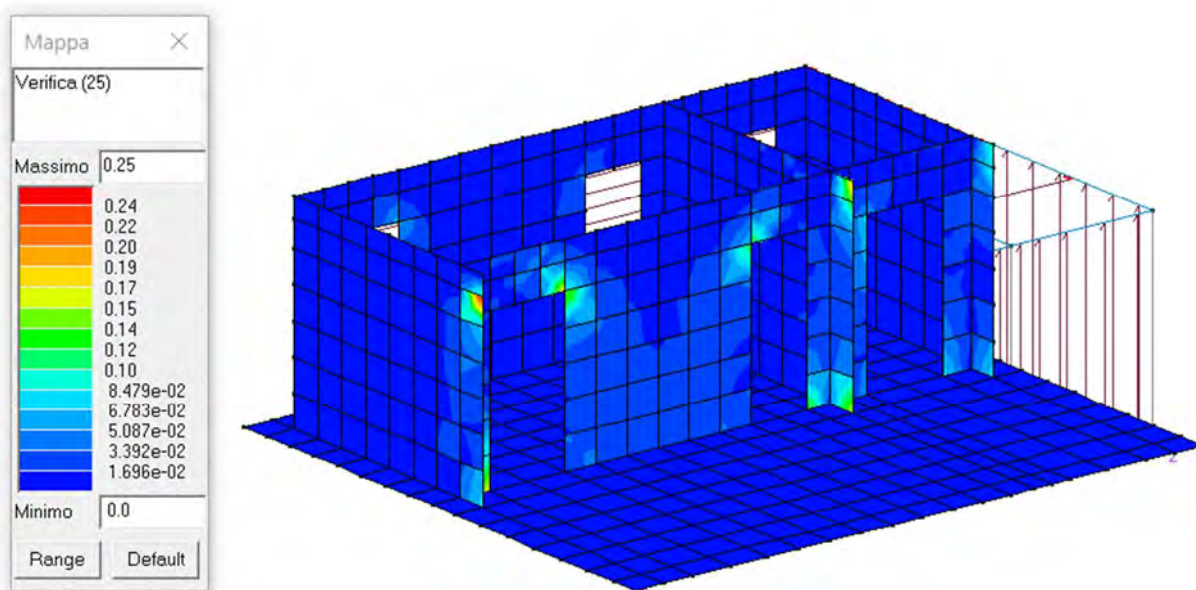
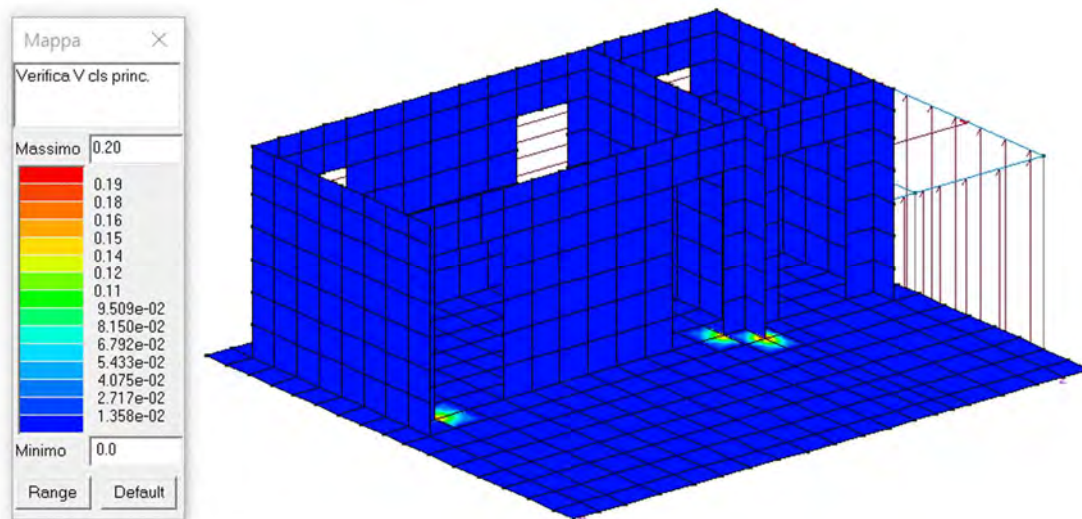
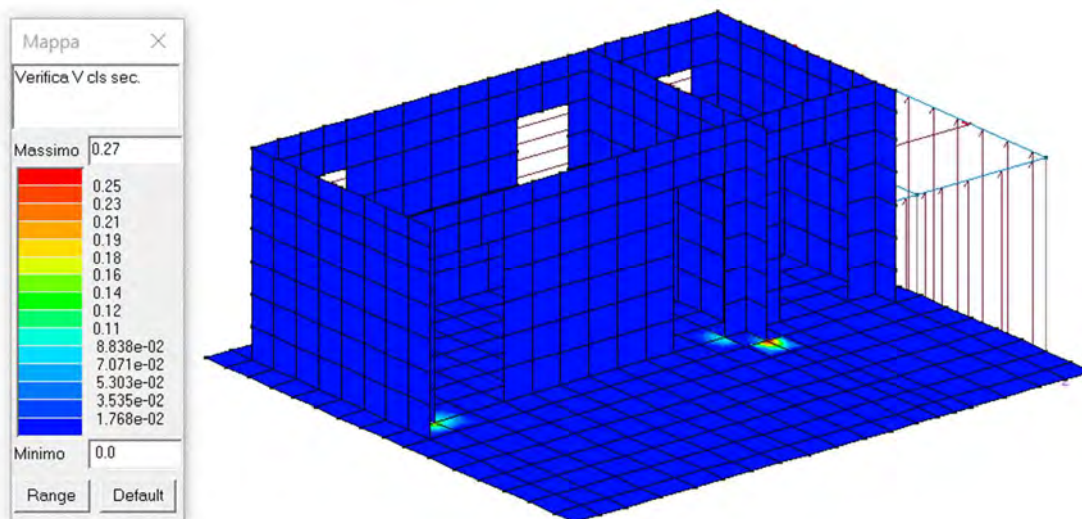


Figura 147: Verifica N (25)

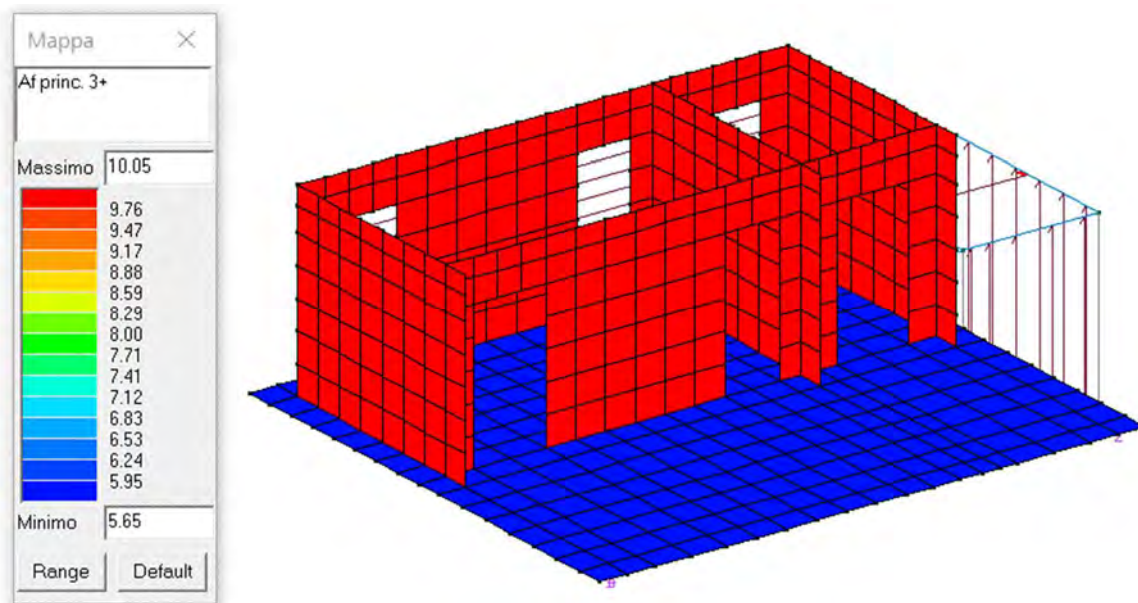


**Figura 148: Verifica V cls principale**

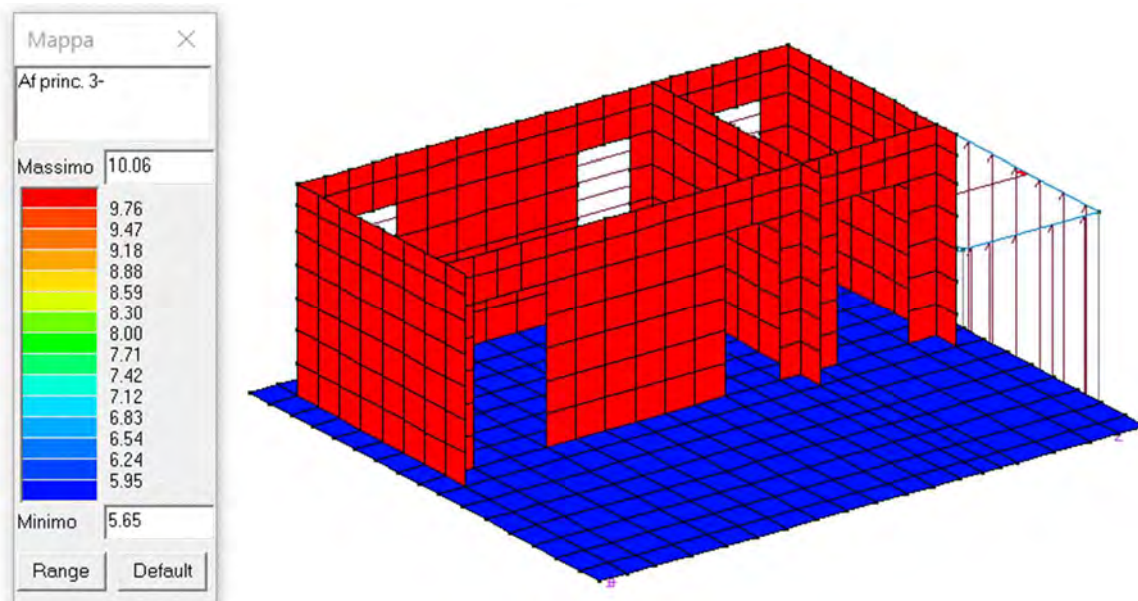


**Figura 149: Verifica V cls secondaria**

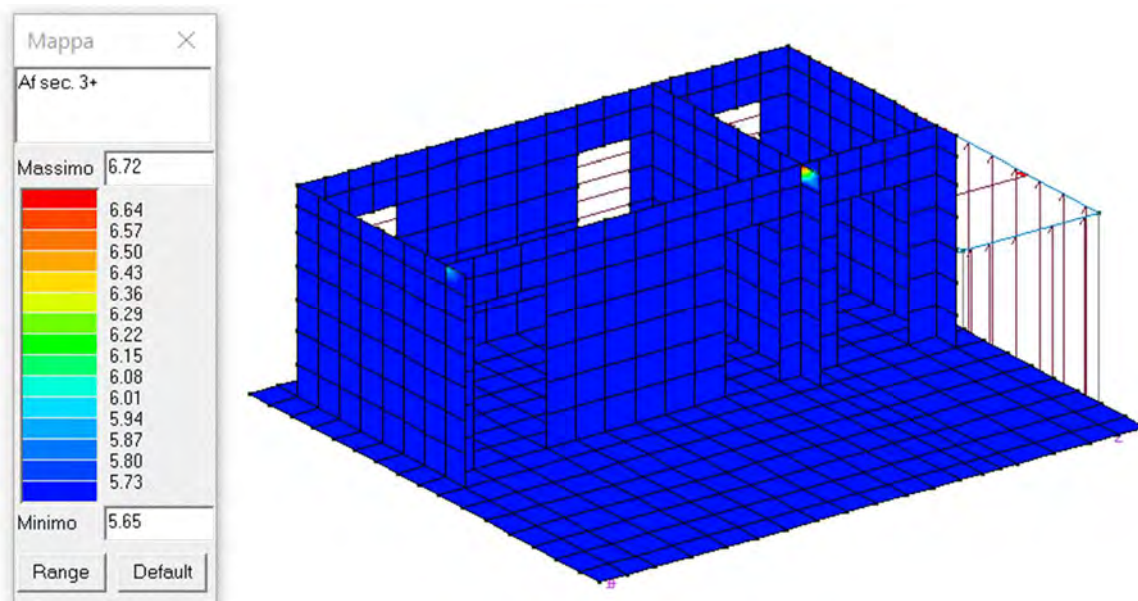
Di seguito si riportano i diagrammi di armatura delle piastre in cemento armato (Platea e pareti). Il programma di calcolo, che svolge verifiche nodali, riscontra taluni stati tensionali molto elevati nei nodi appartenenti agli spigoli ed alle zone d'angolo denunciando richieste di armature molto elevate in dette zone puntuali. Tali valori, vengono trascurati ai fini della disposizione dei ferri di armatura per la quale si fa riferimento al valore medio esteso a tutta la superficie dell'elemento in esame.



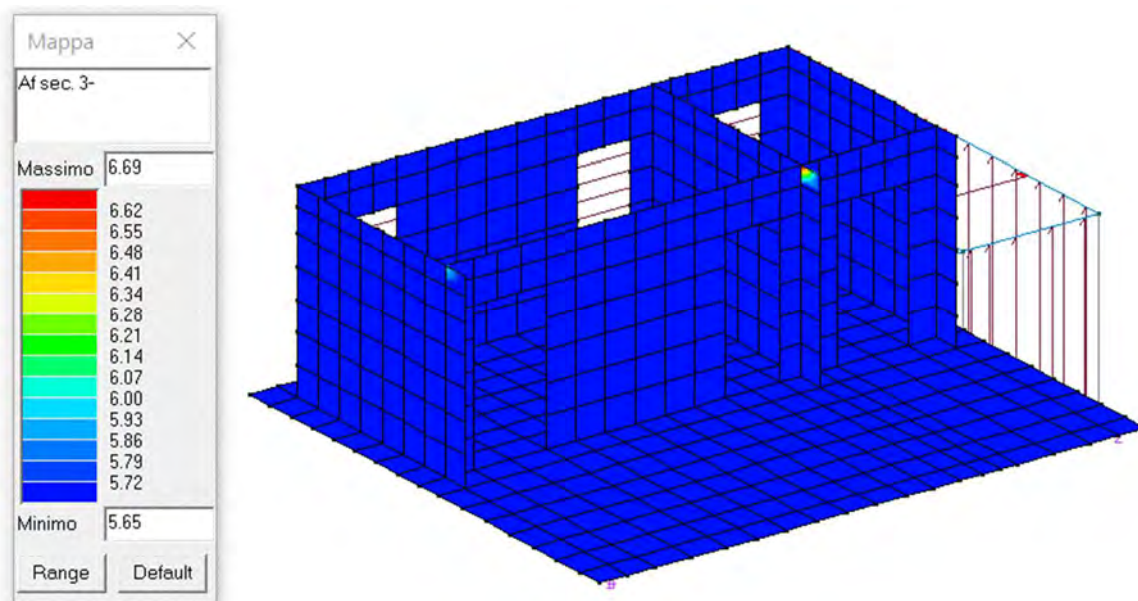
**Figura 150: Diagramma armature principali lato +**



**Figura 151: Diagramma armature principali lato -**



*Figura 152: Diagramma armature secondarie lato -*



*Figura 153: Diagramma armature secondarie lato -*

## 5.18 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

All'interno della relazione di calcolo scaturita da PRO SAP sono riportate tutte le verifiche effettuate secondo le prescrizioni normative per gli stati limite di esercizio relativamente agli elementi in cemento armato. Di seguito si riportano i diagrammi cromatici relativi alle verifiche previste dalle Normative vigenti per elementi strutturali in calcestruzzo armato.

### 5.18.1. Stati Limite di Fessurazione elementi in c.a.

#### Paragrafo 4.1.2.2.4 NTC 2018

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

**Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

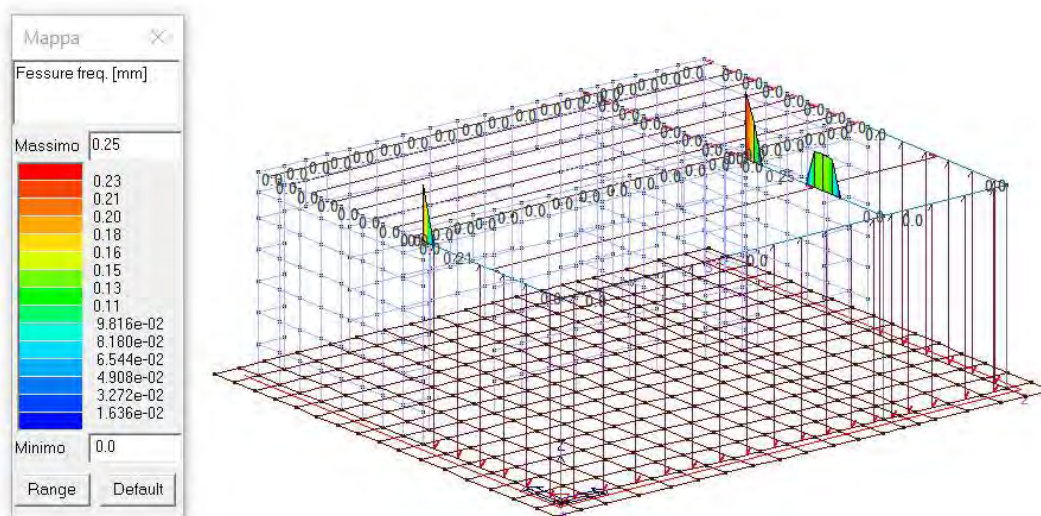
Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Nel caso in esame ci si trova nel caso di condizioni ordinarie e armatura poco sensibile alla corrosione.

