

**S.S. 131 di "Carlo Felice"**  
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici - 2° stralcio  
dal km 108+300 al km 158+000

**PROGETTO ESECUTIVO**

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



**PRO  
ITER**  
Progetto  
Infrastrutture  
Territorio s.r.l.

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanatica - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli  
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA



PROTOCOLLO

DATA

**GEOTECNICA**

**Risoluzione accessi al Km 122+000**

Relazione Geotecnica e di Calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	S20GE00GETRE01B .pdf		
L O P L S Q	E	1901	CODICE ELAB. S20GE00GETRE01	B	-
D					
C					
B	Revisione per istruttoria, verifica e controlli D.Lgs. 35/11	Aprile 2021	Parisi	Rivoltini	Formichi
A	Emissione	Marzo 2020	Parisi-Prati	Rivoltini	Formichi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
2.1	Riferimenti normativi .....	2
2.2	Documenti di progetto .....	2
<b>3</b>	<b>PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA .....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Affidabilità dei codici di calcolo .....	3
3.1.2	Modalità di presentazione dei risultati .....	4
3.1.3	Informazioni generali sull'elaborazione .....	4
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>5</b>
4.1	Calcestruzzo per elevazioni muri di sostegno .....	5
4.2	Calcestruzzo per fondazioni muri di sostegno e cordoli in c.a. ....	5
4.3	Calcestruzzo magro per sottofondazioni .....	6
4.4	Malta cementizia per micropali .....	6
4.5	Acciaio per calcestruzzo armato .....	6
4.6	Acciaio per micropali .....	6
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>12</b>
7.1	Descrizione delle indagini .....	12
7.2	Modello geotecnico di sottosuolo .....	13
7.3	Unità geotecnica C – Coltre eluvio-colluviale .....	13
7.3.1	Interpretazione dei risultati delle prove SPT .....	13
7.3.2	Prove di taglio diretto .....	17
7.4	Substrato roccioso: Basalti di Campeda .....	18
7.4.1	Unità geotecnica B – Basalti non alterati .....	18
7.4.2	Unità geotecnica BA – Basalti alterati .....	20
7.4.3	Determinazione della tensione tangenziale limite .....	21
7.5	Parametri di calcolo scelti .....	23
<b>8</b>	<b>AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICHE DEL MURO DI CAPOSTRADA .....</b>	<b>26</b>
9.1	Muro di capostrada – SEZIONE A1 .....	26
9.1.1	Geometria della struttura .....	26
9.1.2	Analisi dei carichi .....	27
9.1.3	Verifiche strutturali nell'elevazione del muro .....	30
9.1.4	Verifiche della fondazione .....	38
9.1.5	Verifiche dei micropali .....	41
9.1.6	Verifica di stabilità globale .....	54
9.2	Muro di capostrada – SEZIONE A .....	57
9.2.1	Geometria della struttura .....	57
9.2.2	Analisi dei carichi .....	58
9.2.3	Verifiche strutturali nell'elevazione del muro .....	60
9.2.4	Verifiche della fondazione .....	67
9.2.5	Verifiche dei micropali .....	70
9.2.6	Verifica di stabilità globale .....	82
9.3	Muro di capostrada – SEZIONE B .....	85
9.3.1	Geometria della struttura .....	85
9.3.2	Analisi dei carichi .....	85
9.3.3	Verifiche strutturali nell'elevazione del muro .....	88
9.3.4	Verifiche della fondazione .....	94
9.3.5	Verifiche dei micropali .....	97
9.3.6	Verifica di stabilità globale .....	109
9.4	Muro di capostrada – SEZIONE C .....	112
9.4.1	Geometria della struttura .....	112
9.4.2	Analisi dei carichi .....	112

Relazione Sismica

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

9.4.3	Verifiche strutturali nell'elevazione del muro.....	115
9.4.4	Verifiche della fondazione.....	120
9.4.5	Verifiche dei micropali.....	124
9.4.6	Verifica di stabilità globale .....	135
9.5	Verifica locale cordolo di testa .....	138
9.6	Verifica nei confronti dell'urto ferroviario .....	139
<b>10</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>141</b>
10.1	Allegato 1 – Sezione tipo A1.....	141
10.2	Allegato 2 – Sezione tipo A .....	142
10.3	Allegato 3 – Sezione tipo B.....	143
10.4	Allegato 4 – Sezione tipo C .....	144

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo è parte integrante del Progetto Esecutivo denominato *Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 "Carlo Felice" – risoluzione dei nodi critici, 2° stralcio, dal km 108+300 al km 158+000*.

