

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)

OPERE PRINCIPALI - PONTI E VIADOTTI

Relazione di calcolo pile e fondazioni P1-P7

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS2S 02 D 09 CL VI0505 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	Seteco	Gen.2018	A. Ferri	Gen.2018	P. Carlesimo	Gen.2018	A. Vittozzi Gennaio 2018

INDICE

1	PREMESSA	5
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	11
3	MATERIALI	12
3.1	CALCESTRUZZO	12
3.2	ACCIAIO PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	12
4	ANALISI DEI CARICHI	13
4.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	13
4.1.1	<i>Peso proprio pila.....</i>	<i>13</i>
4.2	AZIONI CLIMATICHE (VENTO)	14
4.2.1	<i>Azione del vento applicata direttamente sulla pila.....</i>	<i>14</i>
4.3	AZIONE SISMICA (E).....	17
5	COMBINAZIONE DEI CARICHI E MODELLO DI CALCOLO	19
5.1	COMBINAZIONE SLU	19
5.2	COMBINAZIONI SLE.....	22
5.3	MODELLI DI CALCOLO.....	23
6	ANALISI MODALE	25
7	VERIFICHE FUSTO PILA	50
7.1	VERIFICA ALLA BASE DELLA PILA P04 (IMPALCATO 50.00 M + 50.00 M)	51
7.1.1	<i>Verifiche a pressoflessione alla base.....</i>	<i>54</i>
7.1.2	<i>Verifiche a taglio alla base.....</i>	<i>57</i>
7.1.3	<i>Verifiche agli SLE</i>	<i>66</i>
7.2	VERIFICA IN MEZZERIA DELLA PILA P04 (IMPALCATO 50.00 M + 50.00 M)	68

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	3 di 173

7.2.1	Verifica a presso-flessione in mezzeria	70
7.2.2	Verifiche a taglio in mezzeria	73
7.2.3	Verifiche agli SLE	78
7.3	VERIFICA ALLA BASE DELLA PILA P01 (IMPALCATO 35.00 M + 35.00 M)	80
7.3.1	Verifiche a pressoflessione alla base	83
7.3.2	Verifiche a taglio alla base	86
7.3.3	Verifiche agli SLE	94
7.4	VERIFICA IN MEZZERIA DELLA PILA P01 (IMPALCATO 35.00 M + 35.00 M)	96
7.4.1	Verifiche a taglio in mezzeria	99
8	VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE	104
8.1	MODELLO DI CALCOLO	104
8.2	VERIFICA DEL PLINTO P04	107
8.2.1	Verifica a flessione	114
8.2.2	Verifica a taglio	118
8.2.3	Verifiche agli SLE	122
8.3	VERIFICA DEL PLINTO P01	132
8.3.1	Verifica a flessione	138
8.3.2	Verifica a taglio	142
8.3.3	Verifiche agli SLE	147
9	VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P1 / P6 / P7	156
9.1	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI	156
9.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	156
9.3	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	158
9.3.1	Capacità portante orizzontale (Broms)	158
9.4	RESISTENZA STRUTTURALE	159

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	4 di 173

9.4.1	Taglio strutturale.....	160
9.5	VERIFICHE SLE	161
10	VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P2 / P5	165
10.1	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI	165
10.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	165
10.3	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	167
10.3.1	Capacità portante orizzontale (Broms).....	167
10.4	RESISTENZA STRUTTURALE.....	168
10.4.1	Taglio strutturale.....	169
10.5	VERIFICHE SLE	170

1 PREMESSA

1.1 Scopo del documento

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di resistenza delle pile e dei plinti di fondazione del viadotto ferroviario VI.05 della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo (tratta Giampilieri-Fiumefreddo).

1.2 Descrizione dell'opera

Il Viadotto Vi05 è costituito da 16 pile (8 per ogni impalcato) di altezza variabile tra un minimo di 12.5 m ed un massimo di 17.5 m. Gli impalcati hanno una lunghezza di 30.00 m, 35.00 m o di 50.00 m. Le pile oggetto di studio sono costituite da un singolo fusto a sezione pseudo rettangolare 16.50x3.20 m. La sezione della pila è tricellulare con spessore delle pareti costante su tutta l'altezza e pari a 55 cm, ad eccezione dei due setti centrali da 80 cm.

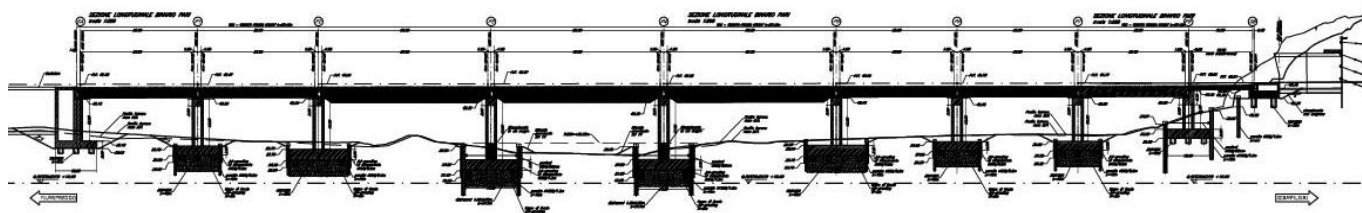


Figura 1 – Prospetto Viadotto VI05

	H [m]	b [m]	l [m]
P01_d	13.5	16.5	3.2
P02_d	13.5	16.5	3.2
P03_d	17.5	16.5	3.2
P04_d	17.5	16.5	3.2
P05_d	12.5	16.5	3.2
P06_d	12.5	16.5	3.2
P07_d	12.5	16.5	3.2

	H [m]	b [m]	l [m]
P01_p	13.5	16.5	3.2
P02_p	13.5	16.5	3.2
P03_p	17.5	16.5	3.2
P04_p	17.5	16.5	3.2
P05_p	12.5	16.5	3.2
P06_p	12.5	16.5	3.2
P07_p	12.5	16.5	3.2

In virtù della lunghezza variabile degli impalcati vengono analizzate e verificate due tipologie di pile:

1. Pile su cui poggiano due impalcati di lunghezza 50,00 m o due impalcati di lunghezza di 35.00 m e 50.00 m (Pila P02 - P03 - P04 – P5)

2. Pile su cui poggiano due impalcati di lunghezza 35,00 m o due impalcati di lunghezza di 35.00 m e 30.00 m (Pila P01 – P06 – P07)

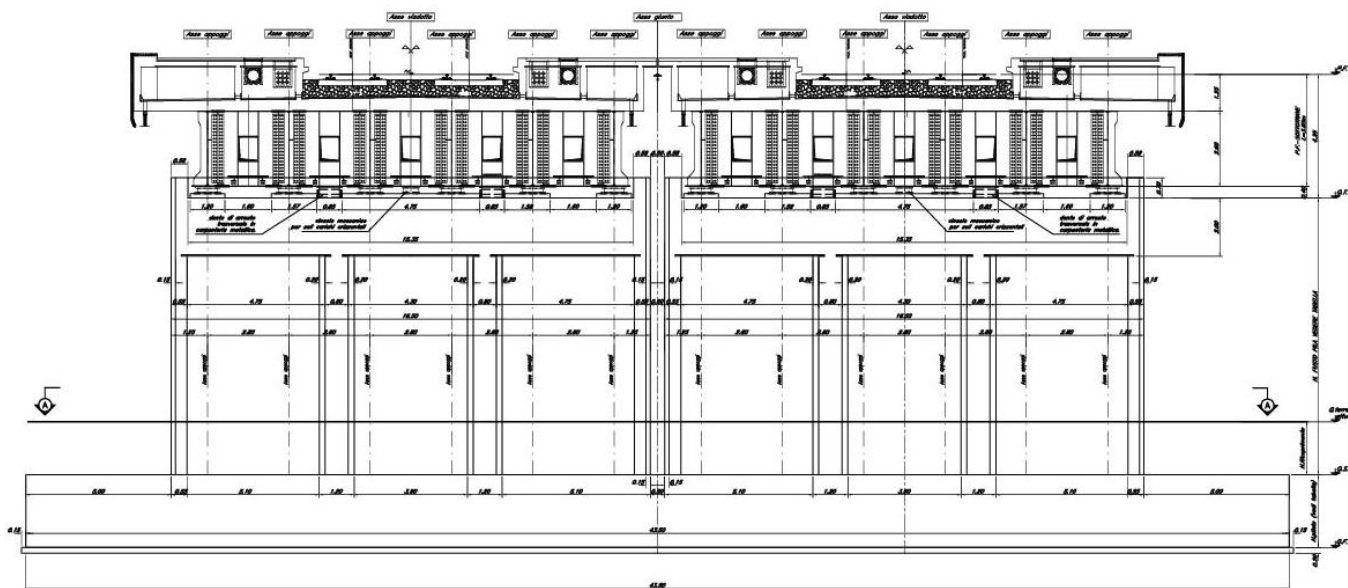


Figura 2 - Prospetto Pila P03 - P04 -sezione trasversale

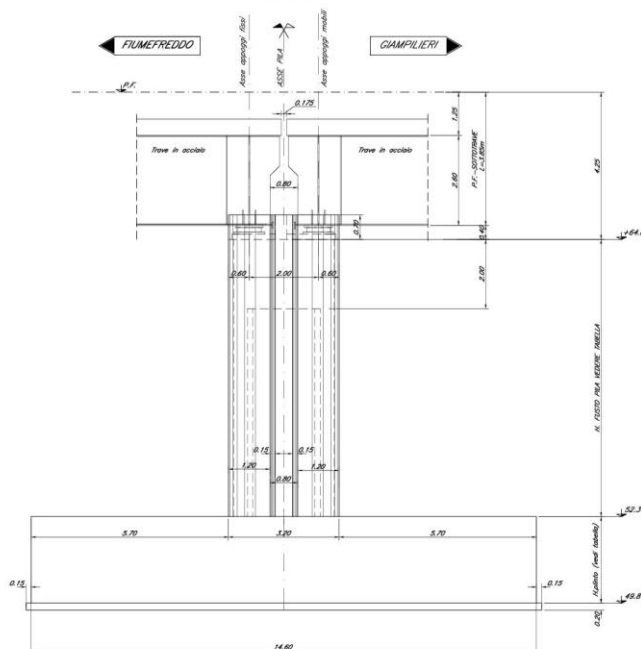


Figura 3 - Prospetto Pila P03 - P04 -sezione longitudinale

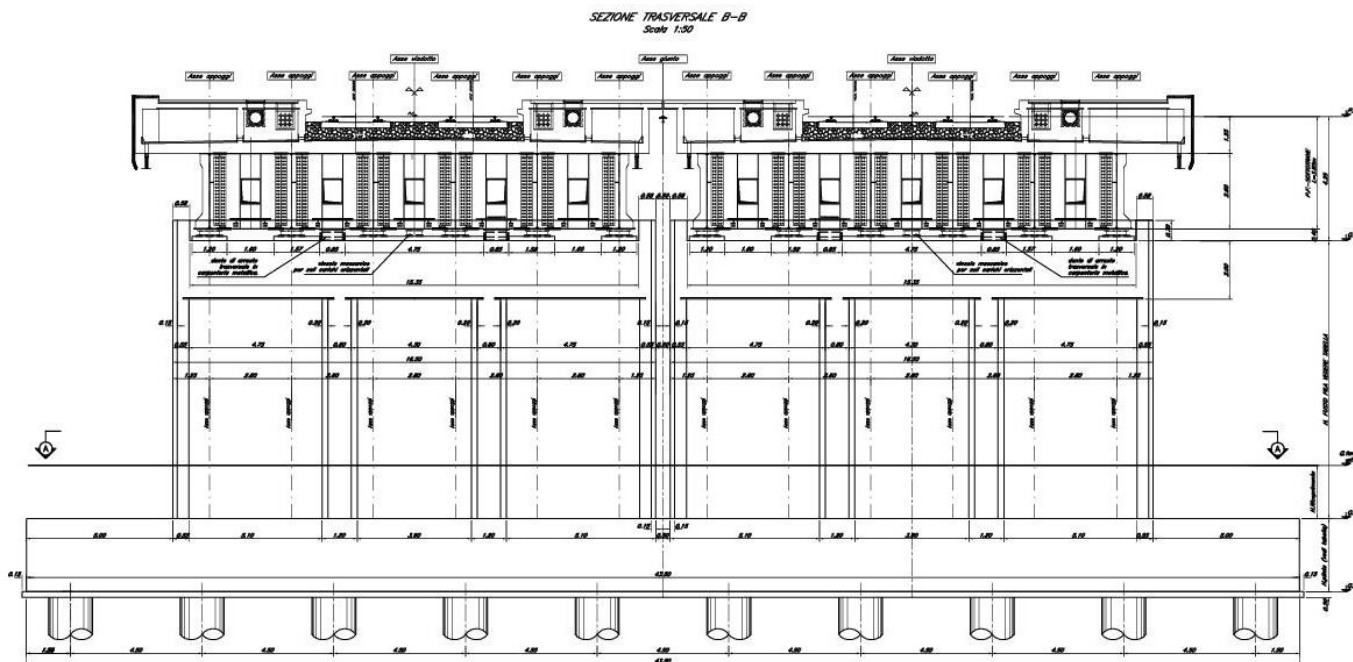


Figura 4 - Prospetto Pila P02 - P05 -sezione trasversale

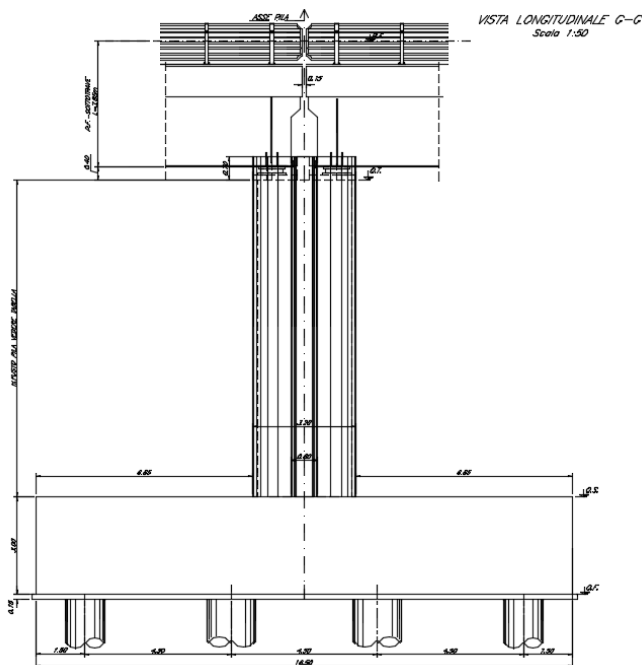


Figura 5 - Prospetto Pila P02 - P05 -sezione longitudinale

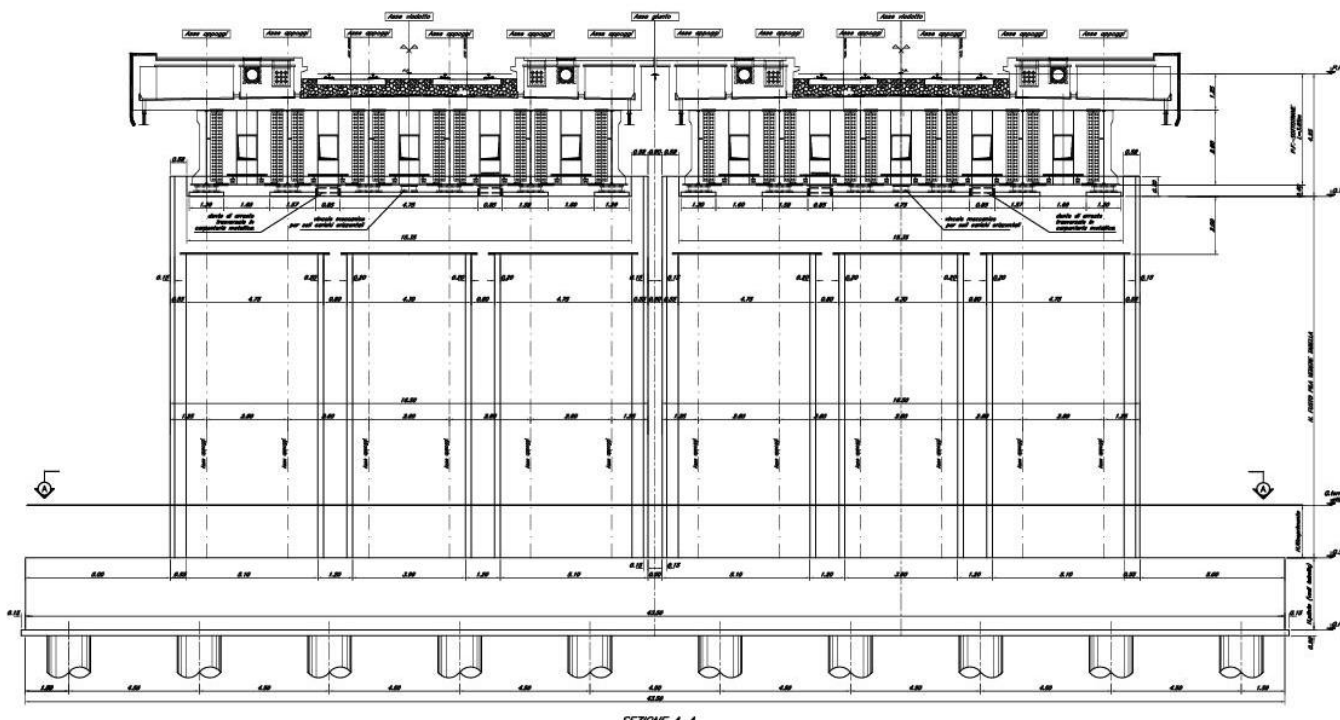


Figura 6 - Prospetto Pila P01 – P06 – P07 -sezione trasversale

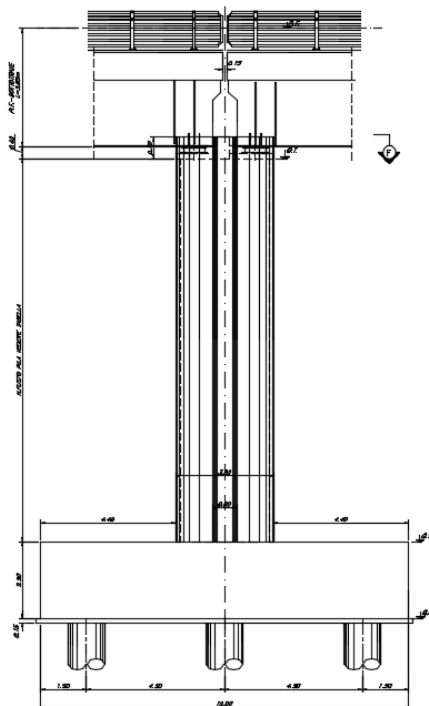


Figura 7 - Prospetto Pila P01 – P06 – P07 -sezione longitudinale

Alle tue tipologie di Pile sono associate due tipologie di plinti:

I plinti di fondazione relativi alle pile P02 - P05 hanno dimensioni 43.50m x 16.50m x 3.0m e sono appoggiati su 40 pali di diametro 1.5m.

I plinti di fondazione relativi alle pile P03 - P04 presentano una fondazione a pozzo.

I plinti di fondazione relativi alle pile P01 – P06 – P07 hanno dimensioni 43.50m x 12.00m x 2.50m e sono appoggiati su 30 pali di diametro 1.5m

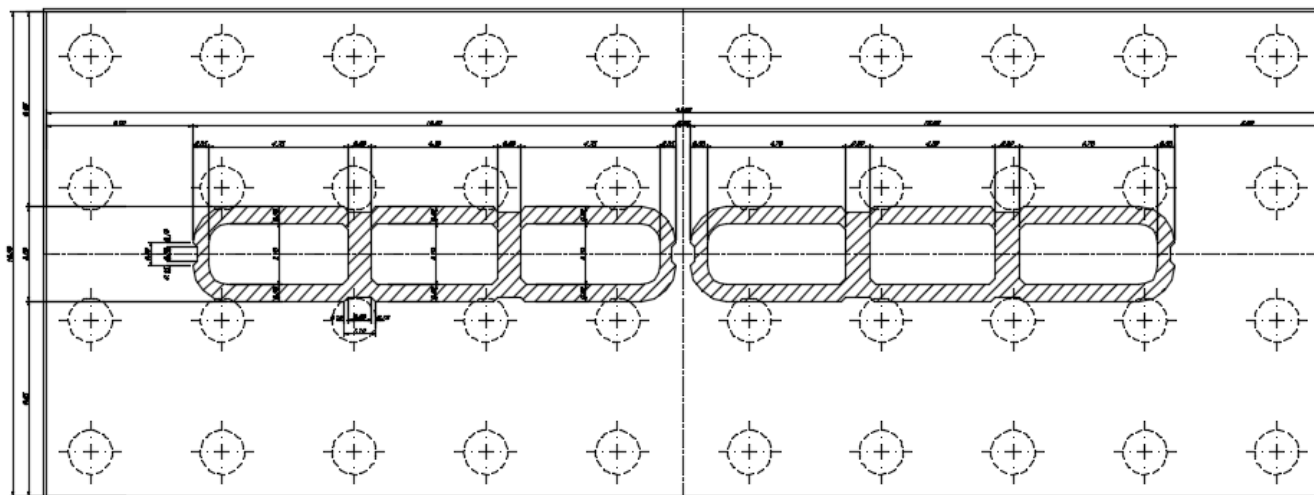


Figura 8 - Pianta Pila P02 - P05

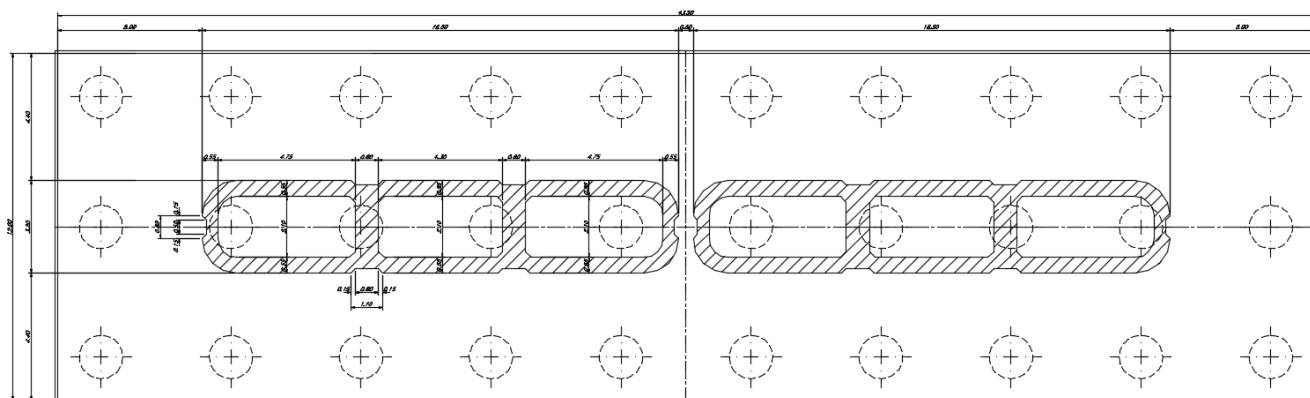


Figura 9 - Pianta Pila P01 – P07 – P08

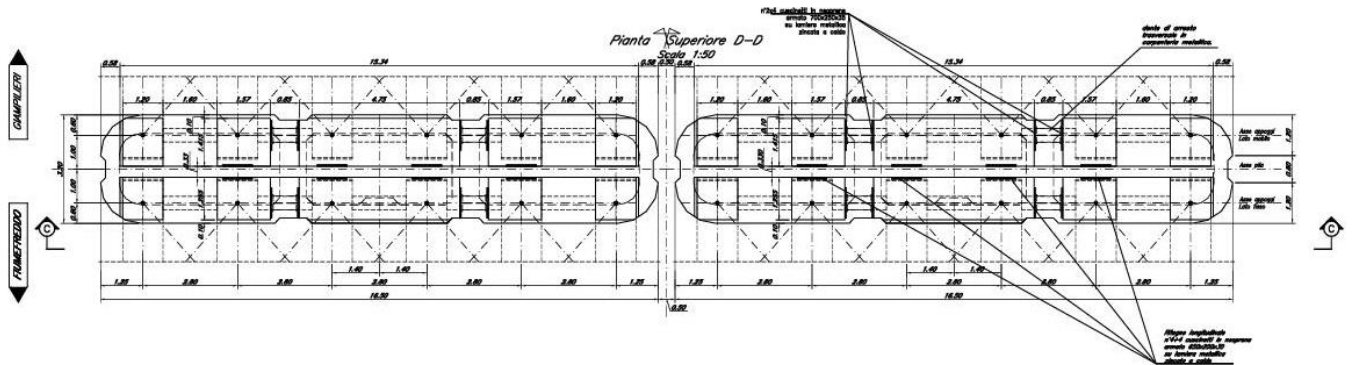


Figura 10 - Pianta pulvino tipico pile P1-P7

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A Manuale di progettazione delle opere civili (Parte II – Sezione 2 – Ponti e strutture)

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo classe C25/30 (impiegato per i pali di fondazione e per la zattera di fondazione delle pile)

$$f_{ck} = 30 \times 0.83 = 24.90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 31447.16 \text{ MPa} \approx 31 \text{ GPa}$$

Calcestruzzo classe C30/37 (impiegato per il fusto delle pile e per le spalle)

$$f_{ck} = 37 \times 0.83 = 30.71 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.3 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32836.0 \text{ MPa} \approx 33 \text{ GPa}$$

3.2 Acciaio per strutture in conglomerato cementizio

Tipo di acciaio

B450C

Peso per unità di volume

$$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

Tensione caratteristica di snervamento

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica a rottura

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

Tensione di calcolo a snervamento

$$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1.15$$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

4 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi gravanti sulla pila è stata effettuata considerando le azioni provenienti dagli impalcati e le azioni direttamente applicate alla pila.

I carichi dovuti all'impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, combinate secondo quanto previsto dalla vigente Normativa ferroviaria. Si precisa che la scelta della dislocazione del traffico ferroviario sull'impalcato è stata effettuata con il fine di massimizzare le azioni verticali, flessionali e di taglio sulla pila.

Per una più dettagliata analisi dei carichi precedentemente citati si rimanda alla relazione dell'impalcato del viadotto ferroviario VI.05.

Nei paragrafi successivi si riporta la valutazione dei carichi elementari agenti sulla pila.

4.1 Carichi permanenti strutturali (G1)

4.1.1 *Peso proprio pila*

Le pile del viadotto ferroviario VI.05 presentano altezze differenti ma medesima sezione, a meno delle barre d'armatura. Pertanto, assumendo un peso del calcestruzzo per unità di volume $\gamma_{cls}=25 \text{ kN/m}^3$, il peso proprio della pila è pari a:

$$G1 = 557 \text{ KN/m}$$

4.2 Azioni climatiche (Vento)

4.2.1 Azione del vento applicata direttamente sulla pila

Il calcolo dell'azione del vento è stato condotto secondo quanto riportato al par. 3.3 del DM 2008.

Oltre alle azioni agenti a livello d'impalcato, è stata considerata la pressione del vento sul fusto della pila.

Si riportano di seguito i principali parametri di calcolo.

AZIONE DEL VENTO SECONDO DM 2008

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO

Zona di riferimento		4	
Altezza slm	a_s	30.0	m
Velocità base riferimento slm	$v_{b,0}$	28	m/s
	a_0	500	m
	k_a	0.02	
Velocità base riferimento	v_b	28.0	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	kg/m ³
Tempo di ritorno	T_r	75	anni
Coefficiente di ritorno	α_r	1.02	
Velocità di riferimento progetto	$v_b(T_r)$	28.7	m/s
Pressione critica di riferimento	q_b	513.3	N/m ²

Per le pile relative a impalcati adiacenti di lunghezza 35+35 m l'azione del vento risulta

CALCOLO PRESSIONE CINETICA MINIMA			
Classe di rugosità		D	
Categoria di esposizione		2	
	k_r	0.19	
	z_0	0.05	m
	z_{min}	4.00	m
Coefficiente di topografia	$c_t(z)$	1	
	$c_t(z_{min})$	1	
Altezza da terra	z	8.60	< 200 m
		($Z_{min}=4$)	
Coefficiente dinamico	c_d	1.00	
Coefficiente di esposizione	c_e	2.26	
Rapporto superficie/parte piena	$\phi (>0)$	1	
Coefficiente areodinamico	c_p	1.4	
Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_min}(z)$	1.62	kN/m²

PRESSIONE MASSIMA (DA FILE SU IMPALCATO)			
Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_max}(z)$	1.62	kN/m²
Pressione a 2/3 dalla pila			

Larghezza investita PILA	3.2	m
CARICO A METRO LINEARE	5.19	KN/m
concentrato nel pulvino	7.8	kN

Per le pile relative ad impalcato adiacenti di lunghezza 35+50 m o 50+50 m l'azione del vento risulta

CALCOLO PRESSIONE CINETICA MINIMA			
Classe di rugosità		D	
Categoria di esposizione		2	
	k_r	0.19	
	z_0	0.05	m
	z_{min}	4.00	m
Coefficiente di topografia	$c_t(z)$	1	
	$c_t(z_{min})$	1	
Altezza da terra	z	12.10	< 200 m
		($Z_{min}=4$)	
Coefficiente dinamico	c_d	1.00	
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	
Rapporto superficie/parte piena	$\phi (>0)$	1	
Coefficiente areodinamico	c_p	1.4	
Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_min}(z)$	1.78	kN/m²

PRESSIONE MASSIMA (DA FILE SU IMPALCATO)			
Pressione cinetica minima al piede sopravento	$q_{p_max}(z)$	1.78	kN/m²
Pressione a 2/3 dalla pila			

Larghezza investita PILA	3.2	m
CARICO A METRO LINEARE	5.69	KN/m
concentrato nel pulvino	9.5	kN

Nel modello il carico sul fusto è stato assegnato costante sugli elementi frame costituenti la pila.

4.3 Azione sismica (E)

I valori dei parametri di base necessari alla definizione dell'azione sismica sono di seguito riassunti:

- Latitudine = 37.93434
- Longitudine = 15.34008
- Vita nominale dell'opera = 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione = 1.5
- Categoria di sottosuolo = Tipo "C"
- Categoria topografica = Tipo "T1"
- Stato limite considerato = SLV

Per il fattore di struttura è stata considerata una classe di duttilità bassa quindi come suggerisce la tabella 7.9.1 del DM 14/01/2008 per le pile in cemento armato q_0 vale 1.5. Considerando un valore unitario del coefficiente K_R si ottiene il seguente fattore di struttura:

$$q = q_0 \times K_R = 1.5 \times 1 = 1.5$$

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato è $q = 1$.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

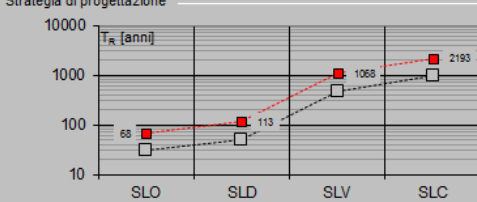
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLD - $P_{V,R} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{V,R} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{V,R} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{V,R} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
-□..... Strategia scelta

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_S = 1.213$ $C_C = 1.456$ info

Categoria topografica info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta_1 = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza info

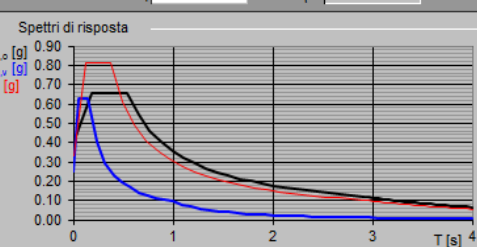
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta_1 = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



La massa considerata nel modello di calcolo è composta dai carichi permanenti provenienti dall'impalcato, dal peso proprio della pila e dai plinti di fondazione alla base del fusto. È stato considerato anche il 20% della massa del carico verticale da traffico ferroviario.

Durante l'analisi saranno considerati un numero di modi tale la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

5 COMBINAZIONE DEI CARICHI E MODELLO DI CALCOLO

5.1 Combinazione SLU

Nella seguente tabella sono riportati i coefficienti parziali di sicurezza (sfavorevoli) considerati nelle combinazioni di carico SLU e sismica (vedi tabella 5.2.V NTC 2008).

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Le combinazioni di carico A1, e Sismiche sono state impiegate per le verifiche strutturali. Nella seguente tabella sono riportati i coefficienti di combinazione delle azioni considerate in questo studio (vedi tabella 5.2.VI NTC 2008).

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	20 di 173

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F _{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T _k	0,60	0,60	0,50

Sono stati considerati i gruppi gr1 e gr3 sia nel caso di singolo binario carico che in quello di doppio binario carico.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella seguente tabella:

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario vanno poi combinati con le altre azioni secondo quanto indicato di seguito:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo in conto le masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

assumendo $\psi_{2j} = 0,2$ per i carichi dovuti al transito dei mezzi.

Per determinare le sollecitazioni massime agenti su ogni elemento asta è stato utilizzato un post-processore del SAP 2000, il WININV.

Il suddetto programma memorizza, per ogni asta, gli effetti massimi richiesti e le caratteristiche di sollecitazione associate, operando automaticamente una scelta fra tutti i files e le condizioni di carico presentate come FASE III.

Grazie a questo programma sono ottenute le massime sollecitazioni necessarie alle verifiche. Per le combinazioni utilizzate si rimanda agli schemi logici riportati nella relazione d'impalcato.

5.2 Combinazioni SLE

Le combinazioni SLE secondo la Normativa:

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	g_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	g_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	g_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Per le verifiche agli SLE sono stati considerati i gruppi di carico 1, 3, 4 per le verifiche tensionali e di fessurazione.

Anche in questo caso per determinare le sollecitazioni massime agenti su ogni elemento asta è stato utilizzato il post-processore del SAP 2000, il WININV. Per le combinazioni utilizzate si rimanda agli schemi logici riportati nella relazione d'impalcato.

5.3 Modelli di calcolo

La pila è stata modellata mediante il programma agli elementi finiti SAP2000. Assieme ad essa sono stati modellati anche i due impalcati adiacenti di 35 e di 50 m sui quali vengono opportunamente applicati i carichi delle differenti fasi; questi vengono trasmessi dall'impalcato alla pila attraverso l'inserimento di opportuni constraint.

Nel modello sono stati inseriti anche dei braccetti rigidi che partono dall'asse della pila e arrivano fino alla quota del centro di rotazione degli apparecchi di appoggio al fine di considerare le eccentricità. Alla pila è stata attribuita l'altezza maggiore in base alla diversa tipologia di impalcato.

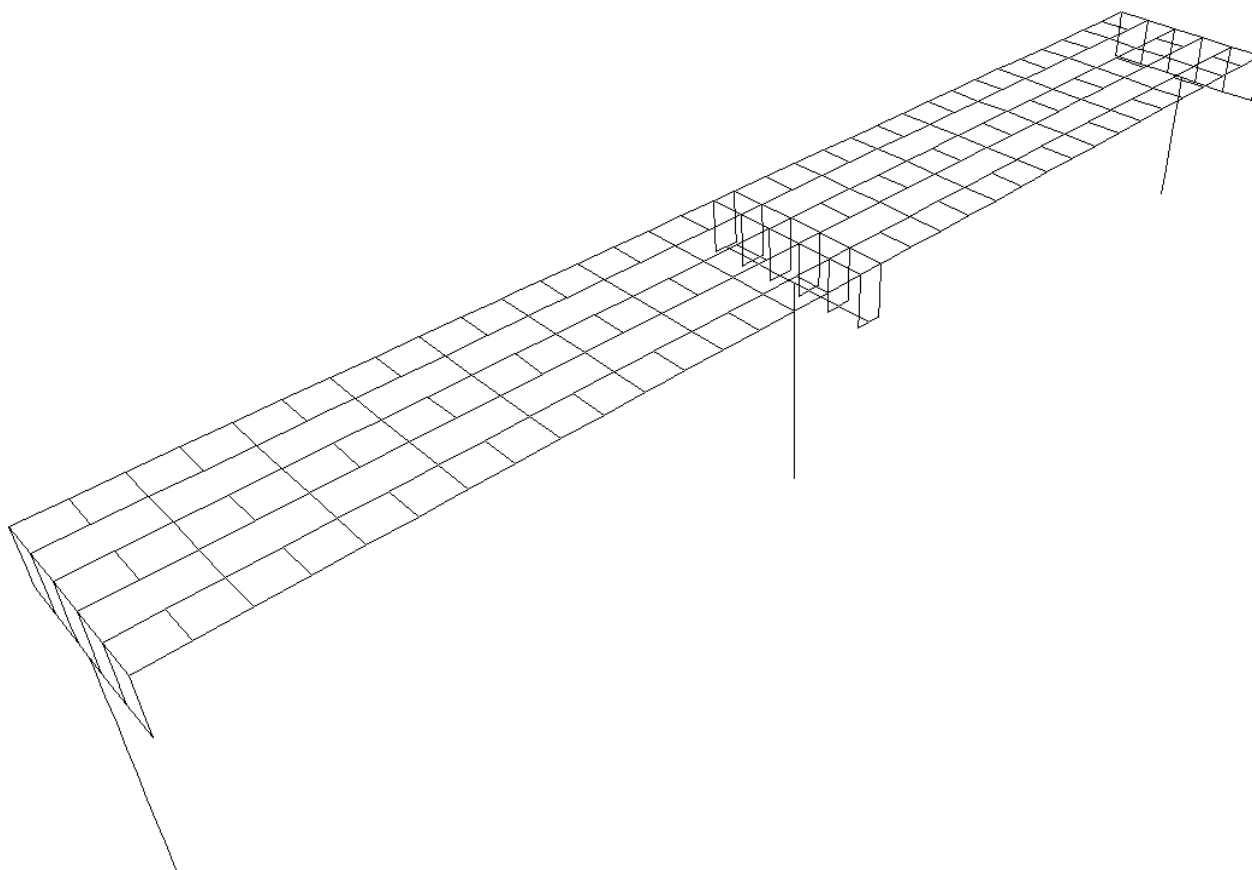


Figura 11 - Vista 3D del modello in SAP2000 (50m+50m)

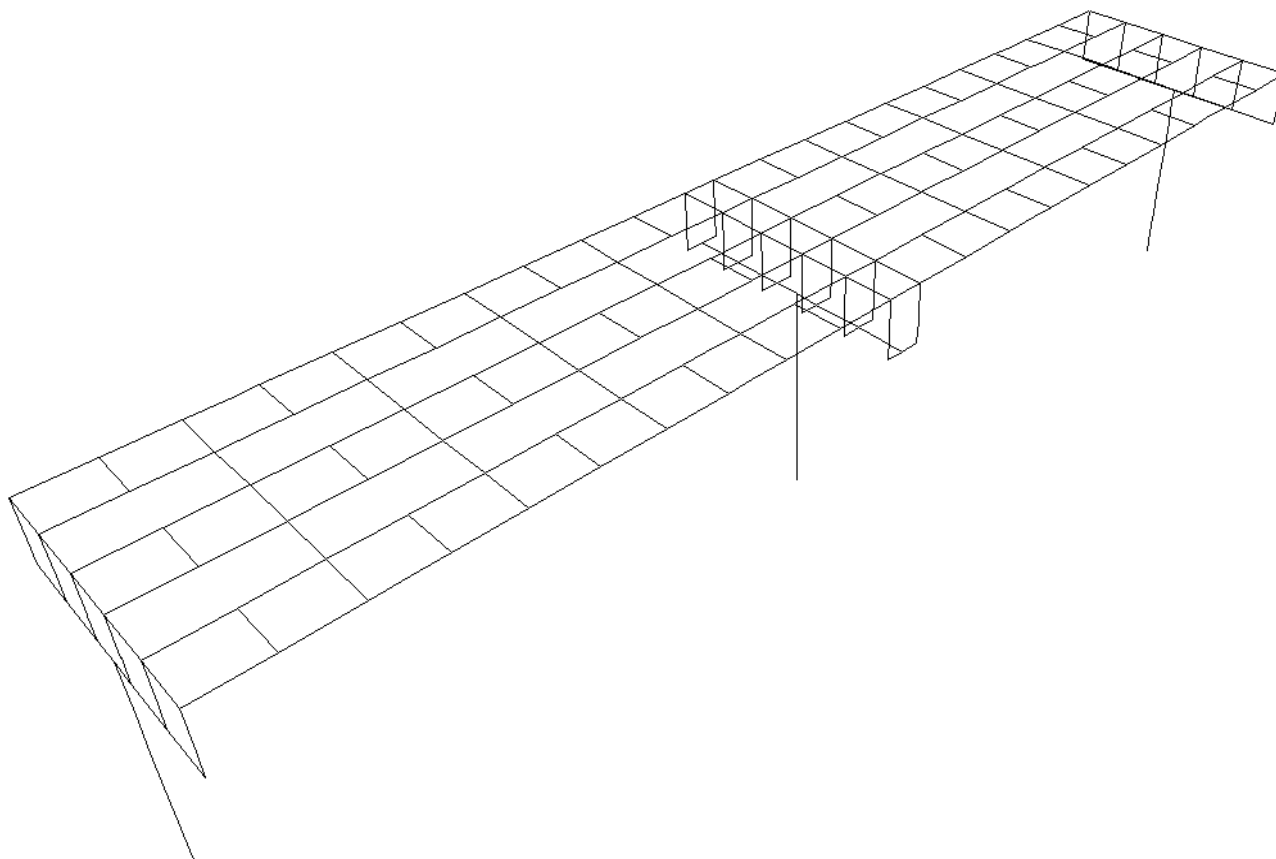


Figura 12 - Vista 3D del modello in SAP2000 (35m+35m)

Il modello risulta caricato con i seguenti carichi:

- Strutturali
- Non strutturali
- Azioni verticali da traffico
- Azioni orizzontali da traffico
- Serpeggio
- Azioni del vento
- Azione sismica.