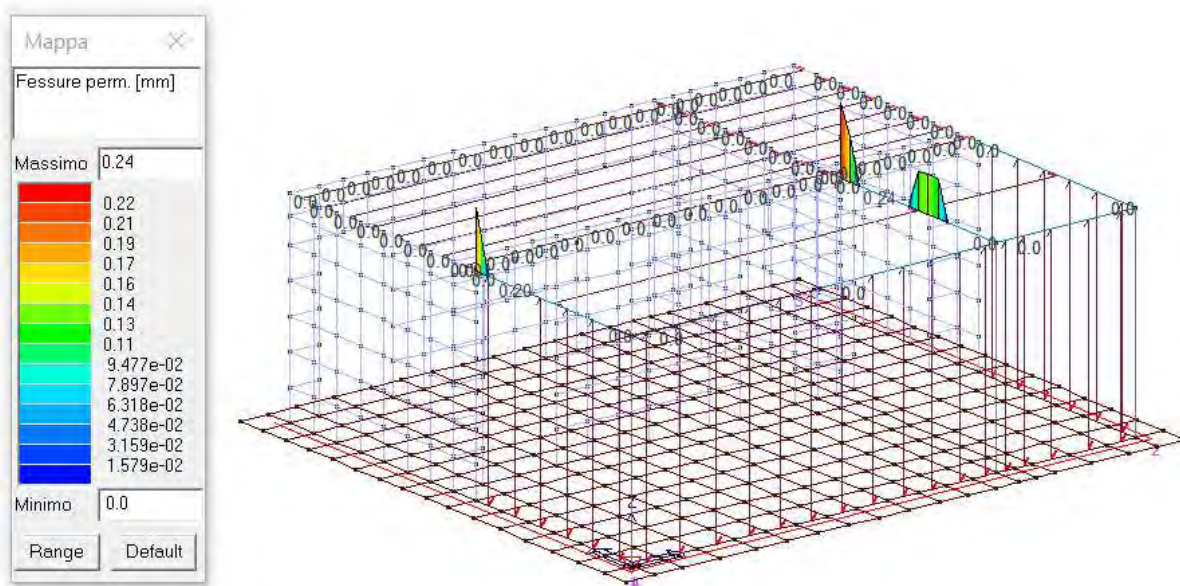
#### 5.18.1.1 Fessurazione travi in c.a.

Fessurazione condizione frequente -  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$



**Figura 154: Fessurazione condizione frequente**

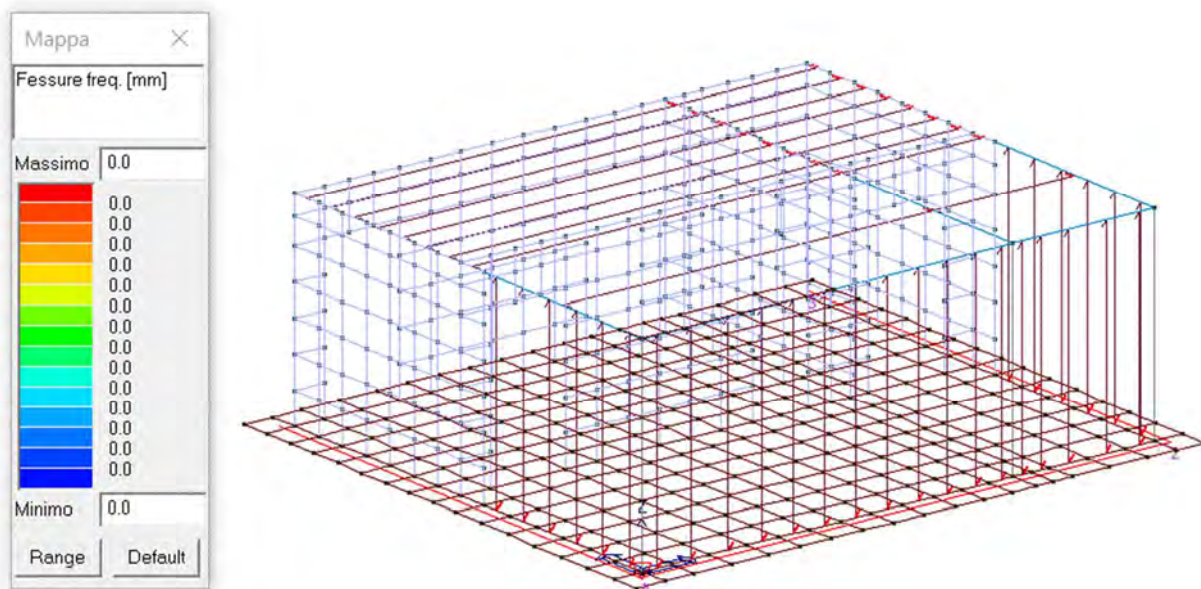
Fessurazione quasi permanente -  $w_d \leq w_3 = 0,3 \text{ mm}$



**Figura 155: Fessurazione condizione permanente**

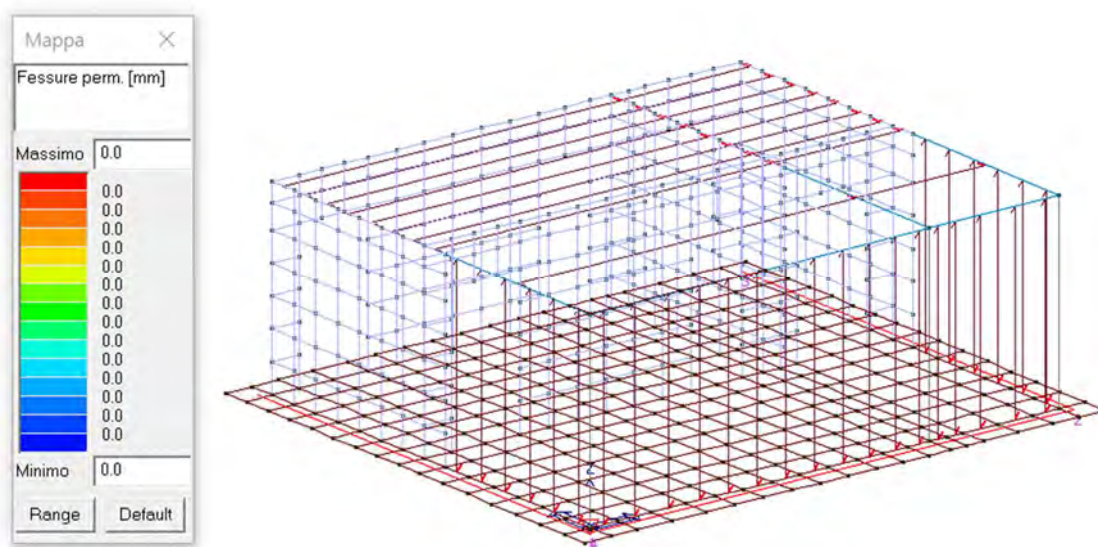
#### 5.18.1.2 Fessurazione piastre in c.a.

Fessurazione condizione frequente -  $w_d \leq w_3 = 0,4 \text{ mm}$



**Figura 156: Fessurazione condizione frequente**

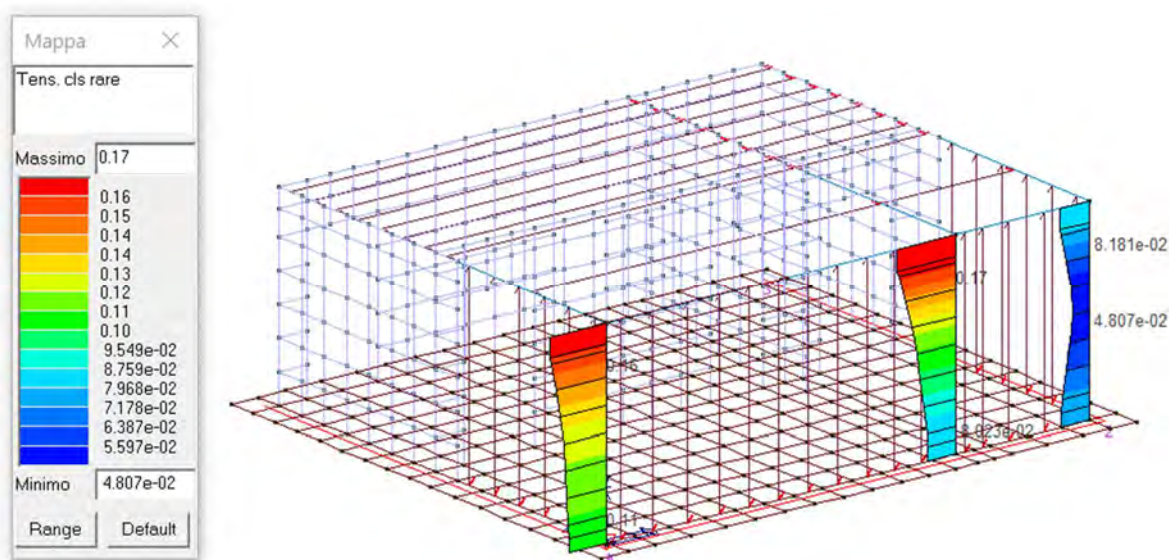
Fessurazione quasi permanente -  $w_d \leq w_3 = 0,3 \text{ mm}$



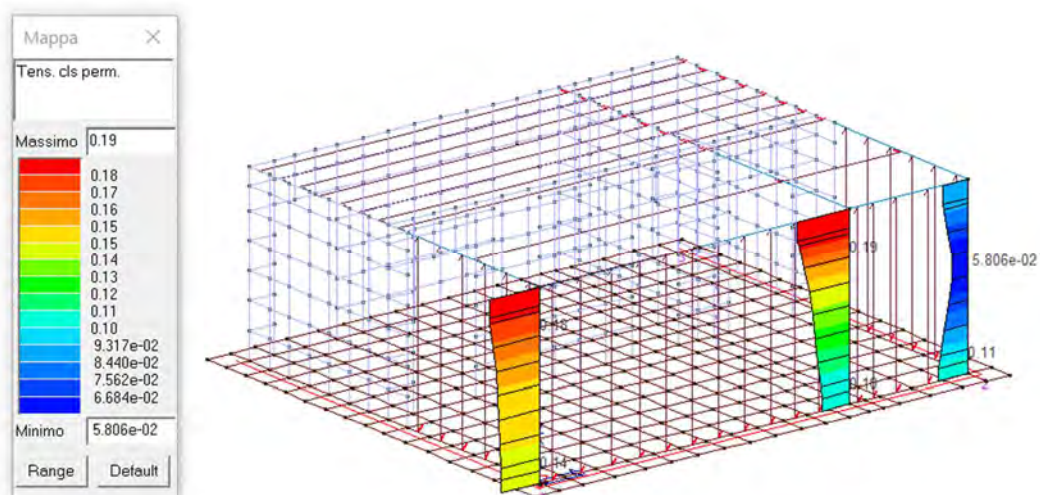
**Figura 157: Fessurazione condizione permanente**

### 5.18.2. Verifica delle tensioni in esercizio

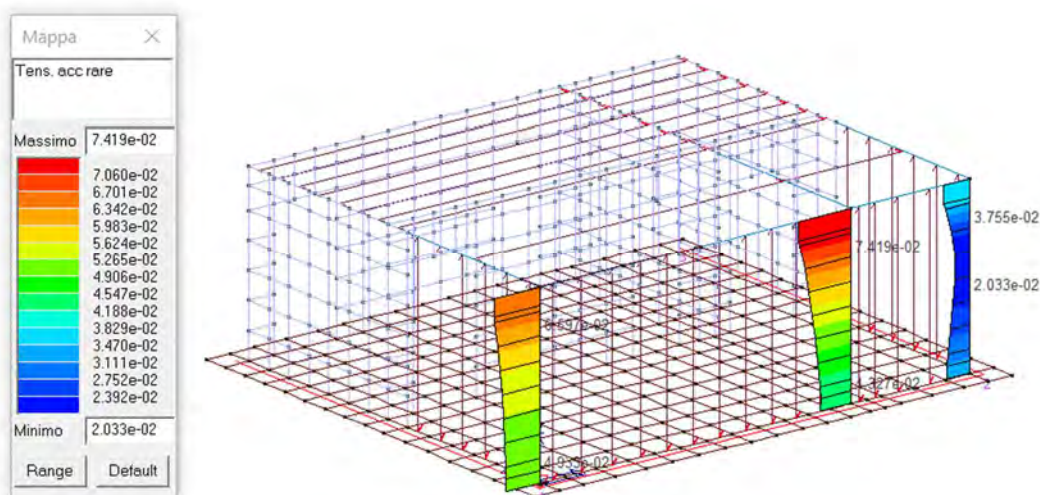
Dai grafici adimensionali riportati di seguito si evince come i limiti imposti da normativa (Paragrafo 4.1.2.2.5 NTC 2018) risultino soddisfatti in quanto il rapporto tra tensione agente e tensione limite risulta inferiore all'unità.



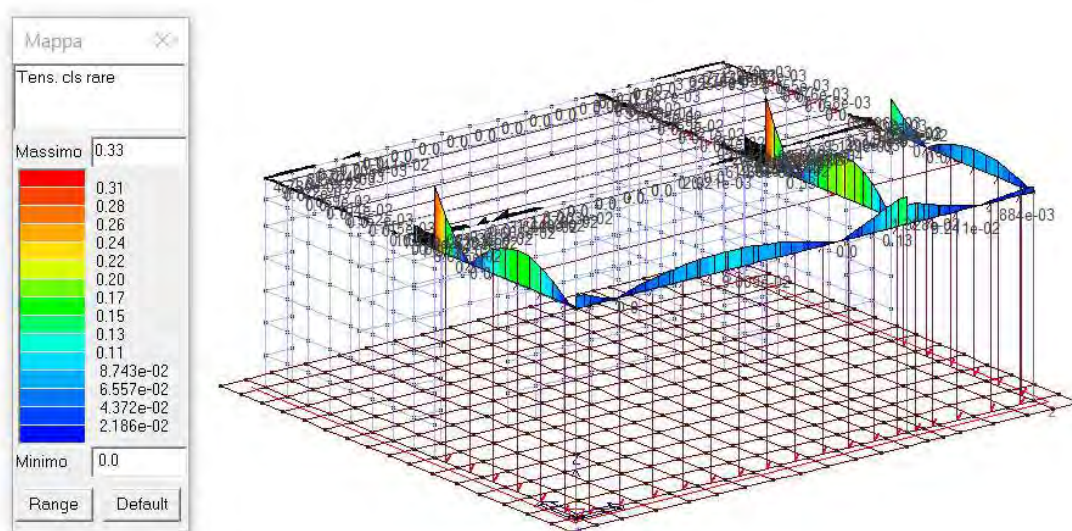
**Figura 158: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Rare (pilastri)**



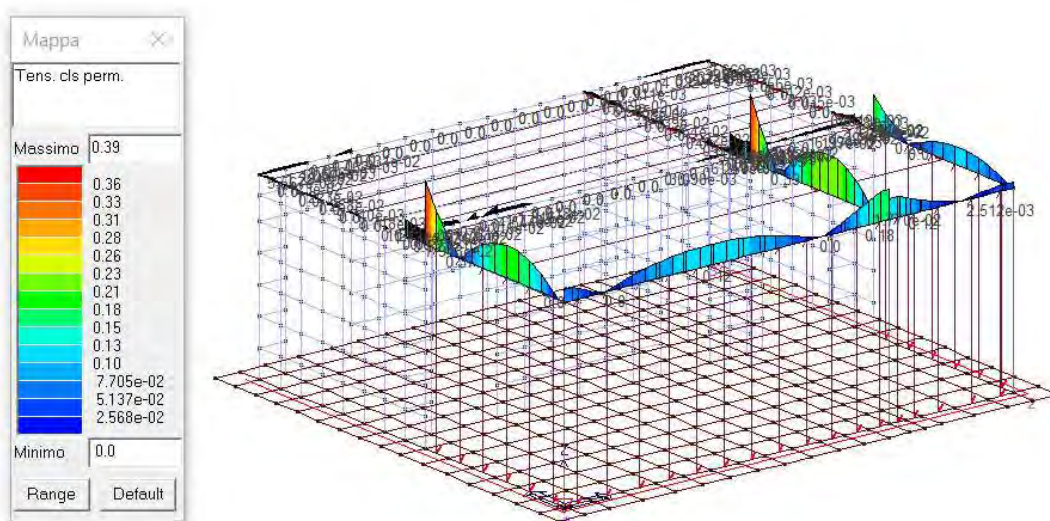
**Figura 159: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Permanenti (pilastri)**