Nel seguito si riportano le verifiche geotecniche e strutturali delle seguenti opere di sostegno:

- Muro di capostrada OS01 tra le pk 0+434.13 e 0+967.4 della Carreggiata Nord;
- Muro di capostrada OS02 tra le pk 0+992.42 e 0+1014.42 della Viabilità locale B;
- Muro di capostrada OS03 tra le pk 1+050.42 e 1+092.42 della Viabilità locale B.

Tutte le verifiche sono state condotte in accordo al metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo le prescrizioni presenti nelle NTC 2008 e nella relativa circolare applicativa (Circ. 21/01/2019).

Nel seguito si riportano le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere in esame e i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali ad esse inerenti.

Per la descrizione dettagliata della metodologia di calcolo adottata nelle verifiche si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti normativi

- **D.M. 14.01.2008** "Norme tecniche per le costruzioni" Circolare 9 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP
- **Circ. 21.01.2019, n.7 C.S.LL.PP.** "Istruzione per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" (Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.35 del 11.02.2019).
- **UNI EN 1993 1-1** Eurocodice 3 Progettazione delle strutture in acciaio Parte 1-1: Regole generali delle strutture in acciaio.
- **Delibera Regione Autonoma della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004** "Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003".

### 2.2 Documenti di progetto

- [1] T00GE00GETRE01 Relazione Geotecnica Generale
- [2] T00GE00GETRE02 Relazione Sismica

### 3 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio del codice di calcolo automatico MAX 15.0 prodotto da Aztec Informatica srl. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

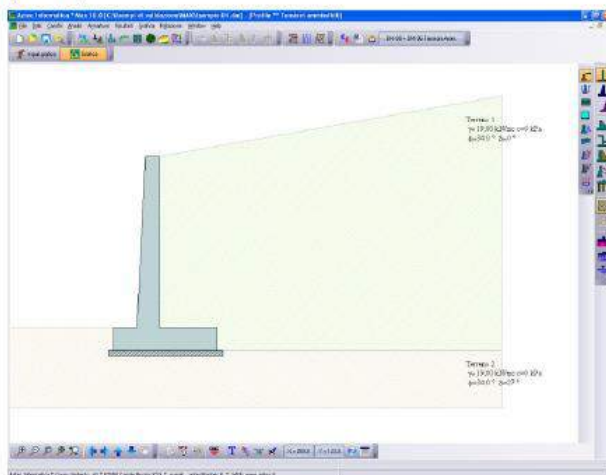
#### 3.1.1 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. Si riporta di seguito un esempio coerente con l'opera in esame.

Riferimento: **Geotecnica.**  
**R. Lancellotta**  
Terza edizione  
Zanichelli editore  
Esempio 8.7 - Pagina 373.

#### DATI

Altezza muro  $H = 3.4$  m;  
Peso di volume del terreno  $\gamma = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>;  
Angolo di attrito  $\phi = 34^\circ$ ;  
Angolo di attrito terreno-muro per terreno di fondazione (  $\text{tg } \delta = 0.50$  )  $\delta = 26.565^\circ$ ;  
Terrapieno orizzontale  $\beta = 10^\circ$ ;



#### RISULTATI

	Letteratura	Programma MAX
Coefficiente di spinta attiva	<b>0.287</b>	0.2944
Componente verticale spinta [kN/m]	<b>5.96</b>	6.21
Componente orizzontale spinta [kN/m]	<b>33.81</b>	35.23
Peso del muro [kN/m]	<b>101.05</b>	101.05
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>1.58</b>	1.52
Eccentricità carichi verticali	<b>0.165</b>	0.178
Pressione massima sul piano di fondazione	<b>92.15</b>	95.00

### 3.1.2 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo in modo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### 3.1.3 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.



## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Calcestruzzo per elevazioni muri di sostegno

Classe di resistenza	<b>C32/40</b>		
Classe di esposizione	XC4 – XD1		
Classe di consistenza	S4		
Diametro massimo aggregato	25 mm		
Massimo rapporto acqua/cemento	0.50		
Contenuto minimo di cemento	340 kg/mc		
Copriferro	50 mm		
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	<b>40.00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	= 33.2	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 41.2	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 33642.8	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	= 3.1	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	= 2.17	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	= 18.81	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1.45	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di compressione - Comb. rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$	= 19.92	N/mm <sup>2</sup>
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$	= 14.94	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Fessurazione</b>			
Classe di esposizione	XC4 – XD1		
Valore limite di apertura delle fessure - Comb. frequente.	$w \leq w_3$	= 0.4	mm
Valore limite di apertura delle fessure - Comb. quasi perm.	$w \leq w_2$	= 0.3	mm

### 4.2 Calcestruzzo per fondazioni muri di sostegno e cordoli in c.a.

Classe di resistenza	<b>C25/30</b>		
Classe di esposizione	XC2		
Classe di consistenza	S4		
Diametro massimo aggregato	32 mm		
Massimo rapporto acqua/cemento	0.60		
Contenuto minimo di cemento	300 kg/mc		
Copriferro	50 mm		
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	<b>30.00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	= 24.90	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 32.90	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 31447.16	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	= 2.56	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	= 1.79	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	= 14.11	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1.19	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione max di compressione - Comb. caratteristica/rara	$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck}$	= 14.94	N/mm <sup>2</sup>
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck}$	= 11.21	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Fessurazione</b>			
Classe di esposizione	XC2		

Progetto Esecutivo

Valore limite di apertura delle fessure - Comb. frequente.	$w \leq w_3$	=	0.4 mm
Valore limite di apertura delle fessure - Comb. quasi perm.	$w \leq w_2$	=	0.3 mm

### 4.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni

Classe di esposizione	X0
Rapporto massimo acqua/cemento	-
Classe di resistenza	C12/15
Contenuto minimo di cemento	150 kg/m <sup>3</sup>
Tipo di cemento	CEM I+V
Slump	-
Diametro massimo inerte	32 mm

### 4.4 Malta cementizia per micropali

Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} =$	<b>30.00</b>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck}$	=	24.90 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	=	32.90 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	=	31447.16 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3}$	=	2.56 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm}$	=	1.79 N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.50	--
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85	--
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_C$	=	14.11 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	=	1.19 N/mm <sup>2</sup>

### 4.5 Acciaio per calcestruzzo armato

Si utilizza acciaio per cemento armato tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	$f_{tk} =$	540.00	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	$f_{yk} =$	450.00	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	--
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	391.30 N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite di Esercizio</b>			
Tensione massima di trazione	$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$	=	360.00 N/mm <sup>2</sup>

### 4.6 Acciaio per micropali

Si utilizza acciaio tipo **S355**, con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	$f_{tk} =$	510.00	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	$f_{yk} =$	355.00	N/mm <sup>2</sup>
<b>Stato Limite Ultimo</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.05	--
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	338.09 N/mm <sup>2</sup>

## 5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

I muri hanno il paramento esterno verticale mentre quello interno presenta una pendenza 1/10. La larghezza minima del paramento è 0.40 m mentre il cordolo sulla testa del muro ha dimensioni 0.75 x 0.80 m per ospitare la barriera di sicurezza.

Il paramento del muro OS01 ha altezze comprese tra 2.66 m e 5.13 m. La fondazione ha spessore 0.90 m e larghezza 3.20 m (con altezza del paramento superiore a 3.70 m) o 3.00 m (con altezza del paramento inferiore a 3.70 m). Le fondazioni sono costituite da tre file di micropali (diametro perforazione 30 cm e tubolare 219.1x10 in acciaio S355) disposti a quinconce con interasse longitudinale 1.00 m e lunghezza 10 m.

Il paramento del muro OS02 ha altezze comprese tra 4.98 m e 6.30 m. La fondazione ha spessore 1.00 m e larghezza 3.20 m. Le fondazioni sono costituite da tre file di micropali (diametro perforazione 30 cm e tubolare 219.1x12 in acciaio S355) disposti a quinconce con interasse longitudinale 1.00 m e lunghezza 12 m.