6 ANALISI MODALE

Le verifiche a pressoflessione e taglio del fusto della pila sono state eseguite nella sezione allo spiccato e nella sezione di mezzzeria.

L'analisi è stata effettuata considerando le forme modali che consentono di attivare oltre l'85% della massa nelle tre direzioni X, Y, Z. I risultati sono sintetizzati in forma grafica e tabellare. Le masse prese in considerazione sono: i pesi propri strutturali, i permanenti dell'impalcato ed ed il 20% del traffico ferroviario (secondo la normativa).

Impalcati 50m

ge
FIUME FREDDO 50m

30

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	0.679076	0.0039	0.0000	0.0000	0.0039	0.0000	0.0000
2	0.675763	55.4472	0.0000	0.2303	55.4512	0.0000	0.2303
3	0.350846	0.4098	0.0033	30.6294	55.8610	0.0033	30.8597
4	0.345501	0.2088	0.0002	2.7079	56.0698	0.0035	33.5676
5	0.287683	0.0004	11.1215	0.0538	56.0702	11.1250	33.6214
6	0.275006	0.0001	0.0016	0.0007	56.0704	11.1266	33.6221
7	0.239488	0.0001	36.9677	0.0051	56.0704	48.0943	33.6272
8	0.192741	0.0000	0.0700	0.0000	56.0704	48.1643	33.6272
9	0.138897	0.0000	3.3835	0.0000	56.0704	51.5477	33.6272
10	0.120510	0.1460	0.0001	0.0149	56.2164	51.5478	33.6420
11	0.120471	0.0327	0.0000	0.0028	56.2492	51.5478	33.6449
12	0.108267	0.0089	0.0000	0.0195	56.2581	51.5478	33.6644
13	0.106903	0.3187	0.0109	0.0014	56.5768	51.5587	33.6658
14	0.105877	0.0857	0.0346	0.0002	56.6625	51.5933	33.6660
15	0.098277	0.0010	0.0034	0.0002	56.6635	51.5968	33.6662
16	0.094705	0.0047	0.0109	0.0001	56.6682	51.6077	33.6663
17	0.084408	0.2741	0.0001	0.0003	56.9423	51.6078	33.6666
18	0.083645	1.4366	0.0007	0.1044	58.3789	51.6084	33.7710
19	0.074000	4.6269	0.0000	0.0000	63.0058	51.6084	33.7710
20	0.072249	0.2158	0.0012	0.0000	63.2215	51.6097	33.7710
21	0.071734	1.5558	0.0013	0.0289	64.7774	51.6110	33.7999
22	0.068404	0.0021	0.0002	0.0000	64.7795	51.6112	33.7999
23	0.068353	0.0024	0.0010	0.0000	64.7819	51.6122	33.7999
24	0.067170	0.0008	3.5961	0.0000	64.7827	55.2083	33.8000
25	0.066532	0.0000	0.1780	0.0000	64.7828	55.3863	33.8000
26	0.065974	0.0003	1.6505	0.0001	64.7831	57.0368	33.8001
27	0.064304	0.0000	0.0289	0.0000	64.7831	57.0657	33.8001
28	0.061108	0.0002	1.6712	0.0027	64.7832	58.7368	33.8028
29	0.058561	0.0719	0.0410	9.0311	64.8552	58.7778	42.8339
30	0.056967	0.0137	0.0026	0.0054	64.8689	58.7804	42.8393
31	0.056942	0.0181	0.0004	0.0006	64.8869	58.7808	42.8399
32	0.056742	0.0030	1.0519	0.2379	64.8900	59.8327	43.0778
33	0.055631	0.0002	0.0916	0.0810	64.8901	59.9243	43.1587

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	26 di 173

34	0.054980	0.0001	0.3708	0.0070	64.8902	60.2951	43.1658
35	0.054155	0.0003	0.0781	0.0010	64.8906	60.3732	43.1668
36	0.053980	0.0001	0.0120	0.0003	64.8906	60.3852	43.1671
37	0.053818	0.0002	0.1680	0.0001	64.8908	60.5532	43.1672
38	0.051005	0.0000	0.0000	0.0000	64.8908	60.5532	43.1672
39	0.049414	0.0000	0.0191	0.0000	64.8908	60.5723	43.1672
40	0.049374	0.0000	0.0042	0.0000	64.8908	60.5765	43.1672
41	0.049212	0.0432	0.0000	0.0002	64.9340	60.5765	43.1674
42	0.049186	0.1455	0.0000	0.0003	65.0795	60.5766	43.1677
43	0.049006	0.5927	0.0009	0.0000	65.6721	60.5774	43.1677
44	0.048859	0.0030	0.0001	0.0000	65.6751	60.5775	43.1678
45	0.046155	0.0025	0.1214	0.0009	65.6776	60.6989	43.1687
46	0.044852	0.0522	0.4986	0.0156	65.7298	61.1975	43.1842
47	0.044387	0.9209	0.0005	0.3120	66.6508	61.1979	43.4963
48	0.044139	0.9813	0.0009	0.2352	67.6321	61.1988	43.7314
49	0.043774	0.0000	0.0017	0.0001	67.6321	61.2006	43.7315
50	0.043762	0.0000	0.0030	0.0000	67.6321	61.2036	43.7315

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	27 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

31

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
51	0.043099	0.0019	0.0273	0.0001	67.6340	61.2309	43.7316
52	0.042704	0.0497	0.0048	0.1816	67.6837	61.2357	43.9131
53	0.042177	0.0018	0.8587	0.0039	67.6856	62.0945	43.9170
54	0.041566	0.0000	0.0012	0.0000	67.6856	62.0956	43.9170
55	0.041536	0.0001	0.0632	0.0000	67.6857	62.1589	43.9170
56	0.040397	0.0065	0.0020	0.0101	67.6922	62.1609	43.9271
57	0.040396	0.0001	0.0004	0.0004	67.6922	62.1612	43.9275
58	0.040384	0.0137	0.0011	0.0017	67.7059	62.1623	43.9292
59	0.040215	0.0000	0.0089	0.0002	67.7059	62.1712	43.9294
60	0.039903	0.0002	0.1713	0.0000	67.7061	62.3425	43.9295
61	0.039025	0.0204	0.0000	0.8409	67.7265	62.3425	44.7704
62	0.038266	0.0023	0.0003	0.0232	67.7288	62.3428	44.7936
63	0.038247	0.0003	0.0011	0.0080	67.7291	62.3440	44.8016
64	0.038213	0.0006	0.0011	0.0363	67.7297	62.3450	44.8378
65	0.035522	0.0000	0.0031	0.0035	67.7297	62.3481	44.8414
66	0.035512	0.0000	0.0108	0.0004	67.7297	62.3590	44.8418
67	0.035085	0.0000	0.0003	0.1005	67.7297	62.3593	44.9423
68	0.034977	0.0004	0.0001	0.6518	67.7302	62.3593	45.5941
69	0.034637	0.0002	0.0003	9.4146	67.7304	62.3596	55.0087
70	0.032430	0.0039	0.0071	0.0551	67.7343	62.3667	55.0638
71	0.032110	0.0032	0.1213	0.1697	67.7375	62.4880	55.2334
72	0.032033	0.0054	0.1327	0.0565	67.7430	62.6207	55.2900
73	0.031358	0.0001	0.0000	0.0297	67.7430	62.6207	55.3197
74	0.031299	0.0000	0.0158	0.0009	67.7430	62.6365	55.3206
75	0.031207	0.0015	0.0018	0.2463	67.7446	62.6382	55.5669
76	0.030420	0.0000	1.4483	0.0006	67.7446	64.0865	55.5676
77	0.030397	0.0001	0.3368	0.0063	67.7447	64.4234	55.5739
78	0.030359	0.0000	0.1647	0.0042	67.7447	64.5881	55.5781
79	0.030099	0.0000	0.0009	0.0010	67.7447	64.5890	55.5790
80	0.029893	0.0000	0.1508	0.0032	67.7447	64.7398	55.5822
81	0.029636	0.0000	1.4074	0.0006	67.7447	66.1472	55.5829
82	0.029151	0.0000	0.0352	0.0000	67.7447	66.1824	55.5829
83	0.029075	0.0000	0.0002	0.0003	67.7447	66.1826	55.5832
84	0.028649	0.0022	0.0034	0.7080	67.7469	66.1859	56.2912
85	0.027930	0.0021	0.0001	0.0001	67.7490	66.1860	56.2913
86	0.027927	0.0000	0.0000	0.0001	67.7490	66.1860	56.2913
87	0.027795	0.0000	0.4083	0.0072	67.7490	66.5943	56.2985
88	0.027411	0.0841	0.0005	0.0666	67.8331	66.5948	56.3651
89	0.027341	0.0012	0.0001	0.1369	67.8343	66.5949	56.5021
90	0.027160	0.0133	0.0001	0.0146	67.8476	66.5950	56.5167
91	0.027143	0.0307	0.0001	0.0610	67.8783	66.5951	56.5777
92	0.026744	0.2773	0.0001	0.7862	68.1555	66.5952	57.3640
93	0.026338	0.3071	0.0014	0.7438	68.4627	66.5965	58.1078
94	0.026271	0.0110	0.0439	0.0708	68.4737	66.6404	58.1786
95	0.025993	0.5106	0.0000	0.0136	68.9843	66.6404	58.1923
96	0.025959	0.0000	0.0012	0.0000	68.9844	66.6417	58.1923
97	0.025959	0.0002	0.0004	0.0000	68.9845	66.6421	58.1923
98	0.025436	0.0000	0.0339	0.0001	68.9845	66.6760	58.1924
99	0.025397	0.0021	0.0145	0.0001	68.9867	66.6904	58.1925
100	0.025396	0.5791	0.0000	0.0000	69.5658	66.6905	58.1925

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	28 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

32

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
101	0.025383	0.0016	0.0000	0.0059	69.5674	66.6905	58.1984
102	0.025313	0.0042	0.0093	0.0001	69.5715	66.6998	58.1984
103	0.025279	0.0002	0.0001	0.0001	69.5718	66.6999	58.1985
104	0.024861	0.0008	0.1433	0.0029	69.5726	66.8432	58.2014
105	0.024829	0.0020	0.0353	0.0001	69.5746	66.8784	58.2014
106	0.024790	0.0001	0.0850	0.0076	69.5747	66.9634	58.2090
107	0.024221	0.0002	0.1033	0.2159	69.5749	67.0667	58.4250
108	0.024161	0.0028	0.0065	2.7586	69.5777	67.0733	61.1835
109	0.024132	0.0000	0.0115	0.0084	69.5777	67.0847	61.1919
110	0.023982	0.0000	0.0000	0.0001	69.5777	67.0847	61.1920
111	0.023976	0.0020	0.0004	0.0036	69.5797	67.0852	61.1956
112	0.023897	0.0002	0.5886	0.1352	69.5799	67.6737	61.3308
113	0.022448	0.0016	0.0052	0.0413	69.5815	67.6789	61.3721
114	0.022386	0.0000	0.0000	0.0000	69.5815	67.6789	61.3721
115	0.022376	0.0016	0.0005	0.0013	69.5831	67.6793	61.3734
116	0.022208	0.0000	0.1672	0.0005	69.5831	67.8466	61.3739
117	0.022100	0.0001	0.0014	0.0022	69.5832	67.8479	61.3761
118	0.021979	0.0031	0.0003	0.0005	69.5863	67.8482	61.3767
119	0.021890	0.0000	0.2405	0.0001	69.5863	68.0887	61.3768
120	0.021764	0.0000	0.1447	0.0000	69.5863	68.2334	61.3769
121	0.021405	0.0000	0.0048	0.0000	69.5863	68.2382	61.3769
122	0.021405	0.0000	0.0022	0.0000	69.5863	68.2404	61.3769
123	0.021339	0.0000	0.3771	0.0015	69.5863	68.6176	61.3785
124	0.021155	0.0007	0.2262	0.1297	69.5871	68.8438	61.5081
125	0.021088	0.0001	1.6927	0.0093	69.5871	70.5365	61.5174
126	0.020851	0.0000	0.0126	0.0004	69.5872	70.5491	61.5178
127	0.020825	0.0000	0.0035	0.0000	69.5872	70.5525	61.5178
128	0.020614	0.0000	0.0000	0.0054	69.5872	70.5525	61.5232
129	0.020578	0.0002	0.0000	0.0000	69.5874	70.5526	61.5232
130	0.020326	0.0000	0.0083	0.0000	69.5875	70.5608	61.5232
131	0.020223	0.0013	0.0001	0.0023	69.5887	70.5609	61.5255
132	0.020221	0.0001	0.0001	0.0002	69.5888	70.5610	61.5258
133	0.020195	0.0012	0.0000	0.0013	69.5900	70.5611	61.5271
134	0.020110	0.0001	0.0000	0.0000	69.5901	70.5611	61.5271
135	0.020066	0.0112	0.0000	0.0156	69.6013	70.5611	61.5427
136	0.020059	0.0012	0.0000	0.0011	69.6025	70.5612	61.5438
137	0.019891	0.0365	0.0007	0.6916	69.6390	70.5619	62.2354
138	0.019584	0.1162	0.0001	0.2304	69.7552	70.5620	62.4658
139	0.019566	0.0000	0.0001	0.2193	69.7552	70.5621	62.6851
140	0.019396	0.0030	0.0003	0.0878	69.7582	70.5623	62.7730
141	0.019270	0.0006	0.0002	0.0126	69.7588	70.5625	62.7856
142	0.019023	0.0015	0.0686	0.0616	69.7604	70.6310	62.8472
143	0.018926	0.0135	0.0035	1.2958	69.7738	70.6345	64.1430
144	0.018673	0.0115	0.0000	0.0252	69.7854	70.6345	64.1683
145	0.018630	0.4707	0.0001	0.0243	70.2560	70.6347	64.1926
146	0.018539	0.0003	0.0036	0.0023	70.2564	70.6383	64.1949
147	0.018505	0.0018	0.0414	0.0057	70.2581	70.6796	64.2006
148	0.018500	0.0002	0.0027	0.0000	70.2583	70.6823	64.2006
149	0.018359	0.0049	0.0003	0.0009	70.2632	70.6825	64.2015
150	0.018353	0.0000	0.0115	0.0000	70.2632	70.6941	64.2015

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	29 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

33

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
151	0.018330	0.0001	0.0003	0.0000	70.2633	70.6944	64.2015
152	0.018159	0.0003	0.0013	0.0027	70.2636	70.6957	64.2042
153	0.018100	0.0000	0.0017	0.0029	70.2636	70.6975	64.2071
154	0.018095	0.0000	0.0003	0.0001	70.2636	70.6978	64.2073
155	0.017829	0.0000	0.0000	0.0001	70.2636	70.6978	64.2074
156	0.017812	0.0013	0.0000	0.0030	70.2649	70.6978	64.2103
157	0.017739	0.0044	0.0000	0.1434	70.2693	70.6978	64.3538
158	0.017339	0.0000	0.0000	0.0001	70.2693	70.6978	64.3538
159	0.017339	0.0000	0.0001	0.0000	70.2693	70.6979	64.3538
160	0.017286	0.0104	0.0001	0.2116	70.2797	70.6980	64.5654
161	0.017113	0.0136	0.0000	0.0009	70.2934	70.6981	64.5664
162	0.017108	0.0012	0.0000	0.0047	70.2946	70.6981	64.5711
163	0.017101	0.0006	0.0009	0.0004	70.2952	70.6990	64.5715
164	0.017080	0.0000	0.0054	0.0003	70.2952	70.7044	64.5718
165	0.017021	0.0000	0.0082	0.0032	70.2952	70.7126	64.5749
166	0.017011	0.0000	0.0000	0.0005	70.2952	70.7126	64.5754
167	0.016936	0.0000	0.0000	0.0781	70.2952	70.7126	64.6535
168	0.016654	0.0001	0.0001	0.0902	70.2953	70.7127	64.7437
169	0.016610	0.0011	0.0000	1.1604	70.2964	70.7127	65.9041
170	0.016417	0.0000	0.0000	0.0001	70.2964	70.7127	65.9042
171	0.016405	0.0002	0.0000	0.0000	70.2966	70.7127	65.9042
172	0.016342	0.0000	0.0000	0.0970	70.2966	70.7127	66.0012
173	0.016331	0.0000	0.0000	0.0021	70.2967	70.7128	66.0033
174	0.016308	0.0000	0.0000	0.1387	70.2967	70.7128	66.1420
175	0.016294	0.0001	0.0002	0.0110	70.2968	70.7130	66.1530
176	0.016292	0.0000	0.0000	0.0456	70.2968	70.7130	66.1986
177	0.016254	0.0000	0.0001	0.0388	70.2968	70.7130	66.2374
178	0.016157	0.0127	0.0000	0.0030	70.3096	70.7130	66.2404
179	0.016093	0.0217	0.0000	0.0368	70.3312	70.7131	66.2772
180	0.015924	0.0013	0.0000	0.3189	70.3326	70.7131	66.5961
181	0.015662	0.0008	0.0000	0.0000	70.3334	70.7131	66.5961
182	0.015641	0.0012	0.0000	0.0008	70.3346	70.7131	66.5969
183	0.015463	0.0096	0.0002	0.1032	70.3442	70.7133	66.7001
184	0.015419	0.0028	0.0001	0.0097	70.3469	70.7134	66.7098
185	0.015385	0.0008	0.0006	0.0873	70.3477	70.7140	66.7971
186	0.015281	0.0000	0.0009	0.0082	70.3477	70.7149	66.8053
187	0.014803	0.0004	0.0000	0.0174	70.3481	70.7149	66.8227
188	0.014776	0.0000	0.0000	0.0155	70.3481	70.7149	66.8382
189	0.014710	0.0000	0.0000	0.0000	70.3481	70.7149	66.8382
190	0.014701	0.0002	0.0000	0.0001	70.3483	70.7149	66.8383
191	0.014641	0.0000	0.0004	0.0040	70.3484	70.7153	66.8423
192	0.014553	0.0000	0.0001	0.0448	70.3484	70.7154	66.8871
193	0.014519	0.9796	0.0000	0.0000	71.3280	70.7154	66.8871
194	0.014443	0.0000	0.0000	0.0000	71.3280	70.7154	66.8871
195	0.014444	0.0000	0.0000	0.0000	71.3280	70.7154	66.8871
196	0.014441	0.0000	0.0001	0.0001	71.3280	70.7155	66.8872
197	0.014419	0.0001	0.0001	0.0005	71.3281	70.7156	66.8877
198	0.014343	0.0006	0.0006	0.0027	71.3287	70.7162	66.8903
199	0.014337	0.0011	0.0027	0.0004	71.3298	70.7189	66.8907
200	0.014304	0.0006	0.0001	0.0123	71.3305	70.7190	66.9031

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	30 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

34

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
201	0.014293	0.0008	0.0001	0.0564	71.3312	70.7191	66.9594
202	0.014284	0.0009	0.0012	0.0549	71.3321	70.7203	67.0144
203	0.014254	0.0003	0.0019	0.0351	71.3325	70.7222	67.0495
204	0.014149	0.0000	0.0000	0.0000	71.3325	70.7222	67.0495
205	0.014138	0.0000	0.0002	0.0001	71.3325	70.7223	67.0496
206	0.014101	0.0000	0.0000	0.0072	71.3325	70.7223	67.0568
207	0.014068	0.0002	0.0000	0.0507	71.3327	70.7224	67.1075
208	0.013983	0.0000	0.0001	0.0000	71.3327	70.7225	67.1076
209	0.013922	0.0004	0.0000	0.0052	71.3332	70.7225	67.1128
210	0.013823	0.0000	0.0008	0.0000	71.3332	70.7233	67.1128
211	0.013814	0.0000	0.0026	0.0000	71.3332	70.7259	67.1128
212	0.013795	0.0000	0.0000	0.0000	71.3332	70.7259	67.1128
213	0.013794	0.0000	0.0007	0.0001	71.3332	70.7265	67.1129
214	0.013787	0.0010	0.0000	0.0000	71.3342	70.7265	67.1129
215	0.013777	0.0000	0.0001	0.0000	71.3343	70.7266	67.1129
216	0.013684	0.0001	0.0000	0.0011	71.3344	70.7266	67.1141
217	0.013672	0.0005	0.0000	0.0000	71.3349	70.7266	67.1141
218	0.013615	0.0717	0.0000	0.0221	71.4066	70.7266	67.1362
219	0.013561	0.0000	0.0000	0.0000	71.4066	70.7266	67.1362
220	0.013559	0.0000	0.0000	0.0001	71.4067	70.7267	67.1362
221	0.013347	0.1827	0.0000	0.0005	71.5893	70.7267	67.1367
222	0.013295	0.0015	0.0003	0.0000	71.5909	70.7270	67.1368
223	0.013209	0.1010	0.0000	0.0035	71.6919	70.7270	67.1402
224	0.013055	0.0002	0.0000	0.0003	71.6921	70.7270	67.1406
225	0.013016	0.0000	0.0003	0.0001	71.6921	70.7273	67.1407
226	0.013001	0.0015	0.0000	0.0035	71.6935	70.7273	67.1442
227	0.012978	0.0000	0.0000	0.0000	71.6935	70.7273	67.1442
228	0.012970	0.0002	0.0000	0.0000	71.6937	70.7273	67.1442
229	0.012964	0.0001	0.0000	0.0046	71.6939	70.7273	67.1488
230	0.012866	0.0129	0.0000	0.0072	71.7068	70.7273	67.1560
231	0.012808	0.0005	0.0004	0.0002	71.7073	70.7277	67.1562
232	0.012748	0.0000	0.0003	0.0000	71.7073	70.7280	67.1562
233	0.012740	0.0000	0.0000	0.0000	71.7073	70.7280	67.1562
234	0.012677	0.0000	0.0000	0.0004	71.7073	70.7280	67.1566
235	0.012671	0.0001	0.0000	0.0002	71.7074	70.7280	67.1568
236	0.012597	0.0000	0.0000	0.0000	71.7074	70.7280	67.1568
237	0.012594	0.0000	0.0000	0.0000	71.7074	70.7280	67.1569
238	0.012456	0.0029	0.0000	0.0007	71.7102	70.7280	67.1576
239	0.012439	0.0020	0.0000	0.0025	71.7122	70.7281	67.1601
240	0.012286	0.0000	0.0000	0.0000	71.7122	70.7281	67.1601
241	0.012278	0.0000	0.0000	0.0000	71.7123	70.7281	67.1601
242	0.012239	0.0000	0.7362	0.0000	71.7123	71.4643	67.1601
243	0.012226	0.0000	0.4903	0.0000	71.7123	71.9546	67.1601
244	0.012120	0.0000	0.0003	0.0001	71.7123	71.9549	67.1602
245	0.012120	0.0000	0.0001	0.0000	71.7123	71.9550	67.1602
246	0.012040	0.0000	0.0000	0.0007	71.7123	71.9550	67.1609
247	0.012018	0.0000	0.0000	0.0000	71.7123	71.9550	67.1609
248	0.012005	0.0000	0.0002	0.0027	71.7123	71.9552	67.1636
249	0.011983	0.0000	0.0000	0.0362	71.7124	71.9553	67.1998
250	0.011974	0.0000	0.0000	0.0023	71.7124	71.9553	67.2021

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	31 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

35

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
251	0.011963	0.0000	0.0002	0.0005	71.7124	71.9554	67.2026
252	0.011961	0.0000	0.0000	0.0020	71.7124	71.9554	67.2046
253	0.011959	0.0000	0.0003	0.0001	71.7124	71.9557	67.2046
254	0.011953	0.0000	0.0428	0.0001	71.7125	71.9985	67.2047
255	0.011926	0.0000	0.0001	0.0001	71.7125	71.9986	67.2048
256	0.011920	0.0000	0.0000	0.0101	71.7125	71.9986	67.2149
257	0.011894	0.0000	0.0000	0.0039	71.7126	71.9986	67.2188
258	0.011851	0.0004	0.0000	0.0032	71.7130	71.9986	67.2220
259	0.011819	0.0000	0.0003	0.0004	71.7130	71.9989	67.2224
260	0.011806	0.0000	0.0001	0.0000	71.7130	71.9990	67.2224
261	0.011791	0.0000	0.0000	0.0000	71.7130	71.9990	67.2224
262	0.011743	0.0000	0.0000	0.0017	71.7130	71.9990	67.2242
263	0.011734	0.0000	0.0000	0.0001	71.7130	71.9991	67.2242
264	0.011724	0.0000	0.0007	0.0000	71.7130	71.9997	67.2243
265	0.011715	0.0000	0.0000	0.0000	71.7130	71.9997	67.2243
266	0.011689	0.0000	0.0013	0.0000	71.7130	72.0010	67.2243
267	0.011682	0.0000	0.0001	0.0000	71.7130	72.0011	67.2243
268	0.011670	0.0000	0.0002	0.0006	71.7130	72.0013	67.2249
269	0.011669	0.0000	0.0004	0.0002	71.7130	72.0017	67.2250
270	0.011669	0.0000	0.0000	0.0000	71.7131	72.0017	67.2250
271	0.011662	0.0001	0.0000	0.0005	71.7131	72.0017	67.2256
272	0.011660	0.0004	0.0004	0.0001	71.7135	72.0021	67.2256
273	0.011656	0.0002	0.0003	0.0013	71.7137	72.0024	67.2269
274	0.011654	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2269
275	0.011643	0.0000	0.0000	0.0001	71.7137	72.0024	67.2270
276	0.011606	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2270
277	0.011602	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2270
278	0.011147	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2270
279	0.011150	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2270
280	0.011142	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0024	67.2270
281	0.011136	0.0000	0.0000	0.0000	71.7137	72.0025	67.2270
282	0.010841	0.0005	0.0000	0.0007	71.7142	72.0025	67.2278
283	0.010841	0.0000	0.0000	0.0011	71.7142	72.0025	67.2288
284	0.010814	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2288
285	0.010813	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2288
286	0.010791	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2289
287	0.010791	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2289
288	0.010748	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2290
289	0.010748	0.0000	0.0000	0.0001	71.7142	72.0025	67.2291
290	0.010734	0.0000	0.0000	0.0010	71.7142	72.0025	67.2301
291	0.010733	0.0000	0.0000	0.0007	71.7142	72.0025	67.2307
292	0.010727	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2307
293	0.010727	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0025	67.2307
294	0.010671	0.0000	0.0000	0.0005	71.7142	72.0025	67.2312
295	0.010670	0.0000	0.0000	0.0002	71.7142	72.0025	67.2314
296	0.010578	0.0000	0.0000	0.0001	71.7142	72.0025	67.2314
297	0.010569	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0026	67.2315
298	0.010566	0.0000	0.0001	0.0003	71.7142	72.0026	67.2318
299	0.010567	0.0000	0.0000	0.0006	71.7142	72.0026	67.2323
300	0.010520	0.0000	0.0000	0.0003	71.7142	72.0026	67.2327

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	32 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

36

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
301	0.010519	0.0000	0.0000	0.0016	71.7142	72.0026	67.2343
302	0.010506	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0027	67.2343
303	0.010506	0.0000	0.0000	0.0001	71.7142	72.0027	67.2344
304	0.010473	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0027	67.2344
305	0.010472	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0027	67.2344
306	0.010472	0.0000	0.0002	0.0000	71.7142	72.0028	67.2344
307	0.010471	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0028	67.2344
308	0.010461	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0028	67.2344
309	0.010461	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0029	67.2344
310	0.010418	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0029	67.2344
311	0.010419	0.0000	0.0000	0.0000	71.7142	72.0029	67.2344
312	0.010376	0.0001	0.0001	0.0000	71.7143	72.0029	67.2344
313	0.010365	0.0000	0.0012	0.0000	71.7143	72.0041	67.2344
314	0.010328	0.0001	0.0031	0.0000	71.7144	72.0072	67.2345
315	0.010328	0.0000	0.0000	0.0000	71.7144	72.0072	67.2345
316	0.010293	0.0059	0.0000	0.0192	71.7204	72.0073	67.2537
317	0.010289	0.0058	0.0000	0.0007	71.7261	72.0073	67.2544
318	0.010204	0.0001	0.0000	0.0029	71.7262	72.0073	67.2573
319	0.010203	0.0001	0.0000	0.0000	71.7263	72.0073	67.2573
320	0.010086	0.0000	0.0000	0.0005	71.7263	72.0073	67.2578
321	0.010069	0.0000	0.0000	0.0010	71.7263	72.0073	67.2588
322	0.010033	0.0000	0.0051	0.0005	71.7263	72.0124	67.2593
323	0.010032	0.0000	0.0028	0.0001	71.7263	72.0152	67.2594
324	0.010008	0.0000	0.0000	2.4074	71.7263	72.0152	69.6668
325	0.009997	0.0001	0.0000	0.3552	71.7264	72.0152	70.0220
326	0.009778	0.0000	1.2382	0.0000	71.7264	73.2534	70.0220
327	0.009751	0.0000	0.0004	0.0008	71.7264	73.2538	70.0228
328	0.009745	0.0000	0.0004	0.0120	71.7265	73.2542	70.0347
329	0.009645	0.0000	0.0019	0.0001	71.7265	73.2561	70.0349
330	0.009562	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2561	70.0349
331	0.009562	0.0000	0.0000	0.0001	71.7265	73.2561	70.0350
332	0.009540	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2561	70.0350
333	0.009523	0.0000	0.0000	0.0001	71.7265	73.2561	70.0350
334	0.009515	0.0000	0.0000	0.0004	71.7265	73.2562	70.0355
335	0.009508	0.0000	0.0000	0.0014	71.7265	73.2562	70.0368
336	0.009475	0.0000	0.0002	0.0000	71.7265	73.2563	70.0369
337	0.009475	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2564	70.0369
338	0.009429	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2564	70.0369
339	0.009424	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2564	70.0369
340	0.009253	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2564	70.0369
341	0.009249	0.0000	0.0001	0.0000	71.7265	73.2565	70.0369
342	0.009205	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2565	70.0369
343	0.009181	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2565	70.0369
344	0.009177	0.0000	0.0001	0.0000	71.7265	73.2566	70.0369
345	0.009124	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2566	70.0369
346	0.009103	0.0000	0.0000	0.0000	71.7265	73.2567	70.0369
347	0.009054	0.0000	0.0002	0.0000	71.7265	73.2568	70.0369
348	0.009040	0.0000	0.0002	0.0000	71.7265	73.2570	70.0370
349	0.008980	0.0000	0.0003	0.0000	71.7265	73.2572	70.0370
350	0.008979	0.0000	0.0019	0.0000	71.7265	73.2592	70.0370

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	33 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

37

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
351	0.008860	0.0000	0.0000	0.0020	71.7265	73.2592	70.0390
352	0.008859	0.0001	0.0000	0.0002	71.7266	73.2592	70.0392
353	0.008808	0.0000	0.0008	0.0001	71.7266	73.2600	70.0393
354	0.008791	0.0000	0.0003	0.0000	71.7266	73.2604	70.0393
355	0.008704	0.0000	0.0000	0.0000	71.7266	73.2604	70.0393
356	0.008694	0.0000	0.0000	0.0000	71.7266	73.2604	70.0394
357	0.008684	0.0000	0.4577	0.0000	71.7266	73.7181	70.0394
358	0.008678	0.0000	0.4521	0.0000	71.7266	74.1702	70.0394
359	0.008558	0.0000	0.0000	0.0009	71.7266	74.1702	70.0403
360	0.008558	0.0000	0.0000	0.0002	71.7266	74.1702	70.0405
361	0.008498	0.0000	0.0000	0.6499	71.7266	74.1703	70.6904
362	0.008498	0.0000	0.0000	0.1938	71.7266	74.1703	70.8841
363	0.008441	0.0000	0.0000	0.0001	71.7266	74.1703	70.8843
364	0.008399	0.0000	0.0001	0.0002	71.7267	74.1704	70.8844
365	0.008399	0.0000	0.0003	0.0000	71.7267	74.1706	70.8844
366	0.008389	0.0000	0.0000	0.0000	71.7267	74.1706	70.8845
367	0.008381	0.0000	0.0000	0.0009	71.7267	74.1706	70.8853
368	0.008377	0.0000	0.0000	0.2037	71.7267	74.1706	71.0890
369	0.008333	0.0000	0.0000	0.0173	71.7267	74.1707	71.1062
370	0.008333	0.0000	0.0000	0.0004	71.7267	74.1707	71.1066
371	0.008298	0.0000	0.0000	0.2425	71.7267	74.1707	71.3491
372	0.008208	0.0000	0.0000	0.0001	71.7267	74.1707	71.3492
373	0.008207	0.0000	0.0005	0.0000	71.7267	74.1711	71.3492
374	0.008170	0.0001	0.0000	0.0003	71.7268	74.1712	71.3495
375	0.008169	0.0000	0.0000	0.0000	71.7268	74.1712	71.3495
376	0.008169	0.0000	0.0000	0.0004	71.7269	74.1712	71.3499
377	0.008162	0.2874	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3499
378	0.008121	0.0000	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3499
379	0.007992	0.0000	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3500
380	0.007987	0.0000	0.0000	0.0004	72.0143	74.1712	71.3504
381	0.007947	0.0000	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3504
382	0.007943	0.0000	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3504
383	0.007901	0.0000	0.0000	0.0000	72.0143	74.1712	71.3504
384	0.007890	0.0000	0.0000	0.0001	72.0143	74.1712	71.3505
385	0.007745	0.0000	0.0000	0.0020	72.0143	74.1712	71.3525
386	0.007744	0.0001	0.0000	0.0054	72.0144	74.1712	71.3579
387	0.007685	0.0001	0.0000	0.0000	72.0145	74.1713	71.3579
388	0.007671	0.0000	0.0000	0.0000	72.0145	74.1713	71.3580
389	0.007671	0.0000	0.0001	0.0000	72.0146	74.1713	71.3580
390	0.007669	0.0000	0.0000	0.0000	72.0146	74.1713	71.3580
391	0.007600	0.0000	0.0001	0.0000	72.0146	74.1715	71.3580
392	0.007600	0.0000	0.0000	0.0000	72.0146	74.1715	71.3580
393	0.007588	0.0000	0.0015	0.0000	72.0146	74.1730	71.3580
394	0.007582	0.0000	0.0028	0.0000	72.0146	74.1758	71.3580
395	0.007564	0.0000	0.0000	0.0023	72.0147	74.1758	71.3603
396	0.007517	0.0001	0.0000	0.0000	72.0148	74.1758	71.3603
397	0.007509	0.0003	0.0002	0.0000	72.0150	74.1760	71.3603
398	0.007506	0.0000	0.0001	0.0005	72.0150	74.1760	71.3608
399	0.007499	0.0001	0.0001	0.0001	72.0152	74.1761	71.3609
400	0.007460	0.0000	0.0001	0.0000	72.0152	74.1762	71.3610

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	34 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 50m

Page

38

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
401	0.007383	0.0000	0.0001	0.0001	72.0152	74.1763	71.3610
402	0.007382	0.0001	0.0000	0.0001	72.0153	74.1763	71.3611
403	0.007376	0.0000	0.0000	0.0000	72.0153	74.1764	71.3611
404	0.007375	0.0000	0.0000	0.0000	72.0153	74.1764	71.3612
405	0.007341	0.0000	0.0001	0.0000	72.0154	74.1764	71.3612
406	0.007304	0.0000	0.0001	0.0001	72.0154	74.1765	71.3612
407	0.007302	0.0000	0.0000	0.0000	72.0154	74.1765	71.3612
408	0.007261	0.0000	0.0000	0.0031	72.0154	74.1766	71.3644
409	0.007260	0.0000	0.0000	0.0006	72.0154	74.1766	71.3649
410	0.007260	0.0000	0.0000	0.0000	72.0155	74.1766	71.3650
411	0.007260	0.0000	0.0000	0.0000	72.0155	74.1766	71.3650
412	0.007228	0.0000	0.0000	0.0000	72.0155	74.1766	71.3650
413	0.007226	0.0000	0.0000	0.0000	72.0155	74.1766	71.3650
414	0.007168	0.0000	0.0000	0.4006	72.0155	74.1766	71.7656
415	0.007154	0.0001	0.0000	0.3348	72.0157	74.1766	72.1004
416	0.007140	0.0001	0.0003	0.0000	72.0158	74.1769	72.1004
417	0.007128	0.0000	0.0003	0.0000	72.0158	74.1772	72.1004
418	0.007103	0.0001	0.0001	0.0000	72.0159	74.1773	72.1005
419	0.007100	0.0001	0.0008	0.0000	72.0160	74.1780	72.1005
420	0.007043	0.0000	0.3511	0.0000	72.0160	74.5292	72.1005
421	0.007043	0.0002	0.0048	0.0000	72.0162	74.5340	72.1005
422	0.007022	0.0005	0.0008	0.0001	72.0167	74.5347	72.1006
423	0.007020	0.0002	0.0002	0.0002	72.0169	74.5349	72.1008
424	0.006982	0.0002	0.0013	0.0001	72.0171	74.5362	72.1009
425	0.006981	0.0001	0.0002	0.0000	72.0172	74.5364	72.1009
426	0.006945	0.0000	0.0000	0.4380	72.0172	74.5364	72.5389
427	0.006903	0.0000	0.0015	0.0160	72.0173	74.5379	72.5549
428	0.006892	0.0030	0.0012	0.0000	72.0203	74.5391	72.5549
429	0.006892	0.0008	0.0011	0.0001	72.0210	74.5402	72.5550
430	0.006891	0.0022	0.0003	0.0004	72.0232	74.5405	72.5554
431	0.006890	0.0003	0.0002	0.0000	72.0235	74.5407	72.5554
432	0.006889	0.0032	0.0062	0.0001	72.0268	74.5469	72.5555
433	0.006888	0.0016	0.0002	0.0001	72.0284	74.5471	72.5555
434	0.006886	0.0037	0.0000	0.0004	72.0322	74.5472	72.5559
435	0.006884	0.0004	0.0002	0.0000	72.0326	74.5473	72.5559
436	0.006890	0.0010	0.0000	0.0000	72.0335	74.5474	72.5560
437	0.006890	0.0000	0.0003	0.0014	72.0335	74.5476	72.5574
438	0.006887	0.0001	0.0014	0.0000	72.0336	74.5490	72.5574
439	0.006887	0.0004	0.0051	0.0001	72.0340	74.5541	72.5575
440	0.006887	0.0003	0.0004	0.0001	72.0343	74.5545	72.5576
441	0.006874	0.0005	0.0001	0.0003	72.0348	74.5546	72.5579
442	0.006873	0.0001	0.0000	0.0000	72.0348	74.5546	72.5579
443	0.006871	0.0001	0.0004	0.0000	72.0350	74.5550	72.5579
444	0.006875	0.0000	0.0000	0.0000	72.0350	74.5550	72.5579
445	0.006871	0.0000	0.0000	0.0000	72.0350	74.5550	72.5579
446	0.006871	0.0000	0.0001	0.0001	72.0350	74.5551	72.5580
447	0.006870	0.0000	0.0000	0.0001	72.0350	74.5551	72.5581
448	0.006869	0.0000	0.0000	0.0001	72.0350	74.5551	72.5582
449	0.006867	0.0000	0.0000	0.0000	72.0350	74.5551	72.5582
450	0.006865	0.0001	0.0000	0.0000	72.0351	74.5551	72.5582

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	35 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