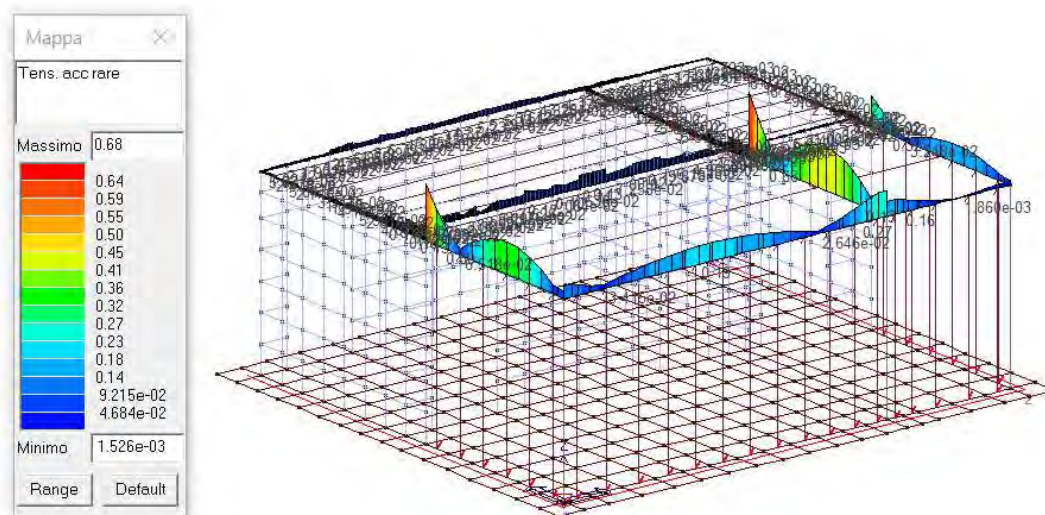
**Figura 160: Tensione nell'acciaio in condizioni Rare (pilastri)**



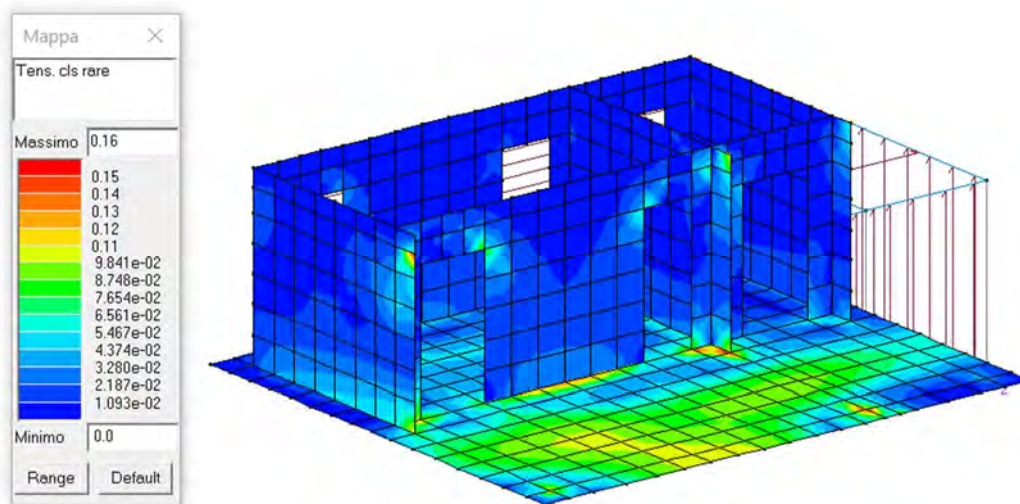
**Figura 161: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Rare (travi)**



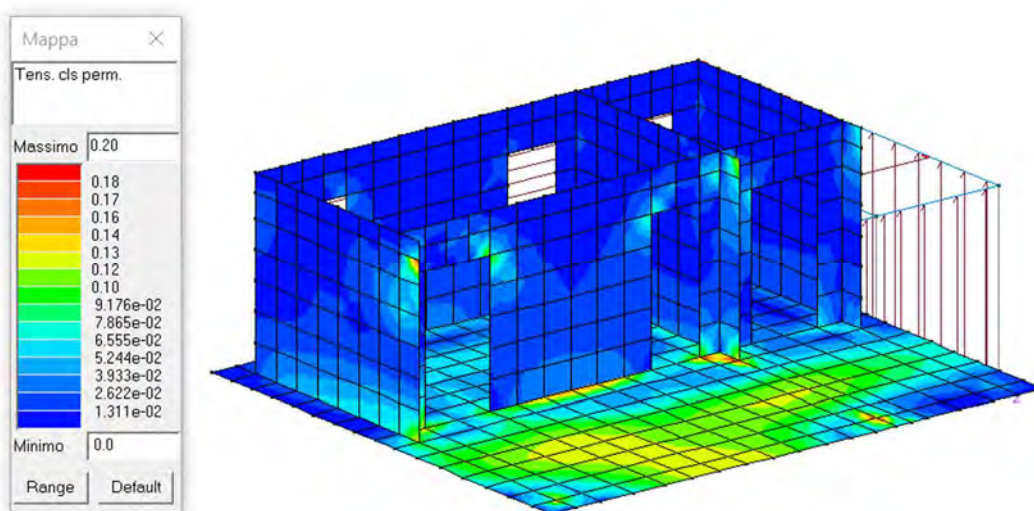
**Figura 162: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Permanenti (travi)**



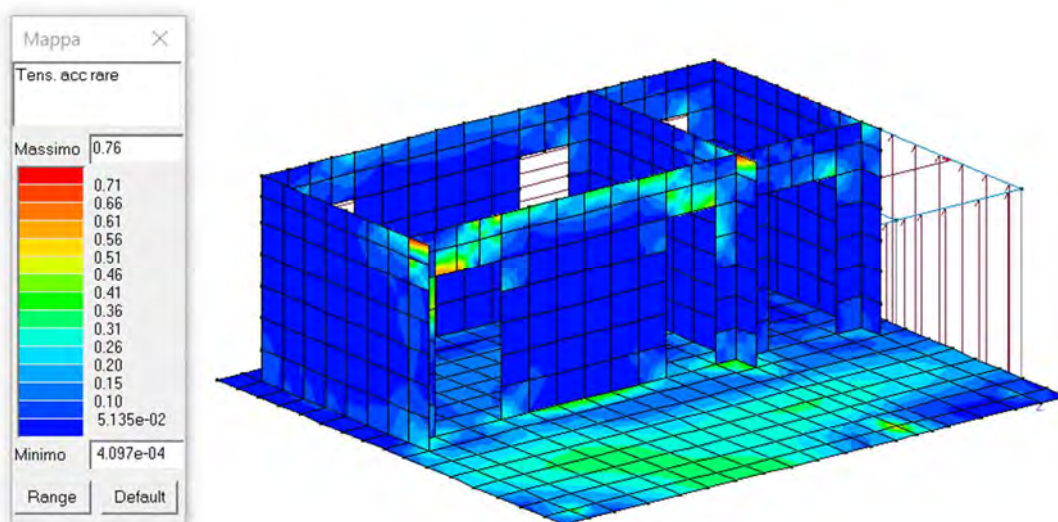
**Figura 163: Tensione nell'acciaio in condizioni Rare (travi)**



**Figura 164: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Rare (pareti e platea)**



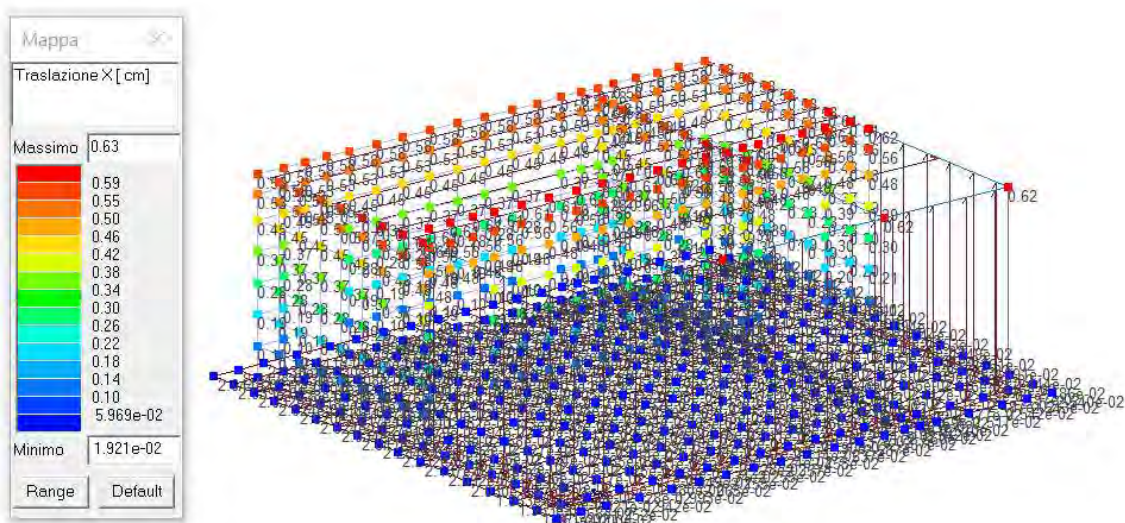
**Figura 165: Tensione nel calcestruzzo in condizioni Permanenti (pareti e platea)**



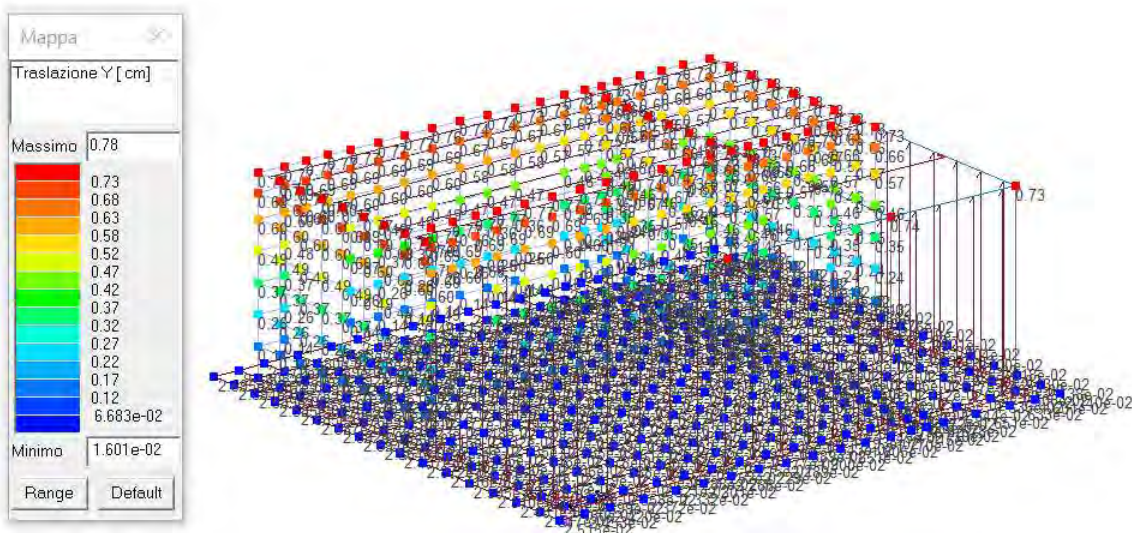
**Figura 166: Tensione nell'acciaio in condizioni Rare (pareti e platea)**

### 5.18.3. Verifiche di rigidità agli SLE

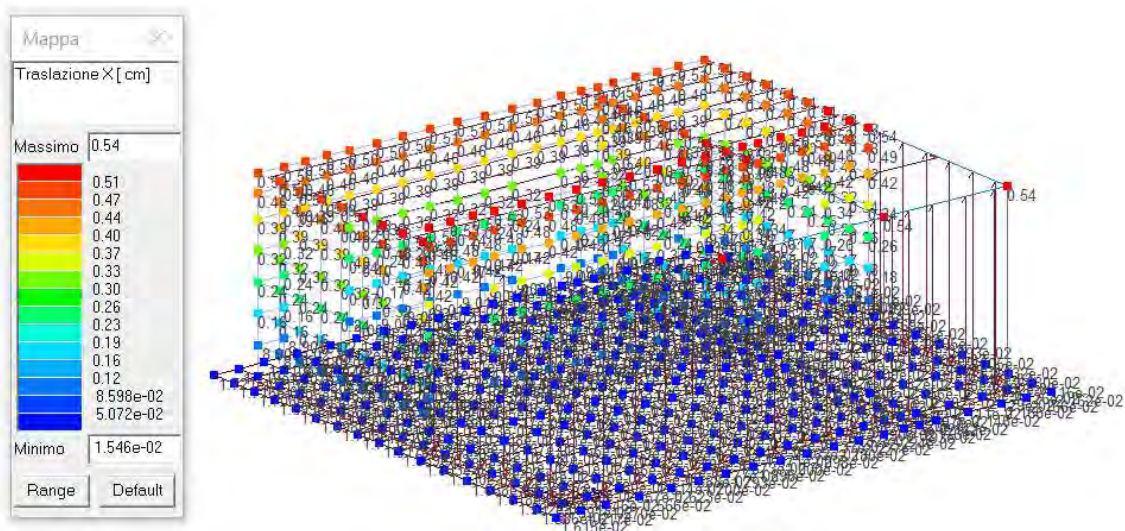
Di seguito si riportano i diagrammi delle traslazioni massime in direzione X e Y cui le diverse parti della struttura si trovano ad essere soggette nelle condizioni relative allo Stato Limite di Danno SLD ed Stato Limite di Operatività SLO.



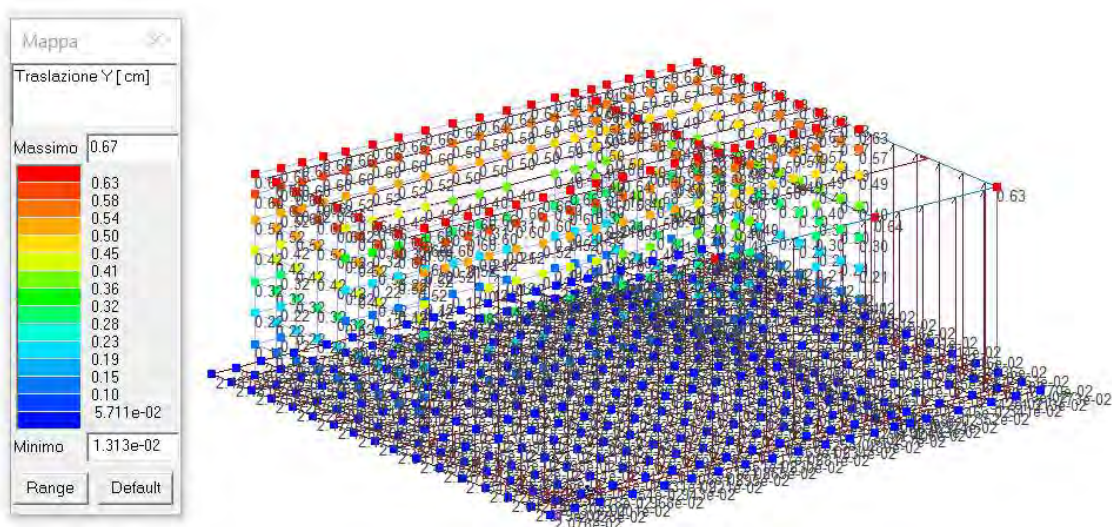
**Figura 167: Traslazione x massima – Comb. SLD**



**Figura 168: Traslazione y massima – Comb. SLD**



**Figura 169: Traslazione x massima – Comb. SLO**



**Figura 170: Traslazione y massima – Comb. SLO**

Essendo il fabbricato in classe d'uso IV ci si riferisce allo SLO e gli spostamenti di interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per lo SLD.

Il caso in esame è riconducibile alla condizione di strutture a telaio con tamponature che non interferiscono con la rigidezza e la deformabilità della struttura ed occorre fare riferimento alla formula [7.3.12] delle NTC2018:

$$qdr \leq 0,0100 h$$

Considerando  $h = 310$  cm.

Effettuando la verifica in SLO si ha:

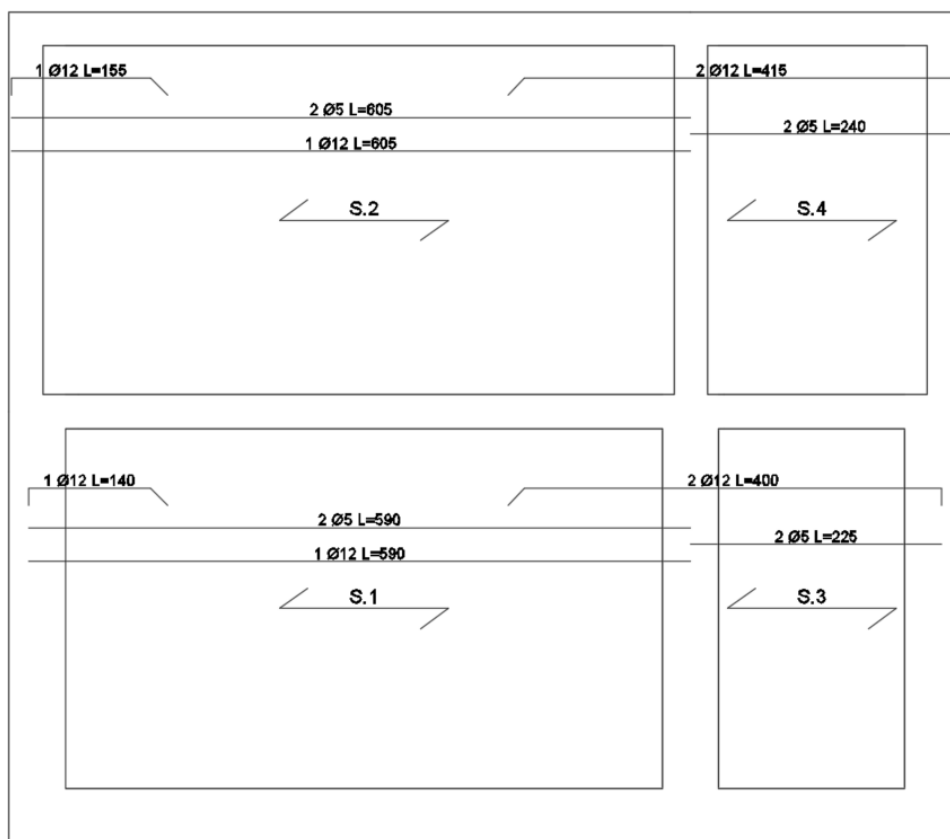
$$qdr \max = 0,67 \text{ cm} < 2/3 * (0,01 h) = 2,06 \text{ cm}$$

La verifica di rigidezza risulta quindi soddisfatta.