Il paramento del muro OS03 ha altezze comprese tra 3.24 m e 4.50 m. La fondazione ha spessore 0.90 m e larghezza 3.20 m. Le fondazioni sono costituite da tre file di micropali (diametro perforazione 30 cm e tubolare 219.1x10 in acciaio S355) disposti a quinconce con interasse longitudinale 1.00 m e lunghezza 10 m.

Sono state considerate le seguenti sezioni tipo, illustrate nelle figure successive:

- Sezione A1: altezza massima paramento 6.30 m
- Sezione A: altezza massima paramento 5.15 m
- Sezione B: altezza massima paramento 4.70 m
- Sezione C: altezza massima paramento 3.70 m



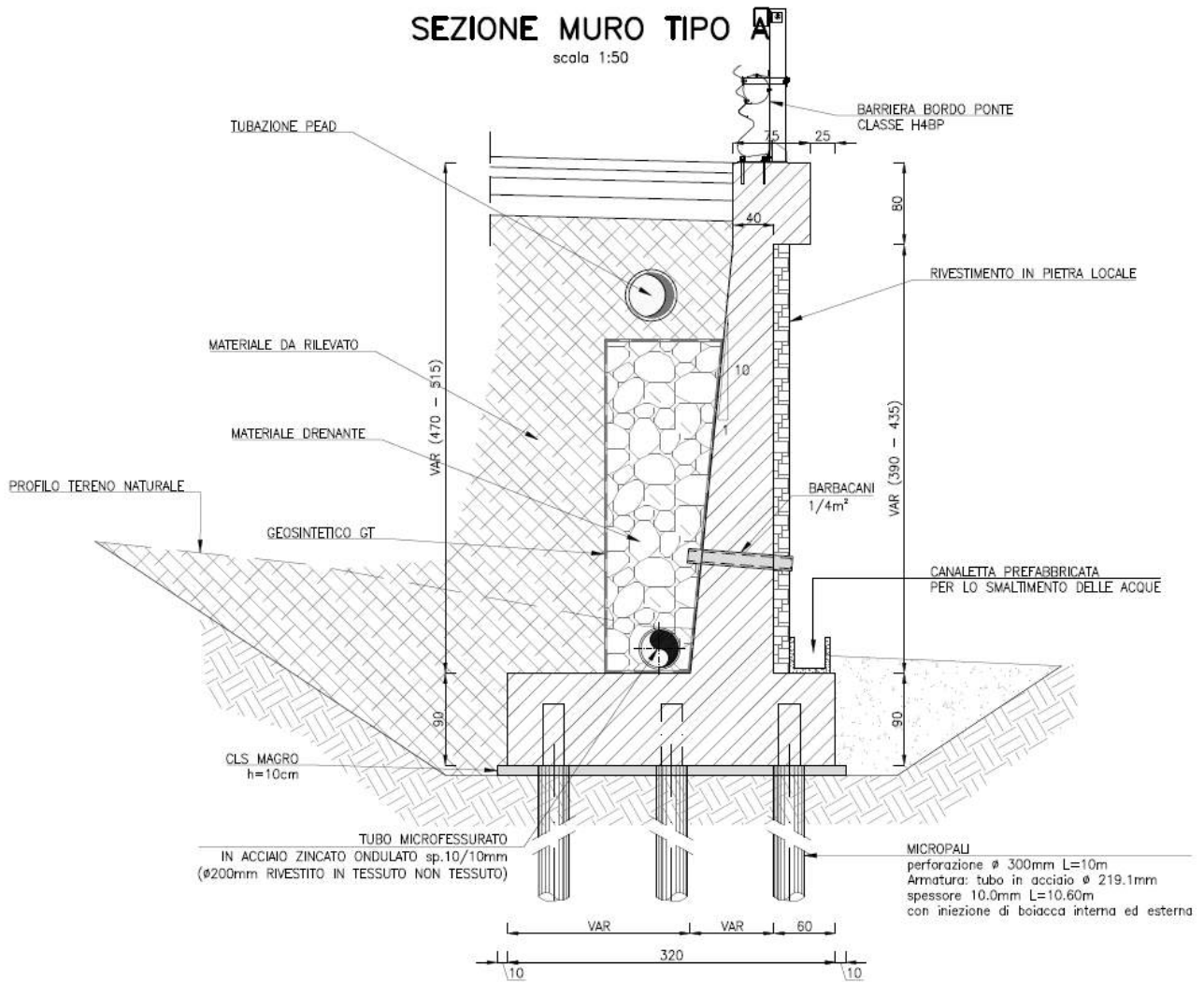


Figura 2: Sezione tipo A



## SEZIONE MURO TIPO B

scala 1:50

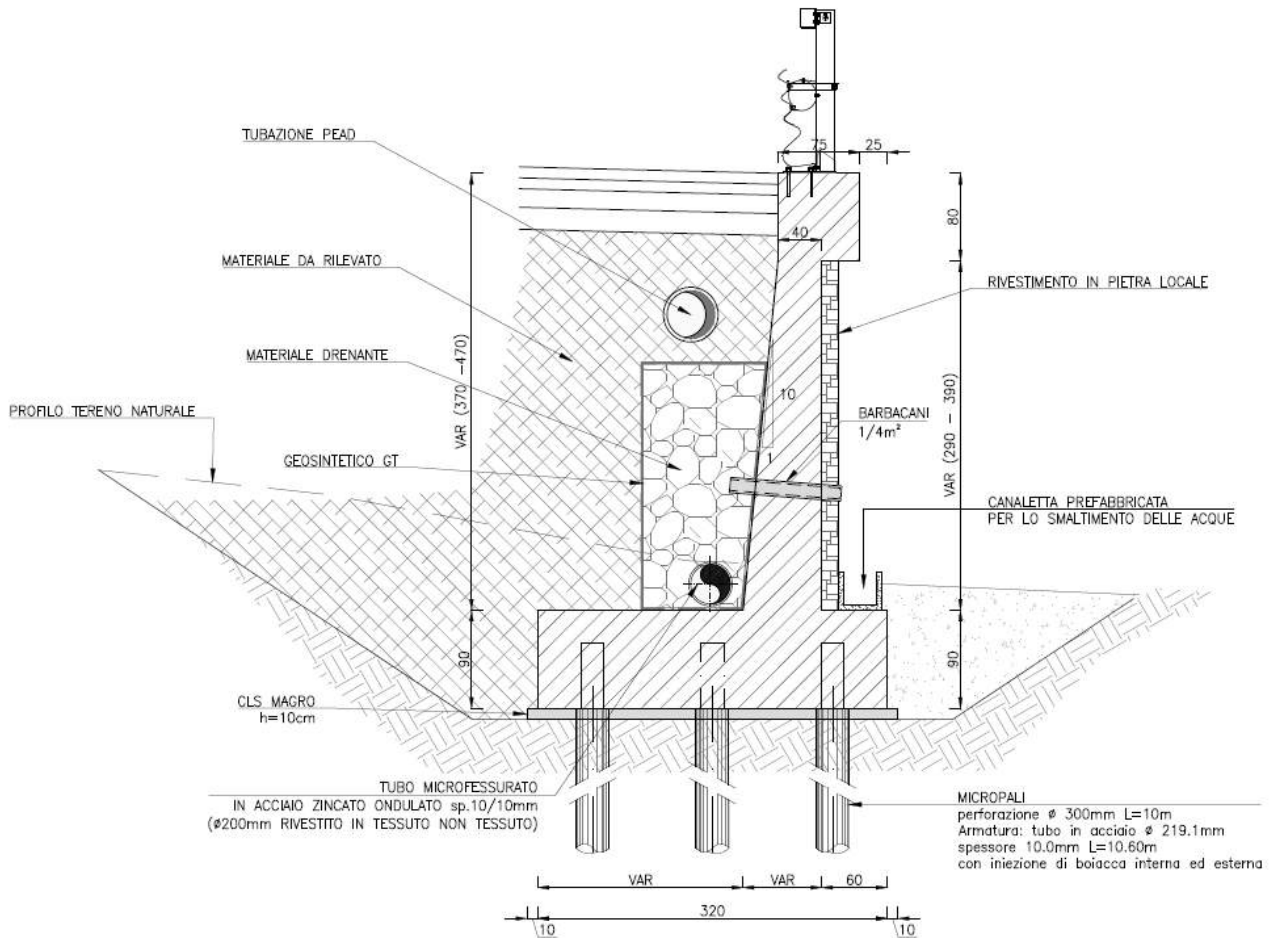


Figura 3: Sezione tipo B

## SEZIONE MURO TIPO C

scala 1:50

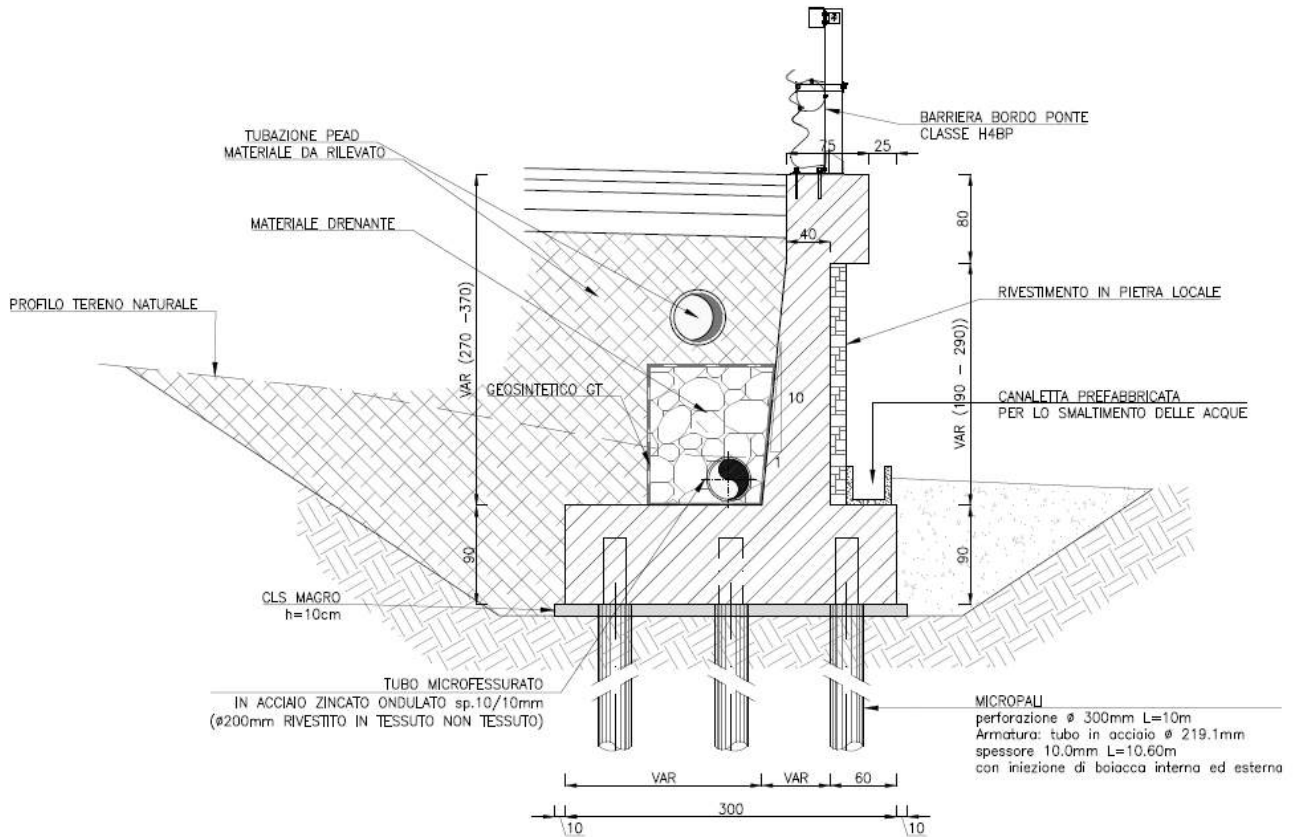


Figura 4: Sezione tipo C

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Nell'ambito del progetto per l'ammodernamento dell'asse principale della S.S.131 è prevista la realizzazione dei ponti PO01 sul Riu Pitziu al km 122+015, PO02 sul Riu Mannu al km 122+400 e dei muri OS01 in dx alla S.S.131 (L=540 m) alla pk 0+430, OS02 e OS03 sempre in dx, rispettivamente alle pk 0+998 e 1+098. I ponti hanno lunghezza di 23.20 m e le fondazioni delle spalle di entrambi sono costituite da fondazioni su micropali.