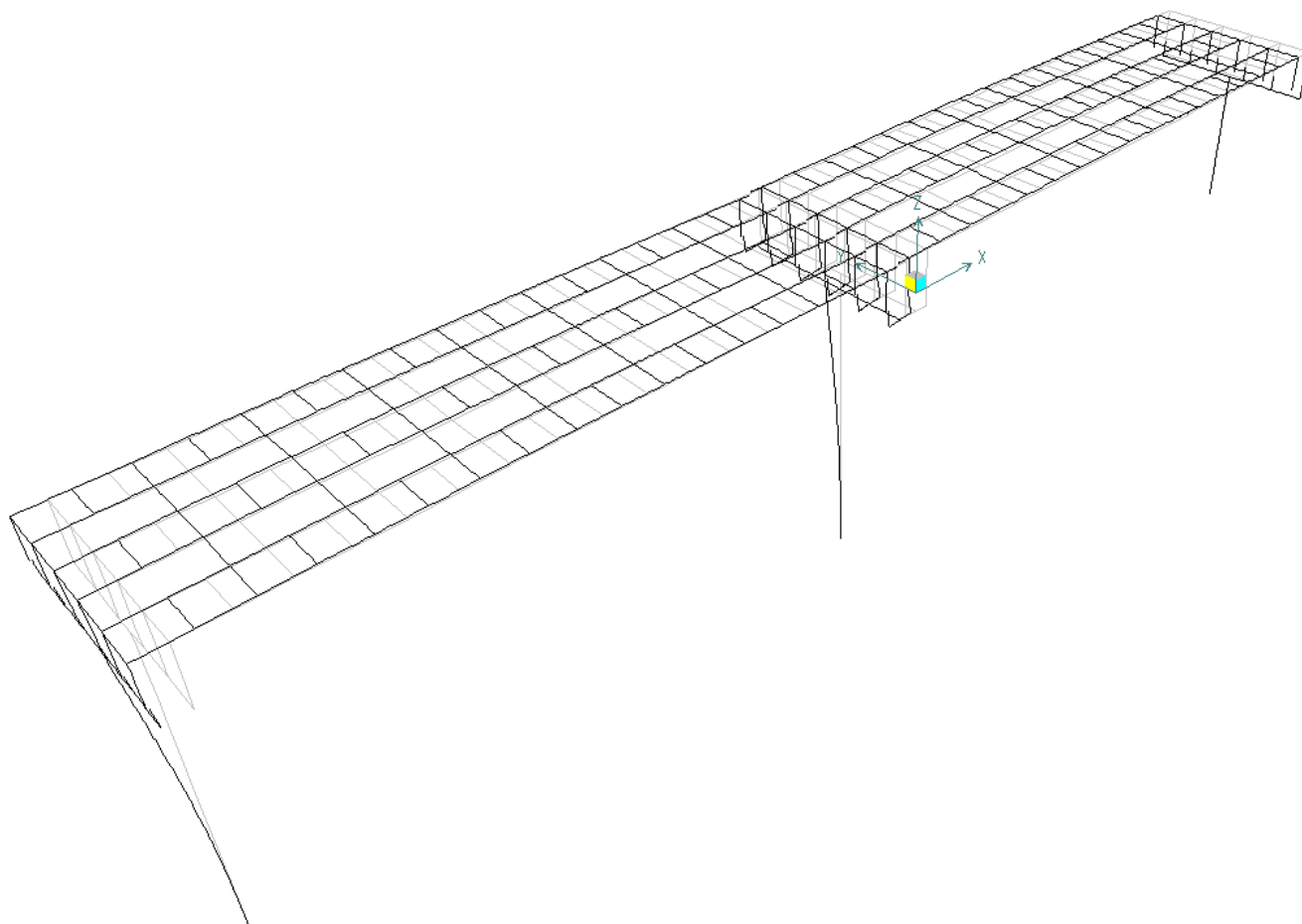
FIUME FREDDO 50m

Page

39

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

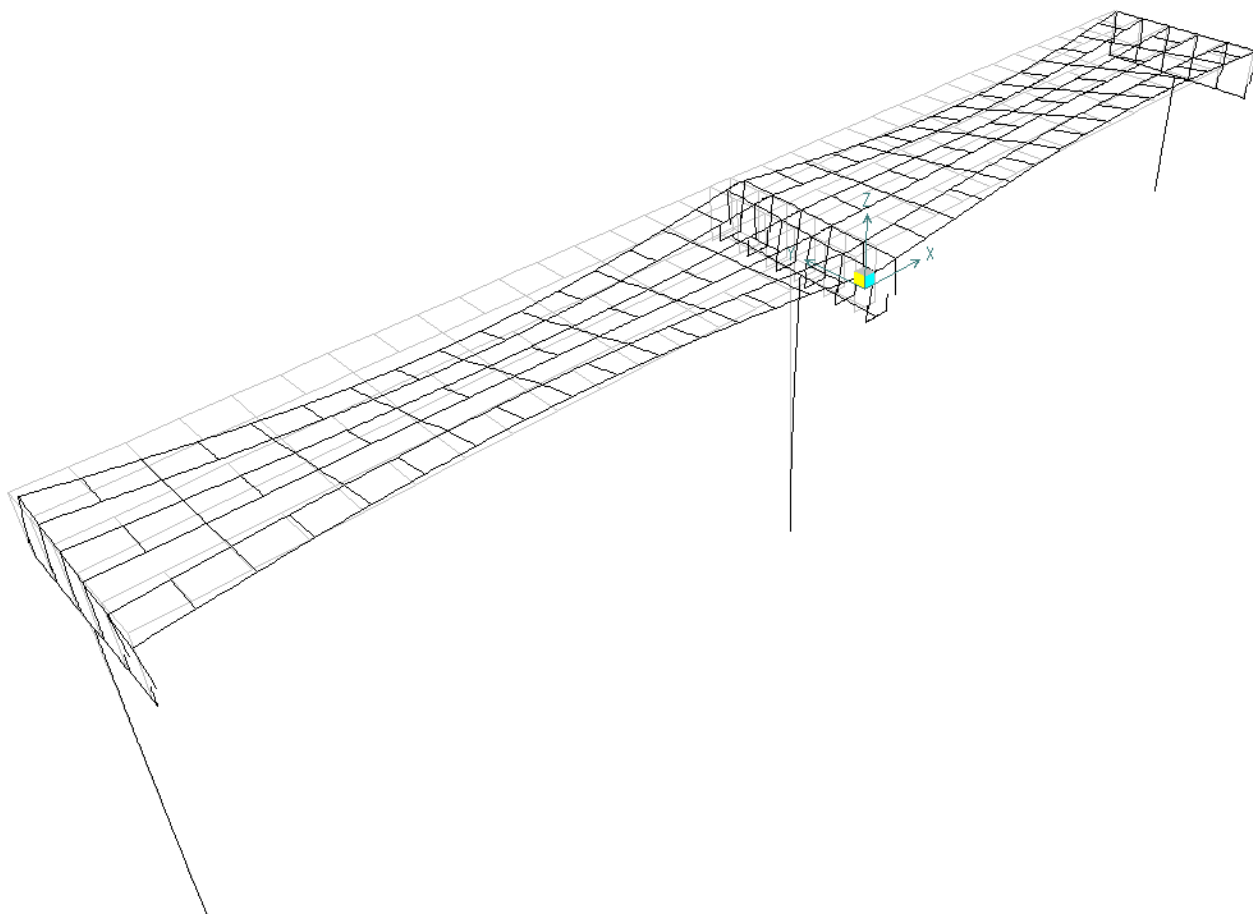
MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
451	0.006864	0.0000	0.0000	0.0000	72.0351	74.5551	72.5583
452	0.006864	0.0000	0.0000	0.0001	72.0351	74.5551	72.5583
453	0.006860	0.0000	0.0000	0.0001	72.0351	74.5552	72.5584
454	0.006860	0.0000	0.0001	0.0001	72.0351	74.5552	72.5585
455	0.006799	0.0046	0.0001	0.1449	72.0398	74.5553	72.7034
456	0.006778	0.0089	0.0000	0.0066	72.0486	74.5553	72.7100
457	0.006772	14.2417	0.0000	0.0000	86.2903	74.5553	72.7100
458	0.006772	5.8804	0.0000	0.0001	92.1707	74.5553	72.7101
459	0.006754	0.0003	0.0000	0.0000	92.1710	74.5553	72.7101
460	0.006701	0.1826	0.0000	0.0003	92.3537	74.5553	72.7104
461	0.006700	0.0037	0.0000	0.0001	92.3574	74.5553	72.7105
462	0.006664	0.0000	0.0000	0.0000	92.3574	74.5554	72.7105
463	0.006662	0.0000	0.0000	0.0000	92.3574	74.5554	72.7106
464	0.006620	0.0000	3.1187	0.0000	92.3574	77.6741	72.7106
465	0.006620	0.0000	14.8398	0.0000	92.3574	92.5139	72.7106
466	0.006613	0.0001	0.0003	0.0001	92.3575	92.5142	72.7107
467	0.006610	0.0000	0.0002	0.0000	92.3575	92.5144	72.7107
468	0.006592	0.0000	0.0003	0.0000	92.3575	92.5148	72.7107
469	0.006592	0.0001	0.0001	0.0001	92.3577	92.5149	72.7108
470	0.006563	0.0000	0.0000	0.0000	92.3577	92.5149	72.7109
471	0.006563	0.0000	0.0000	0.0000	92.3577	92.5149	72.7109
472	0.006528	0.0001	0.0000	0.0000	92.3578	92.5149	72.7109
473	0.006526	0.0000	0.0000	0.0003	92.3578	92.5149	72.7113
474	0.006517	0.0000	0.0000	0.0001	92.3578	92.5149	72.7113
475	0.006515	0.0000	0.0000	0.0021	92.3578	92.5149	72.7134
476	0.006469	0.0000	0.0000	0.0001	92.3579	92.5149	72.7135
477	0.006469	0.0000	0.0000	0.0001	92.3579	92.5149	72.7136
478	0.006444	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5149	72.7136
479	0.006441	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7136
480	0.006416	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7136
481	0.006416	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7136
482	0.006406	0.0000	0.0000	0.0005	92.3579	92.5150	72.7141
483	0.006403	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7141
484	0.006366	0.0000	0.0000	0.0005	92.3579	92.5150	72.7146
485	0.006365	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7146
486	0.006366	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7147
487	0.006351	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7147
488	0.006351	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5150	72.7147
489	0.006313	0.0000	0.0000	0.0011	92.3579	92.5151	72.7158
490	0.006312	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5151	72.7158
491	0.006299	0.0000	0.0000	0.0077	92.3579	92.5151	72.7235
492	0.006266	0.0000	0.0000	0.0000	92.3579	92.5151	72.7235
493	0.006266	0.0001	0.0000	0.0002	92.3580	92.5151	72.7237
494	0.006248	0.0000	0.0000	0.0000	92.3580	92.5151	72.7237
495	0.006248	0.0000	0.0000	0.0000	92.3580	92.5151	72.7237
496	0.006246	0.0000	0.0000	0.0000	92.3580	92.5151	72.7237
497	0.006244	0.0000	0.0000	0.0000	92.3580	92.5151	72.7237
498	0.006244	0.0000	0.0000	0.0000	92.3580	92.5151	72.7237
499	0.006242	0.0000	0.0000	0.0010	92.3581	92.5152	72.7247
500	0.006229	0.0000	0.0000	0.0001	92.3581	92.5152	72.7248



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	37 di 173

Mode 7 Period 0.2395 seconds



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	38 di 173

Impalcato 35m

FIUME FREDDO 35m

28

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	0.306042	6.4320	0.0000	3.8382	6.4320	0.0000	3.8382
2	0.296488	13.2431	0.0002	17.2514	19.6751	0.0002	21.0896
3	0.234993	6.9500	0.3815	2.4479	26.6251	0.3817	23.5375
4	0.232209	11.8053	0.0553	5.6545	38.4304	0.4369	29.1920
5	0.231258	11.1485	0.0588	5.1524	49.5789	0.4957	34.3444
6	0.227002	0.7410	0.0001	0.2924	50.3199	0.4958	34.6368
7	0.135357	0.6481	0.0296	0.0144	50.9680	0.5254	34.6512
8	0.134955	0.3183	0.0119	0.0086	51.2863	0.5373	34.6598
9	0.132072	0.0004	46.8458	0.0001	51.2867	47.3831	34.6598
10	0.114701	0.0000	0.0081	0.0000	51.2867	47.3912	34.6598
11	0.087710	0.0000	1.6548	0.0001	51.2867	49.0460	34.6600
12	0.084066	0.0108	0.0270	0.0115	51.2975	49.0731	34.6715
13	0.082862	0.2271	0.0020	0.0028	51.5246	49.0750	34.6743
14	0.081739	0.1298	0.0003	0.0010	51.6544	49.0753	34.6753
15	0.079229	0.0001	0.0015	0.0001	51.6545	49.0768	34.6753
16	0.079222	0.0000	0.0136	0.0000	51.6545	49.0903	34.6753
17	0.075712	0.0000	0.4436	0.0000	51.6545	49.5339	34.6754
18	0.075275	5.2703	0.0000	0.0000	56.9248	49.5339	34.6754
19	0.069450	0.0672	0.0002	0.0048	56.9920	49.5340	34.6802
20	0.069258	0.2360	0.0000	0.0006	57.2280	49.5340	34.6807
21	0.068757	0.0323	0.0001	0.0000	57.2603	49.5342	34.6807
22	0.063368	0.0258	0.0000	0.0004	57.2861	49.5342	34.6811
23	0.063343	0.0109	0.0000	0.0003	57.2970	49.5342	34.6814
24	0.058573	0.0001	0.0000	0.0001	57.2971	49.5342	34.6815
25	0.058479	0.0003	0.0000	0.0000	57.2974	49.5342	34.6815
26	0.054058	0.0000	0.0019	0.0001	57.2974	49.5361	34.6816
27	0.053994	0.0000	0.0091	0.0000	57.2974	49.5452	34.6816
28	0.053043	0.0000	0.0073	0.0000	57.2974	49.5525	34.6816
29	0.052867	0.0000	0.0039	0.0000	57.2975	49.5565	34.6816
30	0.049297	0.0353	0.0000	0.0169	57.3328	49.5565	34.6985
31	0.049241	0.0740	0.0000	0.0037	57.4068	49.5565	34.7022
32	0.047608	0.0353	0.0488	5.6187	57.4421	49.6053	40.3209
33	0.047150	0.0185	0.1581	1.6605	57.4606	49.7634	41.9814
34	0.046304	0.0785	0.0000	0.0000	57.5391	49.7634	41.9814
35	0.045338	0.0047	0.0000	0.0001	57.5438	49.7634	41.9815
36	0.044548	0.0000	0.0000	0.0000	57.5438	49.7634	41.9815
37	0.044494	0.0000	0.0004	0.0000	57.5438	49.7638	41.9815
38	0.044114	0.0017	0.0008	0.0008	57.5455	49.7646	41.9823
39	0.043901	0.9300	0.0008	0.3128	58.4755	49.7654	42.2951
40	0.043487	0.0793	0.0001	0.0271	58.5549	49.7655	42.3221
41	0.041730	0.0000	0.0006	0.0001	58.5549	49.7661	42.3222
42	0.041052	0.0000	0.0002	0.0000	58.5549	49.7664	42.3222
43	0.039102	0.0000	0.3122	0.0000	58.5549	50.0786	42.3222
44	0.038867	0.0399	0.0007	0.0355	58.5948	50.0793	42.3577
45	0.038844	0.5003	0.0008	0.4910	59.0951	50.0801	42.8486
46	0.038600	0.0386	0.0001	0.0709	59.1337	50.0802	42.9195
47	0.036189	0.0003	0.0006	0.0010	59.1340	50.0808	42.9205
48	0.036079	0.0000	0.0001	0.0000	59.1340	50.0808	42.9205
49	0.035398	0.0006	0.0093	0.0092	59.1346	50.0901	42.9297
50	0.035078	0.0000	0.0000	0.2505	59.1346	50.0901	43.1803

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	39 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

29

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
51	0.034822	0.0017	0.0001	0.0006	59.1362	50.0902	43.1809
52	0.034761	0.0079	0.0036	0.0249	59.1441	50.0938	43.2058
53	0.034723	0.0044	0.0014	0.0145	59.1485	50.0952	43.2203
54	0.034445	0.0004	0.0024	0.0050	59.1489	50.0976	43.2253
55	0.033172	0.0004	3.2505	0.0000	59.1493	53.3482	43.2253
56	0.032892	0.0000	1.0600	0.0000	59.1493	54.4082	43.2253
57	0.032746	0.0001	1.2679	0.0000	59.1494	55.6761	43.2254
58	0.031915	0.0147	0.0082	0.0043	59.1641	55.6843	43.2296
59	0.031641	0.0142	0.0025	0.0050	59.1783	55.6868	43.2346
60	0.031599	0.0002	0.0002	0.0001	59.1784	55.6870	43.2347
61	0.031512	0.0002	0.0052	0.0009	59.1787	55.6922	43.2356
62	0.030856	0.0000	0.0377	0.0001	59.1787	55.7299	43.2357
63	0.028833	0.0003	0.4651	4.6154	59.1790	56.1950	47.8512
64	0.028662	0.0001	1.4697	1.3583	59.1791	57.6647	49.2095
65	0.028130	0.0003	0.0111	0.1881	59.1794	57.6758	49.3976
66	0.028021	0.0001	0.0032	0.0095	59.1795	57.6790	49.4071
67	0.026830	0.0077	0.3631	0.0001	59.1871	58.0420	49.4072
68	0.026720	0.0356	0.1197	0.0009	59.2227	58.1617	49.4080
69	0.026533	0.0079	0.0012	0.0000	59.2306	58.1629	49.4081
70	0.026505	0.0000	0.0000	0.0000	59.2307	58.1629	49.4081
71	0.026499	0.0005	0.3159	0.0000	59.2312	58.4788	49.4081
72	0.026177	0.0000	0.0947	0.0022	59.2312	58.5735	49.4103
73	0.026135	0.0000	0.0013	0.0001	59.2312	58.5747	49.4104
74	0.025692	0.0000	0.0012	0.0053	59.2312	58.5759	49.4157
75	0.025656	0.0002	0.0003	0.0000	59.2314	58.5763	49.4157
76	0.025083	0.0001	0.0000	0.0001	59.2315	58.5763	49.4158
77	0.025080	0.0001	0.0054	0.0000	59.2316	58.5817	49.4158
78	0.024928	0.0083	0.0054	0.0032	59.2399	58.5871	49.4189
79	0.024916	0.6748	0.0000	0.0000	59.9147	58.5871	49.4189
80	0.024882	0.0048	0.0007	0.0010	59.9195	58.5878	49.4199
81	0.024806	0.0028	0.0017	0.0000	59.9223	58.5896	49.4199
82	0.024664	0.3292	0.0646	0.0001	60.2516	58.6542	49.4200
83	0.024463	0.1015	0.0150	0.0157	60.3531	58.6692	49.4357
84	0.024300	0.0069	0.1582	0.3119	60.3599	58.8274	49.7476
85	0.024170	0.0001	0.1308	0.5006	60.3600	58.9582	50.2482
86	0.023622	0.2466	0.2197	0.0007	60.6066	59.1779	50.2489
87	0.023530	0.0325	0.0655	0.0011	60.6390	59.2433	50.2500
88	0.023448	0.1205	1.0782	0.0337	60.7595	60.3215	50.2837
89	0.023320	0.1455	0.4644	0.0825	60.9050	60.7860	50.3662
90	0.023246	0.0000	0.0002	0.0000	60.9050	60.7862	50.3662
91	0.023186	0.0569	0.0004	0.0111	60.9619	60.7866	50.3774
92	0.023051	0.0303	0.0018	0.0289	60.9922	60.7885	50.4063
93	0.022663	0.6548	0.0022	0.2808	61.6471	60.7907	50.6871
94	0.022443	0.0002	0.0003	0.0000	61.6472	60.7910	50.6871
95	0.022305	0.0139	0.8591	0.0038	61.6612	61.6501	50.6909
96	0.022181	0.0313	0.0339	0.0522	61.6925	61.6840	50.7431
97	0.021777	0.0002	0.0015	0.0004	61.6926	61.6854	50.7435
98	0.021726	0.0002	0.0003	0.0031	61.6928	61.6858	50.7466
99	0.021717	0.0001	0.0001	0.0002	61.6929	61.6859	50.7468
100	0.021656	0.0000	0.0000	0.0000	61.6929	61.6860	50.7468



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	40 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

30

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
101	0.021465	0.0004	0.0764	0.0000	61.6933	61.7624	50.7468
102	0.021412	0.0002	0.0755	0.0000	61.6934	61.8379	50.7469
103	0.020730	0.0216	0.0007	1.8114	61.7150	61.8385	52.5583
104	0.020472	0.0000	0.0006	0.0879	61.7151	61.8392	52.6461
105	0.020289	0.0008	0.0002	0.0010	61.7159	61.8394	52.6471
106	0.020219	0.0157	0.0000	0.0004	61.7316	61.8394	52.6476
107	0.019854	0.0005	0.0001	0.0107	61.7321	61.8395	52.6583
108	0.019831	0.0017	0.0000	0.0000	61.7338	61.8395	52.6583
109	0.019714	0.0108	0.0007	0.0004	61.7446	61.8402	52.6586
110	0.019566	0.0000	0.0022	0.0002	61.7446	61.8424	52.6588
111	0.019410	0.0038	0.0091	0.0004	61.7484	61.8515	52.6592
112	0.019389	0.0029	0.0118	0.0000	61.7513	61.8632	52.6592
113	0.019146	0.0000	0.0000	0.0049	61.7513	61.8632	52.6641
114	0.019130	0.0000	0.0000	0.0000	61.7513	61.8632	52.6641
115	0.019109	0.0021	0.0000	0.0000	61.7534	61.8633	52.6641
116	0.019106	0.0051	0.0000	0.0001	61.7584	61.8633	52.6643
117	0.019012	0.0002	0.0020	0.3002	61.7586	61.8653	52.9645
118	0.018959	0.0000	0.0044	0.0098	61.7586	61.8698	52.9743
119	0.018916	0.0003	0.0000	0.0000	61.7589	61.8698	52.9743
120	0.018890	0.0000	0.0038	0.0625	61.7589	61.8736	53.0368
121	0.018660	0.0000	0.0000	0.0000	61.7589	61.8736	53.0368
122	0.018623	0.0000	0.0011	0.0013	61.7590	61.8748	53.0382
123	0.018615	0.0000	0.0000	0.0000	61.7590	61.8748	53.0382
124	0.018614	0.0000	0.0000	0.0000	61.7590	61.8748	53.0382
125	0.018302	0.0119	0.0000	0.0045	61.7708	61.8748	53.0427
126	0.018101	0.0005	0.0000	0.0002	61.7713	61.8748	53.0428
127	0.017517	0.0000	0.0000	0.0000	61.7713	61.8748	53.0428
128	0.017497	0.0052	0.0000	0.0000	61.7765	61.8748	53.0428
129	0.017091	0.0000	0.0000	0.0029	61.7765	61.8748	53.0457
130	0.017052	0.0010	0.0000	0.0000	61.7775	61.8748	53.0457
131	0.017002	0.0003	0.0033	0.0744	61.7778	61.8781	53.1201
132	0.016984	0.0384	0.0001	0.0023	61.8162	61.8782	53.1224
133	0.016966	0.0105	0.0002	0.0071	61.8266	61.8784	53.1294
134	0.016953	0.0026	0.0016	0.1319	61.8292	61.8800	53.2613
135	0.016930	0.0057	0.0000	0.0010	61.8349	61.8801	53.2623
136	0.016803	0.0022	0.0000	0.0008	61.8372	61.8801	53.2631
137	0.016797	0.0042	0.0000	0.0002	61.8414	61.8801	53.2633
138	0.016765	0.0056	0.0000	0.0012	61.8470	61.8801	53.2646
139	0.016535	0.0000	0.0002	0.0001	61.8470	61.8804	53.2647
140	0.016527	0.0000	0.0000	0.0000	61.8470	61.8804	53.2647
141	0.016401	0.0004	0.0001	0.0048	61.8473	61.8804	53.2695
142	0.016393	0.0000	0.0000	0.0000	61.8473	61.8804	53.2695
143	0.016273	0.0000	0.0000	0.0000	61.8473	61.8804	53.2695
144	0.016251	0.0000	0.0104	0.0001	61.8473	61.8908	53.2696
145	0.016243	0.0000	0.0000	0.0000	61.8473	61.8909	53.2696
146	0.016217	0.0000	0.0861	0.0000	61.8473	61.9770	53.2696
147	0.015180	1.0271	0.0000	0.0000	62.8745	61.9770	53.2696
148	0.014793	0.0623	0.0000	0.0073	62.9368	61.9770	53.2769
149	0.014782	0.0013	0.0000	0.0003	62.9381	61.9770	53.2771
150	0.014477	0.3196	0.0000	0.1585	63.2578	61.9770	53.4357

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	41 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

31

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
151	0.014433	0.0382	0.0000	0.0118	63.2960	61.9770	53.4475
152	0.014402	0.0142	0.0000	0.0060	63.3102	61.9770	53.4535
153	0.014370	0.0178	0.0001	0.0000	63.3280	61.9771	53.4535
154	0.014342	0.0076	0.0000	0.0040	63.3357	61.9772	53.4575
155	0.014336	0.0304	0.0000	0.0003	63.3661	61.9772	53.4578
156	0.014298	0.0005	0.0000	0.0000	63.3666	61.9772	53.4578
157	0.014298	0.0044	0.0000	0.0029	63.3710	61.9772	53.4607
158	0.014266	0.0325	0.0000	0.0072	63.4035	61.9772	53.4678
159	0.014247	0.0007	0.0002	0.0223	63.4042	61.9774	53.4901
160	0.014217	0.0001	0.0000	0.0019	63.4042	61.9774	53.4921
161	0.014210	0.0008	0.0001	0.1148	63.4051	61.9775	53.6069
162	0.014209	0.0001	0.0000	0.0213	63.4052	61.9775	53.6282
163	0.014182	0.0065	0.0000	0.0007	63.4117	61.9775	53.6289
164	0.014143	0.0914	0.0000	0.0006	63.5031	61.9775	53.6295
165	0.013994	0.0000	0.0000	0.0000	63.5031	61.9775	53.6295
166	0.013995	0.0000	0.0001	0.0000	63.5031	61.9775	53.6295
167	0.013988	0.0000	0.0001	0.0000	63.5031	61.9776	53.6295
168	0.013975	0.0000	0.0000	0.0000	63.5031	61.9776	53.6296
169	0.013895	0.0069	0.0000	0.0179	63.5101	61.9776	53.6474
170	0.013880	0.3969	0.0000	0.0017	63.9070	61.9776	53.6491
171	0.013873	0.0627	0.0000	0.0001	63.9697	61.9776	53.6492
172	0.013868	0.0000	0.0002	0.0001	63.9697	61.9778	53.6493
173	0.013860	0.0001	0.0000	0.0000	63.9699	61.9778	53.6493
174	0.013781	0.0013	0.0000	0.0350	63.9712	61.9778	53.6843
175	0.013767	0.0000	0.0000	0.0000	63.9712	61.9778	53.6844
176	0.013766	0.0000	0.0000	0.0000	63.9713	61.9778	53.6844
177	0.013763	0.0000	0.0000	0.0000	63.9713	61.9778	53.6844
178	0.013669	0.0000	0.0000	0.0002	63.9713	61.9779	53.6846
179	0.013667	0.0000	0.0000	0.0000	63.9713	61.9779	53.6846
180	0.013391	0.0134	0.0000	0.6875	63.9847	61.9779	54.3720
181	0.013303	0.0001	0.0000	0.0016	63.9848	61.9779	54.3736
182	0.013276	0.0007	0.0000	0.0322	63.9855	61.9779	54.4058
183	0.013158	0.1758	0.0000	0.0098	64.1612	61.9779	54.4156
184	0.013010	0.0290	0.0000	0.8574	64.1903	61.9779	55.2731
185	0.012760	0.0002	0.0017	0.0003	64.1905	61.9796	55.2734
186	0.012753	0.0000	0.0488	0.0004	64.1905	62.0285	55.2738
187	0.012505	0.0005	0.0000	0.0001	64.1911	62.0285	55.2739
188	0.012497	0.0001	0.0019	0.0003	64.1912	62.0304	55.2742
189	0.012374	0.0847	0.0000	0.0248	64.2759	62.0304	55.2990
190	0.012311	0.0460	0.0000	0.1761	64.3219	62.0304	55.4751
191	0.011817	0.0004	0.0000	0.0000	64.3222	62.0304	55.4751
192	0.011805	0.0005	0.0000	0.0013	64.3227	62.0304	55.4764
193	0.011448	0.0068	0.0000	0.0163	64.3296	62.0304	55.4927
194	0.011438	0.0052	0.0001	0.0087	64.3348	62.0305	55.5014
195	0.011214	0.0000	0.0000	0.0000	64.3348	62.0306	55.5014
196	0.011202	0.0002	0.0000	0.0000	64.3349	62.0306	55.5014
197	0.011131	0.0000	0.0346	0.0000	64.3349	62.0652	55.5014
198	0.011091	0.0000	0.0001	0.0000	64.3349	62.0653	55.5014
199	0.011091	0.0000	0.0000	0.0000	64.3349	62.0653	55.5014
200	0.010958	0.0000	0.0000	2.8824	64.3349	62.0653	58.3838



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	42 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

32

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
201	0.010596	0.0026	0.0012	2.6429	64.3375	62.0665	61.0267
202	0.010587	0.0000	0.3550	0.0069	64.3375	62.4215	61.0337
203	0.010567	0.0000	0.0000	0.0058	64.3376	62.4215	61.0395
204	0.010552	0.0000	0.0000	0.0002	64.3376	62.4215	61.0396
205	0.010539	0.0002	0.0000	0.0011	64.3377	62.4215	61.0407
206	0.010187	0.0000	0.0309	0.0002	64.3378	62.4524	61.0409
207	0.010128	0.0001	0.1943	0.0003	64.3378	62.6467	61.0412
208	0.010037	0.0000	1.1220	0.0005	64.3379	63.7687	61.0417
209	0.009972	0.0000	0.4607	0.0262	64.3379	64.2294	61.0680
210	0.009960	0.0004	0.0100	0.6288	64.3383	64.2394	61.6967
211	0.009736	0.0034	0.0142	0.0123	64.3417	64.2536	61.7090
212	0.009724	0.0070	0.0000	0.0577	64.3487	64.2536	61.7668
213	0.009698	0.0001	0.0092	0.0005	64.3487	64.2628	61.7673
214	0.009693	0.0006	0.0904	0.0032	64.3493	64.3532	61.7705
215	0.009686	0.0006	0.4908	0.0022	64.3499	64.8440	61.7727
216	0.009662	0.0001	0.0428	0.0004	64.3500	64.8868	61.7731
217	0.009659	0.0000	0.0007	0.0001	64.3500	64.8875	61.7732
218	0.009657	0.0001	0.0003	0.0003	64.3501	64.8878	61.7734
219	0.009646	0.0000	0.4380	0.0000	64.3501	65.3258	61.7735
220	0.009606	0.0006	0.0004	0.0004	64.3507	65.3262	61.7738
221	0.009596	0.0087	0.0001	0.0121	64.3594	65.3263	61.7860
222	0.009542	0.0134	0.0000	0.0151	64.3727	65.3263	61.8011
223	0.009293	0.0000	0.0000	0.0000	64.3728	65.3263	61.8011
224	0.009258	0.0000	0.0000	0.0000	64.3728	65.3263	61.8011
225	0.009155	0.0000	0.0000	0.0000	64.3728	65.3264	61.8011
226	0.008956	0.0000	0.0001	0.0000	64.3728	65.3265	61.8011
227	0.008954	0.0000	0.0001	0.0000	64.3728	65.3266	61.8011
228	0.008912	0.0003	0.0000	0.0005	64.3731	65.3266	61.8016
229	0.008912	0.0001	0.0000	0.0002	64.3733	65.3266	61.8018
230	0.008853	0.0002	0.0014	0.0000	64.3735	65.3280	61.8018
231	0.008853	0.0000	0.0000	0.0001	64.3735	65.3280	61.8019
232	0.008744	0.0000	0.0000	0.0000	64.3735	65.3280	61.8019
233	0.008743	0.0000	0.0000	0.0000	64.3735	65.3280	61.8019
234	0.008746	0.0005	0.0000	0.0000	64.3740	65.3280	61.8019
235	0.008745	0.0000	0.0000	0.0000	64.3740	65.3280	61.8019
236	0.008742	0.0004	0.0000	0.0001	64.3744	65.3280	61.8020
237	0.008741	0.0001	0.0000	0.0001	64.3746	65.3280	61.8021
238	0.008740	0.0011	0.0000	0.0008	64.3756	65.3280	61.8029
239	0.008739	0.0002	0.0000	0.0000	64.3758	65.3280	61.8029
240	0.008738	0.0006	0.0000	0.0000	64.3763	65.3280	61.8029
241	0.008737	0.0036	0.0000	0.0015	64.3799	65.3281	61.8044
242	0.008735	0.0013	0.0000	0.0012	64.3812	65.3281	61.8056
243	0.008742	0.0002	0.0000	0.0000	64.3814	65.3281	61.8056
244	0.008741	0.0037	0.0000	0.0024	64.3851	65.3281	61.8080
245	0.008730	0.0035	0.0002	0.0015	64.3886	65.3282	61.8095
246	0.008713	0.0000	0.0000	0.0001	64.3886	65.3282	61.8096
247	0.008712	0.0000	0.0000	0.0000	64.3886	65.3282	61.8096
248	0.008711	0.0000	0.0000	0.0000	64.3886	65.3282	61.8097
249	0.008711	0.0000	0.0000	0.0000	64.3886	65.3282	61.8097
250	0.008707	0.0001	0.0000	0.0001	64.3887	65.3282	61.8097

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	43 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

33

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
251	0.008705	0.0000	0.0000	0.0000	64.3887	65.3282	61.8097
252	0.008705	0.0000	0.0000	0.0000	64.3887	65.3282	61.8097
253	0.008705	0.0000	0.0000	0.0000	64.3887	65.3282	61.8097
254	0.008701	0.0000	0.0000	0.0000	64.3887	65.3282	61.8098
255	0.008700	0.0000	0.0000	0.0000	64.3887	65.3282	61.8098
256	0.008700	0.0000	0.0000	0.0000	64.3888	65.3282	61.8098
257	0.008699	0.0001	0.0000	0.0000	64.3888	65.3282	61.8098
258	0.008529	0.0042	0.0032	0.0003	64.3930	65.3315	61.8101
259	0.008535	0.0006	0.0000	0.0002	64.3936	65.3315	61.8103
260	0.008489	0.0000	0.0000	0.0000	64.3937	65.3315	61.8103
261	0.008475	0.0026	0.0000	0.0004	64.3963	65.3315	61.8107
262	0.008417	0.3051	0.0000	0.0098	64.7014	65.3315	61.8205
263	0.008412	0.3962	0.0000	0.0005	65.0975	65.3315	61.8209
264	0.008410	0.0147	0.0000	0.0014	65.1123	65.3315	61.8223
265	0.008389	0.0005	0.0000	0.0000	65.1128	65.3315	61.8223
266	0.008389	0.0002	0.0000	0.0000	65.1130	65.3315	61.8223
267	0.008317	0.0000	0.0000	0.0000	65.1130	65.3315	61.8224
268	0.008303	0.0020	0.0000	0.0000	65.1150	65.3315	61.8224
269	0.008294	0.0000	0.0000	0.0001	65.1150	65.3315	61.8224
270	0.008290	0.0000	0.0000	0.0000	65.1150	65.3315	61.8224
271	0.008289	0.0000	0.0000	0.0000	65.1150	65.3315	61.8224
272	0.008236	0.0000	0.0000	0.0000	65.1150	65.3315	61.8225
273	0.008236	0.0000	0.0063	0.0000	65.1150	65.3379	61.8225
274	0.008214	0.0000	0.0000	0.0001	65.1150	65.3379	61.8225
275	0.008193	0.0003	0.0000	0.0000	65.1154	65.3379	61.8225
276	0.008177	0.0294	0.0000	0.0001	65.1447	65.3379	61.8226
277	0.008169	0.0015	0.0000	0.0095	65.1462	65.3379	61.8321
278	0.008155	0.0007	0.0001	0.0003	65.1469	65.3380	61.8324
279	0.008150	0.0000	0.0000	0.0015	65.1469	65.3380	61.8339
280	0.008124	0.0368	0.0000	0.0000	65.1838	65.3380	61.8339
281	0.008079	0.0000	0.0000	0.0021	65.1838	65.3380	61.8360
282	0.008022	0.2456	0.0000	0.0015	65.4294	65.3380	61.8375
283	0.007974	0.0190	0.0000	0.0458	65.4484	65.3380	61.8833
284	0.007861	0.0000	0.0001	0.0018	65.4484	65.3381	61.8851
285	0.007836	0.0002	0.0005	0.0005	65.4486	65.3386	61.8856
286	0.007832	0.0000	0.0000	0.4078	65.4486	65.3386	62.2934
287	0.007796	0.0000	0.0002	0.0007	65.4486	65.3388	62.2941
288	0.007772	0.0000	0.0000	0.4567	65.4486	65.3388	62.7507
289	0.007738	0.0000	0.0000	0.0000	65.4486	65.3388	62.7507
290	0.007738	0.0000	0.0000	0.0000	65.4486	65.3389	62.7508
291	0.007664	0.0000	0.0000	0.0000	65.4486	65.3389	62.7508
292	0.007658	0.0000	0.0000	0.0013	65.4487	65.3389	62.7521
293	0.007652	0.0000	0.0019	0.0006	65.4487	65.3407	62.7527
294	0.007584	0.0001	0.0001	0.0001	65.4488	65.3408	62.7528
295	0.007552	0.0000	0.0000	0.0152	65.4488	65.3409	62.7680
296	0.007535	0.0000	0.0000	0.0000	65.4488	65.3409	62.7680
297	0.007526	0.0000	0.0000	0.0004	65.4488	65.3409	62.7684
298	0.007497	0.0002	0.0000	0.3902	65.4490	65.3409	63.1587
299	0.007429	0.0009	0.0000	0.0007	65.4499	65.3409	63.1593
300	0.007375	0.0000	0.0000	0.0000	65.4500	65.3409	63.1594



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
 Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	44 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page
34

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
301	0.007367	0.0001	0.0000	0.0344	65.4500	65.3409	63.1938
302	0.007309	0.0021	0.0000	0.4902	65.4521	65.3409	63.6840
303	0.007282	0.0002	0.0000	0.0036	65.4523	65.3409	63.6876
304	0.007277	0.0000	0.0001	0.0001	65.4523	65.3410	63.6877
305	0.007272	0.0000	0.0000	0.0000	65.4523	65.3410	63.6877
306	0.007272	0.0000	0.0000	0.0000	65.4523	65.3410	63.6877
307	0.007270	0.0000	0.0000	0.0000	65.4524	65.3410	63.6877
308	0.007261	0.0000	0.0001	0.0034	65.4524	65.3412	63.6912
309	0.007183	0.0000	0.0001	0.0000	65.4524	65.3412	63.6912
310	0.007178	0.0000	0.0002	0.0000	65.4524	65.3414	63.6912
311	0.007154	0.0001	0.0000	0.0001	65.4525	65.3414	63.6913
312	0.007152	0.0000	0.0000	0.0001	65.4525	65.3414	63.6914
313	0.007110	0.0001	0.0000	0.0001	65.4525	65.3414	63.6915
314	0.007109	0.0000	0.0000	0.0000	65.4525	65.3414	63.6915
315	0.006980	0.0000	0.0000	0.0000	65.4526	65.3414	63.6915
316	0.006977	0.0000	0.0000	0.0017	65.4526	65.3415	63.6933
317	0.006868	0.0000	0.0000	0.0038	65.4526	65.3415	63.6971
318	0.006868	0.0000	0.0000	0.0023	65.4526	65.3415	63.6994
319	0.006598	0.0721	0.0000	0.0006	65.5247	65.3415	63.7000
320	0.006592	0.0000	0.0000	0.0000	65.5247	65.3415	63.7000
321	0.006575	0.0015	0.0000	0.0007	65.5262	65.3415	63.7007
322	0.006528	0.0000	0.0000	0.0000	65.5262	65.3415	63.7007
323	0.006523	0.0000	0.0000	0.0000	65.5262	65.3415	63.7007
324	0.006522	0.0000	0.0001	0.0000	65.5262	65.3416	63.7007
325	0.006518	0.1641	0.0000	0.0000	65.6904	65.3416	63.7008
326	0.006490	0.0300	0.0000	0.0017	65.7204	65.3416	63.7024
327	0.006481	0.0113	0.0000	0.0007	65.7317	65.3416	63.7032
328	0.006471	0.0816	0.0000	0.0057	65.8133	65.3416	63.7089
329	0.006423	0.0000	0.0000	0.0000	65.8133	65.3416	63.7089
330	0.006423	0.0000	0.0000	0.0000	65.8133	65.3416	63.7089
331	0.006409	0.1042	0.0000	0.0010	65.9175	65.3416	63.7099
332	0.006404	0.0002	0.0000	0.0002	65.9178	65.3417	63.7100
333	0.006395	0.0001	0.0000	0.0000	65.9179	65.3417	63.7100
334	0.006394	0.0000	0.0000	0.0001	65.9179	65.3417	63.7101
335	0.006393	0.0011	0.0000	0.0002	65.9190	65.3417	63.7103
336	0.006393	0.0028	0.0000	0.0008	65.9217	65.3417	63.7111
337	0.006386	0.0016	0.0000	0.0011	65.9233	65.3417	63.7122
338	0.006352	0.0001	0.0000	0.0000	65.9233	65.3417	63.7122
339	0.006351	0.0000	0.0000	0.0000	65.9234	65.3417	63.7122
340	0.006325	0.0000	0.0000	0.0000	65.9234	65.3417	63.7122
341	0.006325	0.0000	0.0000	0.0000	65.9234	65.3417	63.7122
342	0.006304	0.0000	0.0000	0.0000	65.9234	65.3417	63.7122
343	0.006304	0.0000	0.0000	0.0000	65.9234	65.3418	63.7122
344	0.006291	0.0001	0.0000	0.0000	65.9235	65.3418	63.7122
345	0.006291	0.0000	0.0000	0.0000	65.9235	65.3418	63.7122
346	0.006279	0.0002	0.0001	0.0001	65.9237	65.3419	63.7123
347	0.006276	0.0001	0.0000	0.0000	65.9238	65.3419	63.7123
348	0.006263	0.0000	0.0001	0.0000	65.9238	65.3420	63.7123
349	0.006261	0.0000	0.0000	0.0000	65.9238	65.3420	63.7123
350	0.006249	0.0014	0.0000	0.0000	65.9252	65.3420	63.7123