## 5.19 Verifiche solaio di copertura

Si effettua la verifica del solaio di copertura da prevedersi con struttura in laterocemento  $H = 20+5$ .

Il software di calcolo effettua il dimensionamento del solaio considerando la presenza di travetti tralicciati di sezione 12 x 25 cm con armatura tecnologica di base pari a 2 ferri di diametro 5 mm. Nel seguito si riportano le armature previste per le tre specchiature di solaio seguite dai tabulati di verifica.


**Figura 171: Pianta armature di solaio**

ID Arch.	Tipo	G1k	G2k	Qk	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2							
6	Neve	3.50e-02	2.88e-02	1.20e-02		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k	G2k	Qk	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
						daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2					
1	CM	6	m=4	4.0	0.0	3.50e-02	2.88e-02	1.20e-02	24	438	329	404	405
									398	397	396	395	394
									393	392	401	400	391
									403	402	4		
2	CM	6	m=4	4.0	0.0	3.50e-02	2.88e-02	1.20e-02	391	400	401	392	393
									394	395	396	397	398
									405	404	329	407	408
									409	424	426	435	243
									242	244	433	432	431
									430	429	428	427	436
									434	419	399	416	415
									414	413	412	411	403
3	CM	6	m=4	4.0	0.0	3.50e-02	2.88e-02	1.20e-02	25	425	423	259	443
									439	253	440	329	438
									24				
4	CM	6	m=4	4.0	0.0	3.50e-02	2.88e-02	1.20e-02	440	253	439	443	259
									423	422	421	420	418
									417	410	341	335	23
									1	240	2	243	435
									426	424	409	408	407
									329				

Elem.	Stato	Note	f ist	f infi	Pos.	Momento	Af inf.	Af. sup	V N/M	x/d	Taglio	Af V	verif. V	B eff
			cm	cm	cm	daN cm	cm2	cm2			daN	cm2		cm
1	ok L	s=13,m=4	-0.28	-0.70	0.0	-7.452e+04	0.44	0.88	0.92	0.03	-1455.47	0.0	0.24	50.0
					25.0	-3.995e+04	0.59	0.88	0.52	0.07	-1322.09	0.0	0.91	12.0
					272.8	1.240e+05	1.39	0.0	0.98	0.03	6.04	0.0	3.75e-03	12.0
					565.9	-1.086e+05	0.44	1.63	0.77	0.12	1569.77	0.0	0.93	12.0
					590.9	-1.495e+05	0.44	1.70	0.97	0.05	1703.15	0.0	0.28	50.0
2	ok L	s=13,m=4	-0.28	-0.70	0.0	-7.452e+04	0.44	0.88	0.92	0.03	-1455.47	0.0	0.24	50.0
					15.0	-5.338e+04	0.44	0.88	0.69	0.08	-1375.44	0.0	0.94	12.0
					272.8	1.240e+05	1.39	0.0	0.98	0.03	6.04	0.0	3.75e-03	12.0
					575.9	-1.245e+05	0.44	1.70	0.85	0.13	1623.12	0.0	0.94	12.0
					590.9	-1.495e+05	0.44	1.70	0.97	0.05	1703.15	0.0	0.28	50.0
3	ok L	s=13,m=4	0.03	0.07	0.0	-1.495e+05	0.31	1.70	0.97	0.05	-1216.51	0.0	0.20	50.0
					25.0	-1.207e+05	0.31	1.64	0.85	0.13	-1083.14	0.0	0.64	12.0
					174.2	-1.851e+04	0.31	0.88	0.24	0.08	-287.05	0.0	0.20	12.0
					200.1	-1.287e+04	0.31	0.88	0.17	0.08	-149.21	0.0	0.10	12.0
					225.1	-1.081e+04	0.31	0.88	0.13	0.03	271.22	0.0	0.04	50.0
4	ok L	s=13,m=4	0.03	0.07	0.0	-1.495e+05	0.31	1.70	0.97	0.05	-1216.51	0.0	0.20	50.0
					15.0	-1.318e+05	0.31	1.70	0.90	0.14	-1136.49	0.0	0.66	12.0
					174.2	-1.851e+04	0.31	0.88	0.24	0.08	-287.05	0.0	0.20	12.0
					210.1	-1.165e+04	0.31	0.88	0.15	0.08	191.19	0.0	0.13	12.0
					225.1	-1.081e+04	0.31	0.88	0.13	0.03	271.22	0.0	0.04	50.0
Elem.			f ist	f infi		Momento	Af inf.	Af. sup	V N/M	x/d	Taglio	Af V	verif. V	
						-1.495e+05					-1455.47			
			0.03	0.07		1.240e+05	1.39	1.70	0.98	0.14	1703.15	0.0	0.94	

Elem.	Pos.	rRfck	rFfck	rPfck	rRfyk	rFfyk	rPfyk	wR	wF	wP
	cm							mm	mm	mm
1	0.0	0.15	0.13	0.17	0.75	0.66	0.63	0.0	0.0	0.0
	25.0	0.18	0.15	0.20	0.42	0.36	0.35	0.0	0.0	0.0
	272.8	0.21	0.19	0.24	0.79	0.69	0.66	0.10	0.09	0.09
	565.9	0.39	0.34	0.44	0.63	0.55	0.53	0.0	0.0	0.0
	590.9	0.23	0.20	0.26	0.79	0.69	0.67	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.15	0.13	0.17	0.75	0.66	0.63	0.0	0.0	0.0
	15.0	0.24	0.21	0.27	0.56	0.49	0.47	0.0	0.0	0.0
	272.8	0.21	0.19	0.24	0.79	0.69	0.66	0.10	0.09	0.09
	575.9	0.44	0.39	0.50	0.69	0.60	0.58	0.17	0.0	0.0
	590.9	0.23	0.20	0.26	0.79	0.69	0.67	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.23	0.20	0.26	0.79	0.69	0.67	0.0	0.0	0.0
	25.0	0.44	0.39	0.50	0.69	0.60	0.58	0.18	0.0	0.0
	174.2	0.09	0.07	0.10	0.19	0.17	0.16	0.0	0.0	0.0
	200.1	0.06	0.05	0.07	0.13	0.12	0.11	0.0	0.0	0.0
	225.1	0.02	0.02	0.03	0.11	0.10	0.09	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.23	0.20	0.26	0.79	0.69	0.67	0.0	0.0	0.0
	15.0	0.48	0.42	0.54	0.73	0.64	0.62	0.18	0.0	0.0
	174.2	0.09	0.07	0.10	0.19	0.17	0.16	0.0	0.0	0.0
	210.1	0.05	0.05	0.06	0.12	0.11	0.10	0.0	0.0	0.0
	225.1	0.02	0.02	0.03	0.11	0.10	0.09	0.0	0.0	0.0
Elem.		rRfck	rFfck	rPfck	rRfyk	rFfyk	rPfyk	wR	wF	wP
		0.48	0.42	0.54	0.79	0.69	0.67	0.18	0.09	0.09

Le verifiche agli stati limite ultimi ed agli stati limite di esercizio risultano soddisfatte.

## 5.20 Verifiche espulsione tamponature

Si effettua la verifica ad espulsione delle tamponature, considerate come elementi secondari, secondo i dettami del Par. 7.2.3 delle NTC2018.

I tamponamenti sono costituiti da blocchi Poroton di spessore 20 cm completati dal pacchetto di isolamento e dalle intonacature. Volendo considerare le masse coinvolte (quantificate totalmente in un una massa di superficie pari a 476,8 kg/m<sup>2</sup>) si adotta l'artefizio di assegnare alla parete in Poroton una massa volumica  $\gamma = 2384 \text{ kg/m}^3$ .

I blocchi in Poroton da 20 cm posseggono tipicamente una resistenza a compressione media pari a 10,5 N/mm<sup>2</sup> convertita nella resistenza caratteristica pari a  $f_k = 0,8 f_m = 8,4 \text{ N/mm}^2$ . Considerando l'utilizzo di una malta M10 si può estrapolare

un valore di resistenza a compressione della muratura pari a  $f = 54,4 \text{ N/mm}^2$  (Tab. 11.10.VI delle NTC2018) da cui discende un modulo elastico pari ad  $E = 54400 \text{ N/mm}^2$ .

Di seguito vengono pertanto condotte tutte le calcolazioni.

### 5.20.1. Dati di progetto:

Classe d'uso: IV

Categoria del suolo: C ( $S_s = 1.49$ )

Categoria topografica: T1 ( $S_t = 1.00$ )

Periodo proprio dell'edificio  $T_1 = 0.390 \text{ s}$  (estrapolato da modellazione tridimensionale)

Fattore di struttura  $q_a = 2.00$

### 5.20.2. Caratteristiche della parete:

Resistenza caratteristica a compressione  $f_k = 54.40 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza di progetto a compressione  $f_d = 27.20 \text{ daN/cm}^2$

Massa volumica  $= 0.00238 \text{ kg/cm}^3$

Modulo elastico  $E_m = 54400.0 \text{ daN/cm}^2$

Le verifiche vengono effettuate su una striscia di parete larga un metro, perciò le dimensioni dell'elemento risultano:

altezza tamponatura  $h = 270.0 \text{ cm}$ ,

larghezza  $L = 100.0 \text{ cm}$ ,

spessore  $t = 20.0 \text{ cm}$

Quota del baricentro dell'elemento  $Z = 135.0 \text{ cm}$

Peso elemento non strutturale  $W_a = 1287.36 \text{ daN}$

Periodo proprio della parete  $T_a = 0.054 \text{ s}$

CALCOLO FORZA SISMICA PER ELEMENTI SECONDARI - NTC 2018 [7.2.3 - C7.2.3]		
$q_a =$ (Fattore di comportamento dell'elemento) [Tab. 7.2.I]	2	
$Z =$ (Altezza del baricentro dell'elemento non strutturale dal piano fondale)	1.35	m
$S_s =$	1.48	
$S_t =$	1.00	
$S =$	1.482	
$A_g =$ (Accelerazione) - ( $\alpha$ )	0.1387	g
$T_a =$	0.054	sec
$T_1 =$ [C.7.3.2]	0.39	sec
$a =$ [Tab.C.7.2.II]	0.8	
$b =$ [Tab.C.7.2.II]	1.4	
$a_p =$ [Tab.C.7.2.II]	5	
$S_a =$ [C7.2.11]	0.330599	
<b><math>W_a =</math> (Peso dell'elemento)</b>	<b>1287.36</b>	<b>daN</b>
<b><math>F_a</math> (Forza sismica orizzontale 7.2.1 - NTC 2018)</b>	<b>212.7997</b>	<b>daN</b>

### 5.20.3. Verifica di stabilità:

Momento ribaltante  $Med = (F_a h / 8) = 7189 \text{ daNcm/m}$

Momento stabilizzante  $Mrd = (W_a / 2)[t - W_a / (4 \cdot 0.85 f_d L)] = 12784 \text{ daNcm/m}$

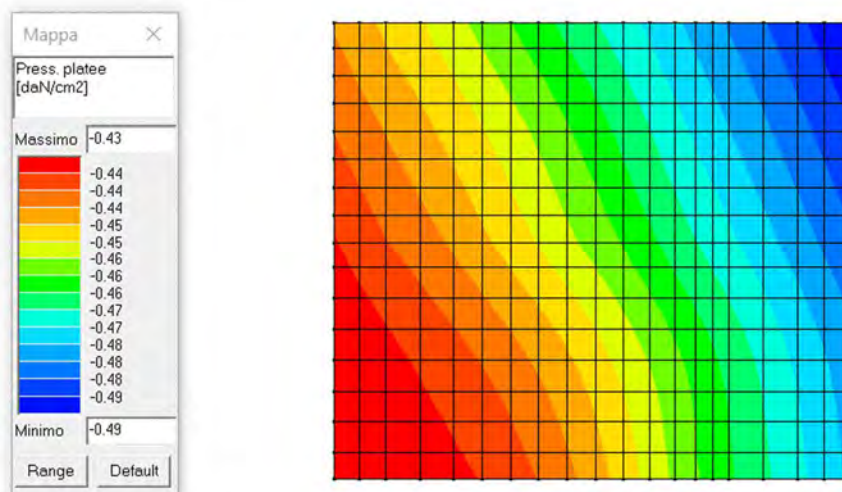
Verifica  $Med / Mrd = 0.56 < 1$  **Verifica soddisfatta**

## 5.21 Risultati verifiche geotecniche

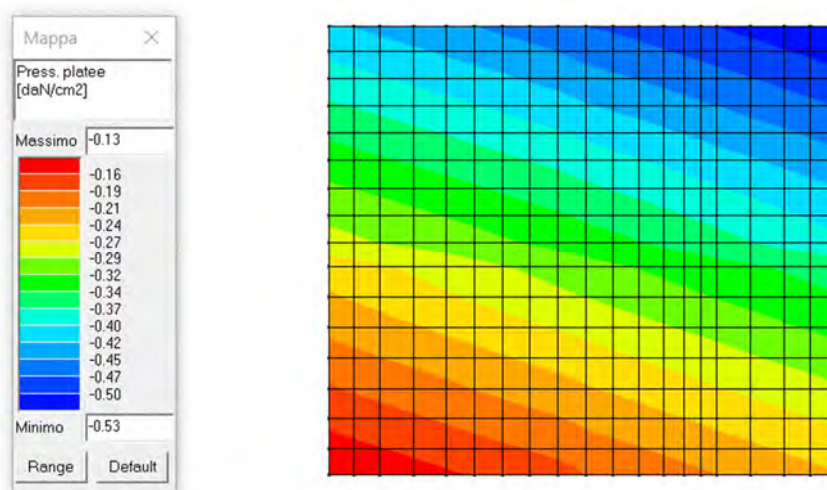
Le verifiche di tipo geotecnico vengono condotte mediante software PROSAP-G modulo applicativo del programma PROSAP. All'interno del modulo geotecnico viene inserita la stratigrafia del sottosuolo, così come estrapolabile dai contenuti della relazione geologica, e a ciascuno orizzonte vengono assegnati i relativi parametri geomeccanici.

Il software PROSAP-G recepisce le pressioni agenti in fondazione dall'analisi tridimensionale del modello globale effettuato con Prosap ed effettua le verifiche di capacità portante verticale e le verifiche a scorrimento (longitudinale e trasversale). Infine è possibile effettuare il calcolo dei cedimenti.

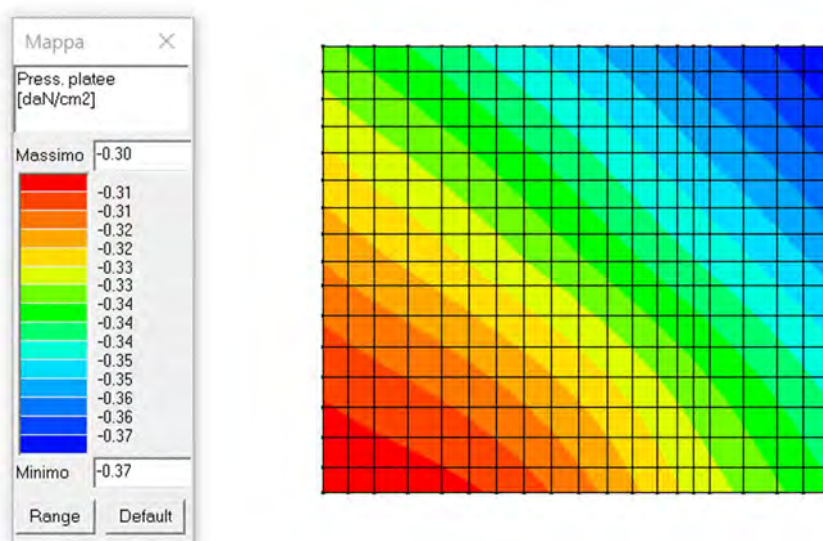
Nel seguito si riportano le pressioni massime agenti sulla platea di fondazione.