In merito all'intervento di cui sopra il modello geologico di riferimento prevede la presenza di terreni appartenenti all'unità dei Basalti di Campeda (Subunità di Dualchi), affioranti o sub-affioranti, rappresentati da basalti e andesiti, da mediamente a molto fratturati soprattutto in corrispondenza della porzione più superficiale, ricoperti da una coltre eluvio-colluviale di spessore medio pari a circa 5 m (variabile tra 2÷3 m e 6 m circa).

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 7.1 Descrizione delle indagini

Le indagini di riferimento per l'area in esame sono rappresentate dalle seguenti indagini, eseguite nel 1997 (Soiltecnica):

- Sondaggi F1dx, F1sx, F2dx, F2sx, F3dx, F3sx
- Pozzetti PF1dx, PF1sx, PF2dx, PF2sx, PF3dx, PF3sx

Per i dettagli sulle stratigrafie, ubicazioni e prove in sito e di laboratorio eseguite in tali campagne si rimanda agli elaborati **S20GE00GEOPU01** – "Planimetria ubicazione indagini", **T00GE00GEORE01A** – "Documentazione indagini geognostiche preesistenti – tomo I", **T00GE00GEORE02A** – "Documentazione indagini geognostiche preesistenti – tomo II", **T00GE00GEORE04A** – "Certificati prove di laboratorio preesistenti".

Le stratigrafie dei sondaggi disponibili per la zona del Ponte sul Riu Pitziu e dei relativi muri (**F1sx** e **F1dx**, 1997) consentono di verificare che il terreno di fondazione è costituito da una coltre eluvio-colluviale, di alterazione superficiale dei basalti, fino a profondità variabili tra 3.25 m (F1sx) e 5.70 m (F1dx), al di sotto delle quali è presente il substrato lapideo, costituito dai *Basalti di Campeda*. Tale substrato presenta una porzione più superficiale molto fratturata e mediamente alterata fino ad una profondità di circa 10 m, alla quale sono presenti basalti poco o nulla alterati, caratterizzati da un valore di RQD più elevato.

Nella zona del Ponte sul Riu Mannu sono disponibili i sondaggi **F2dx** e **F2sx** (1997), in corrispondenza dei quali è stata rilevato uno spessore della coltre eluvio-colluviale variabile tra 2 e 5 m circa e una profondità del substrato roccioso non alterato, costituito da basalti e andesiti basaltiche vacuolari, pari a circa 9÷11 m.

In una zona più a nord dei due interventi di attraversamento, i sondaggi **F3sx** e **F3dx** hanno evidenziato uno spessore della coltre eluvio-colluviale variabile tra 2 e 8 m, al di sotto della quale è presente roccia effusiva vacuolare molto fratturata con spessori variabile tra 5 e 8 m, prima di rinvenire roccia basaltica non alterata.

Infine, i valori di resistenza alla punta desunti dalle prove penetrometriche SPT, si attestano su valori medi o medio-bassi, a conferma dell'eterogeneità dei depositi e delle proprietà meccaniche talvolta scadenti della coltre di alterazione superficiale.



La falda è stata rinvenuta ad una quota piezometrica prossima al piano campagna, come desunto dalla stratigrafia dei sondaggi geognostici.

## 7.2 Modello geotecnico di sottosuolo

Dall'interpretazione dei sondaggi eseguiti è stata effettuata la ricostruzione stratigrafica dell'area interessata dalle opere in progetto. L'individuazione della successione stratigrafica di riferimento è riportata nei profilo geologici **S20GE00GEOFG01+02** in cui è possibile individuare come terreno di fondazione delle spalle del ponte, entrambe su micropali, l'unità dei basalti alterati **BA** (Basalto alterato).

In sintesi, si riconosce la presenza delle unità geotecniche di seguito elencate.