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	45 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

35

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
351	0.006249	0.0000	0.0000	0.0000	65.9252	65.3420	63.7123
352	0.006197	0.0000	0.0000	0.0000	65.9252	65.3421	63.7124
353	0.006197	0.0000	0.0001	0.0000	65.9252	65.3421	63.7124
354	0.006122	0.0014	0.0000	0.0044	65.9266	65.3421	63.7168
355	0.006119	0.0051	0.0000	0.0000	65.9317	65.3421	63.7168
356	0.006115	0.0004	0.0000	0.0000	65.9321	65.3422	63.7168
357	0.006113	0.0017	0.0000	0.0008	65.9338	65.3422	63.7176
358	0.006105	0.0010	0.0000	0.0033	65.9348	65.3422	63.7209
359	0.006086	0.0019	0.0000	0.0100	65.9367	65.3422	63.7309
360	0.005995	0.0001	0.0000	0.0000	65.9368	65.3422	63.7309
361	0.005992	0.0002	0.0000	0.0000	65.9369	65.3422	63.7309
362	0.005973	0.0003	0.0003	0.0002	65.9373	65.3425	63.7312
363	0.005961	0.0000	0.1122	0.0000	65.9373	65.4547	63.7312
364	0.005954	0.0030	0.0003	0.0032	65.9403	65.4550	63.7343
365	0.005946	0.0000	0.0302	0.0000	65.9403	65.4852	63.7344
366	0.005942	0.0000	0.0018	0.0000	65.9403	65.4871	63.7344
367	0.005935	0.0002	0.4146	0.0004	65.9406	65.9017	63.7348
368	0.005934	0.0003	0.3640	0.0004	65.9409	66.2657	63.7351
369	0.005891	0.0000	0.8319	0.0000	65.9409	67.0976	63.7351
370	0.005837	0.2456	0.0000	0.0000	66.1865	67.0976	63.7351
371	0.005822	0.2371	0.0000	0.0131	66.4236	67.0976	63.7482
372	0.005762	0.0000	0.0025	0.0000	66.4237	67.1001	63.7482
373	0.005749	0.0000	0.0001	0.0000	66.4237	67.1002	63.7482
374	0.005727	0.0041	0.0043	0.0004	66.4278	67.1044	63.7486
375	0.005727	0.1203	0.0002	0.0132	66.5481	67.1046	63.7618
376	0.005709	0.0000	0.2370	0.0000	66.5481	67.3416	63.7619
377	0.005700	0.0000	0.0002	0.5176	66.5481	67.3418	64.2795
378	0.005687	0.0000	0.6318	0.0000	66.5481	67.9736	64.2795
379	0.005601	0.0015	0.0001	0.5197	66.5496	67.9736	64.7992
380	0.005592	0.0054	0.0001	0.1613	66.5550	67.9738	64.9605
381	0.005559	0.0020	0.0000	0.0132	66.5570	67.9738	64.9737
382	0.005558	0.0005	0.0001	0.0244	66.5574	67.9739	64.9981
383	0.005526	0.0000	0.0007	0.0000	66.5575	67.9746	64.9981
384	0.005487	0.0000	0.0000	0.0003	66.5575	67.9746	64.9984
385	0.005487	0.0000	0.0001	0.0000	66.5575	67.9747	64.9984
386	0.005303	0.0002	0.0000	0.0001	66.5576	67.9747	64.9984
387	0.005291	0.0000	0.0000	0.0003	66.5577	67.9747	64.9987
388	0.005257	0.0000	0.0000	0.0002	66.5577	67.9747	64.9989
389	0.005236	0.0000	0.0001	0.0003	66.5577	67.9748	64.9992
390	0.005167	0.0001	0.0000	0.0000	66.5578	67.9748	64.9992
391	0.005157	0.0000	0.0000	0.0000	66.5578	67.9748	64.9992
392	0.005103	0.1544	0.0000	0.0043	66.7122	67.9748	65.0035
393	0.005079	2.1886	0.0000	0.0003	68.9009	67.9748	65.0038
394	0.005071	0.0239	0.0000	0.0001	68.9248	67.9748	65.0039
395	0.005034	0.0000	0.0000	0.0000	68.9248	67.9748	65.0039
396	0.005034	0.0000	0.0000	0.0000	68.9248	67.9748	65.0039
397	0.004951	3.5213	0.0000	0.0000	72.4461	67.9748	65.0039
398	0.004935	0.0002	0.0000	0.0000	72.4463	67.9749	65.0039
399	0.004922	0.0007	0.0000	0.0003	72.4470	67.9749	65.0042
400	0.004810	0.0001	0.0000	0.0000	72.4471	67.9749	65.0042

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	46 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

FIUME FREDDO 35m

Page

36

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
401	0.004808	0.0001	0.0000	0.0000	72.4472	67.9749	65.0042
402	0.004730	0.0001	0.0338	0.0000	72.4473	68.0086	65.0042
403	0.004728	0.0000	0.0161	0.0000	72.4473	68.0247	65.0042
404	0.004630	0.0002	0.0000	0.0000	72.4475	68.0247	65.0042
405	0.004623	0.0002	0.0000	0.0000	72.4477	68.0247	65.0042
406	0.004594	0.0003	0.0002	0.0000	72.4480	68.0249	65.0042
407	0.004590	0.0000	0.0000	0.0000	72.4480	68.0250	65.0042
408	0.004526	0.0001	4.1135	0.0000	72.4481	72.1385	65.0042
409	0.004509	0.0001	4.0506	0.0000	72.4482	76.1891	65.0042
410	0.004486	10.7358	0.0000	0.0000	83.1840	76.1891	65.0042
411	0.004432	0.0002	0.0004	0.0000	83.1842	76.1895	65.0043
412	0.004430	0.0000	0.0033	0.0000	83.1842	76.1928	65.0043
413	0.004427	0.0000	0.0005	0.0000	83.1842	76.1932	65.0043
414	0.004421	0.0000	4.7510	0.0000	83.1842	80.9442	65.0043
415	0.004413	0.0000	0.0000	0.0000	83.1842	80.9442	65.0043
416	0.004401	0.0001	0.0000	0.0000	83.1844	80.9442	65.0043
417	0.004400	0.0002	0.0000	0.0000	83.1846	80.9443	65.0043
418	0.004384	0.0001	0.0001	0.0000	83.1846	80.9444	65.0043
419	0.004382	0.0000	0.0000	0.0000	83.1846	80.9444	65.0043
420	0.004311	0.0002	0.0001	0.0000	83.1848	80.9445	65.0043
421	0.004287	0.0006	0.0000	0.0002	83.1854	80.9445	65.0045
422	0.004277	0.0017	0.0000	0.0002	83.1870	80.9445	65.0048
423	0.004267	0.0002	0.0001	0.0000	83.1872	80.9446	65.0048
424	0.004216	0.1184	0.0000	0.0001	83.3056	80.9446	65.0048
425	0.004215	0.0009	0.0000	0.0000	83.3064	80.9447	65.0049
426	0.004210	8.5663	0.0000	0.0000	91.8727	80.9447	65.0049
427	0.004191	0.0020	0.3197	0.0000	91.8748	81.2644	65.0049
428	0.004191	0.0001	5.5616	0.0000	91.8748	86.8260	65.0049
429	0.004190	0.0000	4.6987	0.0000	91.8748	91.5247	65.0049
430	0.004189	0.0000	1.0062	0.0000	91.8748	92.5309	65.0049
431	0.004186	0.0000	0.0076	0.0000	91.8749	92.5384	65.0049
432	0.004171	0.0034	0.0011	0.0002	91.8782	92.5395	65.0051
433	0.004160	0.0000	5.6795	0.0000	91.8783	98.2190	65.0051
434	0.004155	7.5858	0.0000	0.0000	99.4641	98.2191	65.0051
435	0.004100	0.0007	0.0008	0.0000	99.4648	98.2199	65.0051
436	0.004052	0.0003	0.0003	0.0000	99.4651	98.2202	65.0051
437	0.004049	0.0002	0.0001	0.0000	99.4653	98.2203	65.0051
438	0.004045	0.0004	0.0001	0.0000	99.4657	98.2204	65.0051
439	0.004039	0.0000	0.0002	0.0000	99.4657	98.2206	65.0051
440	0.004006	0.0001	0.0001	0.0000	99.4658	98.2207	65.0052
441	0.003977	0.0002	0.0000	0.0001	99.4660	98.2207	65.0052
442	0.003934	0.0000	0.0004	0.0000	99.4660	98.2211	65.0052
443	0.003920	0.0001	0.0000	0.0000	99.4661	98.2212	65.0052
444	0.003902	0.0000	0.0000	0.0000	99.4661	98.2212	65.0052
445	0.003902	0.0000	0.0001	0.0000	99.4661	98.2212	65.0052
446	0.003902	0.0001	0.0000	0.0000	99.4662	98.2213	65.0052
447	0.003901	0.0001	0.0001	0.0000	99.4662	98.2213	65.0052
448	0.003901	0.0001	0.0002	0.0000	99.4664	98.2215	65.0052
449	0.003901	0.0000	0.0000	0.0000	99.4664	98.2215	65.0052
450	0.003900	0.0000	0.0000	0.0000	99.4664	98.2216	65.0052

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	47 di 173

Program SAP2000 Version 7.50

File:SISMALM71SW2.OUT

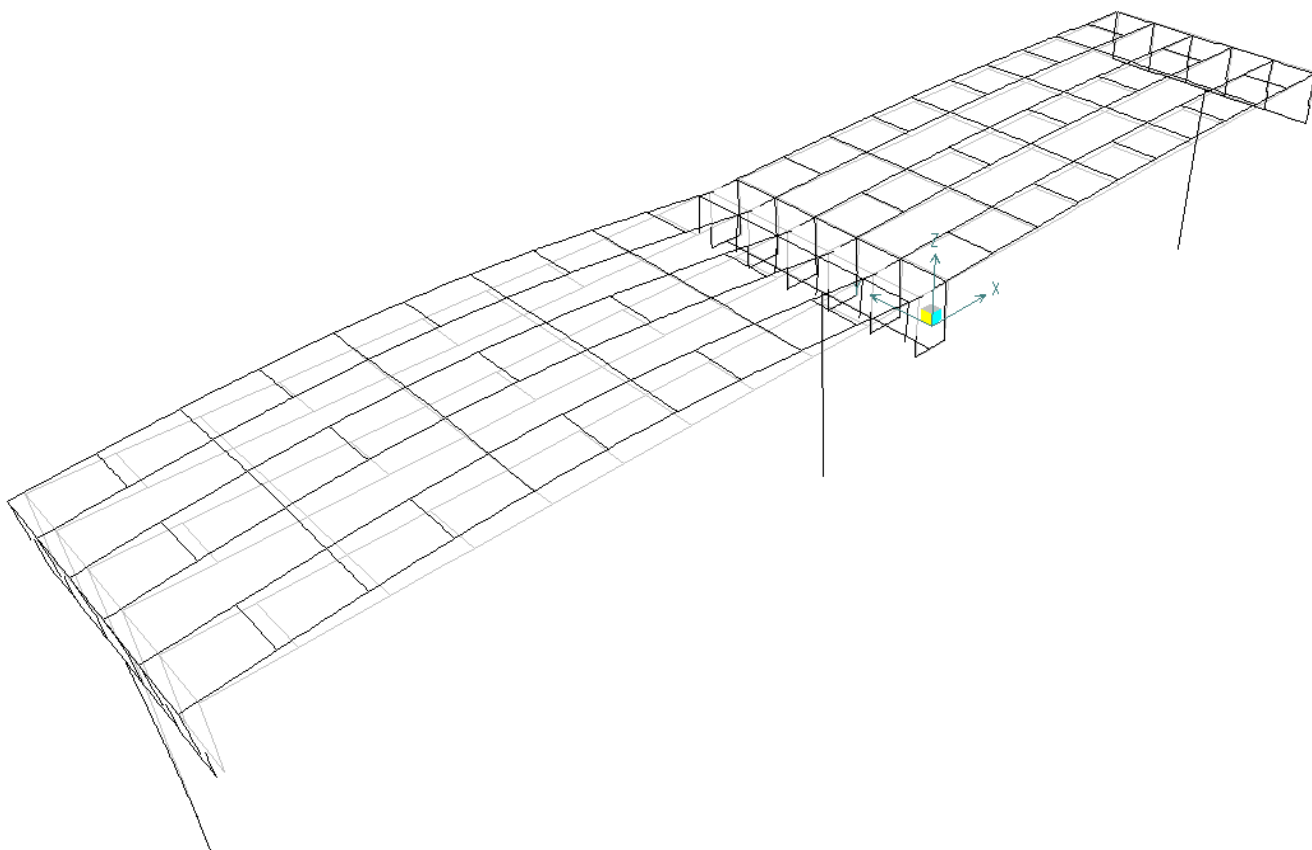
FIUME FREDDO 35m

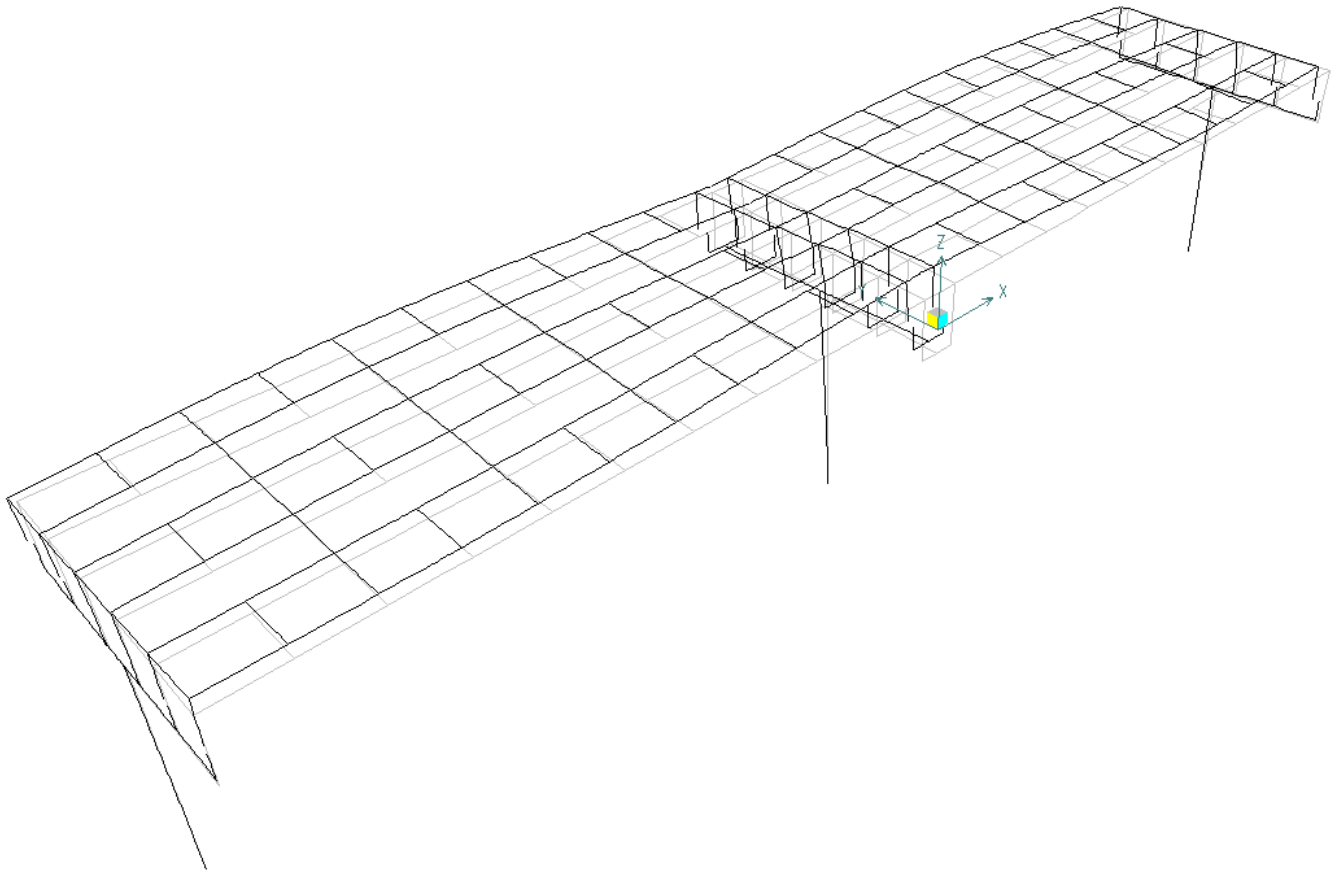
Page

37

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
451	0.003900	0.0000	0.0001	0.0000	99.4664	98.2217	65.0052
452	0.003899	0.0000	0.0005	0.0000	99.4664	98.2221	65.0052
453	0.003900	0.0001	0.0000	0.0000	99.4665	98.2221	65.0052
454	0.003900	0.0000	0.0001	0.0001	99.4665	98.2222	65.0053
455	0.003900	0.0000	0.0000	0.0000	99.4665	98.2222	65.0053
456	0.003884	0.0000	0.0000	0.0001	99.4666	98.2223	65.0054
457	0.003883	0.0002	0.0001	0.0001	99.4667	98.2224	65.0055
458	0.003883	0.0000	0.0000	0.0000	99.4667	98.2224	65.0055
459	0.003883	0.0000	0.0000	0.0000	99.4667	98.2224	65.0055
460	0.003882	0.0000	0.0000	0.0000	99.4667	98.2224	65.0055
461	0.003882	0.0000	0.0000	0.0001	99.4668	98.2224	65.0056
462	0.003882	0.0000	0.0000	0.0000	99.4668	98.2224	65.0056
463	0.003882	0.0000	0.0000	0.0000	99.4668	98.2224	65.0056
464	0.003881	0.0000	0.0000	0.0000	99.4668	98.2224	65.0056
465	0.003881	0.0001	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0056
466	0.003881	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0056
467	0.003882	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0057
468	0.003873	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0057
469	0.003865	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0057
470	0.003839	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2224	65.0057
471	0.003833	0.0000	0.0001	0.0000	99.4669	98.2225	65.0057
472	0.003827	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2225	65.0057
473	0.003826	0.0000	0.0000	0.0000	99.4669	98.2225	65.0057
474	0.003797	0.0000	0.4398	0.0000	99.4670	98.6623	65.0057
475	0.003797	0.0000	0.3203	0.0000	99.4670	98.9826	65.0057
476	0.003768	0.0000	0.1869	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
477	0.003733	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
478	0.003728	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
479	0.003715	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
480	0.003715	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
481	0.003679	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
482	0.003679	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0057
483	0.003668	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0058
484	0.003657	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0058
485	0.003590	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0058
486	0.003588	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0058
487	0.003566	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0058
488	0.003564	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1695	65.0059
489	0.003564	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1696	65.0059
490	0.003537	0.0000	0.0000	0.0001	99.4670	99.1696	65.0060
491	0.003529	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1696	65.0060
492	0.003499	0.0000	0.0000	0.0004	99.4670	99.1696	65.0064
493	0.003487	0.0000	0.0000	0.0000	99.4670	99.1696	65.0064
494	0.003481	0.0000	0.0000	1.2748	99.4671	99.1696	66.2812
495	0.003470	0.0000	0.0000	0.1798	99.4671	99.1696	66.4610
496	0.003464	0.0000	0.0000	0.0000	99.4671	99.1696	66.4610
497	0.003440	0.0000	0.0000	0.0000	99.4671	99.1696	66.4610
498	0.003440	0.0000	0.0000	0.0000	99.4671	99.1696	66.4610
499	0.003429	0.0000	0.0000	1.4713	99.4671	99.1696	67.9323
500	0.003425	0.0000	0.0000	0.0000	99.4671	99.1696	67.9323







NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	50 di 173

7 VERIFICHE FUSTO PILA

Le verifiche a pressoflessione e taglio del fusto della pila sono state eseguite nella sezione allo spiccato e nella sezione di mezzzeria.

Per le verifiche a pressoflessione è stato utilizzato il programma Gelfi VcaSlu.

Per le verifiche a taglio sono stati impiegati fogli di calcolo appositamente predisposti.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

7.1 Verifica alla base della pila P04 (impalcato 50.00 m + 50.00 m)

Di seguito si riporta la figura con la numerazione degli elementi costituenti la pila. L'altezza del fusto è quella massima e pari a 17.5 m.

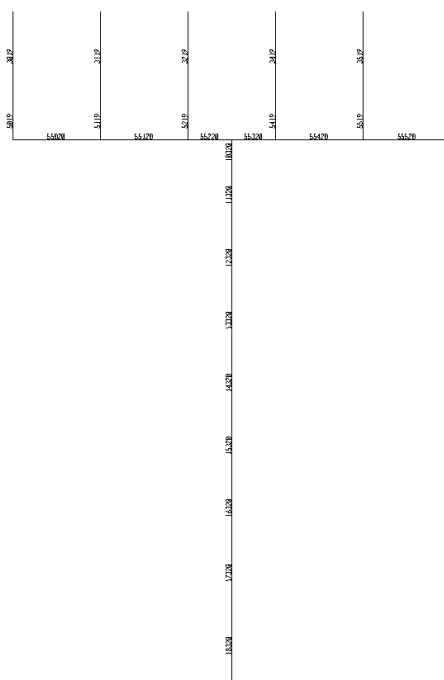


Figura 13 - Numerazione elementi frame pila

Come combinazioni di verifica sono state prese in considerazione quelle che massimizzano lo sforzo normale, il momento e il taglio longitudinale, il momento e il taglio trasversale, e la torsione.

Successivamente vengono riportate le tabelle degli sforzi, agenti sulla sezione di verifica, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico, dove:

- N= sforzo Normale positivo se di trazione
- V2= taglio trasversale
- V3= taglio longitudinale
- T= Torsione
- M2=Momento logitudinale
- M3=Momento trasversale

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-64282	-1574	1555	-442	26464	598
	N _{max}	-35491	2606	1244	-1279	20558	81951
	V2 _{min}	-57183	-2639	1244	274	21182	-17866
	V2 _{max}	-54185	2662	1244	-2439	21182	80783
	V3 _{min}	-62061	1590	-3857	-2374	-66858	70310
	V3 _{max}	-62061	1590	3857	-2245	60643	70310
	T _{min}	-50916	1607	600	-4026	14847	79115
	T _{max}	-43376	-1596	600	1967	14847	-18053
	M2 _{min}	-62777	1533	-3857	-565	-67574	65347
	M2 _{max}	-57899	-1562	3857	-401	72746	-391
	M3 _{min}	-44757	-2602	-240	849	-3774	-42938
	M3 _{max}	-52240	2625	-240	-2942	-3775	104233
SLU-SISMA	N _{min}	-45572	-4608	-12419	-1801	-200630	-57799
	N _{max}	-27675	4603	12848	45	207825	109415
	V2 _{min}	-40566	-15026	-4052	-3365	-64507	-242768
	V2 _{max}	-33405	15024	4481	1539	71811	294525
	V3 _{min}	-45277	-4602	-13166	-2007	-213502	-57422
	V3 _{max}	-29502	4607	13166	-64	212645	109652
	T _{min}	-39824	-15010	-4184	-3915	-66111	-241790
	T _{max}	-32663	15008	4349	2100	70207	293534
	M2 _{min}	-45376	-4609	-13166	-1758	-213601	-58106
	M2 _{max}	-28916	4602	13166	130	214314	109138
	M3 _{min}	-40227	-15020	-4308	-3317	-68810	-245529
	M3 _{max}	-33066	15018	4225	1499	67508	297278

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	53 di 173

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-46198	-1050	1072	-373	18251	2963
	N _{max}	-35534	1042	1072	-1066	17722	48315
	V2 _{min}	-42705	-1082	1072	218	18260	6037
	V2 _{max}	-42647	1090	1072	-2002	18260	45947
	V3 _{min}	-44668	1060	-2660	-1695	-46109	49501
	V3 _{max}	-44668	1060	2660	-1606	41823	49501
	T _{min}	-38937	1072	414	-2824	10239	55573
	T _{max}	-38995	-1065	414	1053	10239	-3654
	M2 _{min}	-45161	1022	-2660	-448	-46603	46078
	M2 _{max}	-41795	-1042	2660	-345	50169	2281
	M3 _{min}	-41011	-1050	-207	417	-3254	-7769
	M3 _{max}	-40953	1058	-207	-2204	-3254	59717
SLE-FREQ	N _{min}	-41926	-11	643	-679	10950	25464
	N _{max}	-35563	-1	643	-919	10634	25886
	V2 _{min}	-39831	-30	643	-324	10956	27308
	V2 _{max}	-39831	28	643	-1480	10956	24465
	V3 _{min}	-41043	10	-1596	-1297	-27665	26597
	V3 _{max}	-41043	10	1596	-1243	25094	26597
	T _{min}	-38285	23	1229	-2241	23043	31702
	T _{max}	-38285	-26	1229	464	23043	20027
	M2 _{min}	-41339	-13	-1596	-548	-27962	24543
	M2 _{max}	-39285	-6	1596	-662	30102	25055
	M3 _{min}	-39898	-14	-1229	13	-20189	16900
	M3 _{max}	-39898	12	-1229	-1812	-20189	34852
SLE-Q.PER	N _{min}	-35563	-1	0	-918	0	25874

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

7.1.1 Verifiche a pressoflessione alla base

La sezione di verifica è la seguente:

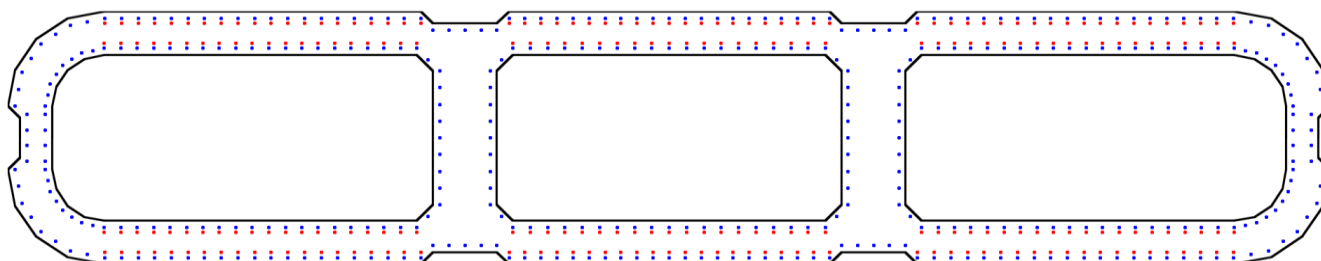


Figura 14 - Sezione di verifica della pila alla base (impalcato 50.00m+50.00m e 35.00m+50.00m)

L'armatura considerata è pari a $386 \varnothing 30 + 240 \varnothing 26$ ($A_s=4002.70\text{cm}^2$, $\varnothing 30/20\text{cm}$ & $\varnothing 26/20\text{cm}$)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione, eseguite con il programma Gelfi VcaSlu, considerando le combinazioni sismiche, che sono dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.1.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo : Verifica Presso-flessione alla base_M22max

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.1403	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.0641	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

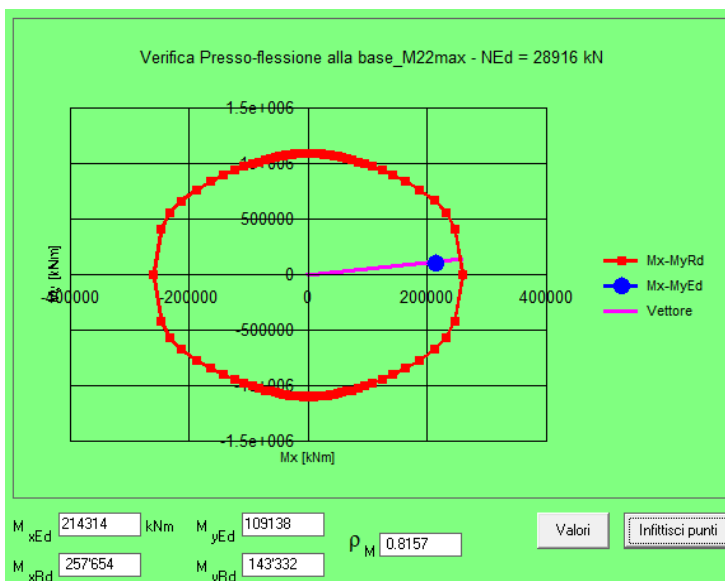
angolo asse neutro θ°

Precompresso

Materiali
B450C C30/37

ε_{su} % ε_{c2} %
f_{yd} N/mm² ε_{cu} %
E_s N/mm² f_{cd} %
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} % σ_{c,adm} %
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} %
τ_{c1} %

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c %
ε_s %
d cm
x x/d
δ



Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.23$$

7.1.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33MAX)

Titolo: Verifica Presso-flessione alla base_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 626 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.140	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.064	100.8766

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 33066 kN
M_{xEd}: 67508 kNm
M_{yEd}: 297278 kNm

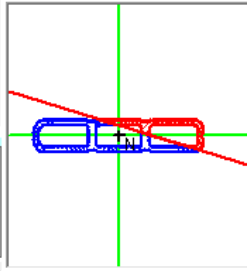
P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali: B450C C30/37

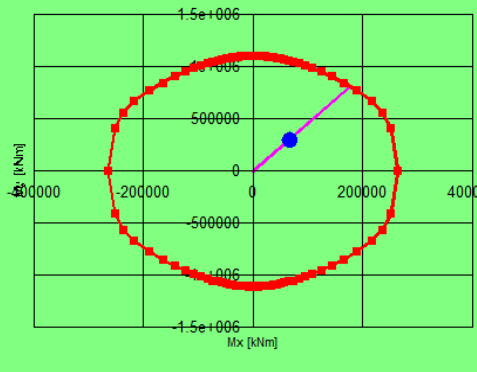
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

M_{xRd}: 176'476 kNm
M_{yRd}: 816'486 kNm
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
E_c: 3.5 ‰
E_s: 5.93 ‰
d: 719.5 cm
x: 267.1 x/d: 0.3712
δ: 0.904

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ°: 343.12
 Precompresso



Verifica Presso-flessione alla base_M33max - NEd = 33066 kN



M_{xEd}: 67508 kNm M_{yEd}: 297278 kNm ρ_M: 0.366
M_{xRd}: 177'268 kNm M_{yRd}: 813'918 kNm

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 2.73$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.1.2 Verifiche a taglio alla base

Le sollecitazioni di taglio di calcolo sono state ottenute con il criterio della Gerarchia delle Resistenze secondo l'espressione:

$$V_{gr,i} = V_{gr,0} \gamma_{RD3}$$

Dove

$$\gamma_{RD3} = 1,25 + 1 - q \frac{V_{E,i}}{V_{gr,0}} \leq 1,25$$

$$V_{gr,0} = V_{E,i} \frac{\gamma_{RD2} M_{Rd,i}}{M_{E,i}}$$

$V_{E,i}$ è il valore dello sforzo di taglio ottenuto dall'analisi

$$\gamma_{RD2} = 0,7 + 0,2q \quad \text{per } v_k = N / A_{fck} \leq 0,1$$

$$\gamma_{RD2} = (0,7 + 0,2q) \times (1 + 2(v_k - 0,1)^2) \quad \text{per } v_k = N / A_{fck} > 0,1$$

7.9.5.1 Criterio di gerarchia delle resistenze

Il fattore γ_{Rd} (fattore di "sovraresistenza") viene calcolato mediante l'espressione:

$$\gamma_{Rd} = 0,7 + 0,2q \geq 1 \quad (7.9.7)$$

nella quale q è il valore del fattore di struttura utilizzato nel calcolo. Nel caso di sezioni in cemento armato con armatura di confinamento, quando il rapporto v_k tra la forza assiale e la resistenza a compressione della sezione di calcestruzzo eccede 0,1, il fattore di sovraresistenza va moltiplicato per $1 + 2(v_k - 0,1)^2$.

Per le sollecitazioni che derivano da appoggi scorrevoli o elastomerici si utilizza un fattore di sovraresistenza pari a $\gamma_{Rd} = 1,30$.

Le sollecitazioni calcolate a partire dai momenti resistenti amplificati, incrementati dell'effetto dei carichi permanenti distribuiti sugli elementi, ovvero ottenute con il criterio della gerarchia delle resistenze, si indicano con l'indice "gr", ad es. F_{gr} .

7.9.5.2.2 Verifiche a taglio

Le sollecitazioni di progetto devono essere calcolate sulla base della gerarchia delle resistenze. I valori di resistenza degli elementi in calcestruzzo armato devono essere divisi per un fattore di sicurezza aggiuntivo nei confronti della rottura fragile calcolato sulla base del taglio di calcolo V_{Ed} e del taglio di progetto per la gerarchia della resistenza $V_{gr,0}$

$$1 \leq \gamma_{Rd} = 1,25 + 1 - q \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{gr,0}} \leq 1,25 \quad (7.9.10)$$

Per una pila incernierata in sommità il criterio conduce al valore della sollecitazione di taglio di calcolo:

$$V_{gr,i} = V_{E,i} \cdot \frac{\gamma_{Rd} M_{Rd,i}}{M_{E,i}} \quad (7.9.14)$$

7.1.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Per la verifica a taglio (V3) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

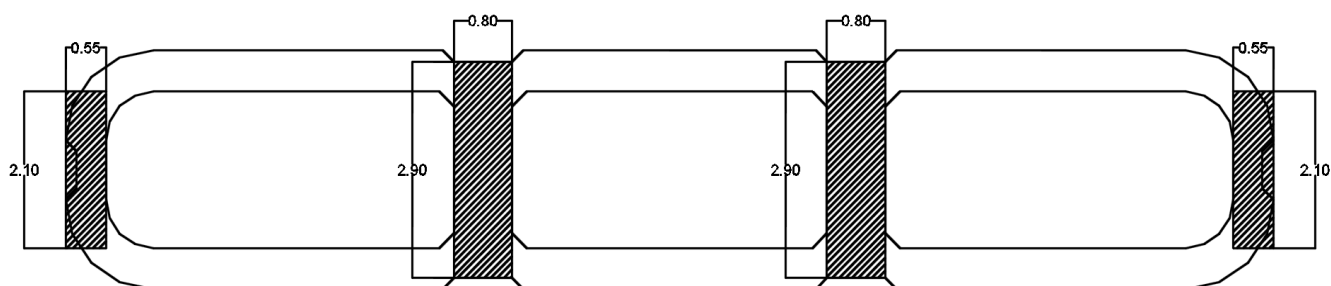


Figura 15 - Distribuzione del taglio V3

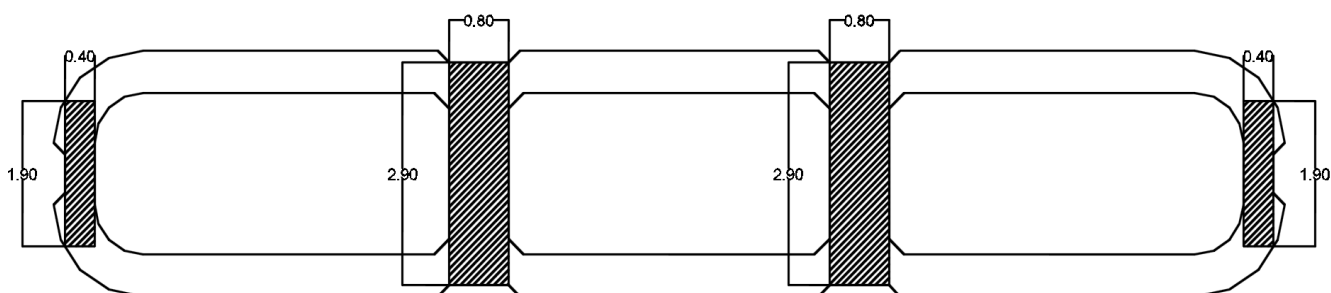


Figura 16 - Sezioni per la verifica del taglio V3

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	45572	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	13166	[kN]
σ_{Ed}	2.05	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	5220.22	4747.72
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1362.78	2363.63

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2363.63 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1362.78 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	601.8 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	60 di 173

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	2363.63
V_{Ed}	1362.78
M_{Ed}	212645
N_{ck}	683880.99
vk	0.0034562
Mrd	258365
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.22
V_{gr}	1655.79
V_{gr}/V_{Ed}	1.22
V_{Rd}	2102.14
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.015440636
V_{Rd_gr}	2070.2
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.80

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	4747.72 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5220.22 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1350.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	6417.0 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	62 di 173

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	4747.72
V_{Ed}	5220.22
M_{Ed}	212645
N_{ck}	683880.99
vk	0.006942323
M_{rd}	254768
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.20
V_{gr}	6254.31
V_{gr}/V_{Ed}	1.20
V_{Rd}	6417.04
$\gamma_{rd_resistenza}$	1
V_{Rd_gr}	6417.0
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.97

7.1.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

Per la verifica a taglio (V2) poiché la sezione è cava, sono state prese in considerazione come superfici di calcolo le aree indicate nelle figure sottostanti:

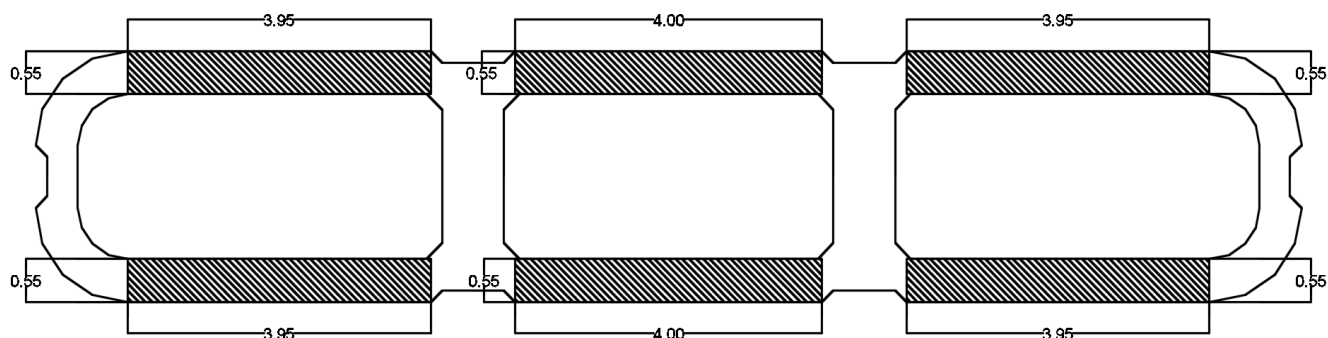


Figura 17 - Sezioni per la Verifica e Distribuzione del taglio V2

N_{Ed}	45572	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	15026	[kN]
σ_{Ed}	2.05	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	I	nr.elem	% di I	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]				
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	2504.33	4389.60

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	64 di 173

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	4389.60 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	2504.33 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1223.5 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	10604.9 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	4389.60
V_{Ed}	2504.33
M_{Ed}	242768
N_{ck}	683880.99
vk	0.006
Mrd	749961
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	3.09
V_{gr}	7736.42
V_{gr}/V_{Ed}	3.09
V_{Rd}	10604.88
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	8483.9
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.91

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.1.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione, che si generano con le combinazioni sopra citate, relativi alle sezioni di base delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.1.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensione esercizio_ Comb. Rara

N° Vertici N° barre

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.1403	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.0649	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="46198"/>	<input type="text" value="46198"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="50170"/>	<input type="text" value="50170"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="59717"/>	<input type="text" value="59717"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

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

Materiali

B450C	C30/37
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.6933"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²

ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 4.70 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 35.83 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

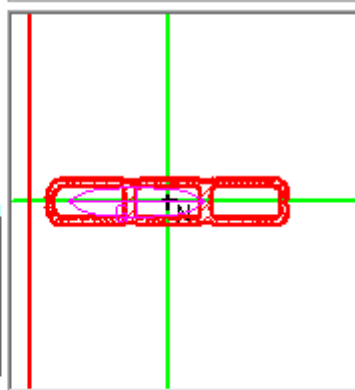
7.1.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