**Figura 172: Pressione terreno massima – Comb. SLU**



**Figura 173: Pressione terreno massima – Comb. SLV**



**Figura 174: Pressione terreno massima – Comb. SLE Rara**

### 5.21.1. Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 4

Profondità falda: 98.00 cm

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0.0 a -350.0 cm	350.0 cm	001 / Riporto (A)	Assente
2	da -350.0 a -900.0 cm	550.0 cm	004 / Argille l.s. (B)	Assente
3	da -900.0 a -1550.0 cm	650.0 cm	002 / Sabbie l.s. (C1)	Assente
4	da -1550.0 a -2000.0 cm	450.0 cm	003 / Sabbie l.s. (C2)	Assente

### 5.21.2. Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / Riporto (A)**

Comportamento del terreno: coesivo

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.150 E-3	0.400	125.000	125.000	60.0	0.500	0.60

Indice / Descrizione terreno: **004 / Argille l.s. (B)**

Comportamento del terreno: coesivo

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Coes.non dren.	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.150 E-3	0.350	100.000	100.000	60.0	0.500	0.65

Indice / Descrizione terreno: **002 / Sabbie l.s. (C1)**

Comportamento del terreno: granulare

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.000 E-3	30.000	0.050	350.000	350.000	60.0	0.333	0.95

Indice / Descrizione terreno: **003 / Sabbie l.s. (C2)**

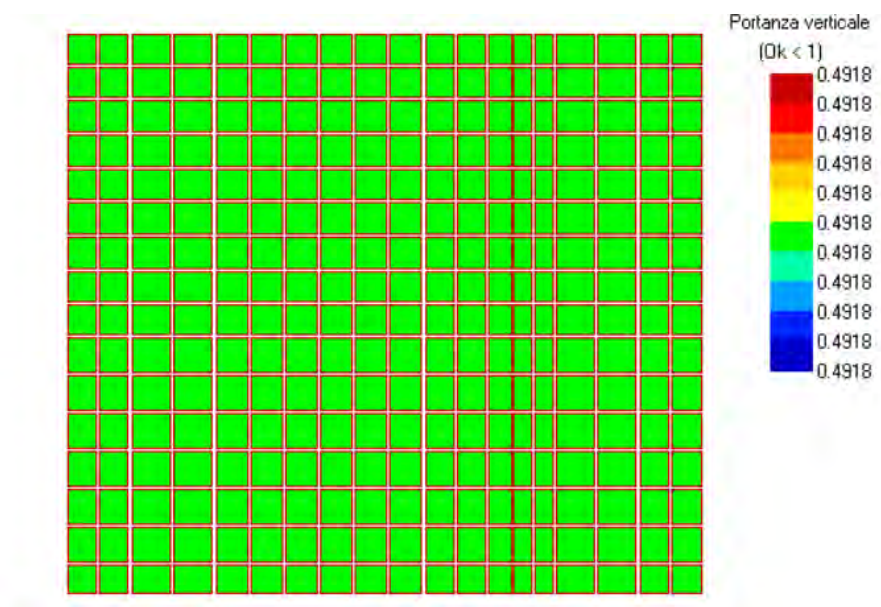
Comportamento del terreno: granulare

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
1.950 E-3	2.000 E-3	35.000	0.050	400.000	400.000	60.0	0.299	0.95

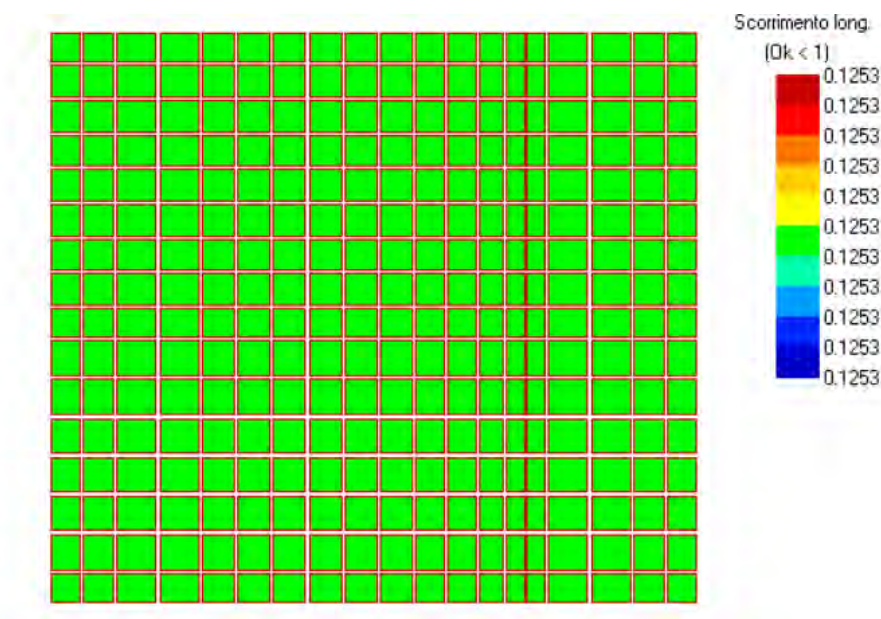
### 5.21.3. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Base Eq. cm	Spessore cm	Lung. Eq. cm	Lung. Travata Eq. cm
Macro n. 6	Macro-Platea	001	20.000	800.000	40.000	905.979	905.979

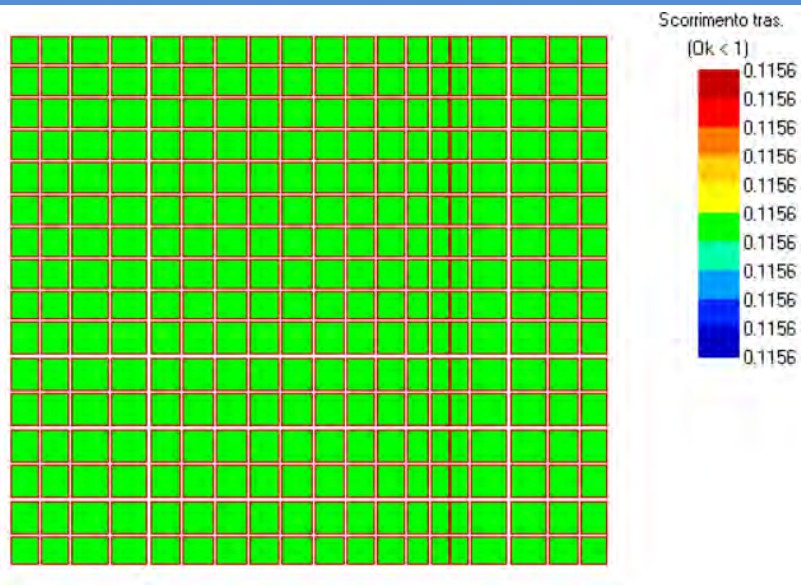
Di seguito si riportano gli esiti di verifica che mostrano sempre il rapporto tra azione agente ed azione resistente ( $E_d/R_d$ ).  
 Le verifiche risultano quindi soddisfatte per rapporti inferiori all'unità.



**Figura 175: Verifica capacità portante verticale**



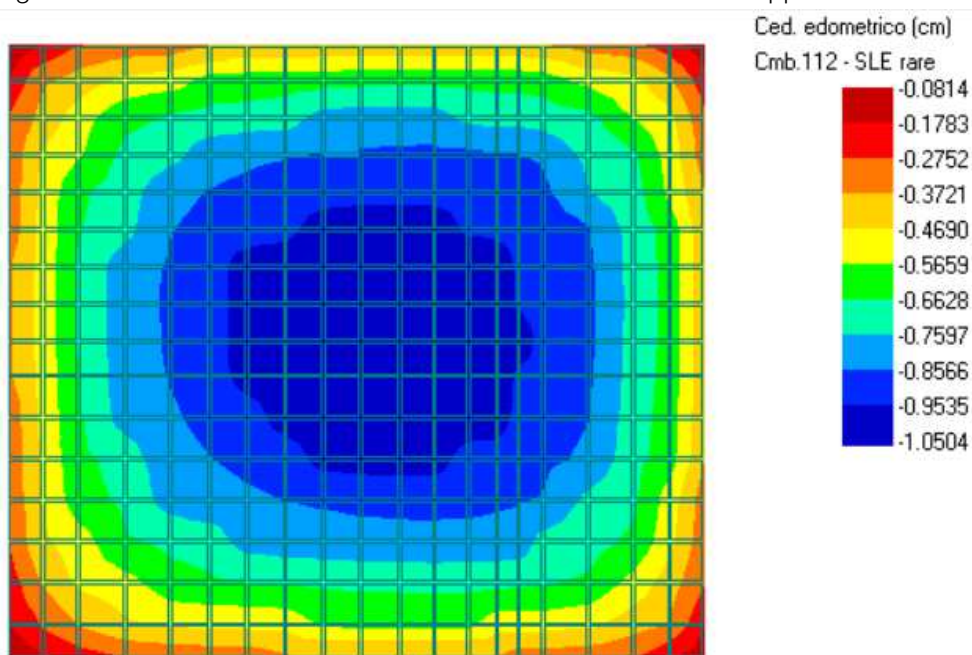
**Figura 176: Verifica a scorrimento longitudinale**



**Figura 177: Verifica a scorrimento trasversale**

#### 5.21.4. Stima dei cedimenti della fondazione

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi.



**Figura 178: Mappa cedimenti edometrici (Comb. SLE Rara)**

I cedimenti massimi stimati (pari a circa 10,5 mm), così come quelli differenziali, risultano essere ampiamente compatibili con le funzionalità della struttura in esercizio e con il terreno rilevato in sito.

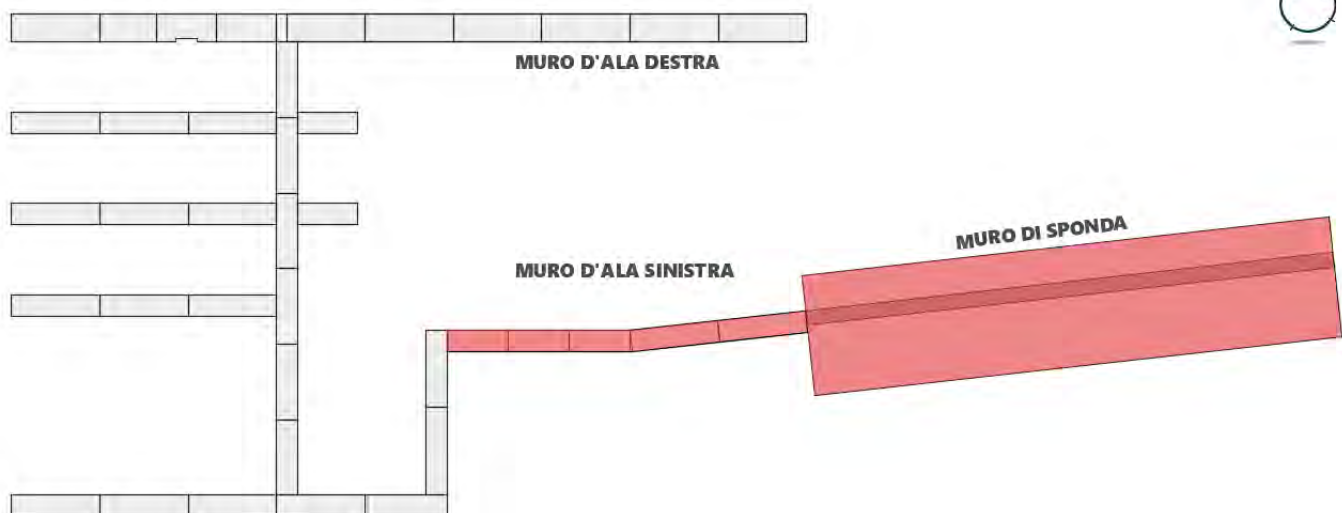
## **5.22 Verifiche di stabilità globale**

Non si ritengono necessarie talune verifiche di stabilità globale.

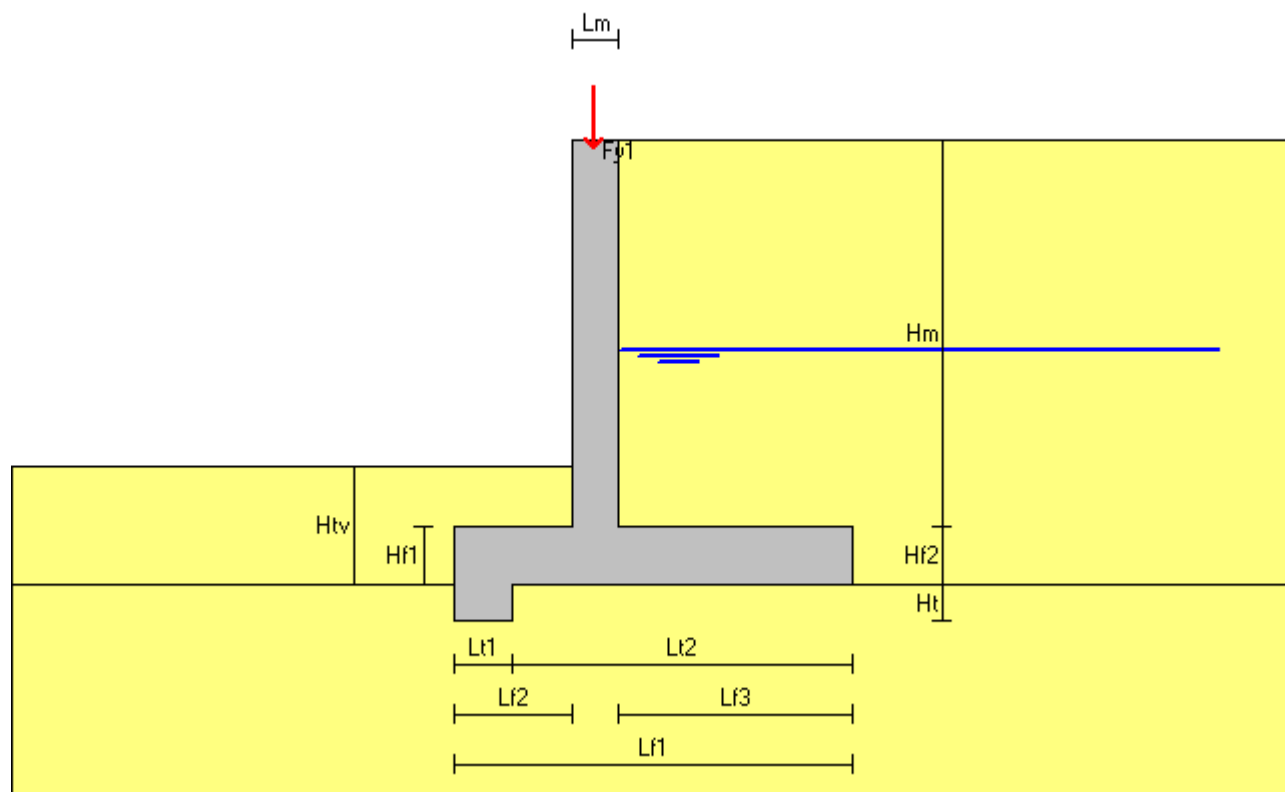
Le verifiche a rotazione sono, infatti, da escludersi in ragione della geometria del manufatto e del suo posizionamento così come le verifiche a galleggiamento in quanto il pelo libero della falda o il livello idrometrico saranno sempre posizionati a quota inferiore rispetto al basamento del manufatto.

## 6 MURO DI SPONDA A MONTE IN SPONDA SX

Nei paragrafi seguenti verranno illustrate le verifiche statiche e sismiche relative al muro di monte previsto in sponda sx, di sviluppo complessivo pari a 15ml.



*Figura 179: Ubicazione del muro di sponda a monte del manufatto ed in sponda sinistra Fossadone*



*Figura 180: Schematizzazione statica del manufatto*

## 6.1 Caratteristiche geometriche

Mensola in elevazione

Altezza paramento	$H_m =$	3.300 m (*)
Spessore in sommità	$L_{m1} =$	0.400 m
Spessore alla base	$L_{mb} =$	0.400 m
Inclinazione paramento esterno	$\beta_e =$	0.00 °
Inclinazione paramento interno	$\beta_i =$	0.00 °

Soletta di fondazione

Estensione	$E_f =$	15.000 m
Lunghezza totale	$L_{f1} =$	3.400 m
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} =$	1.000 m
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} =$	0.500 m
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} =$	2.000 m
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} =$	0.500 m
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{fv} =$	1.000 m

Taglione

Larghezza	$L_{t1} =$	0.500 m
Altezza	$H_t =$	0.300 m
Distanza dal bordo di monte della soletta	$L_{t2} =$	2.900 m

Angolo di inclinazione terrapieno  $\alpha =$  0.00 °

(\*) : L'altezza del muro è pari a 3.80ml, l'altezza del riempimento a tergo è invece di 3.30ml. Nella analisi il muro è stato quindi considerato di altezza pari al riempimento a tergo (ossia 3.30ml) considerando la maggiore altezza di 50cm come un peso proprio portato in asse con la parete di elevazione.