Titolo : Verifica tensione esercizio_ Comb. Q. Permanente

 N° Vertici N° barre

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	7.0685	-801.5	10
2	215	145	2	7.0685	-801.5	30
3	295	145	3	7.0685	-816.5	40
4	310	160	4	7.0685	812.3201	31.38181
5	705	160	5	7.0685	808.1403	32.76364
6	751	151	6	7.0685	796.0649	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}
P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

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

Materiali

 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

 σ_c N/mm²
 ε_s ‰

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

$$\sigma_c = 1.8 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

7.2 Verifica in mezzeria della pila P04 (impalcato 50.00 m + 50.00 m)

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-61235	-2602	1244	-412	21171	-21432
	N _{max}	-31818	1529	1555	-1133	15359	49250
	V2 _{min}	-57183	-2639	1244	274	21182	-17866
	V2 _{max}	-54185	2662	1244	-2439	21182	80783
	V3 _{min}	-57063	1556	-3857	-2374	-41212	59850
	V3 _{max}	-57063	1556	3857	-2245	34997	59850
	T _{min}	-45918	1573	600	-4026	10860	68542
	T _{max}	-39674	-1562	600	1967	10861	-7550
	M2 _{min}	-62777	1533	-3857	-565	-67574	65347
	M2 _{max}	-57899	-1562	3857	-401	72746	-391
	M3 _{min}	-44757	-2602	-240	849	-3774	-42938
	M3 _{max}	-52240	2625	-240	-2942	-3775	104233
SLU-SISMA	N _{min}	-41842	-4526	-12196	-1801	-118556	-27635
	N _{max}	-24000	4520	12625	45	122899	79287
	V2 _{min}	-36835	-14790	-3940	-3365	-37965	-144077
	V2 _{max}	-29731	14788	4369	1539	42417	195848
	V3 _{min}	-41548	-4519	-12942	-2007	-126464	-27303
	V3 _{max}	-25827	4524	12942	-64	125607	79499
	T _{min}	-36093	-14774	-4072	-3915	-38693	-143203
	T _{max}	-28989	14772	4238	2100	41689	194964
	M2 _{min}	-41646	-4526	-12942	-1758	-126563	-27936
	M2 _{max}	-25241	4519	12942	130	127276	79020
	M3 _{min}	-36496	-14783	-4114	-3268	-39749	-146879
	M3 _{max}	-29393	14781	4196	1451	40633	198644

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	69 di 173

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-42495	-1027	1072	-373	11121	9866
	N _{max}	-31832	1019	1072	-1066	10592	41462
	V2 _{min}	-39002	-1059	1072	218	11130	13153
	V2 _{max}	-38945	1067	1072	-2002	11130	38775
	V3 _{min}	-40965	1038	-2660	-1695	-28422	42524
	V3 _{max}	-40965	1038	2660	-1606	24136	42524
	T _{min}	-35235	1049	414	-2824	7490	48519
	T _{max}	-35292	-1043	414	1053	7490	3358
	M2 _{min}	-41459	999	-2660	-448	-28916	39360
	M2 _{max}	-38093	-1019	2660	-345	32482	9132
	M3 _{min}	-37308	-1028	207	660	2208	-856
	M3 _{max}	-37251	1036	207	-2444	2208	52753
SLE-FREQ	N _{min}	-38224	-11	643	-679	6672	25533
	N _{max}	-31861	-1	643	-919	6356	25892
	V2 _{min}	-36128	-30	643	-324	6678	27505
	V2 _{max}	-36128	28	643	-1480	6678	24280
	V3 _{min}	-37341	10	-1596	-1297	-17053	26530
	V3 _{max}	-37341	10	1596	-1243	14482	26530
	T _{min}	-34583	23	1229	-2241	14869	31547
	T _{max}	-34583	-26	1229	464	14869	20204
	M2 _{min}	-37637	-13	-1596	-548	-17349	24631
	M2 _{max}	-35583	-6	1596	-662	19489	25093
	M3 _{min}	-36196	-14	1229	243	12278	16997
	M3 _{max}	-36196	12	1229	-2029	12278	34771
SLE-Q.PER	N _{min}	-31861	-1	0	-918	0	25882

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

7.2.1 Verifica a presso-flessione in mezzeria

La sezione di verifica è la seguente:

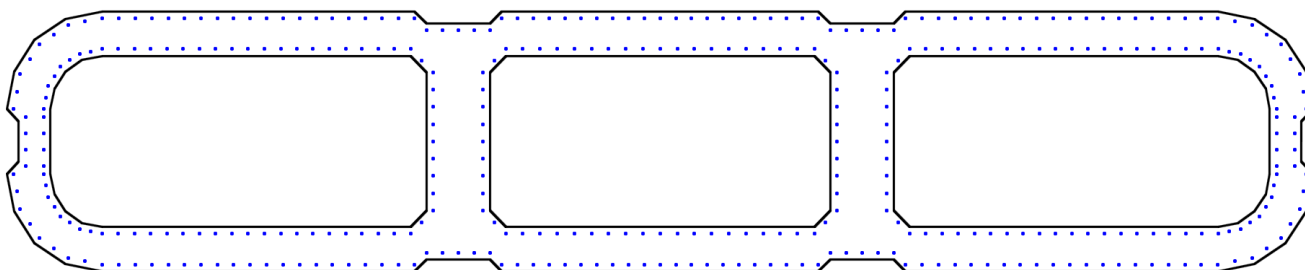


Figura 18 - Sezione di verifica della pila in mezzeria (impalcato 50.00m+50.00m e 35.00m+50.00m)

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione eseguite con il programma Gelfi VCA_SLU considerando le combinazioni sismiche, che risultano dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.2.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo : Verifica Presso-flessione in mezzeria_M22max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	51.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 25241 kN
M_{xEd}: 127276 kNm
M_{yEd}: 79020 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C30/37
E_{su}: 67.5 ‰ E_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² E_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 ‰
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

M_{xRd}: 150'735 kNm
M_{yRd}: 126'054 kNm
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 20.22 ‰
d: 336 cm
x: 49.59 x/d: 0.1476
δ: 0.7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

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

Tipo flessione
Retta Deviata

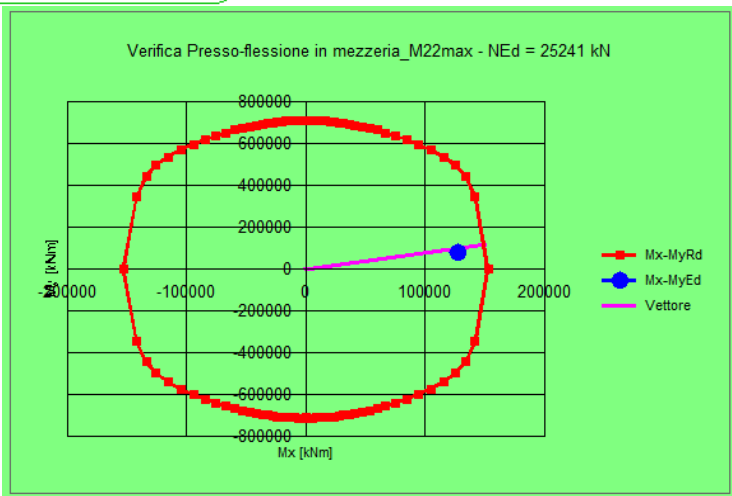
N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 359.06°

Precompresso

Verifica Presso-flessione in mezzeria_M22max - NEd = 25241 kN



M_{xEd}: 127276 kNm M_{yEd}: 79020 kNm ρ_M: 0.7802
M_{xRd}: 150'928 kNm M_{yRd}: 118'699 kNm

Valori Infiltrisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 1.28$$

7.2.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.140	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.064	100.8766

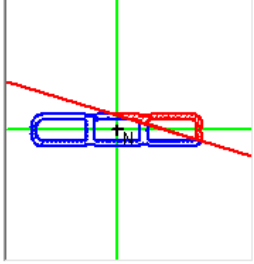
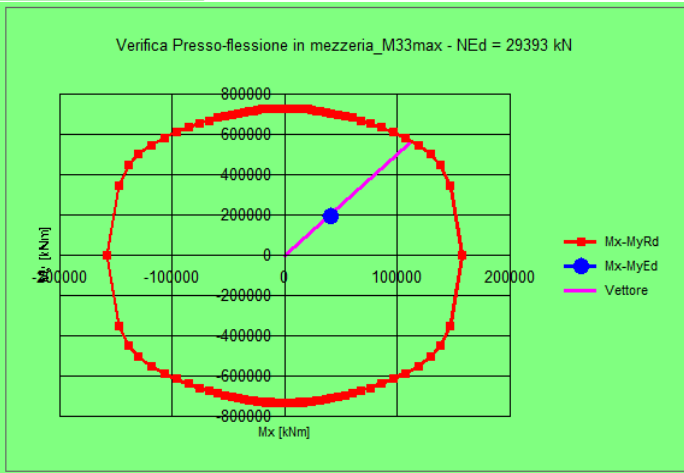
Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n
N_{Ed} 29393 kN
M_{xEd} 40633 kNm
M_{yEd} 198644 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 11.5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
τ_{c1} 2.029

M_{xRd} 112'651 kNm
M_{yRd} 569'539 kNm
σ_c -17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 7.782 ‰
d 719.5 cm
x 223.2 x/d 0.3102
δ 0.8278

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione
Retta Deviata
N° rett. 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ° 343.12
 Precompresso

Verifica Presso-flessione in mezzeria_M33max - NEd = 29393 kN

M_{xEd} 40633 kNm M_{yEd} 198644 kNm ρ_M 0.3499
M_{xRd} 113027 kNm M_{yRd} 568'329 kNm

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 2.86$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.2.2 Verifiche a taglio in mezzeria

Si precisa che per la sezione di mezzeria i rapporti tra momento resistente e momento di progetto risultano essere maggiori di quelli relativi alla sezione di base.

Essendo quindi inferiore la riserva di resistenza alla base della pila sarà in quella sezione che eventualmente si potrà formare una cerniera plastica.

Per questo motivo la verifica a taglio secondo la gerarchia delle resistenze non verrà svolta per la sezione di mezzeria della pila.

7.2.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidezza dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	41842	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	12942	[kN]
σ_{Ed}	1.88	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	I	% di I	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	5131.41	4359.13
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	1339.59	2170.17

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2170.17 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1339.59 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	572.8 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	4359.13 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5131.41 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1292.3 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	6417.0 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	76 di 173

7.2.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	41842	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	14790	[kN]
σ_{Ed}	1.88	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	2465.00	4030.32

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	77 di 173

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	4030.32 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	2465.00 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1169.6 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4314.9 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.2.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezziera delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.2.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo: Verifica tensionale_Comb. Rara

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	42495	42495	kN
M _{xEd}	32482	32482	kNm
M _{yEd}	52753	52753	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali
 B450C C30/37
 ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 394.7 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.974 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11.5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6933
 τ_{c1} 2.029

σ_c -4.007 N/mm²
 σ_s 21.71 N/mm²
 ϵ_s 0.1085 ‰
 d 588.6 cm
 x 432.4 x/d 0.7347
 δ 1

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

$$\sigma_c = 4.01 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 30.71 = 16.9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 21.71 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

→ VERIFICATO

7.2.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

Titolo : Verifica tensionale_ Comb. Q. Permanente

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="31861"/>	<input type="text" value="31861"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="25882"/>	<input type="text" value="25882"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

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

Materiali

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="17"/> ‰
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6933"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²

ε_s ‰

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 1.84 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

7.3 Verifica alla base della pila P01 (impalcato 35.00 m + 35.00 m)

Di seguito si riporta la figura con la numerazione degli elementi costituenti la pila. L'altezza del fusto è quella massima e pari a 13.5 m.

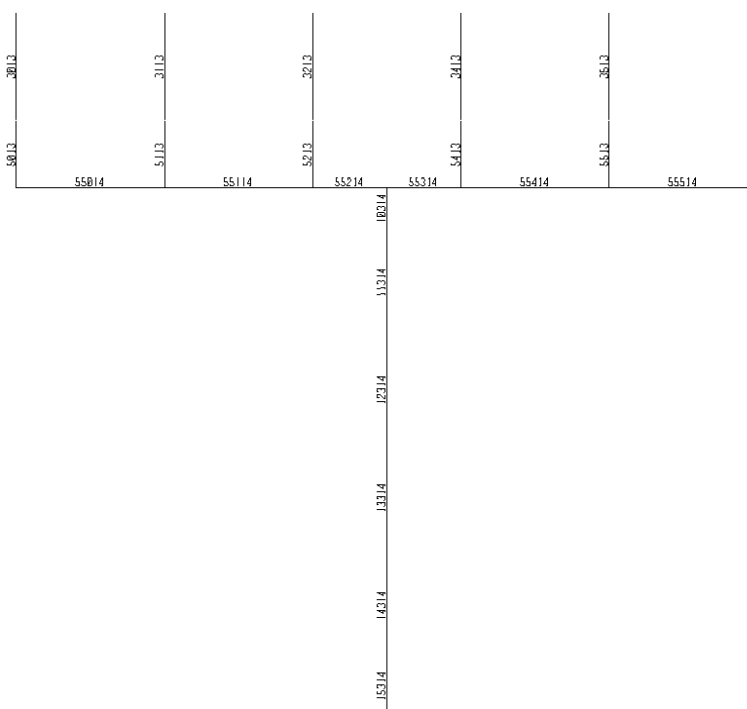


Figura 19 - Numerazione elementi frame pila

Come combinazioni di verifica sono state prese in considerazione quelle che massimizzano lo sforzo normale, il momento e il taglio longitudinale, il momento e il taglio trasversale, e la torsione.

Le sollecitazioni di calcolo per ciascuna combinazione sono riportate nelle tabelle seguenti, dove:

- N= sforzo Normale positivo se di trazione
- V2= taglio trasversale
- V3= taglio longitudinale
- T= Torsione
- M2=Momento logitudinale
- M3=Momento trasversale

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-45153	-916	1467	66	16994	10431
	N _{max}	-24253	1524	1174	-1110	12769	42118
	V2 _{min}	-40043	-1600	1174	56	15318	4317
	V2 _{max}	-37964	1607	1174	-2136	15317	41989
	V3 _{min}	-42921	914	-3189	-1342	-34849	40315
	V3 _{max}	-42921	914	3189	-1330	34531	40315
	T _{min}	-34758	999	-174	-4663	1489	47326
	T _{max}	-29680	-996	-174	2673	1489	-2530
	M2 _{min}	-44259	914	-3189	-1300	-36187	39551
	M2 _{max}	-39480	-912	3189	-1001	40754	11954
	M3 _{min}	-31306	-1526	69	1360	617	-14468
	M3 _{max}	-36353	1533	69	-3357	616	59339
SLU-SISMA	N _{min}	-31728	-4093	-7089	-4093	-75623	-52930
	N _{max}	-18477	4090	7493	2496	80169	90800
	V2 _{min}	-28172	-11661	-3001	-2351	-31364	-134798
	V2 _{max}	-22694	11659	3406	616	36646	172879
	V3 _{min}	-31427	-4092	-7731	-4248	-82774	-52613
	V3 _{max}	-19794	4090	7731	2498	82730	90903
	T _{min}	-30575	-4081	-7315	-4704	-77762	-51646
	T _{max}	-18942	4078	7267	2970	78172	89717
	M2 _{min}	-31612	-4092	-7731	-4242	-82958	-52718
	M2 _{max}	-19313	4090	7731	2503	83588	90796
	M3 _{min}	-27891	-11648	-3191	-2179	-33899	-136888
	M3 _{max}	-22414	11646	3215	445	34111	174962

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	82 di 173

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-32404	-611	1012	-14	11720	8823
	N _{max}	-24277	609	1012	-978	11007	28282
	V2 _{min}	-30009	-679	1012	86	13205	11193
	V2 _{max}	-29977	680	1012	-1770	13205	26969
	V3 _{min}	-30866	609	-2199	-979	-24033	28798
	V3 _{max}	-30866	609	2199	-970	23815	28798
	T _{min}	-26606	668	-120	-3261	1027	33633
	T _{max}	-26638	-667	-120	1553	1027	4480
	M2 _{min}	-31789	609	-2199	-950	-24957	28272
	M2 _{max}	-28491	-608	2199	-750	28106	9873
	M3 _{min}	-28609	-615	60	920	532	744
	M3 _{max}	-28577	617	60	-2625	532	37384
SLE-FREQ	N _{min}	-29150	-3	607	-416	7032	18409
	N _{max}	-24293	-1	607	-879	6605	19051
	V2 _{min}	-26156	-49	370	803	5884	14606
	V2 _{max}	-26156	46	370	-2522	5884	23474
	V3 _{min}	-28246	-1	-1319	-880	-14420	19361
	V3 _{max}	-28246	-1	1319	-875	14289	19361
	T _{min}	-26156	46	784	-2594	10391	23345
	T _{max}	-26156	-49	784	883	10391	14717
	M2 _{min}	-28800	-1	-1319	-862	-14974	19045
	M2 _{max}	-26802	-2	1319	-857	16864	19039
	M3 _{min}	-27733	-8	-784	484	-8624	11898
	M3 _{max}	-27733	5	-784	-2200	-8624	26175
SLE-Q.PER	N _{min}	-24293	-1	0	-874	0	19037

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

7.3.1 Verifiche a pressoflessione alla base

La sezione di verifica è la seguente:

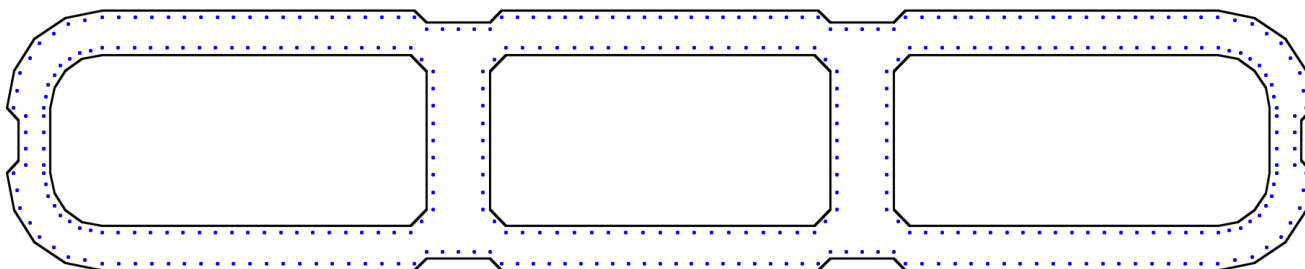


Figura 20 - Sezione di verifica della pila alla base (impalcato 35.00m+35.00m)

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

Nel seguito si riportano le verifiche a presso-flessione eseguite con il programma Gelfi VcaSlu considerando le combinazioni sismiche, che risultano dimensionanti.

Nello specifico si sono analizzati i due casi in cui i momenti longitudinali e trasversali risultano massimizzati

7.3.1.1 MOMENTO LONGITUDINALE MASSIMO (M22MAX)

Titolo: Verifica Presso-flessione alla base_M22max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 19313 0 kN
M_{xEd}: 83588 0 kNm
M_{yEd}: 90796 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C30/37
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933 τ_{c1}: 2.029

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.: 100

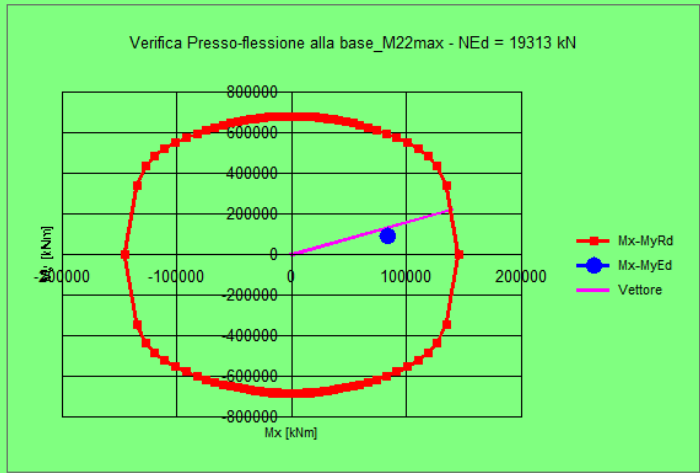
Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 358.12

Precompresso

M_{xRd}: 139'724 kN m M_{yRd}: 235'572 kN m
σ_c: -17 N/mm² σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰ ε_s: 17.06 ‰
d: 360.5 cm x: 61.38 x/d: 0.1703
δ: 0.7

Verifica Presso-flessione alla base_M22max - NEd = 19313 kN



M_{xEd}: 83588 kNm M_{yEd}: 90796 kNm ρ_M: 0.4671

M_{xRd}: 140'155 kNm M_{yRd}: 223'949 kNm

Valori Infittisci punti

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 2.14$$

7.3.1.2 MOMENTO TRASVERSALE MASSIMO (M33_{MAX})

Titolo: Verifica Presso-flessione alla base_M33max

N° Vertici: 82 Zoom N° barre: 386 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0645	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 22414 kN
M_{xEd}: 34111 kNm
M_{yEd}: 174962 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snerato

Materiali
B450C C30/37
E_{su}: 67.5 ‰ E_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 394.7 N/mm² E_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 11.5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6933
τ_{c1}: 2.029

M_{xRd}: 104'956 kNm
M_{yRd}: 557'007 kNm
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 394.7 N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: 8.342 ‰
d: 742.9 cm
x: 219.6 x/d: 0.2956
δ: 0.8095

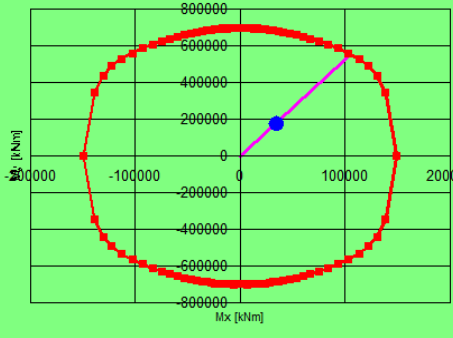
Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio Mx-My
angolo asse neutro θ°: 342.18
 Precompresso

Verifica Presso-flessione alla base_M33max - NEd = 22414 kN



M_{xEd}: 34111 kNm M_{yEd}: 174962 kNm p_M: 0.3152
M_{xRd}: 105'497 kNm M_{yRd}: 555'560 kNm

Il rapporto tra momento resistente e momento di progetto risulta essere pari a:

$$M_{Rd}/M_{Ed} = 3.17$$

Le verifiche a pressoflessione risultano soddisfatte.

7.3.2 Verifiche a taglio alla base

Per le verifiche a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.1.2.

7.3.2.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidità dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	31728	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	7731	[kN]
σ_{Ed}	1.42	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	3065.28	3305.45
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	800.22	1645.60

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1645.60 [kN]	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	800.22 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	494.1 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	88 di 173

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	1645.60
V_{Ed}	800.22
M_{Ed}	82774
N_{ck}	683880.99
vk	0.002406265
Mrd	155139
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.87
V_{gr}	1499.81
V_{gr}/V_{Ed}	1.87
V_{Rd}	2102.14
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	1681.7
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.89

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3305.45 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	3065.28 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1134.2 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	9625.6 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	90 di 173

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3305.45
V_{Ed}	3065.28
M_{Ed}	82774
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.004833363
M_{rd}	155139
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	1.87
V_{gr}	5745.12
V_{gr}/V_{Ed}	1.87
V_{Rd}	9625.57
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	7700.5
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.75

7.3.2.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	31728	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	11661	[kN]
σ_{Ed}	1.42	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1943.50	3056.11

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	92 di 173

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	100 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3056.11 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1943.50 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1023.5 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	8629.8 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Valore a taglio della sezione con la gerarchia delle resistenze

q	1.5
N_{Ed}	3056.11
V_{Ed}	1943.50
M_{Ed}	172879
N_{ck}	683880.99
ν_k	0.004
M_{rd}	556241
γ_{rd}	1
M_{rd}/M_{Ed}	3.22
V_{gr}	6253.24
V_{gr}/V_{Ed}	3.22
V_{Rd}	8629.82
$\gamma_{rd_resistenza}$	1.25
V_{Rd_gr}	6903.9
V_{gr}/V_{Rd_gr}	0.91

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

7.3.3 Verifiche agli SLE

Si riportano di seguito gli stati di tensione che si generano nelle combinazioni citate al capitolo 7.1.3 relativi alle sezioni di mezzera delle pile. A favore di sicurezza sono stati considerati i massimi valori delle sollecitazioni non contemporanei dello sforzo assiale e dei momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali.

7.3.3.1 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione RARA

Titolo : Verifica tensionale_ Comb. Rara

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	200	160	1	5.3092	-801.5	10
2	215	145	2	5.3092	-801.5	30
3	295	145	3	5.3092	-816.5	40
4	310	160	4	5.3092	812.3201	31.38181
5	705	160	5	5.3092	808.1403	32.76364
6	751	151	6	5.3092	796.0649	100.8766

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="32404"/>	<input type="text" value="32404"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="28106"/>	<input type="text" value="28106"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="37384"/>	<input type="text" value="37384"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Materiali

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E _s	<input type="text" value="200000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="11.5"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6933"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="2.029"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

σ_c = 3.23 N/mm² < 0.55 f_{ck} = 0.55 x 30.71 = 16.9 N/mm²
 σ_s = 20.20 N/mm² < 0.75 f_{yk} = 0.75 x 450 = 337.5 N/mm²

→ VERIFICATO
 → VERIFICATO

7.3.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

Titolo : **Verifica tensionale_ Comb. Q. Permanente**

N° Vertici

82

Zoom

N° barre

386

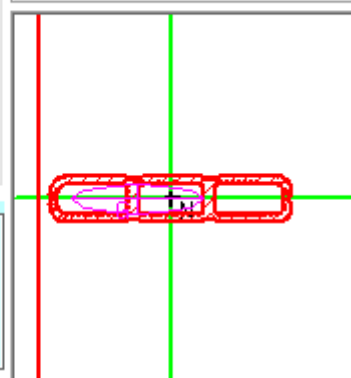
Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	200	160
2	215	145
3	295	145
4	310	160
5	705	160
6	751	151

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.3092	-801.5	10
2	5.3092	-801.5	30
3	5.3092	-816.5	40
4	5.3092	812.3201	31.38181
5	5.3092	808.140	32.76364
6	5.3092	796.064	100.8766

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.



Metodo n

N _{Ed}	24293	24293	kN
M _{xEd}	0	0	kNm
M _{yEd}	19037	19037	

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 394.7 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.974 ‰	σ _{c,adm} 11.5
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6933
	τ _{c1} 2.029

σ_c -1.397 N/mm²

ε_s -0.004987 ‰

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

$$\sigma_c = 1.40 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 30.71 = 12.3 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

7.4 Verifica in mezzeria della pila P01 (impalcato 35.00 m + 35.00 m)

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate nelle tabelle seguenti, in cui i valori sono ottenuti dall'involuppo delle combinazioni dei differenti gruppi di carico.

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLU-A1-STR	N _{min}	-42503	-893	1467	66	9658	14950
	N _{max}	-22290	1485	1174	-1110	6900	34590
	V2 _{min}	-37394	-1561	1174	56	9449	12216
	V2 _{max}	-35315	1567	1174	-2136	9449	34051
	V3 _{min}	-40272	890	-3189	-1342	-18905	35803
	V3 _{max}	-40272	890	3189	-1330	18587	35803
	T _{min}	-32109	975	-174	-4663	2357	42390
	T _{max}	-27717	-973	-174	2673	2357	2399
	M2 _{min}	-41610	890	-3189	-1300	-20243	35039
	M2 _{max}	-36830	-888	3189	-1001	24810	16453
	M3 _{min}	-29344	-1487	69	1360	270	-6932
	M3 _{max}	-33704	1494	69	-3357	269	51768
SLU-SISMA	N _{min}	-29751	-4012	-6955	-4093	-40407	-33105
	N _{max}	-16529	4009	7360	2496	42929	70990
	V2 _{min}	-26190	-11454	-2934	-2351	-16492	-77255
	V2 _{max}	-20750	11452	3338	616	19750	115348
	V3 _{min}	-29450	-4012	-7597	-4248	-44347	-32791
	V3 _{max}	-17847	4009	7597	2498	44303	71093
	T _{min}	-28598	-4000	-7181	-4704	-41414	-31882
	T _{max}	-16995	3997	7134	2970	42064	69967
	M2 _{min}	-29634	-4012	-7597	-4242	-44531	-32896
	M2 _{max}	-17365	4009	7597	2503	45161	70987
	M3 _{min}	-25910	-11442	-3124	-2179	-18075	-79407
	M3 _{max}	-20470	11439	3148	445	18167	117494

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	97 di 173

	Comb	N	V2	V3	T	M2	M3
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN-m]	[kN-m]	[kN-m]
SLE-RARA	N _{min}	-30441	-595	1012	-14	6661	11836
	N _{max}	-22314	593	1012	-978	5948	25273
	V2 _{min}	-28047	-663	1012	86	8146	14546
	V2 _{max}	-28015	664	1012	-1770	8146	23606
	V3 _{min}	-28903	593	-2199	-979	-13038	25791
	V3 _{max}	-28903	593	2199	-970	12819	25791
	T _{min}	-24643	652	-120	-3261	1625	30333
	T _{max}	-24675	-651	-120	1553	1625	7777
	M2 _{min}	-29826	593	-2199	-950	-13961	25264
	M2 _{max}	-26529	-592	2199	-750	17111	12873
	M3 _{min}	-26646	-600	60	920	232	3785
	M3 _{max}	-26614	601	60	-2625	232	34335
SLE-FREQ	N _{min}	-27187	-3	607	-416	3996	18425
	N _{max}	-22330	-1	607	-879	3569	19056
	V2 _{min}	-24194	-49	370	803	4036	14849
	V2 _{max}	-24194	46	370	-2522	4036	23246
	V3 _{min}	-26284	-1	-1319	-880	-7823	19366
	V3 _{max}	-26284	-1	1319	-875	7691	19366
	T _{min}	-24194	46	784	-2594	6472	23115
	T _{max}	-24194	-49	784	883	6472	14964
	M2 _{min}	-26838	-1	-1319	-862	-8377	19050
	M2 _{max}	-24840	-2	1319	-857	10266	19047
	M3 _{min}	-25770	-8	-784	484	-4704	11939
	M3 _{max}	-25770	5	-784	-2200	-4704	26148
SLE-Q.PER	N _{min}	-22330	-1	0	-874	0	19044

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A

La sezione di verifica è la seguente:

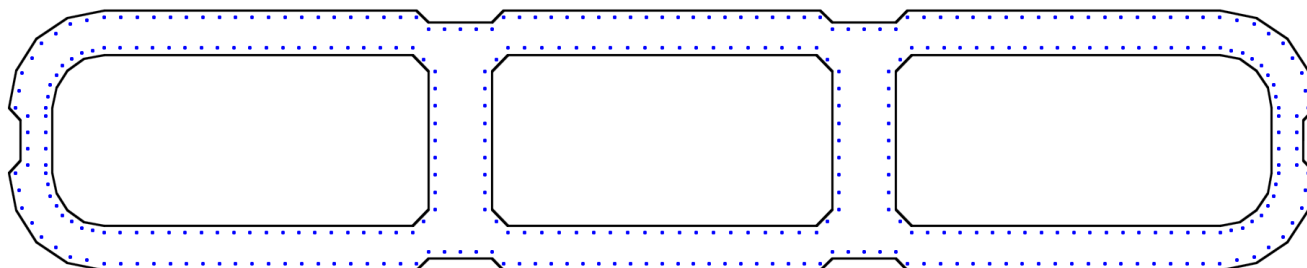


Figura 21 - Sezione di verifica della pila in mezzeria (impalcato 35.00m+35.00m)

L'armatura considerata è pari a 386 \varnothing 26 ($A_s=2049.39\text{cm}^2$, \varnothing 26/20cm)

L'armatura resistente per la verifica a pressoflessione è la stessa della sezione di base.

Poiché i momenti agenti nelle due direzioni principali sono inferiori, le verifiche a pressoflessione non si riportano poiché risultano sicuramente soddisfatte.

Vengono invece riportate le verifiche a taglio.

7.4.1 Verifiche a taglio in mezzeria

Per le verifiche a taglio valgono le stesse considerazioni fatte al capitolo 7.2.2.

7.4.1.1 VERIFICA A TAGLIO LONGITUDINALE (V3)

Il taglio viene distribuito negli elementi indicati nella figura precedente in funzione della rigidità dei singoli elementi utilizzando la seguente formulazione $I_{el,i} / (I_{el,1} + 2I_{el,2})$

N_{Ed}	29751	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	7597	[kN]
σ_{Ed}	1.34	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]		[kN]	[kN]
SETTO CENTRALE	0.8	2.9	1.63	39.65	3012.15	3099.48
SETTO LATERALE	0.55	2.1	0.42	10.35	786.35	1543.06

Setto Laterale

Geometria sezione

b_w	400 [mm]
d	1900 [mm]
A_c	760000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	1543.06 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	786.35 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	15559.7 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	478.8 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	2102.1 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Setto Centrale

Geometria sezione

b_w	800 [mm]
d	2900 [mm]
A_c	2320000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	3	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	3099.48 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	3012.15 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	47498.1 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	1103.3 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4812.8 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	102 di 173

7.4.1.2 VERIFICA A TAGLIO TRASVERSALE (V2)

N_{Ed}	29751	[kN]
A_{TOT}	22.3	[m ²]
V_{Ed}	11454	[kN]
σ_{Ed}	1.34	[N/mm ²]
N_{ck}	683881	[kN]

Elemento	b	h	l	nr.elem	% di l	Taglio	N
	[m]	[m]	[m ⁴]			[kN]	[kN]
SETTO	0.55	3.9	2.72	6	16.67	1909.00	2865.68

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	103 di 173

Geometria sezione

b_w	550 [mm]
d	3900 [mm]
A_c	2145000 [mm ²]

Caratteristiche armature

n_{bl}	4	numero barre longitudinali
ϕ_{bl}	26 [mm]	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2	numero di bracci delle staffe
ϕ_{st}	20 [mm]	diametro delle staffe
s_{st}	200 [mm]	passo delle staffe
α	90 [°]	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	2865.68 [kN]	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	1909.00 [kN]	taglio di calcolo
N_{Rd}	43915.3 [kN]	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	45	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$\text{ctg } \theta$	1	$1 < \text{ctg } \theta < 2.5$

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	994.9 [kN]	Taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale a taglio
V_{Rd}	4314.9 [kN]	Taglio resistente per elemento con armatura trasversale a taglio

Le Verifiche a taglio risultano soddisfatte su ogni setto.

8 VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE

Le armature longitudinali e trasversali dei plinti sono state dimensionate considerando un comportamento a piastra della fondazione.

Le armature a taglio, invece, sono state dimensionate ipotizzando un comportamento a mensola, in cui l'azione è rappresentativa della sollecitazione massima agente sul palo distribuita per la sua lunghezza d'influenza.

8.1 Modello di calcolo

Il plinto di fondazione è stato modellato separatamente mediante l'utilizzo di elementi shell; in particolare sono stati inseriti dei vincoli traslazionali in prossimità dell'impronta di pila e i carichi sono stati applicati in corrispondenza dei pali di fondazione. La modellazione ha interessato solo metà plinto, cioè la parte relativa ad una pila. I carichi di intensità maggiore sono stati applicati nella parte "a sbalzo" in modo da massimizzare gli effetti e quindi ricavare le tensioni di verifica.

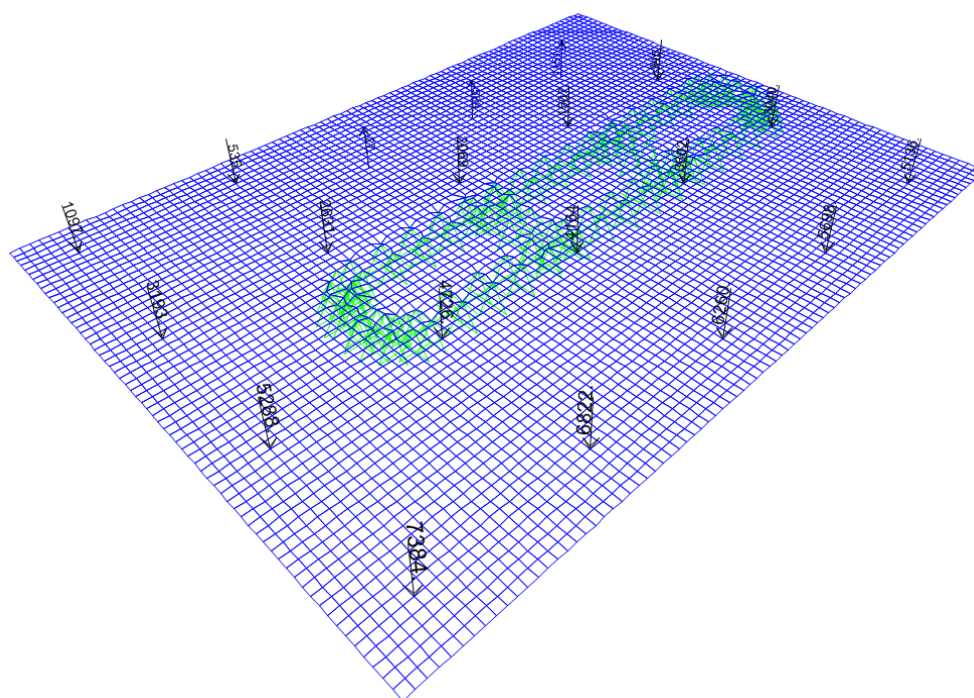


Figura 22 - Modello di plinto_Pila P04

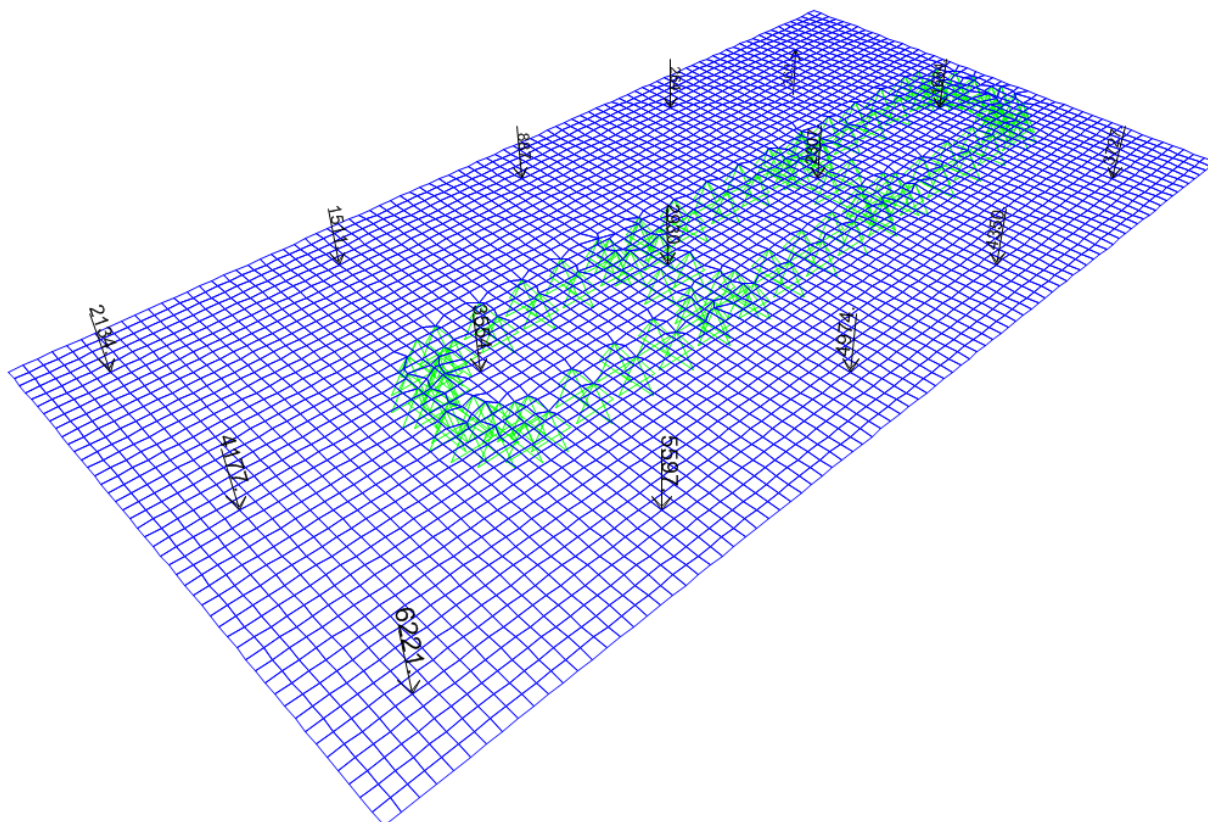


Figura 23 - Modello di plinto_Pila P02

Le forze da applicare in testa ai pali sono state calcolate valutando, per ogni combinazione di carico, le sollecitazioni alla base della pila e il peso della fondazione.

Secondo quanto indicato nel § 7.2.1 della N.T.C. 2008, al fine di garantire un comportamento sismico della struttura le cerniere plastiche debbono formarsi nelle zone critiche. Per questo motivo le zone non dissipative ed i collegamenti delle parti dissipative devono possedere una sovrarresistenza che, nel caso di progettazione in CD “B”, risulta essere pari al prodotto della resistenza nominale e del coefficiente di sovrarresistenza pari a 1,1.