## 6.2 Materiali utilizzati

Peso specifico del muro  $\gamma_m =$  2500 kg/m<sup>3</sup>

Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza	-
Resistenza caratteristica	$R_{ck} =$ 370 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$ 174 Kg/cm <sup>2</sup>

Caratteristiche armature

Tipo acciaio	B 450 C
Resistenza di calcolo	$f_{yd} =$ 3913 Kg/cm <sup>2</sup>

## 6.3 Caratteristiche geotecniche dei terreni

Terreno a valle del muro

Peso specifico	$\gamma_{tv} =$ 1925 kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	$\phi_v =$ 11.00 °
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_v =$ 7.33 °
Coesione	$c'_v =$ 300 kg/m <sup>2</sup>

Terreno di fondazione del muro

Peso specifico	$\gamma_{ft} =$ 1925 kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	$\phi_f =$ 32.50 °
Coesione	$c'_f =$ 50 kg/m <sup>2</sup>

Terreno a monte del muro

Peso specifico	$\gamma_{tm} =$ 1925 kg/m <sup>3</sup>
Peso specifico saturo	$\gamma_{ts} =$ 1260 kg/m <sup>3</sup>

Altezza falda dal piano di fondazione	$H_w = 2.000 \text{ m}$
Angolo di attrito	$\phi_m = 11.00^\circ$
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_m = 7.33^\circ$
Coesione	$c'_m = 300 \text{ kg/m}^2$

## 6.4 Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro	$G1_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$G1_{um} = 0 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$G1_{nm} = 0 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G1n} = 0.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G2_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$G2_{um} = 0 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$G2_{nm} = 0 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G2n} = 0.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{G2n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro	$Q_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$Q_{um} = 0 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$Q_{nm} = 500 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{Qn} = 2.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{Qn} = 0.500 \text{ m}$

Carichi applicati alla mensola in elevazione

n.	tipo	H [m]	$F_x$ [kg]	$F_y$ [kg]	$M_z$ [kg•m]
1	G1	3.250	0	687	0.000

Legenda

tipo	G1 carico permanente strutturale; G2 carico permanente non strutturale; Q carico variabile
H	quota del punto di applicazione del carico rispetto alla base della mensola di elevazione
$F_x$	forza orizzontale positiva se verso monte
$F_y$	forza verticale positiva se verso il basso
$M_z$	coppia positiva se oraria

## 6.5 Normativa

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 17 gennaio 2018: la verifica di stabilità globale viene effettuata secondo l'approccio DA1-C2 (A2+M2+R2) mentre le rimanenti verifiche (scorrimento, carico limite, ribaltamento e di resistenza) vengono effettuate secondo l'approccio DA2 (A1+M1+R3). Le verifiche per azioni sismiche vengono effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici: l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

### 6.5.1 Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	STAGNO LOMBARDO (CR)
Vita nominale	$V_N = 50 \text{ anni}$
Tipo di costruzione	tipo = 2
Classe d'uso	$Cl_U = II$

Coefficiente d'uso	$C_U =$	1.0
Periodo di riferimento	$V_R =$	50 anni
Probabilità di superamento	$P_{Vr} =$	10%
Periodo di ritorno	$T_R =$	475 anni
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0906 g
Lo spettro di risposta utilizzato è stato ottenuto tramite studi di Microzonazione Sismica di livello 2.		
Accelerazione orizzontale massima	$a_g =$	0.0906 g
Categoria di sottosuolo	suolo =	C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S =$	1.00000
Categoria topografica	$C_T =$	T1
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T =$	1.00000
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima		
verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	$\beta_{m1} =$	0.38000
verifica a ribaltamento	$\beta_{m2} =$	0.57000
verifica di stabilità globale	$\beta_s =$	0.20000
Coefficienti sismici per la verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza		
orizzontale	$k_{h1} =$	0.03443
verticale	$k_{v1} =$	0.01721
Coefficienti sismici per la verifica a ribaltamento		
orizzontale	$k_{h2} =$	0.05164
verticale	$k_{v2} =$	0.02582
Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale		
orizzontale	$k_h =$	0.01812
verticale	$k_v =$	0.00906
Caratteristiche strutturali: <u>il muro è libero di traslare o di ruotare intorno al piede.</u>		

### 6.5.2. Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	$\gamma_{G1max}$	$\gamma_{G1min}$	$\gamma_{G2max}$	$\gamma_{G2min}$	$\gamma_Q/\psi_{2i}$
DA2 (A1)	1.30	1.00	1.50	0.80	1.50
DA1-C2 (A2)	1.00	1.00	1.30	0.80	1.30
SIS	1.00	-	1.00	-	0.60

### 6.5.3. Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tipo CMB	$\gamma_\phi$	$\gamma_{c'}$	$\gamma_r$
DA2 (M1)	1.00	1.00	1.00
DA1-C2 (M2)	1.25	1.25	1.00
SIS	1.00	1.00	1.00

### 6.5.4. Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche

Carichi permanenti strutturali	G1	$\gamma_{G1} = 1.00$
Carichi permanenti non strutturali	G2	$\gamma_{G2} = 1.00$
Carichi variabili	Q	$\psi_{Ei} = 0.60$

### 6.5.5. Coefficienti parziali per le verifiche

Verifica	DA2 (R3)	DA1-C2 (R2)	SIS
Capacità portante fondazione	1.40	-	(R3) 1.20
Scorrimento	1.10	-	(R3) 1.00
Ribaltamento	1.15	-	(R3) 1.00
Stabilità globale	-	1.10	(R2) 1.20

### 6.5.6. Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza

CMB	Tipo	$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E^1$
1	DA2	1.30	1.50	1.50	0.00
2	DA2	1.30	1.50	0.00	0.00
3	DA2	1.00	1.50	1.50	0.00
4	DA2	1.00	1.50	0.00	0.00
5	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	+1.00
6	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	-1.00
7	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	+1.00
8	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	-1.00

<sup>1</sup> Il segno di  $\gamma_E$  indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo  $\Downarrow$  e negativo  $\Uparrow$ .

<sup>2</sup> Per le combinazioni 5 e 6 viene utilizzato il coefficiente  $\beta_{m1}$  mentre per le 7 e 8 il coefficiente  $\beta_{m2}$ .

## 6.6 Verifiche di stabilità dell'opera

### 6.6.1. Coefficienti di spinta del terreno di monte

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)

Spinta attiva strato non immerso

$$K_{AS} = 0.6258$$

Spinta attiva strato immerso

$$K_{AS} = 0.6795$$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva strato non immerso (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{AD} = 0.6612$$

Spinta attiva strato immerso (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{AD} = 0.7376$$

Spinta attiva strato non immerso (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{AD} = 0.7371$$

Spinta attiva strato immerso (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{AD} = 0.8374$$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva strato non immerso (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{AD} = 0.6599$$

Spinta attiva strato immerso (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{AD} = 0.7353$$

Spinta attiva strato non immerso (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{AD} = 0.7335$$

Spinta attiva strato immerso (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{AD} = 0.8305$$

### 6.6.2. Coefficienti di spinta del terreno di valle

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)

Spinta passiva

$$K_{PS} = 1.7088$$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta passiva (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{PD} = 1.4273$$

Spinta passiva (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{PD} = 1.2956$$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta passiva (coefficiente  $\beta_{m1}$ )

$$K_{PD} = 1.4289$$

Spinta passiva (coefficiente  $\beta_{m2}$ )

$$K_{PD} = 1.2994$$

### 6.6.3. Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro

Altezza di calcolo del terreno non immerso

$$H_{td} = 1.800 \text{ m}$$

Altezza di calcolo del terreno immerso

$$H_{tw} = 2.000 \text{ m}$$

Le spinte sono espresse in chilogrammi e le coordinate in metri.

CMB	S <sub>s,x</sub>	S <sub>s,y</sub>	Y <sub>s</sub>	X <sub>s</sub>	S <sub>d,x</sub>	S <sub>d,y</sub>	Y <sub>d</sub>	X <sub>d</sub>	S <sub>t,x</sub>	S <sub>t,y</sub>	Y <sub>t</sub>	X <sub>t</sub>
1	12017	197	1.067	1.400	-	-	-	-	12017	197	1.067	1.400
2	11840	197	1.055	1.400	-	-	-	-	11840	197	1.055	1.400
3	9285	152	1.071	1.400	-	-	-	-	9285	152	1.071	1.400
4	9108	152	1.055	1.400	-	-	-	-	9108	152	1.055	1.400
5	9179	152	1.061	1.400	788	18	1.012	1.400	9966	170	1.057	1.400
6	9179	152	1.061	1.400	503	10	0.952	1.400	9681	161	1.056	1.400
7	9179	152	1.061	1.400	1242	28	1.004	1.400	10421	180	1.054	1.400
8	9179	152	1.061	1.400	822	15	0.943	1.400	10000	167	1.052	1.400

Legenda

S<sub>s,x</sub>, S<sub>d,x</sub>, S<sub>t,x</sub> componente orizzontale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

S<sub>s,y</sub>, S<sub>d,y</sub>, S<sub>t,y</sub> componente verticale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

Y<sub>s</sub>, Y<sub>d</sub>, Y<sub>t</sub> ordinata del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

X<sub>s</sub>, X<sub>d</sub>, X<sub>t</sub> ascissa del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

(le coordinate del punto di applicazione sono riferite al piede di valle della fondazione)

#### Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Combinazioni 5 e 6 ( $\beta_1$ )

Componente orizzontale forza d'inerzia

$$F_{I1,x} = 769 \text{ kg}$$

Componente verticale forza d'inerzia

$$F_{I1,y} = \pm 384 \text{ kg}$$

Combinazioni 7 e 8 ( $\beta_2$ )

Componente orizzontale forza d'inerzia

$$F_{I2,x} = 1153 \text{ kg}$$

Componente verticale forza d'inerzia

$$F_{I2,y} = \pm 576 \text{ kg}$$

Ordinata del punto di applicazione della forza

$$Y_I = 1.758 \text{ m}$$

Ascissa del punto di applicazione della forza

$$X_I = 2.016 \text{ m}$$

### 6.7 Verifica a ribaltamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica si considerano positive le forze verticali dirette verso il basso, le forze orizzontali dirette verso monte e i momenti aventi senso orario: se il momento ribaltante risulta positivo (quindi stabilizzante) viene posto pari a zero. Vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 4, la 7 e la 8.

#### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 8)

Il centro di rotazione coincide con il piede di valle del taglione.

Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]
Peso del muro (P <sub>M</sub> )	7925	1.423	11278.750
Peso del terreno a monte (P <sub>TM</sub> )	13710	2.400	32903.999
Peso del terreno a valle (P <sub>TV</sub> )	963	0.500	481.250
Componente verticale forza d'inerzia (F <sub>I,y</sub> )	-576	2.016	-1162.130
Carichi concentrati stabilizzanti (C <sub>CS</sub> )	824.400	0.000	0.000
Pressione terreno a sinistra del taglione (P <sub>TST</sub> )	0	0.000	0.000
<b>Momento stabilizzante (M<sub>STAB</sub>)</b>			<b>44326.271</b>
Componente orizzontale spinta totale terreno (S <sub>T,x</sub> )	-10000	1.352	-13516.342
Componente verticale spinta totale terreno (S <sub>T,y</sub> )	167	1.400	233.859
Componente orizzontale forza d'inerzia (F <sub>I,x</sub> )	-1153	2.058	-2372.749
Sottospinta idrostatica (S <sub>W</sub> )	-6800	1.700	-11560.001
Carichi concentrati ribaltanti (C <sub>CR</sub> )	0.000	0.000	0.000
<b>Momento ribaltante (M<sub>RIB</sub>)</b>	<b>-27215.233</b>		

$$\text{Coefficiente di sicurezza al ribaltamento } C_{RIB} = (M_{STAB} / R) / |M_{RIB}| = 1.62873$$

## 6.8 Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 6.

### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 1)

Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kg]
Peso del muro ( $P_M$ )	10302
Peso del terreno a monte ( $P_{TM}$ )	17823
Peso del terreno a valle ( $P_{TV}$ )	1251
Componente orizzontale spinta totale terreno ( $S_{T,X}$ )	0
Componente verticale spinta totale terreno ( $S_{T,Y}$ )	197
Carichi concentrati ( $C_C$ )	893
<b>Carico totale ortogonale al piano di fondazione (<math>N_{TOT}</math>)</b>	<b>30467</b>
Momento rispetto al piede di valle ( $M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$ )	31556.572 kg•m
Distanza carico dal piede di valle ( $d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$ )	1.036 m
Eccentricità del carico ( $e_N =  L_{f1} / 2 - d_N $ )	0.664 m
(Il punto di applicazione del carico è <b>esterno</b> al terzo medio)	
Compressione all'estremo di valle ( $\sigma_v$ )	19610 kg/m <sup>2</sup>
Compressione all'estremo di monte ( $\sigma_m$ )	0 kg/m <sup>2</sup>
Ampiezza della zona compressa ( $B_{comp}$ )	3.107 m
Compressione limite ( $\sigma_L$ )	27498 kg/m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento</b>	<b><math>C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 1.00159</math></b>

## 6.9 Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 6. Il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è  $f_t = \tan(\phi_f) / \gamma_\phi = 0.63707$ .

### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 6)

Il piano di scorrimento coincide con il piano di fondazione.

Descrizione carico	Forza ortogonale [kg]	Forza tangenziale [kg]
Peso del muro ( $P_M$ )	7925	0
Peso del terreno a monte ( $P_{TM}$ )	13710	0
Peso del terreno a valle ( $P_{TV}$ )	963	0
Componente orizzontale forza d'inerzia ( $F_{I,X}$ )	0	769
Componente verticale forza d'inerzia ( $F_{I,Y}$ )	-384	0
Sottospinta idrostatica ( $S_W$ )	-6800	-
Carichi concentrati ( $C_C$ )	687	0
Componente orizzontale spinta totale terreno ( $S_{T,X}$ )	0	9681
Componente verticale spinta totale terreno ( $S_{T,Y}$ )	161	0
<b>Carico totale (<math>\Sigma_L, \Sigma_{II}</math>)</b>	<b>16262</b>	<b>10450</b>

**Risultante forza di coesione ( $F_c = \frac{2}{3} \cdot (c_f / \gamma_\phi) \cdot B \cdot \gamma_a$ )** **113**

(dove  $B = 3.400$  m è la distanza tra i piedi di valle e di monte della fondazione)

**50% Spinta passiva terreno di valle ( $S_P$ )** **964**

**Coefficiente di sicurezza allo scorrimento  $C_{SCO} = [(\Sigma_L \cdot f_t + F_c + S_P) / R] / \Sigma_{II} =$**  **1.09452**

## 6.10 Verifica di stabilità globale (superata con successo)

Parametri di ricerca della superficie di rottura circolare

Metodo di ricerca

Janbu

Numero di punti di generazione delle superfici

 $N_{pg} = 20$ 

Numero delle superfici generate per punto

 $N_{sp} = 100$ 

Lunghezza dei segmenti generati

 $L_s = 1.000 \text{ m}$ 

Distanza della zona di generazione delle superfici

 $D_{zg} = 4.000 \text{ m}$ 

Lunghezza della zona di generazione delle superfici

 $L_{zg} = 12.000 \text{ m}$ 

Distanza della zona di arrivo della superfici

 $D_{za} = 5.000 \text{ m}$ 

Lunghezza della zona di arrivo della superfici

 $L_{za} = 25.000 \text{ m}$ 

Combinazioni

CMB	Tipo	$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E^*$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_r$	R2
1	DA1-C2	1.00	1.30	1.30	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
2	DA1-C2	1.00	1.30	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
3	DA1-C2	1.00	0.80	1.30	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
4	DA1-C2	1.00	0.80	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
5	SIS	1.00	1.00	0.60	+1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
6	SIS	1.00	1.00	0.60	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.20

 \* Il segno di  $\gamma_E$  indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo  $\downarrow$  e negativo  $\uparrow$ .

Caratteristiche geometriche superficie di rottura (Combinazione 2)

Il sistema di riferimento coincide con il piede di valle della fondazione: l'asse delle ascisse è orizzontale diretto verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro

 $X_{cs} = 1.269 \text{ m}$ 

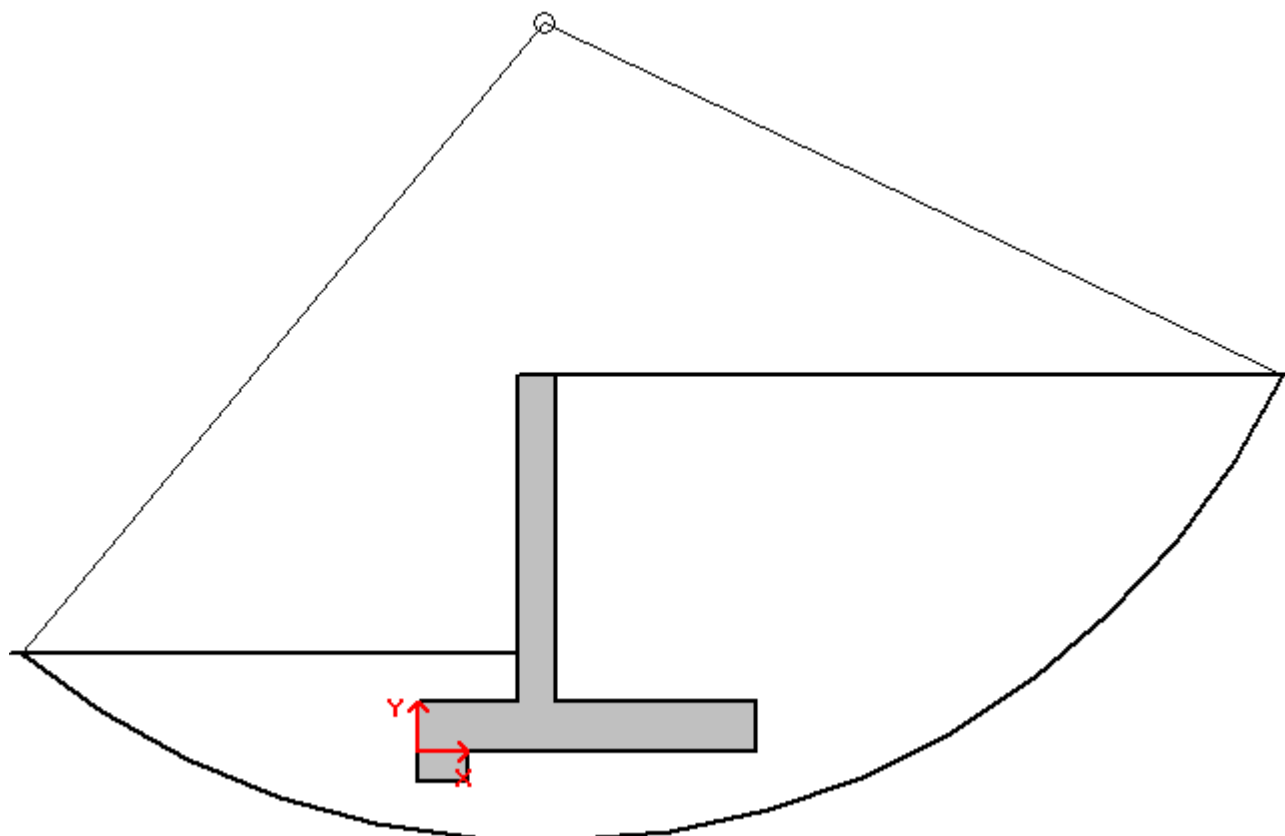
Ordinata centro

 $Y_{cs} = 7.656 \text{ m}$ 

Raggio

 $R_s = 8.256 \text{ m}$ 

Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale

 $C_{sg} = 1.38636$ 


## 6.11 Verifica delle armature

La verifica viene effettuata considerando lo stato limite ultimo, pertanto, si eseguono i seguenti controlli:

- Verifica N/M: si visualizza il valore del rapporto  $S_d/S_u$  ottenuto con incremento proporzionale delle sollecitazioni ( $S_d$  = sollecitazione di progetto derivante da N e M,  $S_u$  = sollecitazione ultima);
- Verifica (25): si visualizza il valore del rapporto  $N_d/N_u$ , dove  $N_u$  viene ottenuto con riduzione del 25% di  $f_{cd}$  ( $N_d$  = sollecitazione normale di progetto,  $N_u$  = sollecitazione normale ultima).

Entrambi i valori dei rapporti devono essere minori o uguali a 1 affinché la verifica sia superata.

Si riporta inoltre il valore del rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile della sezione (rapporto  $x/d$ ) alla rottura della sezione (per sola flessione). Le sollecitazioni riportate si riferiscono ad un tratto di muro di estensione 1 m.

### 6.11.1. Mensola in elevazione

Le quote delle sezioni sono riferite allo spiccatto di fondazione.

#### Sezione 1 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_f$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_f'$ [cm <sup>2</sup> ]
2.200	100.0	40.0	(1 Ø 20 / 40 cm) 7.85	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65
Condizioni più gravose (Combinazione 5)				
Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]		Momento flettente (M) [kg•m]	
1806	552		197.145	
Rapporto x/d	= 0.12109			
Verifica N/M	$S_d/S_u$	= 0.00569		
Verifica (25)	$N_d/N_u$	= 0.00364		

#### Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_t$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_t'$ [cm <sup>2</sup> ]
1.100	100.0	40.0	[(1 Ø 20 + 1 Ø 12) / 40 cm] 10.68	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65
Condizioni più gravose (Combinazione 5)				
Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]		Momento flettente (M) [kg•m]	
2925	2838		1815.905	
Rapporto x/d	= 0.13895			
Verifica N/M	$S_d/S_u$	= 0.09673		
Verifica (25)	$N_d/N_u$	= 0.00576		

#### Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_f$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_f'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.0	100.0	40.0	(1 Ø 20 / 20 cm) 15.71	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65
Condizioni più gravose (Combinazione 1)				
Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]		Momento flettente (M) [kg•m]	
5183	8522		7718.281	
Rapporto x/d	= 0.16797			
Verifica N/M	$S_d/S_u$	= 0.34443		
Verifica (25)	$N_d/N_u$	= 0.00983		

**6.11.2. Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata)**

Caratteristiche

$L_{\text{mensola}}$ [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
1.200	100.0	50.0	(1 Ø 18 / 20 cm) 12.72	(1 Ø 18 / 20 cm) 12.72

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di valle	$\sigma_v =$	19610 kg/m <sup>2</sup>		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	12037 kg/m <sup>2</sup>		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	1.200 m		
Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]	
Forza di compressione terreno	-18989	0.648	-12301.916	
Peso della mensola	1625	0.700	1137.500	
Peso del terreno	1251	0.700	875.875	
Sforzo di taglio [kg]	Momento flettente [kg•m]			
16112	10288.541			
Rapporto x/d	= 0.12533			
<b>Verifica N/M</b>	$S_d/S_u$	<b>= 0.48373</b>		

**6.11.3. Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)**

Caratteristiche

$L_{\text{mensola}}$ [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
2.200	100.0	50.0	(1 Ø 18 / 20 cm) 12.72	(1 Ø 18 / 20 cm) 12.72

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di monte		$\sigma_m =$	0 kg/m²
Compressione terreno all'incastro		$\sigma_i =$	12037 kg/m²
Lunghezzazona compressa		$L_c =$	1.907 m
Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]
Forza di compressione terreno	-11479	0.636	-7297.676
Peso della mensola	3250	1.200	3900.000
Peso del terreno	17823	1.200	21387.599
Sforzo di taglio [kg]	Momento flettente [kg•m]		
-9594	-17989.923		
Rapporto x/d	= 0.12533		
Verifica N/M	$S_d/S_u$	= 0.84582	

**6.11.4. Sezione d'incastro del tagline (verificata)**

Caratteristiche

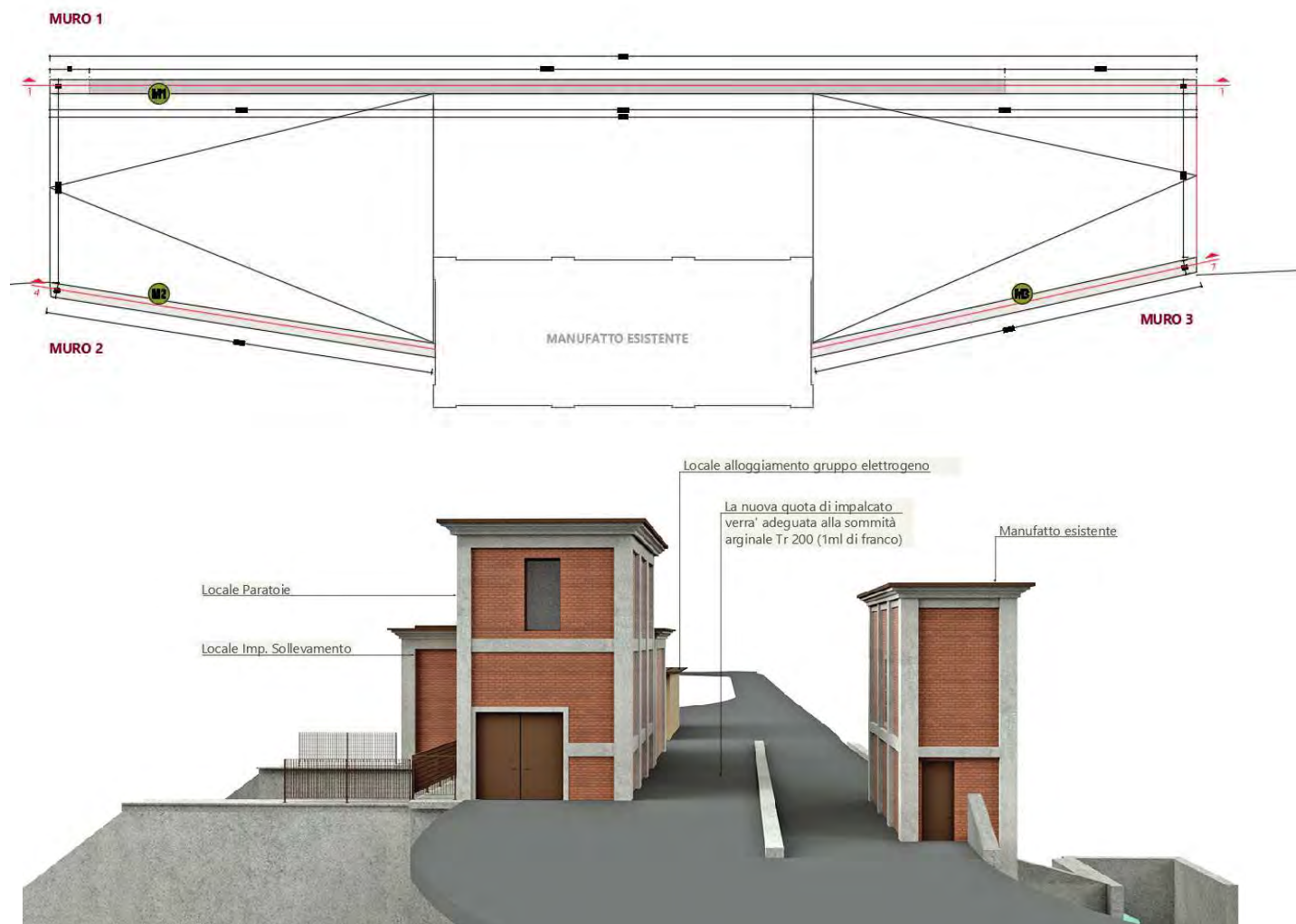
$L_{\text{mensola}}$ [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.300	100.0	50.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

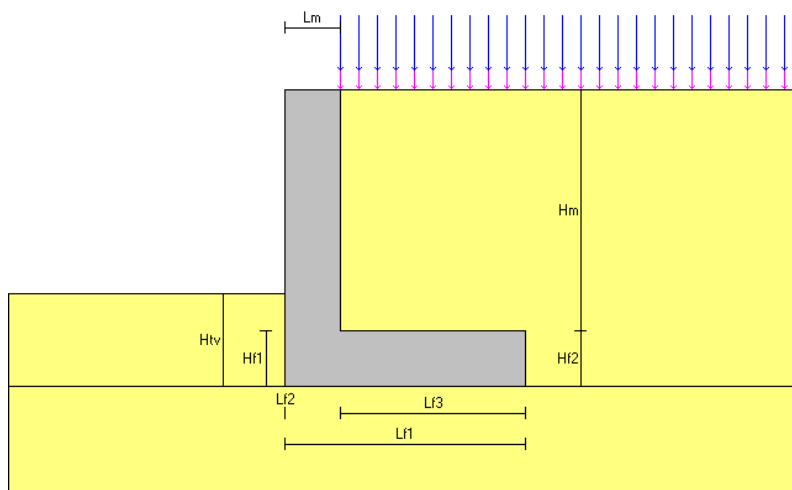
Sforzo di taglio [kg]	Momento flettente [kg•m]	
1126	176.174	
Rapporto x/d	$= 0.11447$	
<b>Verifica N/M</b>	<b><math>S_d/S_u</math></b>	<b><math>= 0.01039</math></b>

## 7 MURETTI IN SOMMITA' ARGINALE

Il capitolo è dedicato al dimensionamento dei manufatti secondari di compartimentazione altimetrica del percorso ciclopedonale adiacente il manufatto di regolazione esistente. Tale compartimentazione verrà realizzata mediante muri in c.a. ad "L" di altezza massima pari a 165cm e rinfilanco a tergo variabile sino ad una altezza massima di 135cm.



**Figura 181: Ubicazione dei muri di compartimentazione del percorso ciclo-pedonale di sommità arginale**



**Figura 182: Schematizzazione grafica del manufatto**

## 7.1 Caratteristiche geometriche

### Mensola in elevazione

Altezza paramento	$H_m = 1.300 \text{ m}$
Spessore in sommità	$L_{m1} = 0.300 \text{ m}$
Spessore alla base	$L_{mb} = 0.300 \text{ m}$
Inclinazione paramento esterno	$\beta_e = 0.00^\circ$
Inclinazione paramento interno	$\beta_i = 0.00^\circ$

### Soletta di fondazione

Estensione	$E_f = 10.000 \text{ m}$
Lunghezza totale	$L_{f1} = 1.300 \text{ m}$
Lunghezza mensola a valle	$L_{f2} = 0.000 \text{ m}$
Altezza bordo libero mensola a valle	$H_{f1} = 0.300 \text{ m}$
Lunghezza mensola a monte	$L_{f3} = 1.000 \text{ m}$
Altezza bordo libero mensola a monte	$H_{f2} = 0.300 \text{ m}$
Altezza rinterro mensola a valle	$H_{fv} = 0.500 \text{ m}$
Inclinazione piano di fondazione	$\psi_f = 0.00^\circ$

Angolo di inclinazione terrapieno	$\alpha = 0.00^\circ$
-----------------------------------	-----------------------

## 7.2 Materiali utilizzati

Peso specifico del muro	$\gamma_m = 2500 \text{ kg/m}^3$
-------------------------	----------------------------------

### Caratteristiche calcestruzzo

Classe di resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica	$R_{ck} = 350 \text{ Kg/cm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 165 \text{ Kg/cm}^2$

### Caratteristiche armature

Tipo acciaio	B 450 C
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 3913 \text{ Kg/cm}^2$

## 7.3 Caratteristiche geotecniche dei terreni

### Terreno a valle del muro

Peso specifico	$\gamma_{tv} = 1850 \text{ kg/m}^3$
Angolo di attrito	$\phi_v = 33.00^\circ$
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_v = 22.00^\circ$
Coesione	$c'_{tv} = 0 \text{ kg/m}^2$

### Terreno di fondazione del muro

Peso specifico	$\gamma_{tf} = 1950 \text{ kg/m}^3$
Angolo di attrito	$\phi_f = 18.50^\circ$
Coesione	$c'_f = 1650 \text{ kg/m}^2$

### Terreno a monte del muro

Peso specifico	$\gamma_{tm} = 1850 \text{ kg/m}^3$
Angolo di attrito	$\phi_m = 37.00^\circ$
Angolo di attrito terra-muro	$\delta_m = 24.67^\circ$
Coesione	$c'_m = 0 \text{ kg/m}^2$

## 7.4 Carichi applicati

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente strutturale

Uniforme a valle del muro	$G1_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$G1_{um} = 0 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$G1_{nm} = 0 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G1n} = 0.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{G1n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo permanente non strutturale

Uniforme a valle del muro	$G2_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$G2_{um} = 1000 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$G2_{nm} = 0 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{G2n} = 0.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{G2n} = 0.000 \text{ m}$

Carichi distribuiti sul terreno di tipo variabile

Uniforme a valle del muro	$Q_{uv} = 0 \text{ kg/m}^2$
Uniforme a monte del muro	$Q_{um} = 3000 \text{ kg/m}^2$
Nastriforme a monte del muro	$Q_{nm} = 0 \text{ kg/m}^2$
Distanza nastriforme dal paramento interno	$d_{Qn} = 0.000 \text{ m}$
Larghezza del nastro	$l_{Qn} = 0.000 \text{ m}$

## 7.5 Normativa

Le verifiche geotecniche e di resistenza vengono eseguite secondo i dettami del D.M. 17 gennaio 2018: la verifica di stabilità globale viene effettuata secondo l'approccio DA1-C2 (A2+M2+R2) mentre le rimanenti verifiche (scorrimento, carico limite, ribaltamento e di resistenza) vengono effettuate secondo l'approccio DA2 (A1+M1+R3). Le verifiche per azioni sismiche vengono effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici: l'analisi in condizioni sismiche viene eseguita utilizzando il metodo pseudo-statico.

### 7.5.1 Parametri per la determinazione dei carichi derivanti da sisma

Località:	STAGNO LOMBARDO (CR)
Vita nominale	$V_N = 50 \text{ anni}$
Tipo di costruzione	tipo = 2
Classe d'uso	$Cl_U = III$
Coefficiente d'uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento	$V_R = 75 \text{ anni}$
Probabilità di superamento	$P_{vr} = 10\%$
Periodo di ritorno	$T_R = 712 \text{ anni}$
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0991 \text{ g}$
Lo spettro di risposta utilizzato è stato ottenuto tramite studi di Microzonazione Sismica di livello 2.	
Accelerazione orizzontale massima	$a_g = 0.0991 \text{ g}$
Categoria di sottosuolo suolo	= C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S = 1.00000$
Categoria topografica	$C_T = T1$
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T = 1.00000$
Coefficienti di riduzione dell'accelerazione orizzontale massima	
verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza	$\beta_{m1} = 0.38000$
verifica a ribaltamento	$\beta_{m2} = 0.57000$
verifica di stabilità globale	$\beta_s = 0.20000$

Coefficienti sismici per la verifica a scorrimento, carico limite e di resistenza

orizzontale	$k_{h1} =$	0.03766
verticale	$k_{v1} =$	0.01883

Coefficienti sismici per la verifica a ribaltamento

orizzontale	$k_{h2} =$	0.05649
verticale	$k_{v2} =$	0.02824

Coefficienti sismici per le verifiche di stabilità globale

orizzontale	$k_h =$	0.01982
verticale	$k_v =$	0.00991

Caratteristiche struttura: il muro è libero di traslare o di ruotare intorno al piede.