Per questo motivo i carichi ottenuti in testa palo sono stati poi incrementati del 10%.

Gli effetti delle differenti condizioni di carico sono stati successivamente involuppati al fine di ricavare i massimi momenti flettenti agenti nelle due direzioni principali. Con i suddetti valori è stato possibile stabilire i quantitativi di armatura necessari per le verifiche a flessione dei plinti di fondazione.

Nel seguito si riportano, a titolo di esempio, due immagini relative agli involuppi dei momenti agenti nelle due direzioni principali:

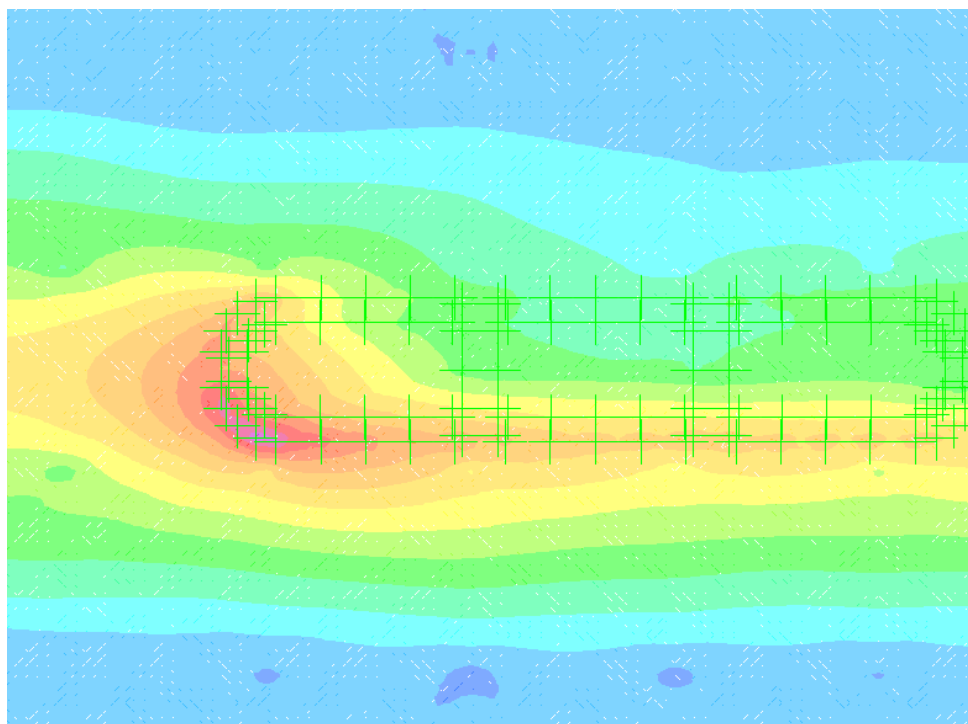


Figura 24 - M22 – Momento Longitudinale

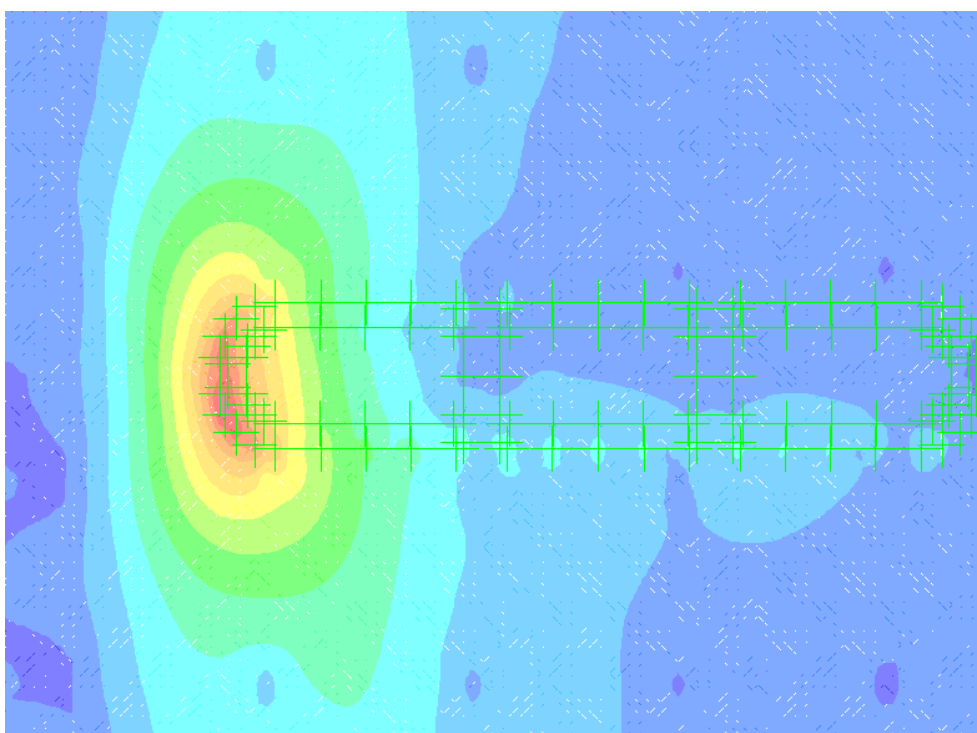


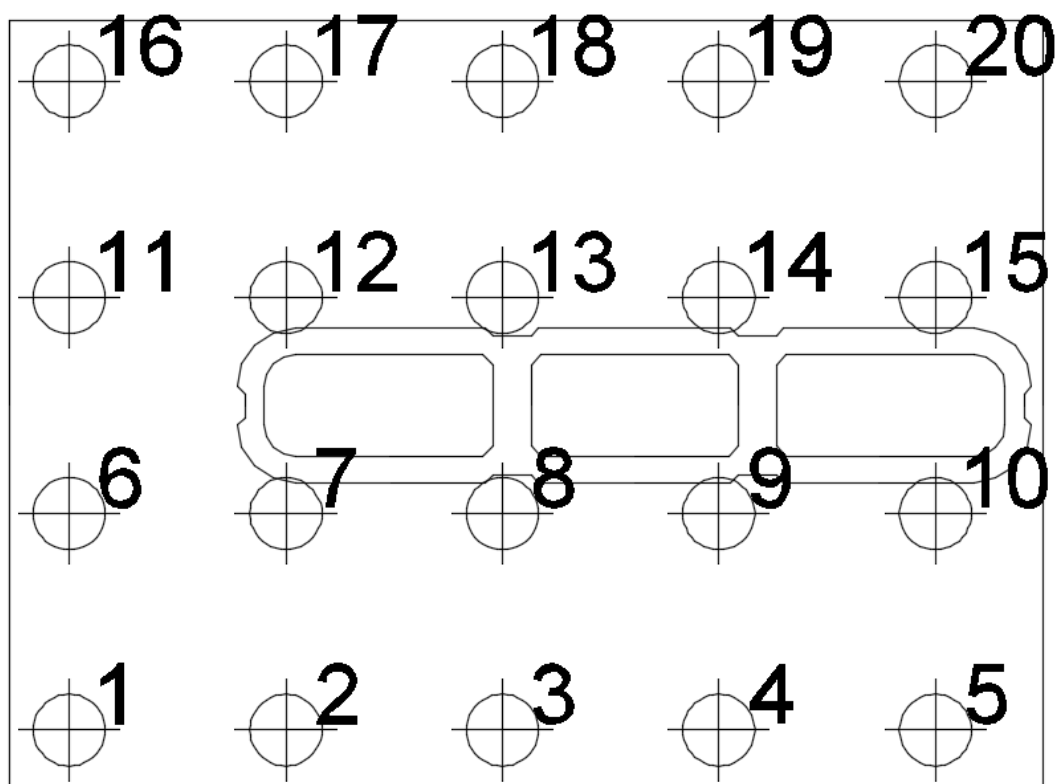
Figura 25 – Momento Trasversale

8.2 Verifica del plinto P04

I carichi massimi agenti sui pali sono stati valutati nel modo seguente:

- Per gli sforzi di compressione N e per il momento flettente $M2$ è stata considerata metà palificata e, di conseguenza, i carichi sono quelli provenienti da una pila; Le azioni sono applicate presso il baricentro della pila.
- Per il momento trasversale $M3$, al fine di non sovrastimare troppo il carico in testa palo, è stata considerata l'intera palificata e, di conseguenza, le sollecitazioni sono quelle provenienti da entrambe le pile; Il momento applicato, per ogni combinazione, è pari al doppio del momento trasversale ricavato alla base della pila ed è applicato presso il baricentro del plinto.

In seguito si riporta la disposizione dei pali e la relativa numerazione



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	108 di 173

Si riportano nel seguito alcune caratteristiche geometriche relative al plinto e ai pali di fondazione.

Dimensioni del plinto

Lx	21.75	m
Ly	16.5	m
Lz	3	m
n	20	numero pali

Coordinate pali M3

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-20.25	-6.75	410.0625	45.5625	-330	-150
2	-15.75	-6.75	248.0625	45.5625	-424.286	-150
3	-11.25	-6.75	126.5625	45.5625	-594	-150
4	-6.75	-6.75	45.5625	45.5625	-990	-150
5	-2.25	-6.75	5.0625	45.5625	-2970	-150
6	2.25	-6.75	5.0625	45.5625	2970	-150
7	6.75	-6.75	45.5625	45.5625	990	-150
8	11.25	-6.75	126.5625	45.5625	594	-150
9	15.75	-6.75	248.0625	45.5625	424.2857	-150
10	20.25	-6.75	410.0625	45.5625	330	-150
11	-20.25	-2.25	410.0625	5.0625	-330	-450
12	-15.75	-2.25	248.0625	5.0625	-424.286	-450
13	-11.25	-2.25	126.5625	5.0625	-594	-450
14	-6.75	-2.25	45.5625	5.0625	-990	-450
15	-2.25	-2.25	5.0625	5.0625	-2970	-450
16	2.25	-2.25	5.0625	5.0625	2970	-450
17	6.75	-2.25	45.5625	5.0625	990	-450
18	11.25	-2.25	126.5625	5.0625	594	-450
19	15.75	-2.25	248.0625	5.0625	424.2857	-450
20	20.25	-2.25	410.0625	5.0625	330	-450
21	-20.25	2.25	410.0625	5.0625	-330	450
22	-15.75	2.25	248.0625	5.0625	-424.286	450
23	-11.25	2.25	126.5625	5.0625	-594	450
24	-6.75	2.25	45.5625	5.0625	-990	450
25	-2.25	2.25	5.0625	5.0625	-2970	450
26	2.25	2.25	5.0625	5.0625	2970	450
27	6.75	2.25	45.5625	5.0625	990	450
28	11.25	2.25	126.5625	5.0625	594	450
29	15.75	2.25	248.0625	5.0625	424.2857	450
30	20.25	2.25	410.0625	5.0625	330	450
31	-20.25	6.75	410.0625	45.5625	-330	150
32	-15.75	6.75	248.0625	45.5625	-424.286	150
33	-11.25	6.75	126.5625	45.5625	-594	150
34	-6.75	6.75	45.5625	45.5625	-990	150
35	-2.25	6.75	5.0625	45.5625	-2970	150
36	2.25	6.75	5.0625	45.5625	2970	150
37	6.75	6.75	45.5625	45.5625	990	150
38	11.25	6.75	126.5625	45.5625	594	150
39	15.75	6.75	248.0625	45.5625	424.2857	150
40	20.25	6.75	410.0625	45.5625	330	150

Coordinate pali N-M2

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-11.75	-6.75	138.0625	45.5625	-81.8085	-75
2	-7.25	-6.75	52.5625	45.5625	-132.586	-75
3	-2.75	-6.75	7.5625	45.5625	-349.545	-75
4	1.75	-6.75	3.0625	45.5625	549.2857	-75
5	6.25	-6.75	39.0625	45.5625	153.8	-75
6	-11.75	-2.25	138.0625	5.0625	-81.8085	-225
7	-7.25	-2.25	52.5625	5.0625	-132.586	-225
8	-2.75	-2.25	7.5625	5.0625	-349.545	-225
9	1.75	-2.25	3.0625	5.0625	549.2857	-225
10	6.25	-2.25	39.0625	5.0625	153.8	-225
11	-11.75	2.25	138.0625	5.0625	-81.8085	225
12	-7.25	2.25	52.5625	5.0625	-132.586	225
13	-2.75	2.25	7.5625	5.0625	-349.545	225
14	1.75	2.25	3.0625	5.0625	549.2857	225
15	6.25	2.25	39.0625	5.0625	153.8	225
16	-11.75	6.75	138.0625	45.5625	-81.8085	75
17	-7.25	6.75	52.5625	45.5625	-132.586	75
18	-2.75	6.75	7.5625	45.5625	-349.545	75
19	1.75	6.75	3.0625	45.5625	549.2857	75
20	6.25	6.75	39.0625	45.5625	153.8	75

Si precisa che per le azioni N e M2 le coordinate sono riferite al baricentro della pila e la numerazione dei pali corrisponde a quella riportata nella figura.

Nella tabella a fianco le coordinate sono riferite al baricentro del plinto; ovviamente in quest'ultimo caso la numerazione dei pali non corrisponde alla figura riportata in precedenza poiché si considera l'intera palificata; ottenuti i carichi, questi sono stati adeguatamente assegnati ai pali in modo concorde allo schema riportato nella figura precedente.

Si riportano le sollecitazioni massime alla base del plinto e gli sforzi agenti sui singoli pali. Questi ultimi sono stati ricavati utilizzando le seguenti formulazioni:

Sforzo normale sul singolo palo:
$$N_i = \frac{N}{n} - \frac{M_y}{\sum x^2} x_i - \frac{M_x}{\sum y^2} y_i$$

Sforzo di taglio orizzontale su singolo palo:
$$H_i = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} / n$$

Dove:

n è il numero di pali di fondazione

x è la distanza longitudinale del palo dal baricentro del plinto

y è la distanza trasversale del palo dal baricentro del plinto

N, M_x, M_y, V_x, V_y sono le sollecitazioni calcolate a intradosso plinto di fondazione

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	110 di 173

COMBINAZIONE A1-STR

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	91198	598	26463.57	1555	-1574
N_{max}	62407	81951	20557.96	1244	2606
$V2_{min}$	84099	17866	21181.83	1244	-2639
$V2_{max}$	81101	80783	21181.5	1244	2662
$V3_{min}$	88977	70310	66857.99	-3857	1590
$V3_{max}$	88977	70310	60643.41	3857	1590
T_{min}	77832	79115	14846.5	600	1607
T_{max}	70292	18053	14846.67	600	-1596
$M2_{min}$	89693	65347	67573.93	-3857	1533
$M2_{max}$	84815	391	72745.73	3857	-1562
$M3_{min}$	71673	42938	3774.24	-240	-2602
$M3_{max}$	79156	104233	3774.53	-240	2625

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	PALO 16	PALO 17	PALO 18	PALO 19	PALO 20	H_i	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	5408	5407	5406	5405	5404	5149	5148	5147	5147	5146	4890	4890	4889	4888	4887	4632	4631	4630	4629	4628	4628	122
N_{max}	4280	4159	4037	3916	3795	4079	3958	3836	3715	3594	3878	3757	3635	3514	3393	3677	3556	3434	3313	3192	3192	159
$V2_{min}$	5055	5029	5002	4976	4949	4848	4822	4795	4769	4742	4641	4615	4588	4562	4535	4434	4407	4381	4354	4328	4328	160
$V2_{max}$	5310	5190	5070	4951	4831	5103	4983	4863	4744	4624	4896	4776	4656	4536	4417	4688	4569	4449	4329	4210	4210	162
$V3_{min}$	6343	6239	6135	6031	5926	5689	5585	5481	5377	5273	5036	4931	4827	4723	4619	4382	4278	4174	4069	3965	3965	229
$V3_{max}$	6252	6148	6044	5939	5835	5659	5555	5451	5346	5242	5066	4962	4858	4753	4649	4473	4369	4265	4161	4056	4056	229
T_{min}	5026	4909	4792	4674	4557	4881	4764	4646	4529	4412	4736	4618	4501	4384	4267	4590	4473	4356	4239	4122	4122	94
T_{max}	4204	4177	4151	4124	4097	4059	4032	4005	3979	3952	3914	3887	3860	3834	3807	3769	3742	3715	3688	3662	3662	94
$M2_{min}$	6360	6263	6166	6069	5973	5699	5602	5505	5409	5312	5038	4942	4845	4748	4651	4378	4281	4184	4087	3990	3990	228
$M2_{max}$	5734	5734	5733	5733	5732	5023	5022	5022	5021	5021	4312	4311	4311	4310	4309	3600	3600	3599	3599	3598	3598	229
$M3_{min}$	4284	4220	4156	4093	4029	4247	4183	4119	4056	3992	4210	4146	4083	4019	3955	4173	4109	4046	3982	3918	3918	144
$M3_{max}$	5104	4949	4795	4641	4486	5067	4912	4758	4604	4449	5030	4876	4721	4567	4412	4993	4839	4684	4530	4375	4375	145

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	111 di 173

COMBINAZIONE SISMICA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	72488	57799	200629.9	-12419	-4608
N_{max}	54591	109415	207824.5	12848	4603
$V2_{min}$	67482	242768	64506.99	-4052	-15026
$V2_{max}$	60321	294525	71811.01	4481	15024
$V3_{min}$	72193	57422	213501.8	-13166	-4602
$V3_{max}$	56418	109652	212644.6	13166	4607
T_{min}	66740	241790	66111.2	-4184	-15010
T_{max}	59579	293534	70206.8	4349	15008
$M2_{min}$	72292	58106	213600.5	-13166	-4609
$M2_{max}$	55832	109138	214313.9	13166	4602
$M3_{min}$	67143	245529	68809.76	-4308	-15020
$M3_{max}$	59982	297278	67508.24	4225	15018

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	PALO 16	PALO 17	PALO 18	PALO 19	PALO 20	H_i	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	7315	7229	7143	7058	6972	5353	5267	5182	5096	5010	3391	3306	3220	3134	3049	1430	1344	1258	1173	1087	729	
N_{max}	6780	6618	6456	6294	6132	4748	4586	4424	4262	4100	2716	2554	2392	2230	2068	684	522	360	198	35	751	
$V2_{min}$	6276	5916	5557	5197	4837	5645	5286	4926	4566	4207	5015	4655	4295	3936	3576	4384	4024	3665	3305	2945	856	
$V2_{max}$	6334	5898	5462	5025	4589	5632	5196	4760	4323	3887	4930	4494	4057	3621	3185	4228	3792	3355	2919	2483	862	
$V3_{min}$	7485	7400	7315	7230	7144	5397	5312	5227	5142	5057	3310	3225	3139	3054	2969	1222	1137	1052	967	882	767	
$V3_{max}$	6953	6790	6628	6465	6303	4874	4711	4549	4386	4224	2794	2632	2469	2307	2145	715	553	390	228	65	767	
T_{min}	6252	5894	5536	5178	4819	5606	5248	4889	4531	4173	4959	4601	4243	3885	3527	4313	3955	3597	3238	2880	857	
T_{max}	6263	5829	5394	4959	4524	5577	5142	4707	4272	3837	4890	4456	4021	3586	3151	4204	3769	3334	2899	2465	859	
$M2_{min}$	7496	7410	7324	7238	7152	5408	5322	5236	5149	5063	3319	3233	3147	3061	2975	1231	1145	1058	972	886	767	
$M2_{max}$	6942	6780	6618	6457	6295	4846	4684	4523	4361	4199	2751	2589	2427	2266	2104	655	493	332	170	8	767	
$M3_{min}$	6339	5975	5611	5248	4884	5666	5302	4939	4575	4211	4993	4630	4266	3902	3538	4320	3957	3593	3229	2866	859	
$M3_{max}$	6271	5831	5390	4950	4509	5611	5170	4730	4290	3849	4951	4510	4070	3630	3189	4291	3850	3410	2969	2529	858	

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	112 di 173

COMBINAZIONE RARA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	M_{ytot}	M_{xtot}	V_{ytot}	V_{xtot}
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N _{min}	73114	2963	18250.73	1072	-1050
N _{max}	62450	48315	17722.44	1072	1042
V2 _{min}	69621	6037	18260.13	1072	-1082
V2 _{max}	69563	45947	18259.98	1072	1090
V3 _{min}	71584	49501	46108.96	-2660	1060
V3 _{max}	71584	49501	41823.04	2660	1060
T _{min}	65853	55573	10238.97	414	1072
T _{max}	65911	3654	10239.08	414	-1065
M2 _{min}	72077	46078	46602.71	-2660	1022
M2 _{max}	68711	2281	50169.46	2660	-1042
M3 _{min}	67927	7769	3253.72	-207	-1050
M3 _{max}	67869	59717	3253.84	-207	1058

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	PALO 16	PALO 17	PALO 18	PALO 19	PALO 20	H _i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N _{min}	4309	4304	4300	4296	4291	4130	4126	4121	4117	4113	3952	3947	3943	3939	3934	3773	3769	3765	3760	3756	91
N _{max}	4017	3945	3874	3802	3730	3843	3772	3700	3629	3557	3670	3599	3527	3455	3384	3497	3425	3354	3282	3211	90
V2 _{min}	4137	4128	4119	4110	4101	3959	3950	3941	3932	3923	3780	3771	3762	3753	3744	3602	3593	3584	3575	3566	92
V2 _{max}	4400	4332	4264	4196	4128	4222	4153	4085	4017	3949	4043	3975	3907	3839	3771	3864	3796	3728	3660	3592	92
V3 _{min}	4943	4870	4797	4723	4650	4493	4419	4346	4273	4199	4042	3968	3895	3822	3748	3591	3518	3444	3371	3298	173
V3 _{max}	4881	4807	4734	4661	4587	4472	4398	4325	4252	4178	4063	3989	3916	3843	3769	3654	3580	3507	3434	3360	173
T _{min}	4143	4060	3978	3896	3813	4042	3960	3878	3795	3713	3942	3860	3778	3695	3613	3842	3760	3678	3595	3513	70
T _{max}	3800	3794	3789	3783	3778	3700	3694	3689	3683	3678	3599	3594	3589	3583	3578	3499	3494	3488	3483	3478	69
M2 _{min}	4955	4887	4818	4750	4682	4499	4431	4363	4294	4226	4044	3975	3907	3839	3771	3588	3520	3451	3383	3315	172
M2 _{max}	4530	4527	4523	4520	4517	4040	4036	4033	4029	4026	3549	3546	3542	3539	3536	3058	3055	3052	3048	3045	173
M3 _{min}	3835	3824	3812	3801	3789	3804	3792	3781	3769	3758	3772	3760	3749	3737	3726	3740	3729	3717	3706	3694	65
M3 _{max}	4179	4090	4002	3913	3825	4147	4058	3970	3881	3793	4115	4027	3938	3850	3761	4083	3995	3906	3818	3729	65

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	113 di 173

COMBINAZIONE FREQUENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	68842	25464	21583.91	1287	-11
N_{max}	62479	25886	21267	1287	-1
$V2_{min}$	66747	27308	21589.54	1287	-30
$V2_{max}$	66747	24465	21589.52	1287	28
$V3_{min}$	67959	26603	27665.34	-1596	10
$V3_{max}$	67959	26603	25093.86	1596	10
T_{min}	65201	31702	23043.22	1229	23
T_{max}	65201	20027	23043.22	1229	-26
$M2_{min}$	68255	24549	27961.59	-1596	-13
$M2_{max}$	66201	25061	30101.64	1596	-6
$M3_{min}$	66814	16900	20189.42	-1229	-14
$M3_{max}$	66814	34852	20189.42	-1229	12

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	PALO 16	PALO 17	PALO 18	PALO 19	PALO 20	H_i	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4273	4235	4197	4159	4122	4062	4024	3986	3948	3911	3851	3813	3775	3737	3700	3639	3602	3564	3526	3489	3451	71
N_{max}	3921	3882	3844	3806	3767	3713	3675	3636	3598	3559	3505	3467	3428	3390	3352	3297	3259	3220	3182	3144	3106	71
$V2_{min}$	4170	4129	4089	4048	4008	3959	3918	3878	3837	3797	3748	3707	3667	3626	3586	3536	3496	3456	3415	3375	3334	71
$V2_{max}$	4151	4115	4078	4042	4006	3940	3903	3867	3831	3795	3729	3692	3656	3620	3584	3518	3481	3445	3409	3373	3337	71
$V3_{min}$	4321	4281	4242	4203	4163	4050	4011	3972	3932	3893	3780	3740	3701	3662	3622	3509	3470	3430	3391	3352	3312	88
$V3_{max}$	4283	4244	4204	4165	4125	4038	3998	3959	3920	3880	3792	3753	3714	3674	3635	3547	3508	3468	3429	3389	3349	88
T_{min}	4135	4088	4041	3994	3947	3910	3863	3816	3769	3722	3685	3638	3591	3544	3497	3459	3412	3365	3319	3272	3225	68
T_{max}	4058	4028	3998	3969	3939	3832	3803	3773	3743	3714	3607	3577	3548	3518	3488	3382	3352	3322	3293	3263	3233	68
$M2_{min}$	4328	4291	4255	4219	4182	4054	4018	3982	3945	3909	3781	3745	3708	3672	3635	3508	3471	3435	3398	3362	3325	88
$M2_{max}$	4250	4212	4175	4138	4101	3955	3918	3881	3844	3807	3661	3624	3587	3550	3512	3367	3329	3292	3255	3218	3181	88
$M3_{min}$	4084	4058	4033	4008	3983	3886	3861	3836	3811	3786	3689	3664	3639	3614	3589	3491	3466	3441	3416	3391	3366	68
$M3_{max}$	4203	4152	4100	4048	3997	4006	3954	3903	3851	3799	3808	3757	3705	3653	3602	3611	3559	3508	3456	3404	3352	68

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	62479	25874	0	0	-1

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	PALO 16	PALO 17	PALO 18	PALO 19	PALO 20	H_i	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3609	3570	3532	3494	3455	3609	3570	3532	3494	3455	3609	3570	3532	3494	3455	3609	3570	3532	3494	3455	3609	0

Successivamente si riportano le verifiche a flessione del plinto di fondazione nelle quali si sono assunti come momenti di progetto i valori massimi ottenuti da modello mediante l'involuppo delle combinazioni A1-STR e SISMICA riportate precedentemente.

8.2.1 Verifica a flessione

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

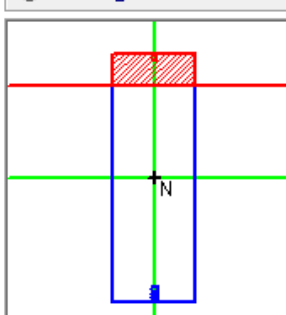
Titolo: M22min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	53.09	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma: 

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 14000 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:
 B450C C25/30
 ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 394.7 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 14.17 N/mm²
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.974 ‰ σ_{c,adm}: 9.75 N/mm²
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6 τ_{c1}: 1.829

Calcoli:
 M_{xRd}: 17'406 kNm
 σ_c: -14.17 N/mm²
 σ_s: 394.7 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 22.84 ‰
 d: 295 cm
 x: 39.2 x/d: 0.1329
 δ: 0.7

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

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

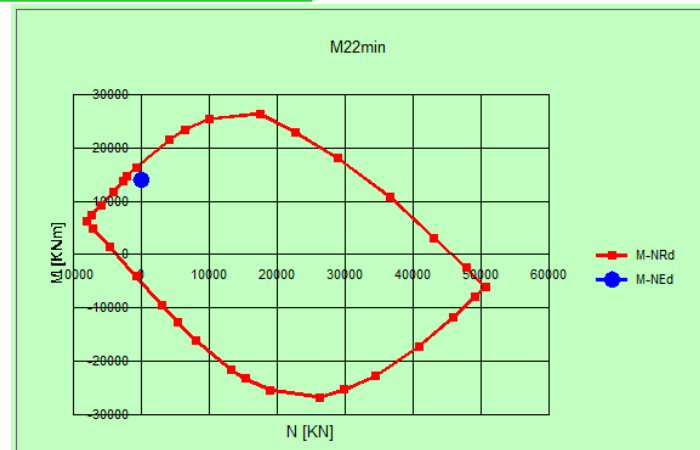
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Diagramma Sollecitazioni:

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	14000

 Aggiunge

Diagramma M-N:


Valori Infiltrisci punti

$M_{Ed} = 14000 \text{ kNm} < M_{Rd} = 17406 \text{ kNm}$

➔ VERIFICATO

Titolo : **M22max**

N° figure elementari Zoom

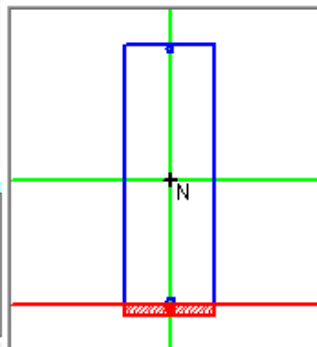
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	53.09	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.



Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-3000"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200'000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> N/mm²
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/> N/mm²
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

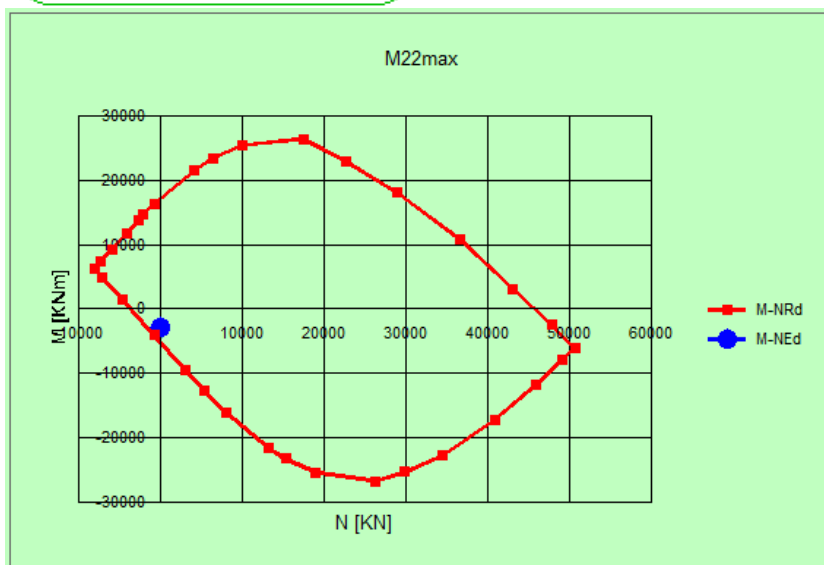
ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Precompresso



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-3000

Aggiunge

Valori

Infittisci punti

$M_{Ed} = 3000 \text{ kNm} < M_{Rd} = 5280 \text{ kNm}$

→ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: M11min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	45.24	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	13000	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 394.7 N/mm²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm²	f _{cd} 14.17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8 ?
ε _{syd} 1.974 ‰	σ _{c,adm} 9.75
σ _{s,adm} 255 N/mm²	τ _{co} 0.6
	τ _{c1} 1.829

M_{xRd} 16'620 kN m

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 24.8 ‰
 d 295 cm
 x 36.49 x/d 0.1237
 δ 0.7

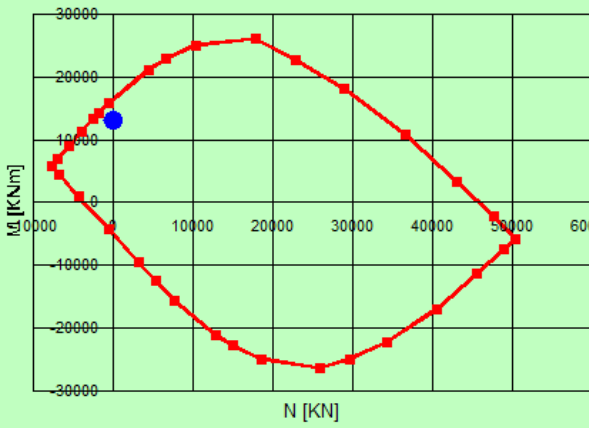
Solecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	13000

Aggiunge

Valori Infiltrisci punti

M11min



$M_{Ed} = 13000 \text{ kNm} < M_{Rd} = 16620 \text{ kNm}$

➔ VERIFICATO

Titolo : **M11max**

N° figure elementari Zoom

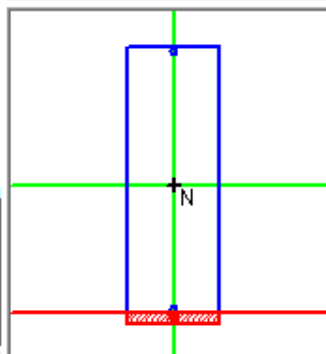
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	45.24	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N_{Ed}

kN

M_{xEd}

kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε_{su} ‰

ε_{c2} ‰

f_{yd} N/mm²

ε_{cu}

E_s N/mm²

f_{cd}

E_s/E_c

f_{cc}/f_{cd} ?

ε_{syd} ‰

σ_{c,adm}

σ_{s,adm} N/mm²

τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

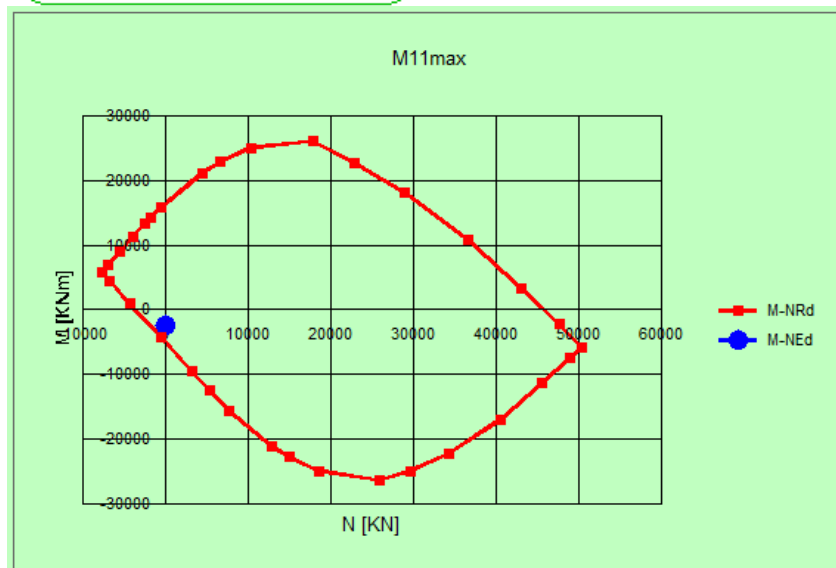
ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Precompresso



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-2550

Aggiunge

Valori

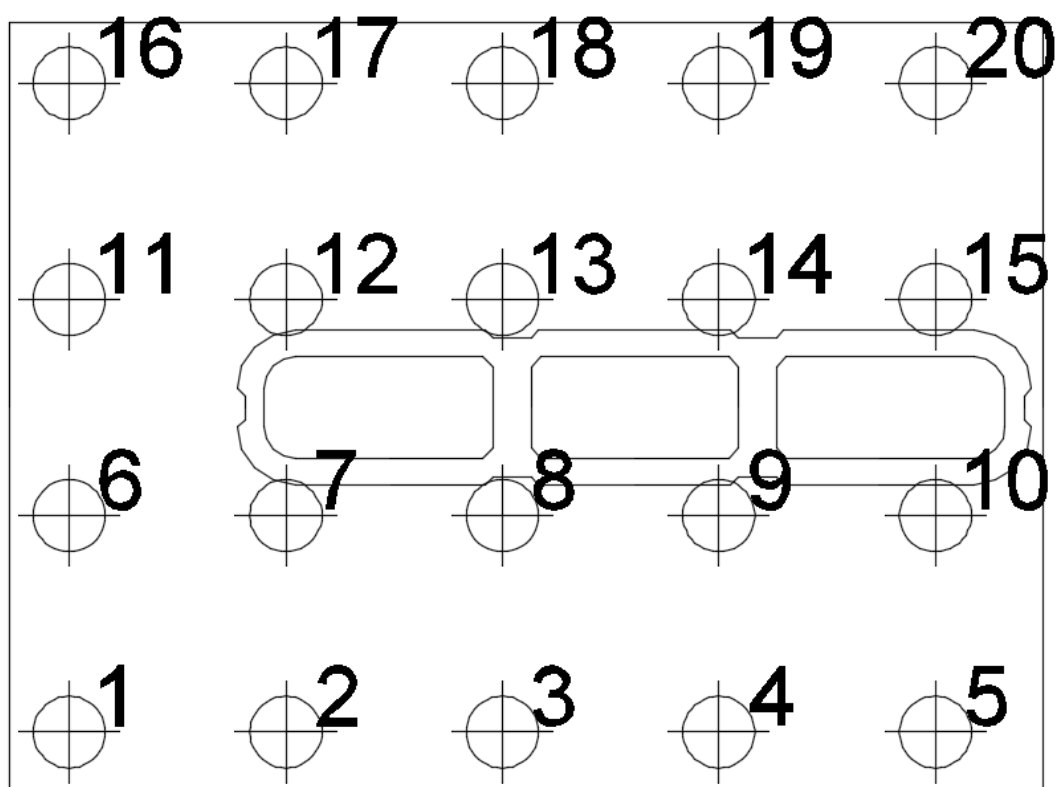
Infittisci punti

M_{Ed} = 2550 kNm < M_{Rd} = 5271 kNm

→ VERIFICATO

8.2.2 Verifica a taglio

Il dimensionamento viene effettuato considerando come azione di progetto il valore massimo che si ottiene ripartendo lo sforzo normale agente sul generico palo di fondazione per la sua lunghezza di influenza.



Le zone verificate sono 2:

- 1- Zona longitudinale laterale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.2 e nr.7 più il 100% del carico massimo del palo 1 e il 50% del carico massimo del palo nr.6
- 2- Zona longitudinale centrale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.3 e nr.8

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	119 di 173

Zona longitudinale laterale

$P_{max} = 28435 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 28435 / 3.25 = 8750 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	300.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	295 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	18 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	5	ferri a pettine passo 20 cm
$A_{sw} =$	12.72 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	20 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 33.21^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} = 10098 \text{ kN}$ taglio trazione
 $V_{rcd} = 10098 \text{ kN}$ taglio compressione

$\text{ctg } \theta = 1.53$ => Valore ammesso dalla Normativa

$V_{rsd} = 10098 \text{ kN}$
 $V_{rcd} = 10098 \text{ kN}$

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}]$ **10098 kN** tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 8750.0 \text{ kN}$ **$V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta**

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	120 di 173

Zona longitudinale centrale

$P_{max} = 13745 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 13745 / 4,5 = 3055 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	300.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	295 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	16 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	3.3333333	ferri a pettine passo 30 cm
$A_{sw} =$	6.70 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	40 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 16.32^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	5944 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5944 kN	taglio compressione
ctg $\theta =$	3.41	=> si assume ctg $\theta = 2.5$

$V_{rsd} =$	4352 kN
$V_{rcd} =$	7599 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}]$ 4352 kN tenuto conto delle armature aggiuntive

V_{ed} 3055.0 kN $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

Si riassumono le caratteristiche del plinto di fondazione:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Lunghezza = 43.5 m

Largezza = 16.5 m

Altezza = 3.0 m

ARMATURA LONGITUDINALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/100

Lembo inferiore : 3 ϕ 26/100

ARMATURA TRASVERSALE

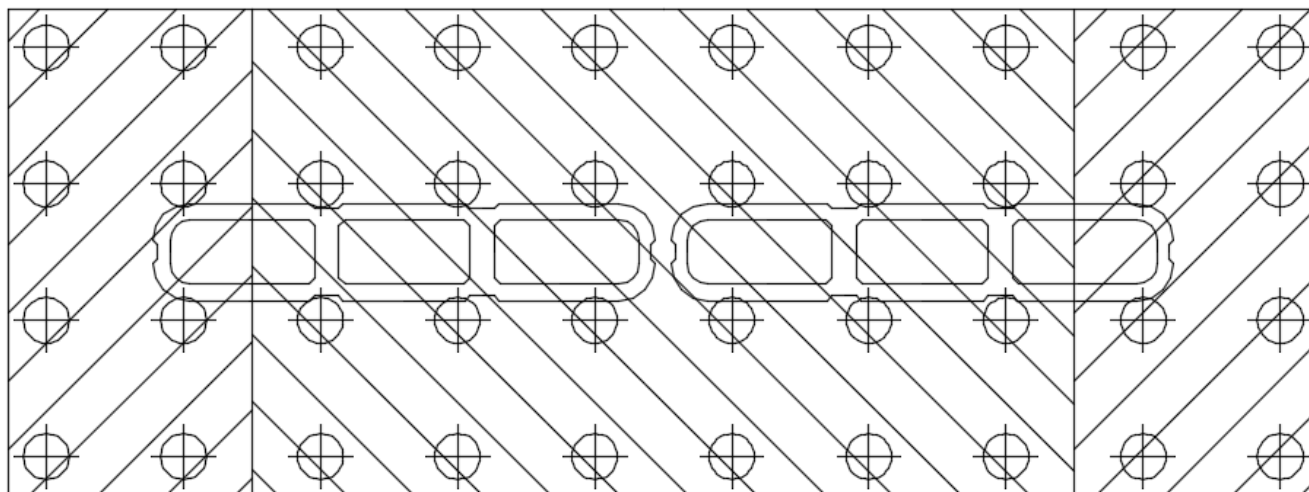
Lembo superiore : 1 ϕ 24/100

Lembo inferiore : 2 ϕ 26/100 + 1 ϕ 24/100

ARMATURA A TAGLIO

Zona laterale : Maglia ϕ 18/200x200 sui primi 8.25 metri

Zona centrale : Maglia ϕ 16/300x400 sui restanti 27 metri



In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : RARA_M11

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	45.24	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipologia Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="9000"/>	<input type="text" value="9000"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/>	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/>
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/>	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E _s	<input type="text" value="200'000"/>	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/>
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/>	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/>	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

$$\sigma_c = 6.7 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 24.9 = 13.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 230.7 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
 → VERIFICATO

8.2.3.2 Verifica tensioni di esercizio: Combinazione QUASI PERMANENTE

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: Q.PERM_M22

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	53.09	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	7500	7500	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali
 B450C C25/30

ε _{su}	67.5	‰	ε _{c2}	2	‰
f _{yd}	394.7	N/mm²	ε _{cu}	3.5	
E _s	200'000	N/mm²	f _{cd}	14.17	
E _s /E _c	15		f _{cc} /f _{cd}	0.8	?
ε _{syd}	1.974	‰	σ _{c,adm}	9.75	
σ _{s,adm}	255	N/mm²	τ _{co}	0.6	
			τ _{c1}	1.829	

σ_c -5.484 N/mm²
 σ_s 183.7 N/mm²
 ε_s 0.9185 ‰
 d 295 cm
 x 91.25 x/d 0.3093
 δ 0.8266

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

$$\sigma_c = 5.48 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 183.7 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : Q.PERM_M11

N* figure elementari: 1 Zoom N* strati barre: 4 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	300

N*	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	45.24	285
3	53.09	290
4	53.09	295

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	6700	6700	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali
 B450C C25/30

ε _{su}	67.5	‰	ε _{c2}	2	‰
f _{yd}	394.7	N/mm²	ε _{cu}	3.5	
E _s	200'000	N/mm²	f _{cd}	14.17	
E _s /E _c	15		f _{cc} /f _{cd}	0.8	?
ε _{syd}	1.974	‰	σ _{c,adm}	9.75	
σ _{s,adm}	255	N/mm²	τ _{co}	0.6	
			τ _{c1}	1.829	

σ_c -4.975 N/mm²
 σ_s 171.8 N/mm²
 ε_s 0.8589 ‰
 d 295 cm
 x 89.34 x/d 0.3029
 δ 0.8186

Verifica
 N* iterazioni: 4
 Precompresso

$$\sigma_c = 4.97 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 171.8 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

8.2.3.3 Verifica a fessurazione

1.8.3.2.4 REQUISITI CONCERNENTI LA FESSURAZIONE PER STRUTTURE IN C.A., C.A.P. E MISTE

ACCIAIO-CALCESTRUZZO

Si rimanda integralmente al par. 4.1.2.2.4 del DM del 14.1.2008 di seguito riportato con le integrazioni e i chiarimenti elencati nel seguito.