### 7.5.2. Coefficienti parziali per le azioni

Tipo CMB	$\gamma_{G1max}$	$\gamma_{G1min}$	$\gamma_{G2max}$	$\gamma_{G2min}$	$\gamma_Q/\psi_{2i}$
DA2 (A1)	1.30	1.00	1.50	0.80	1.50
DA1-C2 (A2)	1.00	1.00	1.30	0.80	1.30
SIS	1.00	-	1.00	-	0.60

### 7.5.3. Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tipo CMB	$\gamma_\phi$	$\gamma_{c'}$	$\gamma_\gamma$
DA2 (M1)	1.00	1.00	1.00
DA1-C2 (M2)	1.25	1.25	1.00
SIS	1.00	1.00	1.00

### 7.5.4. Coefficienti per la determinazione delle masse sismiche

Carichi permanenti strutturali G1	$\gamma_{G1} =$	1.00
Carichi permanenti non strutturali G2	$\gamma_{G2} =$	1.00
Carichi variabili Q	$\psi_{Ei} =$	0.60

### 7.5.5. Coefficienti parziali per le verifiche

Verifica	DA2 (R3)	DA1-C2 (R2)	SIS
Capacità portante fondazione	1.40	-	(R3) 1.20
Scorrimento	1.10	-	(R3) 1.00
Ribaltamento	1.15	-	(R3) 1.00
Stabilità globale	-	1.10	(R2) 1.20

### 7.5.6. Combinazioni per le verifiche locali e di resistenza

CMB	Tipo	$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E^1$
1	DA2	1.30	1.50	1.50	0.00
2	DA2	1.30	1.50	0.00	0.00
3	DA2	1.30	0.80	1.50	0.00
4	DA2	1.30	0.80	0.00	0.00
5	DA2	1.00	1.50	1.50	0.00
6	DA2	1.00	1.50	0.00	0.00
7	DA2	1.00	0.80	1.50	0.00
8	DA2	1.00	0.80	0.00	0.00
9	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	+1.00
10	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	-1.00
11	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	+1.00
12	SIS <sup>2</sup>	1.00	1.00	0.60	-1.00

<sup>1</sup> Il segno di  $\gamma_E$  indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo  $\Downarrow$  e negativo  $\Uparrow$ .

<sup>2</sup> Per le combinazioni 9 e 10 viene utilizzato il coefficiente  $\beta_{m1}$  mentre per le 11 e 12 il coefficiente  $\beta_{m2}$ .

## 7.6 Verifiche di stabilità dell'opera

### 7.6.1. Coefficienti di spinta del terreno di monte

Terreno in condizioni statiche (Coulomb)

Spinta attiva  $K_{AS} = 0.2257$

Terreno in condizioni dinamiche (Mononobe-Okabe)

Componente verticale dell'azione sismica agente verso l'alto

Spinta attiva (coefficiente  $\beta_{m1}$ )  $K_{AD} = 0.2469$

Spinta attiva (coefficiente  $\beta_{m2}$ )  $K_{AD} = 0.2585$

Componente verticale dell'azione sismica agente verso il basso

Spinta attiva (coefficiente  $\beta_{m1}$ )  $K_{AD} = 0.2460$

Spinta attiva (coefficiente  $\beta_{m2}$ )  $K_{AD} = 0.2566$

### 7.6.2. Valori della spinta attiva del terreno di monte per metro di estensione del muro

Altezza di calcolo  $H_t = 1.600$  m

Le spinte sono espresse in chilogrammi e le coordinate in metri.

CMB	$S_{S,X}$	$S_{S,Y}$	$Y_S$	$X_S$	$S_{D,X}$	$S_{D,Y}$	$Y_D$	$X_D$	$S_{T,X}$	$S_{T,Y}$	$Y_T$	$X_T$
1	2600	1194	0.735	0.300	-	-	-	-	2600	1194	0.735	0.300
2	1124	516	0.650	0.300	-	-	-	-	1124	516	0.650	0.300
3	2371	1089	0.729	0.300	-	-	-	-	2371	1089	0.729	0.300
4	894	411	0.612	0.300	-	-	-	-	894	411	0.612	0.300
5	2455	1127	0.747	0.300	-	-	-	-	2455	1127	0.747	0.300
6	978	449	0.668	0.300	-	-	-	-	978	449	0.668	0.300
7	2225	1022	0.742	0.300	-	-	-	-	2225	1022	0.742	0.300
8	748	344	0.627	0.300	-	-	-	-	748	344	0.627	0.300
9	1404	645	0.708	0.300	156	71	0.533	0.300	1560	717	0.690	0.300
10	1404	645	0.708	0.300	103	47	0.533	0.300	1507	692	0.696	0.300
11	1404	645	0.708	0.300	237	109	0.533	0.300	1642	754	0.683	0.300
12	1404	645	0.708	0.300	159	73	0.533	0.300	1563	718	0.690	0.300

Legenda

$S_{S,X}$ ,  $S_{D,X}$ ,  $S_{T,X}$  componente orizzontale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

$S_{S,Y}$ ,  $S_{D,Y}$ ,  $S_{T,Y}$  componente verticale della spinta statica, dinamica, totale del terreno

$Y_S$ ,  $Y_D$ ,  $Y_T$  ordinata del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

$X_S$ ,  $X_D$ ,  $X_T$  ascissa del punto di applicazione della spinta statica, dinamica, totale

(le coordinate del punto di applicazione sono riferite al piede di valle della fondazione)

Forze d'inerzia per metro di estensione del muro

Combinazioni 9 e 10 ( $\beta_1$ )

Componente orizzontale forza d'inerzia  $F_{I1,X} = 269$  kg

Componente verticale forza d'inerzia  $F_{I1,Y} = \pm 135$  kg

Combinazioni 11 e 12 ( $\beta_2$ )

Componente orizzontale forza d'inerzia  $F_{I2,X} = 404$  kg

Componente verticale forza d'inerzia  $F_{I2,Y} = \pm 202$  kg

Ordinata del punto di applicazione della forza  $Y_I = 1.095$  m

Ascissa del punto di applicazione della forza  $X_I = 0.691$  m

## 7.7 Verifica a ribaltamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica si considerano positive le forze verticali dirette verso il basso, le forze orizzontali dirette verso monte e i momenti aventi senso orario: se il momento ribaltante risulta positivo (quindi stabilizzante) viene posto pari a zero. Vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 8, la 11 e la 12.

### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 12)

Il centro di rotazione coincide con il piede di valle della soletta di fondazione.

Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]
Peso del muro ( $P_M$ )	1950	0.400	780.000
Peso del terreno a monte ( $P_{TM}$ )	2405	0.800	1924.000
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte ( $P_{SM}$ )	2800	0.800	2240.000
Componente verticale forza d'inerzia ( $F_{I,Y}$ )	-202	0.691	-139.636
<b>Momento stabilizzante (<math>M_{STAB}</math>)</b>			<b>4804.364</b>
Componente orizzontale spinta totale terreno ( $S_{T,X}$ )	-1563	0.690	-1078.663
Componente verticale spinta totale terreno ( $S_{T,Y}$ )	718	0.300	215.385
Componente orizzontale forza d'inerzia ( $F_{I,X}$ )	-404	1.095	-442.703
<b>Momento ribaltante (<math>M_{RIB}</math>)</b>			<b>-1305.981</b>

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento  $C_{RIB} = (M_{STAB} / R) / |M_{RIB}| = 3.67874$

## 7.8 Verifica a schiacciamento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 10.

### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 1)

Descrizione carico (componente ortogonale al piano di fondazione)	Forza [kg]
Peso del muro ( $P_M$ )	2535
Peso del terreno a monte ( $P_{TM}$ )	3126
Peso dei sovraccarichi uniformi a monte ( $P_{SM}$ )	6000
Componente orizzontale spinta totale terreno ( $S_{T,X}$ )	0
Componente verticale spinta totale terreno ( $S_{T,Y}$ )	1194
<b>Carico totale ortogonale al piano di fondazione (<math>N_{TOT}</math>)</b>	<b>12856</b>
Momento rispetto al piede di valle ( $M_{TOT} = M_{STAB} + M_{RIB}$ )	6761.688 kg•m
Distanza carico dal piede di valle ( $d_N = M_{TOT} / N_{TOT}$ )	0.526 m
Eccentricità del carico ( $e_N =  L_{F1} / 2 - d_N $ )	0.124 m
(Il punto di applicazione del carico è <b>interno</b> al terzo medio)	
Compressione all'estremo di valle ( $\sigma_v$ )	15550 kg/m <sup>2</sup>
Compressione all'estremo di monte ( $\sigma_m$ )	4228 kg/m <sup>2</sup>
Ampiezza della zona compressa ( $B_{comp}$ )	1.300 m
Compressione limite ( $\sigma_L$ )	26098 kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento $C_{SCH} = (\sigma_L / R) / \sigma_{max} = 1.19877$	

## 7.9 Verifica a scorrimento (superata con successo)

Nell'eseguire la verifica vengono prese in considerazione le combinazioni di carico dalla 1 alla 10. Il coefficiente di attrito per il terreno di fondazione è  $f_t = \tan(\phi_i) / \gamma_\phi = 0.33460$ .

### Dettaglio condizioni più gravose (Combinazione 5)

Descrizione carico	Forza ortogonale [kg]	Forza tangenziale [kg]
Peso del muro ( $P_M$ )	1950	0
Peso del terreno a monte ( $P_{TM}$ )	2405	0

Peso dei sovraccarichi uniformi a monte ( $P_{SM}$ )	6000	0
Componente orizzontale spinta totale terreno ( $S_{T,x}$ )	0	2455
Componente verticale spinta totale terreno ( $S_{T,y}$ )	1127	0
<b>Carico totale (<math>\Sigma_{\perp}</math>, <math>\Sigma_{  }</math>)</b>	<b>11482</b>	<b>2455</b>
<b>Coefficiente di sicurezza allo scorrimento <math>C_{SCO} = (\Sigma_{\perp} \cdot f_t / R) / \Sigma_{  }</math></b>		<b>= 1.42297</b>

## 7.10 Verifica di stabilità globale (superata con successo)

Parametri di ricerca della superficie di rottura circolare

Metodo di ricerca	Janbu
Numero di punti di generazione delle superfici	$N_{pg} = 20$
Numero delle superfici generate per punto	$N_{sp} = 100$
Lunghezza dei segmenti generati	$L_s = 1.000 \text{ m}$
Distanza della zona di generazione delle superfici	$D_{zg} = 1.000 \text{ m}$
Lunghezza della zona di generazione delle superfici	$L_{zg} = 4.000 \text{ m}$
Distanza della zona di arrivo della superfici	$D_{za} = 2.000 \text{ m}$
Lunghezza della zona di arrivo della superfici	$L_{za} = 10.000 \text{ m}$

Combinazioni

CMB	Tipo	$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_Q$	$\gamma_E^*$	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_\gamma$	R2
1	DA1-C2	1.00	1.30	1.30	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
2	DA1-C2	1.00	1.30	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
3	DA1-C2	1.00	0.80	1.30	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
4	DA1-C2	1.00	0.80	0.00	0.00	1.25	1.25	1.00	1.10
5	SIS	1.00	1.00	0.60	+1.00	1.00	1.00	1.00	1.20
6	SIS	1.00	1.00	0.60	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.20

\* Il segno di  $\gamma_E$  indica la direzione della componente verticale dell'azione sismica: positivo  $\downarrow$  e negativo  $\uparrow$ .

Caratteristiche geometriche superficie di rottura (Combinazione 1)

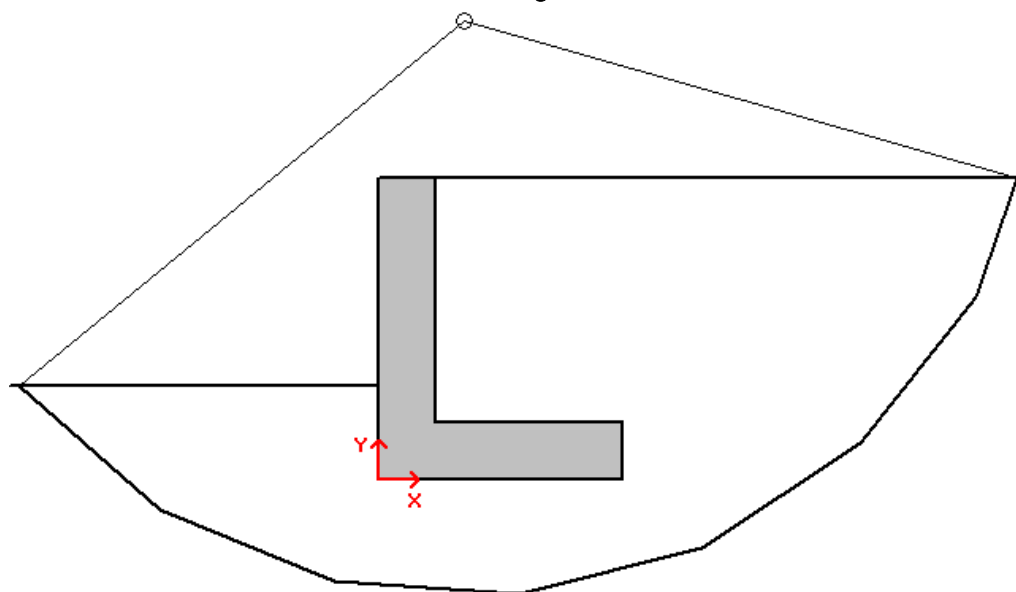
Il sistema di riferimento coincide con il piede di valle della fondazione: l'asse delle ascisse è orizzontale diretto verso monte e l'asse delle ordinate è verticale diretto verso l'alto.

Ascissa centro  $X_{CS} = 0.452 \text{ m}$

Ordinata centro  $Y_{CS} = 2.441 \text{ m}$

Raggio  $R_s = 3.065 \text{ m}$

**Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale  $C_{SG} = 1.34364$**



## 7.11 Verifica delle armature

La verifica viene effettuata considerando lo stato limite ultimo, pertanto, si eseguono i seguenti controlli:

- Verifica N/M: si visualizza il valore del rapporto  $S_d/S_u$  ottenuto con incremento proporzionale delle sollecitazioni ( $S_d$  = sollecitazione di progetto derivante da N e M,  $S_u$  = sollecitazione ultima);
- Verifica (25): si visualizza il valore del rapporto  $N_d/N_u$ , dove  $N_u$  viene ottenuto con riduzione del 25% di  $f_{cd}$  ( $N_d$  = sollecitazione normale di progetto,  $N_u$  = sollecitazione normale ultima).

Entrambi i valori dei rapporti devono essere minori o uguali a 1 affinché la verifica sia superata.

Si riporta inoltre il valore del rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile della sezione (rapporto  $x/d$ ) alla rottura della sezione (per sola flessione). Le sollecitazioni riportate si riferiscono ad un tratto di muro di estensione 1 m.

### 7.11.1. Mensola in elevazione

Le quote delle sezioni sono riferite allo spiccatto di fondazione.

#### Sezione 1 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.867	100.0	30.0	(1 Ø 16 / 40 cm) 5.03	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 5)

Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]	Momento flettente (M) [kg•m]
325	569	120.679

Rapporto  $x/d$  = 0.12226

**Verifica N/M**  $S_d/S_u$  = **0.01613**

**Verifica (25)**  $N_d/N_u$  = **0.00091**

#### Sezione 2 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.433	100.0	30.0	[(1 Ø 16 + 1 Ø 12) / 40 cm] 7.85	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 5)

Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]	Momento flettente (M) [kg•m]
650	1209	503.299

Rapporto  $x/d$  = 0.14479

**Verifica N/M**  $S_d/S_u$  = **0.05587**

**Verifica (25)**  $N_d/N_u$  = **0.00177**

#### Sezione 3 (verificata)

Caratteristiche

Quota [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.000	100.0	30.0	(1 Ø 16 / 20 cm) 10.05	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Sforzo normale (N) [kg]	Sforzo di taglio (T) [kg]	Momento flettente (M) [kg•m]
1268	2016	1220.411

Rapporto  $x/d$  = 0.16170

**Verifica N/M**  $S_d/S_u$  = **0.11184**

**Verifica (25)**  $N_d/N_u$  = **0.00337**

### 7.11.2. Sezione d'incastro mensola di fondazione a valle (verificata)

Caratteristiche

$L_{\text{mensola}}$ [m]	B [cm]	H [cm]	$A_r$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_r'$ [cm <sup>2</sup> ]
0.150	100.0	30.0	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di valle	$\sigma_v =$	15550 kg/m <sup>2</sup>		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	14244 kg/m <sup>2</sup>		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	0.150 m		
Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]	
Forza di compressione terreno	-2235	0.076	-170.042	
Peso della mensola	0	0.150	0.000	
Sforzo di taglio [kg]	Momento flettente [kg•m]			
2235	170.042			
Rapporto x/d	$= 0.12677$			
Verifica N/M	$S_d/S_u$	$= 0.03044$		

### 7.11.3. Sezione d'incastro mensola di fondazione a monte (verificata)

Caratteristiche

$L_{\text{mensola}}$ [m]	B [cm]	H [cm]	$A_f$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_i$ [cm <sup>2</sup> ]
1.150	100.0	30.0	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65	(1 Ø 12 / 20 cm) 5.65

Condizioni più gravose (Combinazione 1)

Compressione terreno estremo di monte	$\sigma_m =$	4228 kg/m <sup>2</sup>		
Compressione terreno all'incastro	$\sigma_i =$	14244 kg/m <sup>2</sup>		
Lunghezza zona compressa	$L_c =$	1.150 m		
Descrizione carico	Forza [kg]	Braccio [m]	Momento [kg•m]	
Forza di compressione terreno	-10621	0.471	-5003.359	
Peso della mensola	975	0.650	633.750	
Peso del terreno	3126	0.650	2032.225	
Peso dei sovraccarichi	6000	0.650	3900.000	
Sforzo di taglio [kg]	Momento flettente [kg•m]			
520	-1562.616			
Rapporto x/d	$= 0.12677$			
Verifica N/M	$S_d/S_u$	$= 0.27972$		