Per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

4.1.2.2.4.1 Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

- a) stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- b) stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 \quad (4.1.37)$$

dove f_{ctm} è definito nel § 11.2.10.2;

- 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:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm} \quad w_2 = 0,3 \text{ mm} \quad w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

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

Stato limite di apertura delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli

SLE, dovrà risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

Si fa comunque presente che per le sole testate delle travi in c.a.p., se dovessero verificarsi micro fessurazioni, queste non dovranno essere di ampiezza superiore a 0.1 mm. Le suddette micro fessure, dopo la loro accettazione, andranno trattate con materiali idonei e secondo procedure da concordare con la Committenza.

Le verifiche a fessurazioni vengono svolte considerando una condizione ambientale aggressiva e un'armatura poco sensibile agli effetti della corrosione; conseguentemente i limiti di apertura delle fessure risultano essere:

Comb. RARA < 0.2 mm

Comb. FREQUANTE < 0.3 mm

Comb. QUASI PERMANENTE < 0.2mm

La verifica secondo combinazione rara è la più severa poiché ad essa corrispondono valori di sollecitazione più elevati e un limite di apertura di fessure minore, al pari della combinazione quasi permanente. Per questo motivo la verifica a fessurazione viene svolta solo per la combinazione rara. I casi analizzati sono quattro, due per ogni direzione principale considerando i momenti massimi di combinazione che tendono rispettivamente i lembi inferiore e superiore del plinto.

1) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 9500 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	3.33 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	10.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	92.21 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	157.50 cm
asse neutro x	$y_n =$	92.21 cm
braccio coppia interna	$z =$	264.26 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	129495191 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	289467065 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	623560 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	519634 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	363744 daN m
	$b_{eff} =$	100 cm
	$d_{eff} =$	23.20 cm
Area efficace	$A_{eff} =$	2320 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	9.96 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{sm} =$	0.00092
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.09 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.16 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

2) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 1000 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	10.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.60 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	3.33 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	41.31 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	142.50 cm
asse neutro x	$y_n =$	41.31 cm
braccio coppia interna	$z =$	281.23 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	49148798 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	289467065 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	564193 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	470161 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	329113 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{\text{rm}} =$	15.39 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{\text{sm}} =$	0.00015
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.02 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1\text{adm}} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.04 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{\text{adm}}$

3)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 9000 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.54 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	3.33 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	10.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	90.23 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	157.01 cm
asse neutro x	$y_n =$	90.23 cm
braccio coppia interna	$z =$	264.92 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	124605649 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	286991372 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	616103 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	513419 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	359393 daN m
	$b_{eff} =$	100 cm
	$d_{eff} =$	22.75 cm
Area efficace	$A_{eff} =$	2275 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	10.04 cm

Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00090
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.09 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.15 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

4)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 1500 \text{ kNm/m}$$

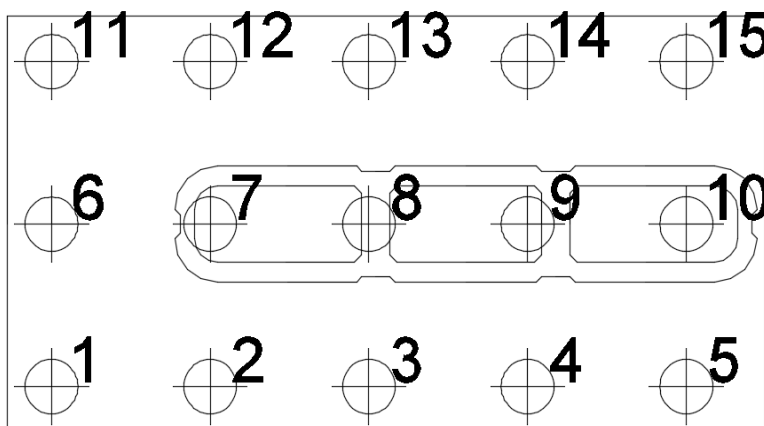
Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	10.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.54 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	3.33 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	41.92 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	142.99 cm
asse neutro x	$y_n =$	41.92 cm
braccio coppia interna	$z =$	281.03 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	48990944 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	286991372 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	561119 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	467599 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	327319 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	15.39 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00023
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.03 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.06 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

8.3 Verifica del plinto P01

Successivamente si riporta la disposizione dei pali e la relativa numerazione



Si riportano anche alcune caratteristiche geometriche del plinto e dei pali di fondazione.

Dimensioni del plinto

Lx	21.75	m
Ly	12	m
Lz	2.5	m
n	15	numero pali

Coordinate pali

palo	x [m]	y [m]	x ²	y ²	Wx[m]	Wy[m]
1	-11.75	-4.5	138.0625	20.25	-61.3564	-45
2	-7.25	-4.5	52.5625	20.25	-99.4397	-45
3	-2.75	-4.5	7.5625	20.25	-3E+02	-45
4	1.75	-4.5	3.0625	20.25	411.9643	-45
5	6.25	-4.5	39.0625	20.25	115.35	-45
6	-11.75	0	138.0625	1E-14	-61.3564	2E+09
7	-7.25	0	52.5625	1E-14	-99.4397	2E+09
8	-2.75	0	7.5625	1E-14	-3E+02	2E+09
9	1.75	0	3.0625	1E-14	411.9643	2E+09
10	6.25	0	39.0625	1E-14	115.35	2E+09
11	-11.75	4.5	138.0625	20.25	-61.3564	45
12	-7.25	4.5	52.5625	20.25	-99.4397	45
13	-2.75	4.5	7.5625	20.25	-3E+02	45
14	1.75	4.5	3.0625	20.25	411.9643	45
15	6.25	4.5	39.0625	20.25	115.35	45

Come per il caso precedente, al fine di non sovrastimare troppo il carico in testa palo, è stata considerata l'intera palificata per il momento trasversale M3.

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	133 di 173

Si riportano le sollecitazioni massime alla base del plinto e i carichi agenti sui singoli pali.

COMBINAZIONE A1-STR

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	61466	10431	16993.67	1467	-916
N_{max}	40566	42118	12768.57	1174	1524
$V2_{min}$	56356	4317	15317.66	1174	-1600
$V2_{max}$	54277	41989	15317.38	1174	1607
$V3_{min}$	59234	40315	34848.54	-3189	914
$V3_{max}$	59234	40315	34531.06	3189	914
T_{min}	51071	47326	1488.96	-174	999
T_{max}	45993	2530	1489.11	-174	-996
$M2_{min}$	60572	39551	36187.4	-3189	914
$M2_{max}$	55793	11954	40754.33	3189	-912
$M3_{min}$	47619	14468	616.75	69	-1526
$M3_{max}$	52666	59339	616.49	69	1533

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	5110	5038	4967	4895	4823	4694	4623	4551	4480	4408	4279	4207	4136	4064	3993	127
N_{max}	4042	3753	3464	3174	2885	3730	3441	3152	2862	2573	3418	3129	2839	2550	2261	141
$V2_{min}$	4585	4555	4525	4496	4466	4210	4180	4151	4121	4092	3836	3806	3776	3747	3717	146
$V2_{max}$	5107	4819	4531	4243	3954	4733	4445	4156	3868	3580	4359	4070	3782	3494	3205	146
$V3_{min}$	5918	5642	5365	5088	4811	5067	4790	4513	4236	3959	4215	3938	3661	3384	3107	243
$V3_{max}$	5911	5634	5357	5080	4803	5067	4790	4513	4236	3959	4222	3946	3669	3392	3115	243
T_{min}	4630	4305	3980	3655	3330	4594	4269	3944	3619	3294	4557	4232	3907	3582	3257	74
T_{max}	3455	3437	3420	3402	3385	3418	3401	3383	3366	3349	3382	3364	3347	3330	3312	74
$M2_{min}$	6036	5764	5492	5221	4949	5151	4879	4608	4336	4065	4266	3995	3723	3452	3180	243
$M2_{max}$	5302	5220	5138	5056	4974	4306	4224	4142	4060	3977	3310	3227	3145	3063	2981	243
$M3_{min}$	3766	3667	3568	3468	3369	3751	3652	3553	3453	3354	3736	3637	3538	3438	3339	112
$M3_{max}$	4941	4534	4126	3719	3311	4926	4519	4111	3704	3296	4911	4503	4096	3689	3281	113

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	134 di 173

COMBINAZIONE SISMICA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	48041	52930	75623.06	-7089	-4093
N_{max}	34790	90800	80168.5	7493	4090
$V2_{min}$	44485	134798	31364.05	-3001	-11661
$V2_{max}$	39007	172879	36645.95	3406	11659
$V3_{min}$	47740	52613	82773.68	-7731	-4092
$V3_{max}$	36107	90903	82729.92	7731	4090
T_{min}	46888	51646	77761.62	-7315	-4081
T_{max}	35255	89717	78172.38	7267	4078
$M2_{min}$	47925	52718	82958.36	-7731	-4092
$M2_{max}$	35626	90796	83588.28	7731	4090
$M3_{min}$	44204	136888	33898.69	-3191	-11648
$M3_{max}$	38727	174962	34111.31	3215	11646

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	6320	5957	5594	5230	4867	4472	4108	3745	3382	3018	2623	2260	1896	1533	1170	600
N_{max}	6139	5515	4892	4268	3645	4179	3556	2932	2309	1685	2219	1596	973	349	-274	626
$V2_{min}$	6446	5520	4594	3669	2743	5679	4753	3828	2902	1977	4912	3987	3061	2136	1210	883
$V2_{max}$	6856	5669	4482	3295	2108	5960	4773	3586	2399	1212	5064	3877	2690	1503	316	891
$V3_{min}$	6468	6106	5745	5384	5023	4444	4083	3722	3360	2999	2421	2060	1698	1337	976	641
$V3_{max}$	6300	5676	5052	4427	3803	4278	3653	3029	2405	1781	2255	1631	1007	383	-241	641
T_{min}	6265	5911	5556	5201	4847	4364	4010	3655	3301	2946	2463	2109	1754	1400	1045	614
T_{max}	6105	5489	4873	4257	3641	4194	3578	2962	2346	1730	2283	1667	1051	435	-181	611
$M2_{min}$	6487	6126	5764	5402	5040	4460	4098	3736	3374	3012	2432	2070	1708	1346	984	641
$M2_{max}$	6284	5660	5037	4413	3790	4240	3617	2994	2370	1747	2197	1574	950	327	-297	641
$M3_{min}$	6524	5584	4645	3705	2765	5696	4756	3816	2876	1936	4867	3927	2987	2047	1108	886
$M3_{max}$	6811	5609	4408	3207	2005	5977	4775	3574	2373	1171	5143	3942	2740	1539	338	886

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	135 di 173

COMBINAZIONE RARA

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	48717	8823	11719.77	1012	-611
N_{max}	40590	28282	11007.45	1012	609
$V2_{min}$	46322	11193	13204.82	1012	-679
$V2_{max}$	46290	26969	13204.7	1012	680
$V3_{min}$	47179	28798	24033.47	-2199	609
$V3_{max}$	47179	28798	23814.53	2199	609
T_{min}	42919	33633	1026.87	-120	668
T_{max}	42951	4480	1026.97	-120	-667
$M2_{min}$	48102	28272	24956.83	-2199	609
$M2_{max}$	44804	9873	28106.43	2199	-608
$M3_{min}$	44922	744	531.62	60	-615
$M3_{max}$	44890	37384	531.52	60	617

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	4017	3957	3896	3835	3775	3731	3670	3610	3549	3488	3444	3384	3323	3263	3202	87
N_{max}	3753	3558	3364	3170	2976	3484	3289	3095	2901	2707	3215	3020	2826	2632	2438	87
$V2_{min}$	3920	3844	3767	3690	3613	3598	3521	3444	3367	3290	3275	3198	3121	3044	2967	89
$V2_{max}$	4201	4016	3831	3645	3460	3878	3693	3508	3323	3137	3555	3370	3185	3000	2815	89
$V3_{min}$	4564	4366	4168	3970	3773	3976	3778	3581	3383	3185	3389	3191	2993	2795	2598	167
$V3_{max}$	4558	4360	4163	3965	3767	3976	3778	3581	3383	3185	3394	3196	2998	2801	2603	167
T_{min}	3775	3545	3314	3083	2852	3750	3519	3288	3058	2827	3725	3494	3263	3032	2802	50
T_{max}	3255	3224	3194	3163	3132	3230	3199	3168	3138	3107	3205	3174	3143	3113	3082	50
$M2_{min}$	4644	4450	4256	4062	3868	4034	3840	3646	3452	3258	3424	3230	3036	2842	2648	167
$M2_{max}$	4150	4082	4014	3946	3878	3463	3395	3327	3259	3191	2776	2708	2640	2572	2504	167
$M3_{min}$	3321	3315	3310	3305	3300	3308	3302	3297	3292	3287	3295	3289	3284	3279	3274	45
$M3_{max}$	3975	3718	3462	3205	2948	3962	3705	3449	3192	2935	3949	3692	3436	3179	2922	45

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	136 di 173

COMBINAZIONE FREQUENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	45463	416	7031.83	18409	-3
N_{max}	40606	879	6604.5	19051	-1
$V2_{min}$	42469	803	5884.34	14606	-49
$V2_{max}$	42469	2522	5884.34	23474	46
$V3_{min}$	44559	880	14420.05	19361	-1
$V3_{max}$	44559	875	14288.75	19361	-1
T_{min}	42469	2594	10391.14	23345	46
T_{max}	42469	883	10391.14	14717	-49
$M2_{min}$	45113	862	14974.07	19045	-1
$M2_{max}$	43115	857	16863.83	19039	-2
$M3_{min}$	44046	484	8623.55	11898	-8
$M3_{max}$	44046	2200	8623.55	26175	5

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3513	3510	3508	3505	3502	3341	3339	3336	3333	3330	3169	3167	3164	3161	3158	1350
N_{max}	3155	3149	3143	3137	3131	2993	2987	2981	2975	2969	2832	2826	2820	2814	2808	1397
$V2_{min}$	3273	3267	3262	3256	3251	3129	3123	3118	3112	3107	2985	2979	2974	2968	2963	1071
$V2_{max}$	3303	3286	3269	3251	3234	3160	3142	3125	3108	3090	3016	2998	2981	2964	2946	1721
$V3_{min}$	3636	3630	3624	3618	3612	3283	3277	3271	3265	3259	2931	2925	2919	2913	2907	1420
$V3_{max}$	3633	3627	3621	3615	3609	3283	3277	3271	3265	3259	2934	2928	2922	2916	2910	1420
T_{min}	3415	3397	3379	3361	3344	3161	3143	3125	3107	3090	2907	2889	2871	2853	2836	1712
T_{max}	3384	3378	3372	3366	3360	3130	3124	3118	3112	3106	2876	2870	2864	2858	2852	1079
$M2_{min}$	3690	3684	3678	3672	3666	3324	3318	3312	3306	3300	2958	2952	2946	2940	2934	1397
$M2_{max}$	3589	3583	3578	3572	3566	3177	3171	3165	3159	3154	2765	2759	2753	2747	2741	1396
$M3_{min}$	3449	3446	3443	3440	3436	3239	3235	3232	3229	3225	3028	3025	3021	3018	3015	873
$M3_{max}$	3480	3465	3450	3435	3420	3269	3254	3239	3224	3209	3059	3044	3028	3013	2998	1919

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	137 di 173

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PLINTO

	N_{tot}	$M_{y_{tot}}$	$M_{x_{tot}}$	$V_{y_{tot}}$	$V_{x_{tot}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
N_{min}	40606	19037	0	0	-1

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	PALO 9	PALO 10	PALO 11	PALO 12	PALO 13	PALO 14	PALO 15	H_i
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
N_{min}	3319	3188	3058	2927	2796	3319	3188	3058	2927	2796	3319	3188	3058	2927	2796	0

Successivamente si riportano le verifiche a flessione del plinto di fondazione nelle quali si sono assunti come momenti di progetto i valori massimi ottenuti da modello mediante l'involuppo delle combinazioni A1-STR e SISMICA riportate precedentemente.

8.3.1 Verifica a flessione

In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: M22min

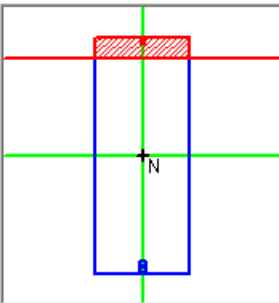
N° figure elementari: 1 N° strati barre: 3

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	240
3	45.24	245

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

L₀ 0 cm

Precompresso

Sollecitazioni

S.L.U.

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 7500 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N

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

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 8*355 kN m

σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 394.7 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 33.3 ‰
d 245 cm
x 23.3 x/d 0.09512
δ 0.7

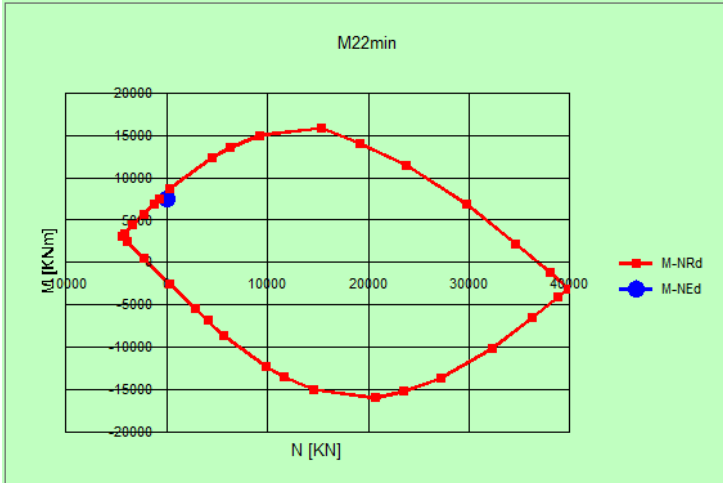
Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 9.75 ‰
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	7500



M_{Ed} = 7500 kNm < M_{Rd} = 8355 kNm → VERIFICATO

Titolo : **M22max**

N° figure elementari Zoom

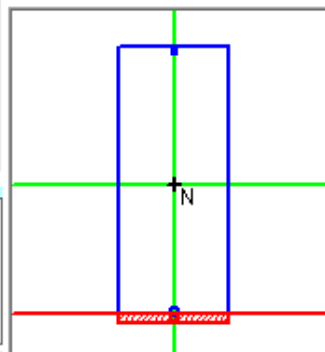
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	45.24	240
3	45.24	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-1000"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm

Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

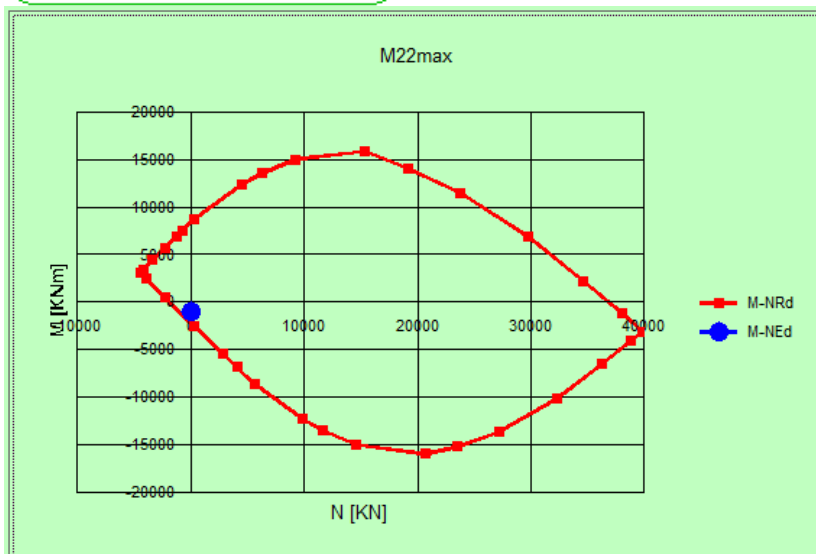
ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Precompresso



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	-1000

Aggiunge

Valori

Infittisci punti

M_{Ed} = 1000 kNm < M_{Rd} = 2187 kNm

→ VERIFICATO

In direzione trasversale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo: M11min

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	53.09	240
3	70.68	245

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 10300 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione:
 Retta Deviata

Materiali:
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 394.7 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ε_{syd} 1.974 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 11'241 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 394.7 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 21.16 ‰
 d 245 cm
 x 34.77 x/d 0.1419
 δ 0.7

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso


Sollecitazioni:

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	10300

Aggiunge

Valori Infittisci punti

M11min

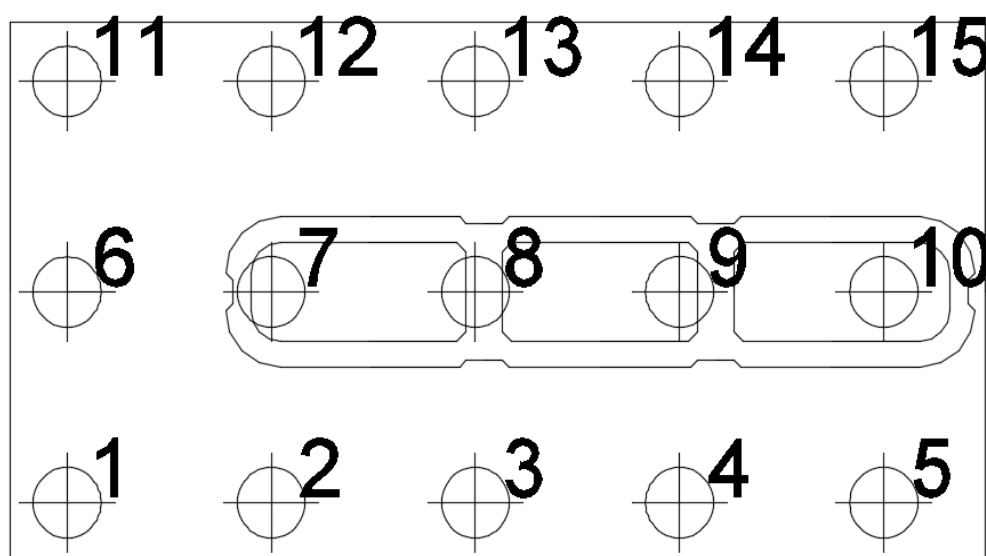


$M_{Ed} = 10300 \text{ kNm} < M_{Rd} = 11241 \text{ kNm}$

➔ VERIFICATO

8.3.2 Verifica a taglio

Il dimensionamento viene effettuato considerando come azione di progetto il valore massimo che si ottiene ripartendo lo sforzo normale agente sul generico palo di fondazione per la sua lunghezza di influenza.



Le zone verificate sono 3:

- 1- Zona longitudinale laterale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.2 più il 50% del carico massimo del palo 1
- 2- Zona longitudinale centrale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.3
- 3- Zona trasversale: Dimensionamento effettuato considerando il carico massimo del palo nr.6 più il 50% dei carichi massimi dei pali nr.1 e nr.11

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	143 di 173

Zona longitudinale laterale

$P_{max} = 10510 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 10510 / 3,25 = 3235 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92 \text{ °}$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} = 5863 \text{ kN}$ taglio trazione

$V_{rcd} = 5863 \text{ kN}$ taglio compressione

$\text{ctg } \theta = 2.76 \Rightarrow \text{si assume } \text{ctg } \theta = 2.5$

$V_{rsd} = 5313 \text{ kN}$

$V_{rcd} = 6311 \text{ kN}$

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rcd}] = 5313 \text{ kN}$ tenuto conto delle armature aggiuntive

$V_{ed} = 3235.0 \text{ kN}$ $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow \text{verifica soddisfatta}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	144 di 173

Zona longitudinale centrale

$P_{max} = 6340 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 6340 / 4.5 = 1410 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	12 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	3.3	ferri a pettine passo 30 cm
$A_{sw} =$	3.77 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	40 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 12.17^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	3771 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	3771 kN	taglio compressione
ctg $\theta =$	4.64	=> si assume ctg $\theta = 2.5$

$V_{rsd} =$	2033 kN
$V_{rcd} =$	6311 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}]$ 2033 kN tenuto conto delle armature aggiuntive

V_{ed} 1410.0 kN $V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta

Zona trasversale

$P_{max} = 13174 \text{ kN}$

al ml: $P_{max} = 13174 / 3,2 = 4120 \text{ kN/m}$

Verifica a Taglio soletta con armature aggiuntive secondo DM 14.01.2008

$R_{ck} =$	30 N/mm ²	
$f_{cd} =$	17 N/mm ²	
$f'_{cd} =$	8 N/mm ²	resistenza a compressione ridotta
$\alpha_c =$	1	coefficiente = 1 in quanto sforzo normale assente
$f_{yd} =$	391.3 N/mm ²	resistenza armatura aggiuntiva a taglio
$h =$	250.0 cm	altezza della trave
$c =$	5.0 cm	copriferro armatura superiore
$d =$	245 cm	altezza utile delle sezione
$b_w =$	100 cm	
$\phi =$	14 mm	diametro dell'armatura aggiuntiva
n braccia =	4.0	ferri a pettine passo 25 cm
$A_{sw} =$	6.16 cm ² /m	area delle armature trasversali a ml di soletta
$s =$	25 cm	interasse meccanismo resistente del traliccio
$\alpha =$	90 °	inclinazione armatura aggiuntiva: 90° ferri pettine, 45° piegati
$\alpha =$	1.57 rad	

Il valore di θ che uguaglia i due contributi di resistenza a taglio trazione V_{sd} e a taglio compressione V_{cd} è

$\theta = 19.92^\circ$ inclinazione dei puntoni d'anima

$V_{rsd} =$	5863 kN	taglio trazione
$V_{rcd} =$	5863 kN	taglio compressione
ctg $\theta =$	2.76	=> si assume ctg $\theta = 2.5$

$V_{rsd} =$	5313 kN
$V_{rcd} =$	6311 kN

$V_{rd} = \min[V_{rsd}; V_{rdc}]$ 5313 kN tenuto conto delle armature aggiuntive

V_{ed} 4120.0 kN **$V_{rd} > V_{ed} \Rightarrow$ verifica soddisfatta**

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

Si riassumono le caratteristiche del plinto di fondazione:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Lunghezza = 43.5 m

Largezza = 12.0 m

Altezza = 2.5 m

ARMATURA LONGITUDINALE

Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 2 ϕ 24/100

ARMATURA TRASVERSALE

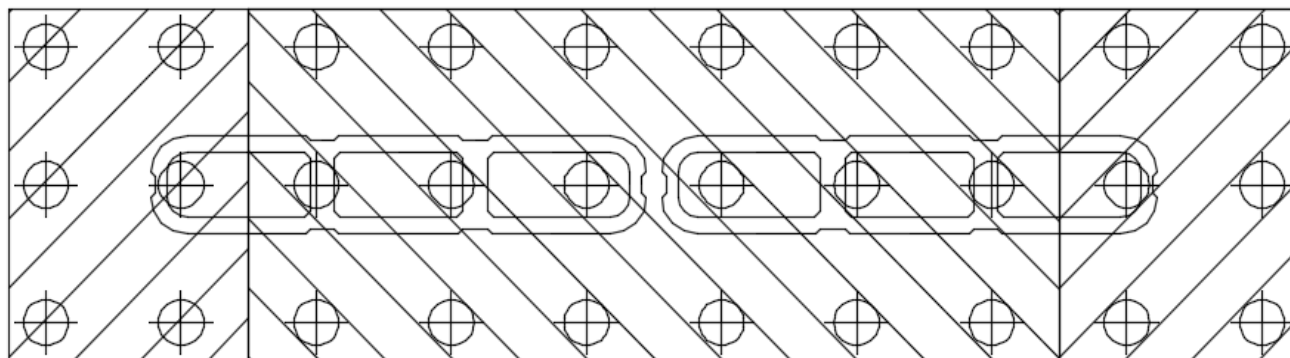
Lembo superiore : 1 ϕ 24/200

Lembo inferiore : 2 ϕ 26/100

ARMATURA A TAGLIO

Zona laterale : Maglia ϕ 14/250x250 sui primi 8.25 metri

Zona centrale : Maglia ϕ 12/300x400 sui restanti 27 metri



In direzione longitudinale all'asse dell'impalcato la verifica è la seguente:

Titolo : QUASI PERMANENTE_M11

N° figure elementari Zoom

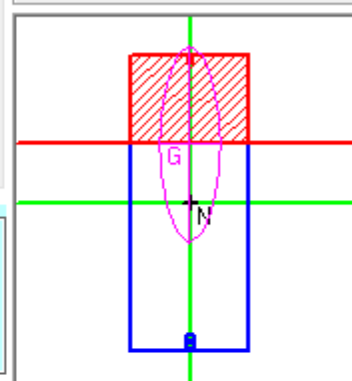
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	53.09	240
3	70.68	245

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="4900"/>	<input type="text" value="4900"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30			
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/>	‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/>	‰
f _{yd}	<input type="text" value="394.7"/>	N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>	
E _s	<input type="text" value="200*000"/>	N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>	
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>		f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/>	?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.974"/>	‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>	
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/>	N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>	
			τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>	

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

$$\sigma_c = 5.45 \text{ N/mm}^2 < 0.4 f_{ck} = 0.4 \times 24.9 = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

$$\sigma_s = 182.9 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e) PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO PILE	COMMESSA RS2S	LOTTO 02	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI 05 05 001	REV. A	FOGLIO 151 di 173

8.3.3.3 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazioni vengono svolte considerando una condizione ambientale aggressiva e un'armatura poco sensibile agli effetti della corrosione; conseguentemente i limiti di apertura delle fessure risultano essere:

Comb. RARA < 0.2 mm

Comb. FREQUANTE < 0.3 mm

Comb. QUASI PERMANENTE < 0.2mm

La verifica secondo combinazione rara è la più severa poiché ad essa corrispondono valori di sollecitazione più elevati e un limite di apertura di fessure minore, al pari della combinazione quasi permanente. Per questo motivo la verifica a fessurazione viene svolta solo per la combinazione rara. I casi analizzati sono quattro, due per ogni direzione principale considerando i momenti massimi di combinazione che tendono rispettivamente i lembi inferiore e superiore del plinto.

1) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 4500 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	5.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	66.52 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	129.57 cm
asse neutro x	$y_n =$	66.52 cm
braccio coppia interna	$z =$	222.83 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	54305792 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	154624973 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	394147 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	328456 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	229919 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²

Verifica: combinazione rara

	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	11.49 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\varepsilon_{sm} =$	0.00079
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.09 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.15 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	153 di 173

2) DIREZIONE LONGITUDINALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 700 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	5.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	28.70 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	120.43 cm
asse neutro x	$y_n =$	28.70 cm
braccio coppia interna	$z =$	235.43 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	17415881 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	154624973 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	366325 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	305271 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	213690 daN m
	$b_{eff} =$	100 cm
	$d_{eff} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{eff} =$	2180 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00025
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.06 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1adm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.10 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

3)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo inferiore teso

$$M_{\max} = 5600 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.81 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	5.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	20.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	76.08 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	131.69 cm
asse neutro x	$y_n =$	76.08 cm
braccio coppia interna	$z =$	219.64 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	69343771 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	161814317 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	419861 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	349884 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	244919 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	24.65 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2465 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{rm} =$	10.99 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{sm} =$	0.00080
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.09 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{ladm} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.15 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{adm}$

4)DIREZIONE TRASVERSALE: Lembo superiore teso

$$M_{\max} = 1000 \text{ kNm/m}$$

Verifiche allo stato limite di apertura delle fessure

diametro medio barre tese	$\Phi_t =$	2.40 cm
interasse medio barre tese	$f_c =$	20.00 cm
diametro medio barre compresse	$\Phi_t =$	2.81 cm
interasse medio barre compresse	$f_c =$	5.00 cm
baric. sez.fess.dal lembo inferiore	$y_{gf} =$	29.71 cm
baric. sez. int. reag. dal lembo inf.	$y_g =$	143.17 cm
asse neutro x	$y_n =$	29.71 cm
braccio coppia interna	$z =$	285.10 cm
Momento d'inerzia sezione fessurata	$I_f =$	25874090 cm ⁴
Momento d'inerzia sez.interamente reagente	$I_i =$	271146932 cm ⁴
Momento di prima fessurazione a flessione	$M_{1f} =$	530733 daN m
Momento di prima fessurazione a trazione	$M_{1t} =$	442277 daN m
Momento di formazione delle fessure	$M_{ff} =$	309594 daN m
	$b_{\text{eff}} =$	100 cm
	$d_{\text{eff}} =$	21.80 cm
Area efficace	$A_{\text{eff}} =$	2180 cm ²
<u>Verifica: combinazione rara</u>		
	$k_2 =$	0.4
	$k_3 =$	0.125
	$\beta_1 =$	1
	$\beta_2 =$	0.5
Distanza media tra le fessure	$s_{\text{rm}} =$	23.17 cm
Deformazione media nel c.l.s	$\epsilon_{\text{sm}} =$	0.00030
APERTURA MEDIA DI FESSURA	$W_m =$	0.07 mm
VALORE DI CONFRONTO	$W_{1\text{adm}} =$	0.20 mm
APERTURA CARATTERISTICA DI FESSURA	$W_k =$	0.12 mm

VERIFICA SODDISFATTA IN QUANTO $W_k < W_{\text{adm}}$

9 VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P1 / P6 / P7

9.1 Riepilogo carichi sui pali

	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	H_{max} (kN)
SLE Q.P.	2796	3319	0
SLE FREQUENTE	2568	4016	97
SLE RARA	2438	4644	167
SLU STR	2261	6036	243
SLV ($q = 1.5 - \gamma_{Rd} = 1.1$)	-297	6856	886

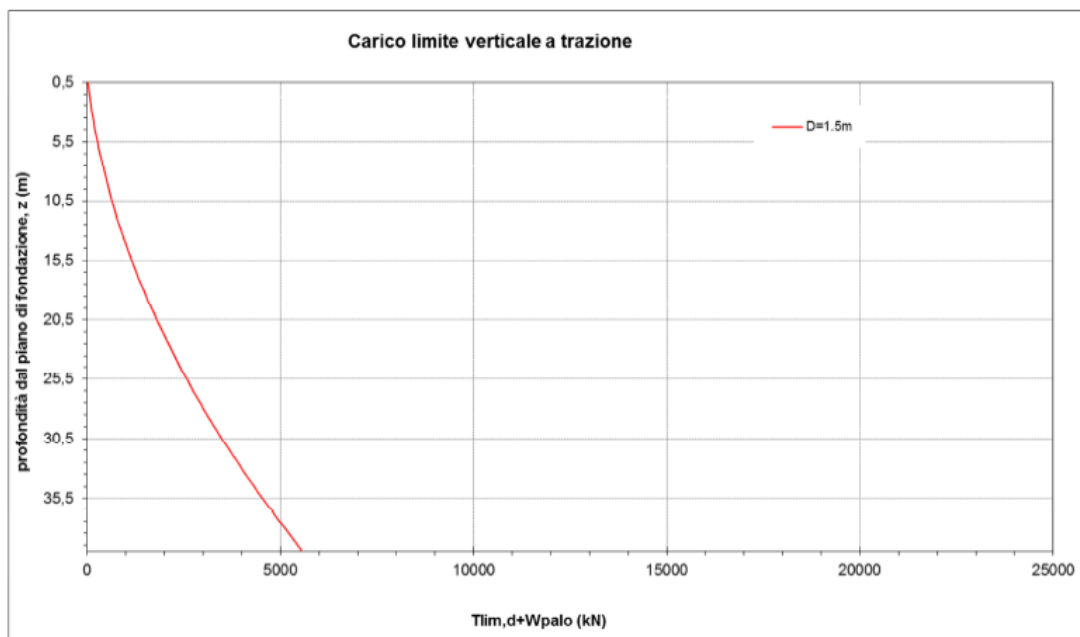
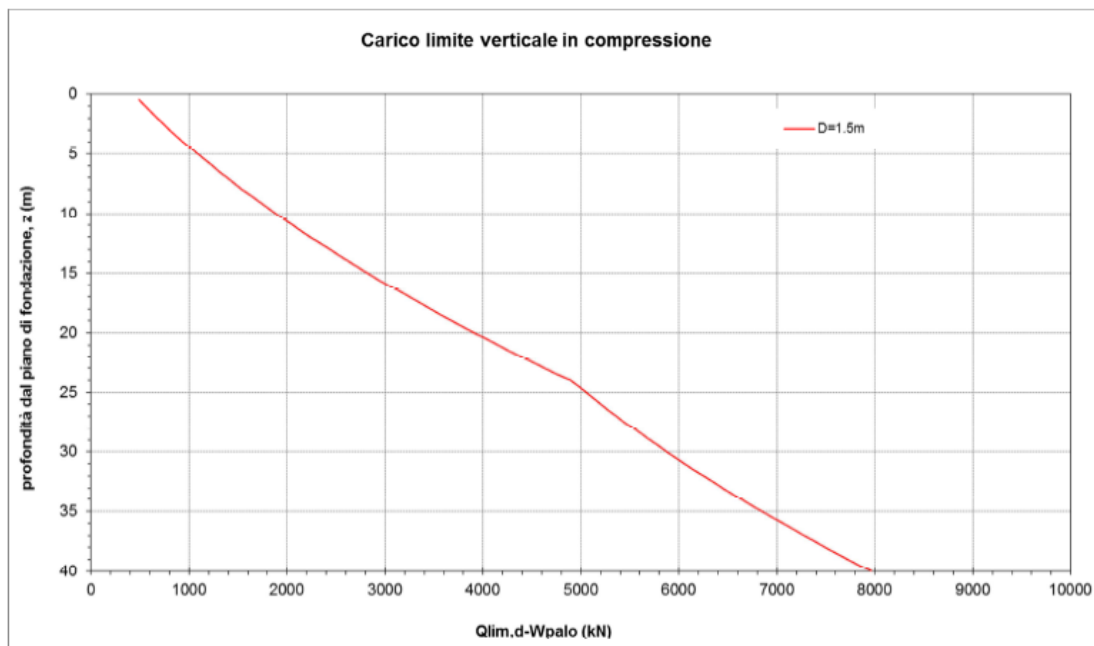
9.2 Verifica capacità portante verticale palo

Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo. Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Opera	Binario	Pila/Spalla	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	L_{palo} (m)
VI05	Entrambi	P1/P6/P7	-297	6856	40

VI05

Spalla A e pile



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	158 di 173

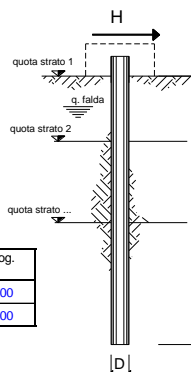
9.3 Verifica palo per forze orizzontali

Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	γ_t	φ'	cu	n°vert	q.ta falda	Hsd	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
VI05			P1-P6-P7	18	36	-	1	0	886	6253	1049	0.84

9.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali		A		M			R		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_{st}	γ_{ca}	γ_r	γ_{ca}	γ_r	
U S	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi k_p	c_u (kPa)	Parametri minimi φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	18	8	36	3.69		36	3.69	
strato 2						1.00			1.00	
strato 3						1.00			1.00	
strato 4						1.00			1.00	
strato 5						1.00			1.00	
strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 40.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 6'253.24 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	2'898 (kN)		2'898 (kN)	
Palo intermedio	29'071 (kN)		29'071 (kN)	
Palo corto	110'933 (kN)		110'933 (kN)	
	H_{med} 2'898 (kN)	Palo lungo	H_{min} 2'898 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		1'705 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	$k =$	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_r) \cdot k$		1'049 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	$G =$	886 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	$Q =$	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_0 + Q \cdot \gamma_Q =$		886 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.18 (-)	
	c.r. = $F_d / H_d =$		0.84 (-)	

9.4 Resistenza strutturale

Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Verifica Strutturale palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	c.s.(>1)
SLU	0	243	303.75	817.0875	6253	7.7
SLV	0	886	1107.5	2979.175	6253	2.1

Costante elastica - Matlock Reese

$$\alpha = M_p / H_p \quad 2.69$$

Coefficiente di gruppo

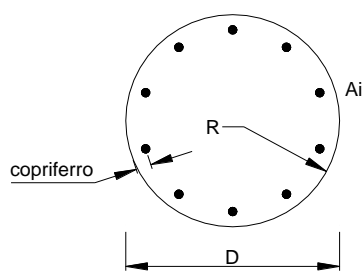
$$k \quad 0.8$$

Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)

$$H_p \text{ max } / k$$

Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)

$$M_p \text{ max} = (H_p \text{ max } / k) * \alpha$$

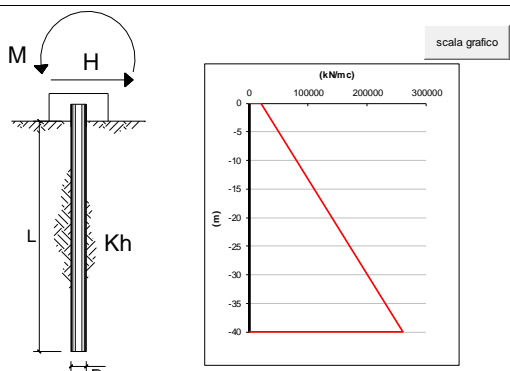


Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copri ferro (mm)
40	ϕ 30	28274.33	50

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	160 di 173

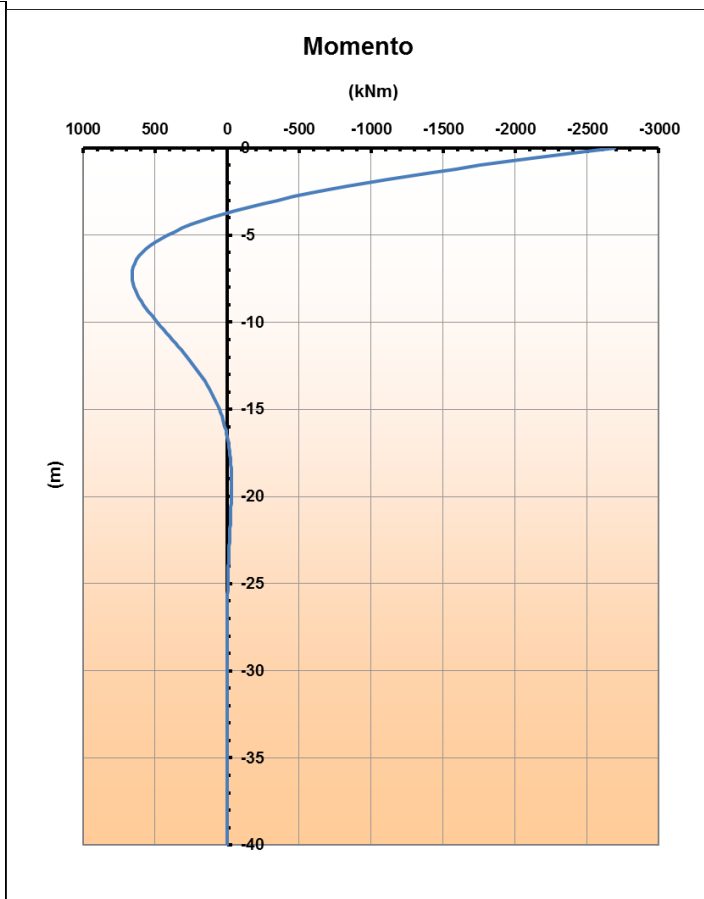


strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_b (kN/m ³)
p.c.=strato 1	Ubb	0.00	21'000	9'000
<input type="checkbox"/> strato 2				
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo: 1.5 (m)
 J palo: 0.24850 (m⁴)
 Lunghezza del palo: 40 (m)
 Forza orizzontale in testa: 1000 (kN)
 Momento in testa: 0 (kNm)
 E cls: 31476 (Mpa)
 dimensione elementi: 0.2 (m)

- palo impedito di ruotare
- palo impedito di traslare
- palo libero

Calcolo
(ctrl+r)



9.4.1 Taglio strutturale

Verifica a taglio elemento palo

$d_{palo} = 150$ cm
 $f_{yd} = 39.13$ kN/cm²
 $R_{ck} = 30$ N/mm²
 $f_{ck} = 25$ N/mm²
 $f_{cd} = 14.2$ N/mm² 1.42 kN/cm²
 $\alpha_c = 0.85$
 $\gamma = 1$

	cotθ	d [cm]	Armatura a taglio	(A _{sw} /s)	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	SLU T _{max}	SLV T _{max}	c.s.	VRd/Tmax
				[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		
VI02 - Spalla A	1	117	Φ 16 / s= 10 cm	4.02	1660	4763	1660	304	1108	0.67	1.50

OK

9.5 Verifiche SLE

Verifiche SLE palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max
SLE_qp	0	0	0	0
SLE_frequente	0	97	121	326
SLE_rara	0	167	209	562

Costante elastica - Matlock Reese	$\alpha = M_p / H_p$	2.69
Coefficiente di gruppo	k	0.8
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)	Hp max /k	
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)	$M_p \max = (H_p \max / k) * \alpha$	

Per le verifiche a SLE oltre alle verifiche a fessurazione, si eseguono le verifiche sulle tensioni del calcestruzzo e acciaio, seguendo quanto indicato dalle istruzioni RFI e NTC. Si riporta il riferimento normativo e successivamente le verifiche.

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

SLE rara:

Si riporta di seguito la verifica eseguita per la combinazione agli stati limite di esercizio rara, quindi verificando sia le massime tensioni di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio.

Minimo Sforzo normale e Massimo Momento

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

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

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]

Raggio interno [cm]

N° barre uguali 40

Diametro barre 3 [cm]

Copriferro (baric.) 9 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sezio...

File

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 2438 kN

M_{xEd} 0 562 kNm

M_{yEd} 0 0

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰

E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8

ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6

τ_{c1} 1.829

σ_c -0.5187 N/mm²

ϵ_s -0.01089 ‰

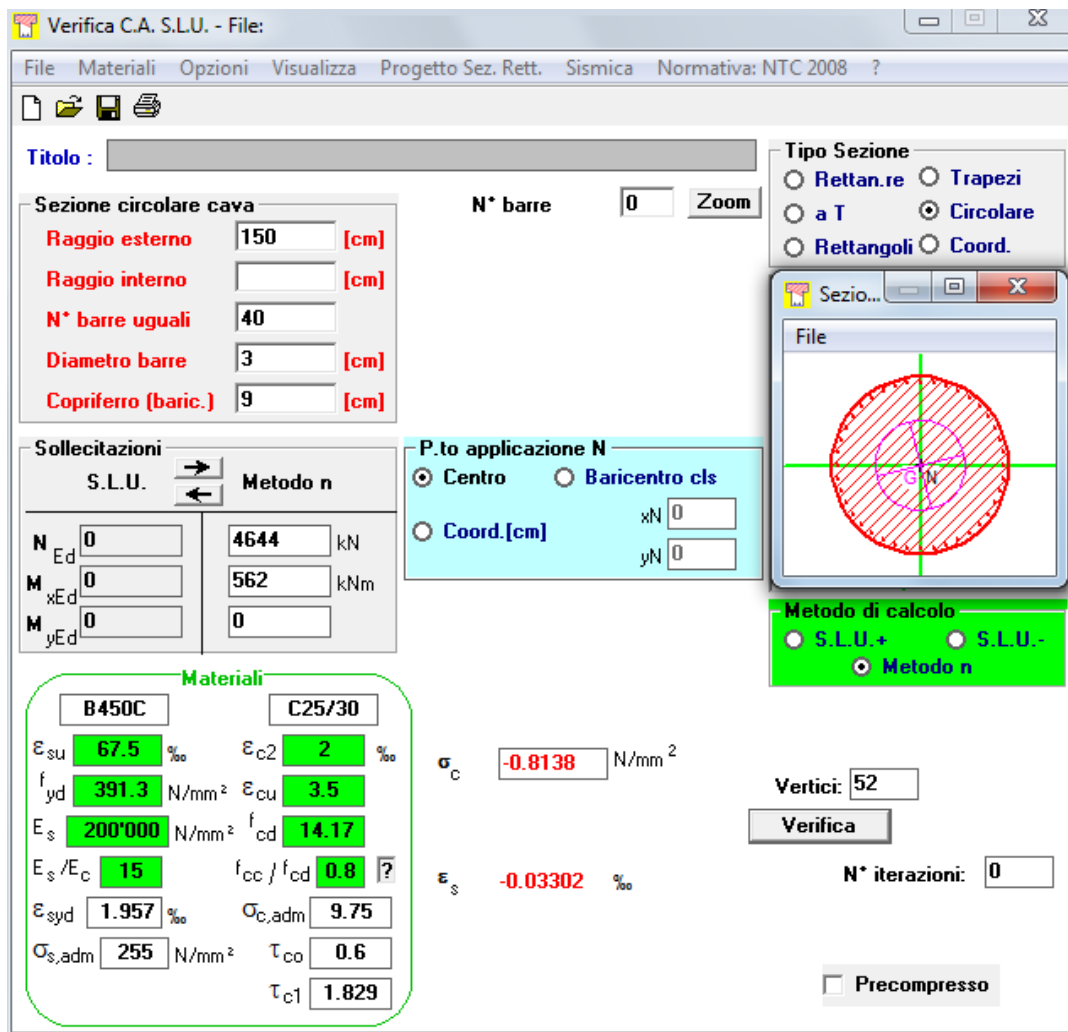
Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

Massimo Sforzo normale e Massimo Momento



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

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 4644 kN
M_{xEd}: 0 562 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

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

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} 67.5 ‰	ε _{c2} 2 ‰
f _{yd} 391.3 N/mm ²	ε _{cu} 3.5 ‰
E _s 200'000 N/mm ²	f _{cd} 14.17
E _s /E _c 15	f _{cc} /f _{cd} 0.8
ε _{syd} 1.957 ‰	σ _{c,adm} 9.75
σ _{s,adm} 255 N/mm ²	τ _{co} 0.6
	τ _{c1} 1.829

σ_c -0.8138 N/mm²
ε_s -0.03302 ‰

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 0
 Precompresso

Verifiche:

$$\sigma_c = 0.814 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 25 = 13.75 \text{ N/mm}^2$$

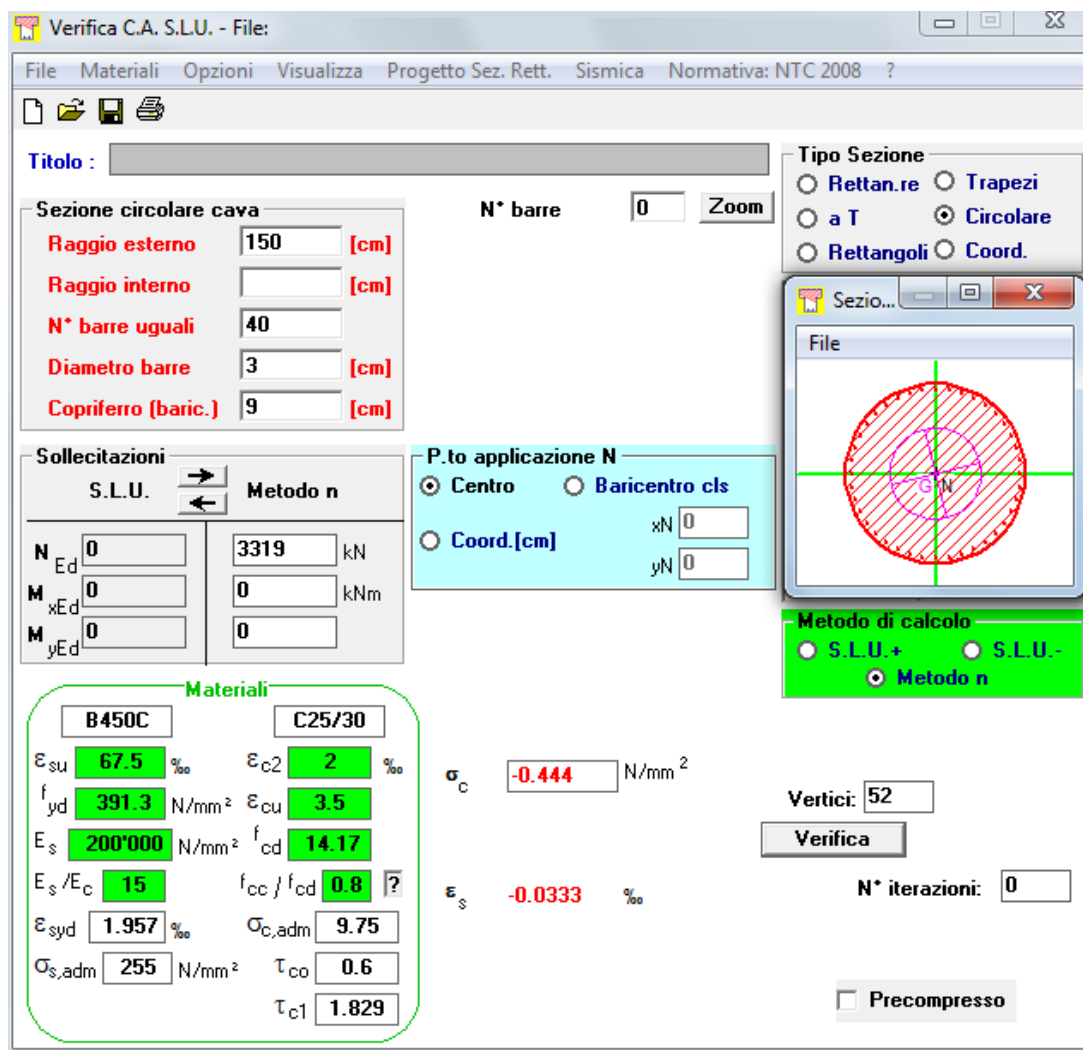
$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
→ VERIFICATO

Non si esegue la verifica a fessurazione in quanto la sezione è interamente compressa in questa condizione di carico.

SLE quasi permanente:

Si riporta di seguito la verifica per la combinazione agli stati limite di esercizio quasi permanente, quindi verificando solo le massime tensioni di compressione sul calcestruzzo.



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 150 [cm]
 - Raggio interno: [] [cm]
 - N° barre uguali: 40
 - Diametro barre: 3 [cm]
 - Copriferro (baric.): 9 [cm]
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. Metodo n
 - N_{Ed}: 0, 3319 kN
 - M_{xEd}: 0, 0 kNm
 - M_{yEd}: 0, 0
- Materiali:**
 - B450C: ϵ_{su} 67.5 ‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200'000 N/mm², E_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1.957 ‰, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²
 - C25/30: ϵ_{c2} 2 ‰, ϵ_{cu} 3.5 ‰, f_{cd} 14.17, f_{cc}/f_{cd} 0.8, $\sigma_{c,adm}$ 9.75, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829
- Calcolo:**
 - σ_c : -0.444 N/mm²
 - ϵ_s : -0.0333 ‰
- Sezione:** Tipo Sezione: Circolare
- Metodo di calcolo:** Metodo n
- Vertici:** 52
- N° iterazioni:** 0
- Precompresso:**

$$\sigma_c = 0.414 \text{ N/mm}^2 < 0.40 f_{ck} = 0.40 \times 25 = 10 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO

10 VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE – P2 / P5

10.1 Riepilogo carichi sui pali

	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	H_{max} (kN)
SLE Q.P.	3455	3609	0
SLE FREQUENTE	3144	4328	88
SLE RARA	3045	4955	173
SLU STR	3192	6360	229
SLV ($q = 1.5 - \gamma_{Rd} = 1.1$)	8	7496	862

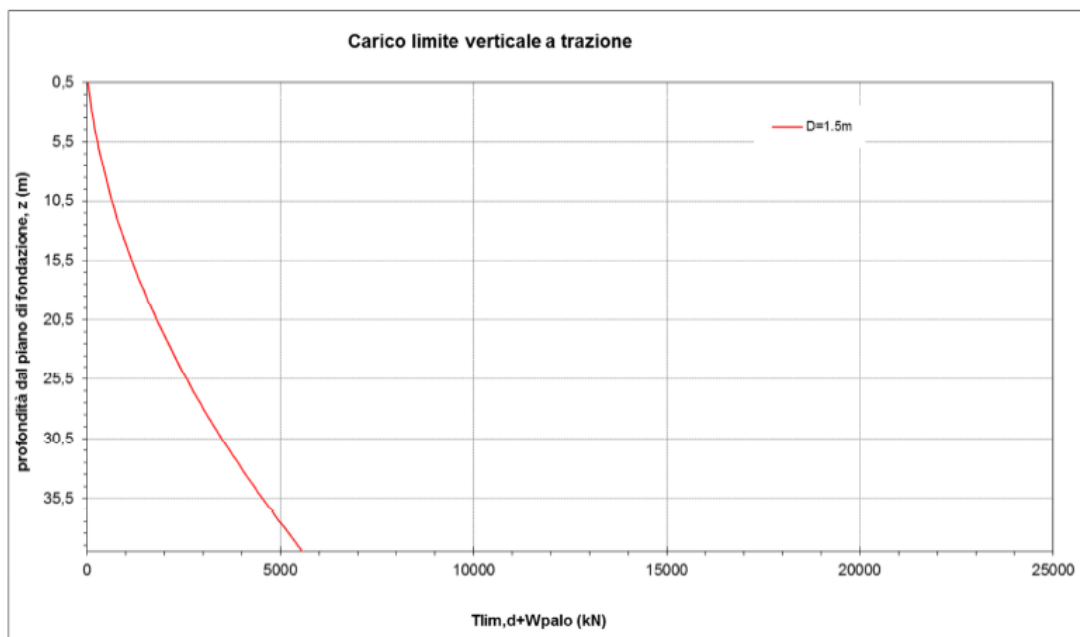
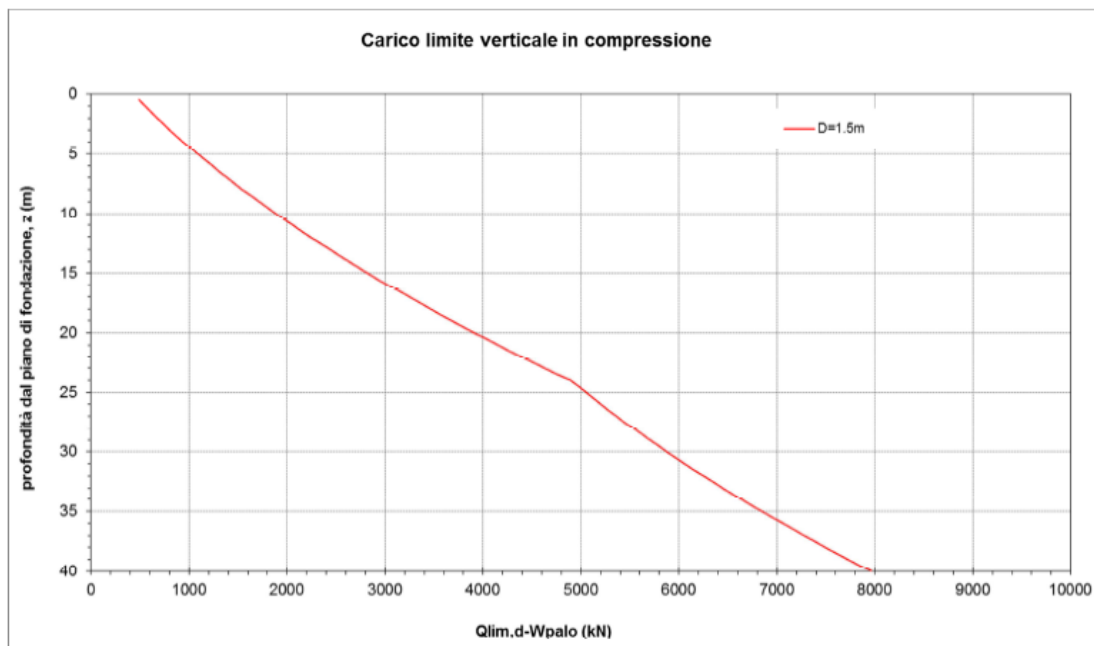
10.2 Verifica capacità portante verticale palo

Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo. Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Opera	Binario	Pila/Spalla	N_{min} (kN)	N_{max} (kN)	L_{palo} (m)
VI05	Entrambi	P2/P5	8	7496	40

VI05

Spalla A e pile



RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	167 di 173

10.3 Verifica palo per forze orizzontali

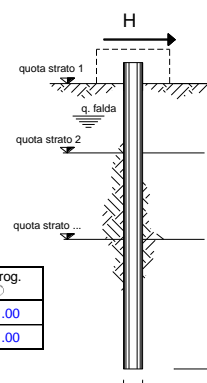
Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	γ_t	φ'	cu	n°vert	q.ta falda	Hsd	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
VI05			P2-P5	18	36	-	1	0	862	6253	1049	0.82

10.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_w	γ_{cu}	γ_r	
			γ_G	γ_Q				
SUD	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	18	8	36	3.69		36	3.69	
<input type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	



Quota falda 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 40.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo My 6'253.24 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2'898 (kN)		2'898 (kN)	
Palo intermedio	29'071 (kN)		29'071 (kN)	
Palo corto	110'933 (kN)		110'933 (kN)	
H_{med}	2'898 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2'898 (kN)
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1'705 (kN)	
Coefficiente di gruppo palificata:		k =	0.8 (-)	
$H_d = (H_k \gamma_r) * k$			1'049 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):		G =	862 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):		Q =	0 (kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$			862 (kN)	
c.s. = Hd / Fd =			1.22 (-)	

10.4 Resistenza strutturale

Per le verifiche seguenti si useranno le sollecitazioni massime tra le combinazioni SLU e SLV (fattore di struttura 1.5 e coefficiente di sovraresistenza 1.1).

Verifica Strutturale palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	c.s.(>1)
SLU	0	229	286.25	770.0125	6253	8.1
SLV	0	862	1077.5	2898.475	6253	2.2

Costante elastica - Matlock Reese

$$\alpha = M_p / H_p \quad 2.69$$

Coefficiente di gruppo

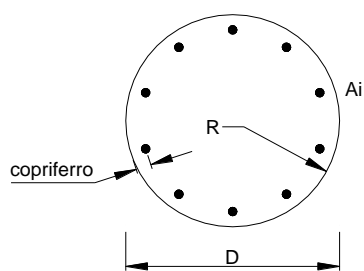
$$k \quad 0.8$$

Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)

$$H_p \text{ max } / k$$

Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)

$$M_p \text{ max} = (H_p \text{ max } / k) * \alpha$$

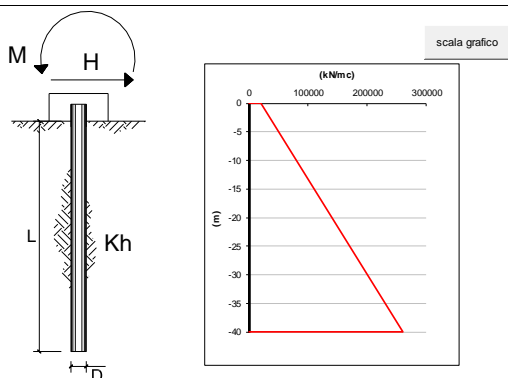


Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
40	ϕ 30	28274.33	50

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02	D 09 CL	VI 05 05 001	A	169 di 173

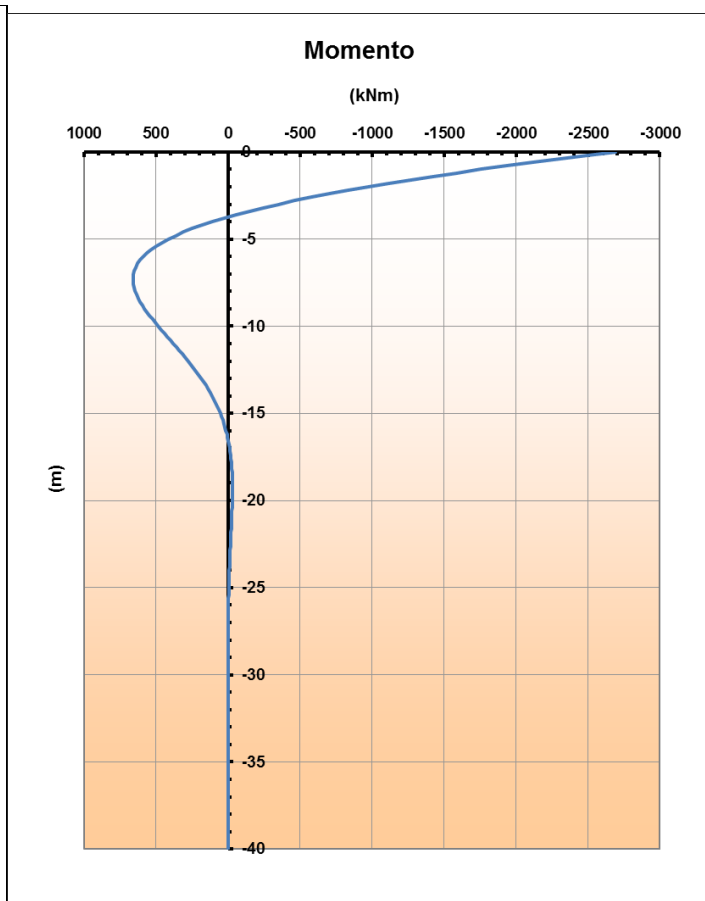


strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_b (kN/m ³)
p.c.=strato 1	Ubb	0.00	21'000	9'000
<input type="checkbox"/> strato 2				
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo	1.5 (m)
J palo	0.24850 (m ⁴)
Lunghezza del palo	40 (m)
Forza orizzontale in testa	1000 (kN)
Momento in testa	0 (kNm)
E cls	31476 (Mpa)
dimensione elementi	0.2 (m)

- palo impedito di ruotare
- palo impedito di traslare
- palo libero

Calcolo
(ctrl+r)



10.4.1 Taglio strutturale

Verifica a taglio elemento palo

d_{palo}	150 cm	
f_{yd}	39.13 kN/cm ²	
R_{ck}	30 N/mm ²	
f_{ck}	25 N/mm ²	
f_{cd}	14.2 N/mm ²	1.42 kN/cm ²
α_c	0.85	
γ	1	

	cotθ	d [cm]	Armatura a taglio	(A_{sw}/s)	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	SLU	SLV	c.s.	V_{Rd}/T_{max}
				[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	T_{max} [kN]	T_{max} [kN]		
VI02 - Spalla A	1	117	Φ 16 / s= 10 cm	4.02	1660	4763	1660	286	1078	0.65	1.54

OK

10.5 Verifiche SLE

Verifiche SLE palo

	Mp-testa	Hp max	Hp max/k	Mp max
SLE_qp	0	0	0	0
SLE_frequente	0	88	110	296
SLE_rara	0	173	216	582

Costante elastica - Matlock Reese	$\alpha = M_p / H_p$	2.69
Coefficiente di gruppo	k	0.8
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)	Hp max /k	
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)	Mp max = (Hp max /k) * α	

Per le verifiche a SLE oltre alle verifiche a fessurazione, si eseguono le verifiche sulle tensioni del calcestruzzo e acciaio, seguendo quanto indicato dalle istruzioni RFI e NTC. Si riporta il riferimento normativo e successivamente le verifiche.

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

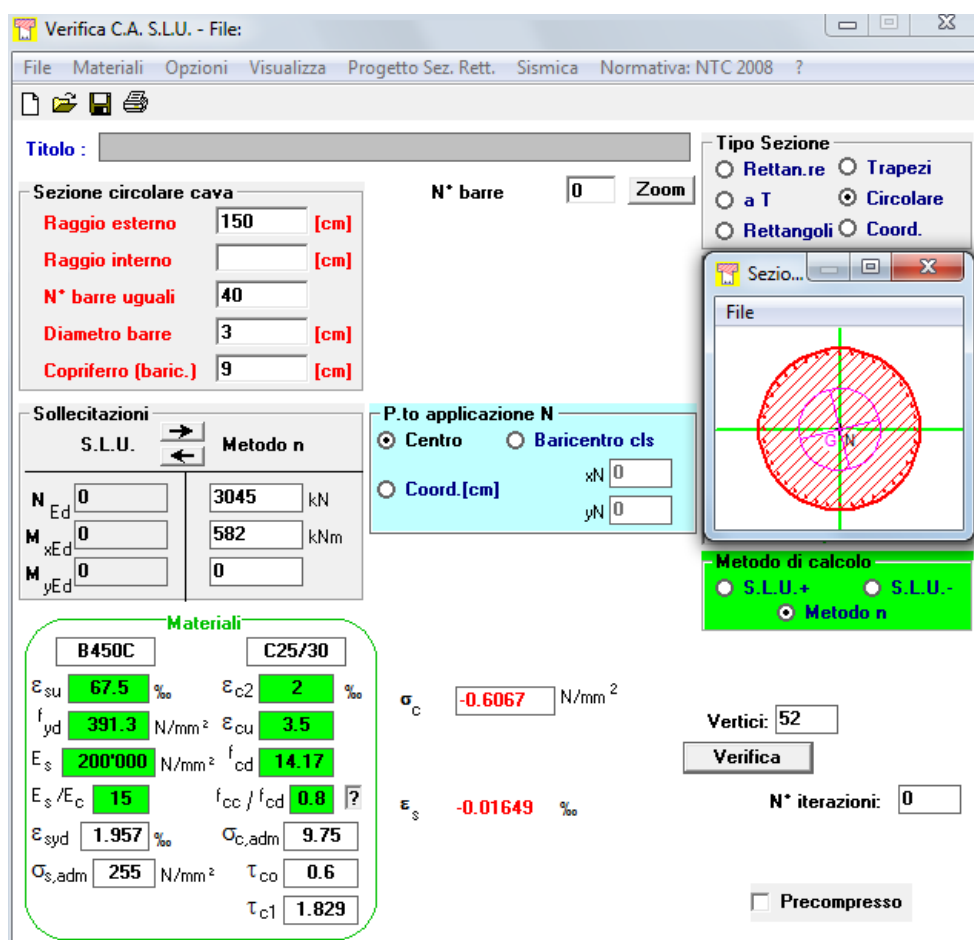
Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

SLE rara:

Si riporta di seguito la verifica eseguita per la combinazione agli stati limite di esercizio rara, quindi verificando sia le massime tensioni di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio.

Minimo Sforzo normale e Massimo Momento



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

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

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 150 [cm]
- Raggio interno: [] [cm]
- N° barre uguali: 40
- Diametro barre: 3 [cm]
- Copriferro (baric.): 9 [cm]

Sezioni

N° barre: 0 Zoom

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 3045 kN
M_{xEd}: 0 582 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN: 0
yN: 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c : -0.6067 N/mm²

ϵ_s : -0.01649 ‰

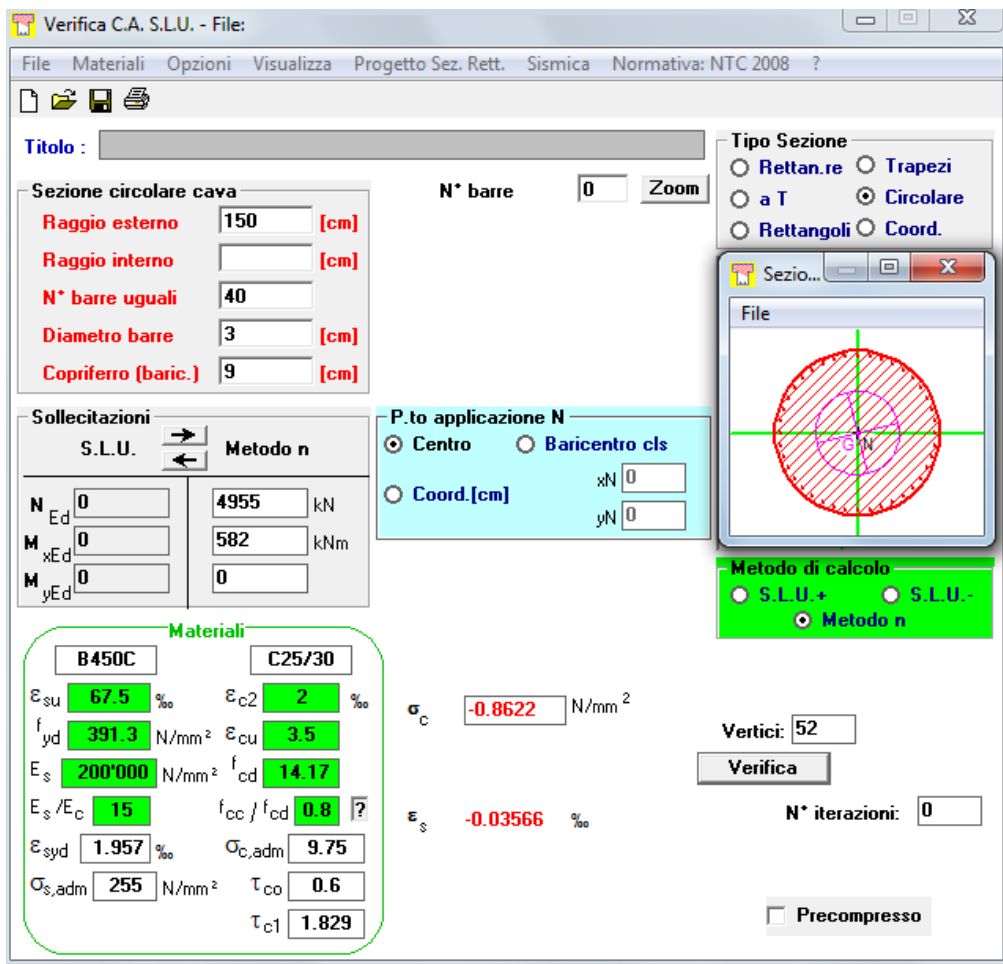
Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

Massimo Sforzo normale e Massimo Momento



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

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezio...

File

P.to applicazione N

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

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 4955 kN
M_{xEd} 0 582 kNm
M_{yEd} 0 0

Materiali

B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -0.8622 N/mm²
ε_s -0.03566 ‰

Vertici: 52
Verifica
N° iterazioni: 0
 Precompresso

Verifiche:

$$\sigma_c = 0.862 \text{ N/mm}^2 < 0.55 f_{ck} = 0.55 \times 25 = 13.75 \text{ N/mm}^2$$

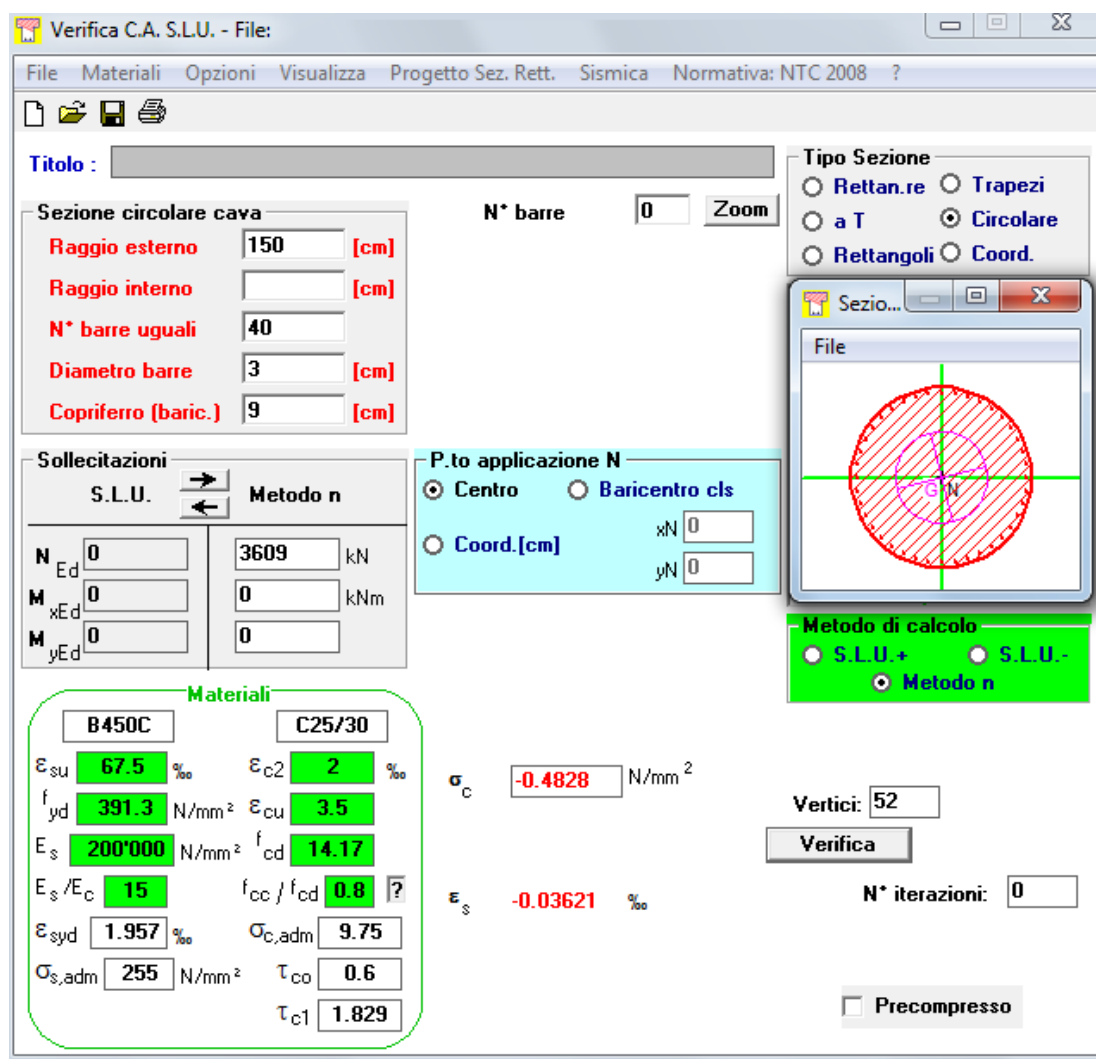
$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2 < 0.75 f_{yk} = 0.75 \times 450 = 337.5 \text{ N/mm}^2$$

→ VERIFICATO
→ VERIFICATO

Non si esegue la verifica a fessurazione in quanto la sezione è interamente compressa in questa condizione di carico.

SLE quasi permanente:

Si riporta di seguito la verifica per la combinazione agli stati limite di esercizio quasi permanente, quindi verificando solo le massime tensioni di compressione sul calcestruzzo.



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

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

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
Raggio interno: _____ [cm]
N° barre uguali: 40
Diametro barre: 3 [cm]
Copriferro (baric.): 9 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezio...

File

Sezione

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

P.to applicazione N

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

σ_c -0.4828 N/mm²

ϵ_s -0.03621 ‰

$$\sigma_c = 0.414 \text{ N/mm}^2 < 0.40 f_{ck} = 0.40 \times 25 = 10 \text{ N/mm}^2$$

➔ VERIFICATO