## 7.3 Unità geotecnica C – Coltre eluvio-colluviale

L'unità presente nei primi 5+6 m dal piano campagna, è costituita da terreni classificabili, secondo la classificazione AGI (1977), perlopiù come *sabbia con ghiaia limosa*, ma anche come *sabbia con ghiaia con limo*, *sabbia con limo con ghiaia*, data la granulometria eterogenea dei terreni, costituita da sabbia per il 40-45% circa, da ghiaia per il 30-35% e da limo per il 20-25% circa, con frazione argillosa trascurabile.

Dato che i campioni relativi a questi terreni sono costituiti esclusivamente da campioni rimaneggiati prelevati dalle cassette dei sondaggi geognostici e dallo scavo dei pozzetti esplorativi, i risultati delle determinazioni del peso di volume naturale e delle prove di compressibilità edometrica, riportate sui certificati delle prove di laboratorio, risultano pressoché inutilizzabili. Risulta possibile utilizzare, ma con molta attenzione, i risultati delle prove di taglio diretto, tenendo conto tuttavia che si tratta di valori ottenuti su provini ricostituiti in laboratorio.

Pertanto, è stata condotta inizialmente un'analisi dei risultati delle prove SPT.

### 7.3.1 Interpretazione dei risultati delle prove SPT

Le prove SPT a fondo foro consistono nel misurare il numero di colpi richiesto per provocare l'avanzamento per battitura di un campionatore standard per tre tratti consecutivi di 15 cm ciascuno. La resistenza dinamica puntuale,  $N_{SPT}$ , si ottiene sommando il numero di colpi necessario per l'avanzamento degli ultimi 30 cm.

I valori risultanti dalle prove SPT eseguite nei terreni dell'unità in esame, in termini di colpi/30cm, sono riportati nel grafico di **Figura 5**.

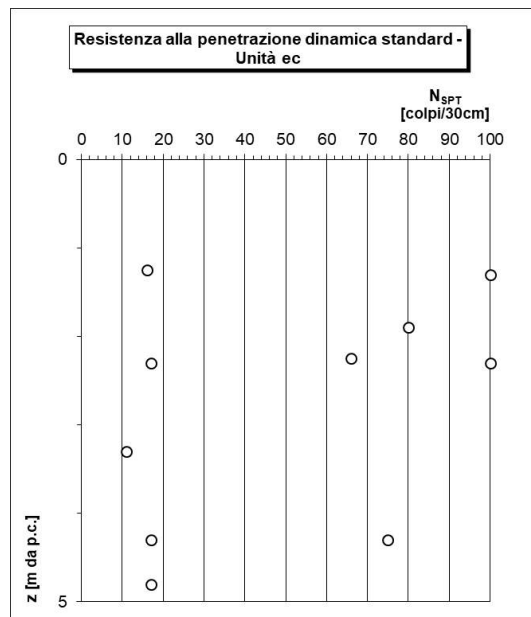


Figura 5 – Risultati delle prove SPT

L'interpretazione delle prove SPT è stata eseguita adottando una metodologia che si basa sulla definizione del valore del numero di colpi normalizzato  $(N_1)_{60}$ .

Per tenere conto dei fattori di variabilità connessi ai diversi dispositivi di infissione presenti sul mercato e della pressione efficace del terreno alla profondità di esecuzione della prova, viene valutato in funzione della profondità il valore normalizzato di  $N_{SPT}$ , cioè  $(N_1)_{60}$ , ricavato dalla seguente espressione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} \times \frac{ER}{60} \times C_N$$

in cui:

$C_N = (98.1/\sigma'_{v0})^{0.5}$  = coefficiente di correzione dipendente dal valore di  $\sigma'_{v0}$ ;

$\sigma'_{v0}$  = pressione verticale efficace alla profondità di prova;

ER = rendimento medio del dispositivo di infissione effettivamente impiegato espresso in percentuale (per il presente caso assunto pari al 65%).

Sulla base della definizione del parametro  $(N_1)_{60}$  sono state applicate delle correlazioni di letteratura per interpretare i dati in termini di parametri di resistenza al taglio e deformabilità.

I valori di densità relativa sono stati stimati utilizzando i valori del numero di colpi  $N_{SPT}$  normalizzati mediante il valore  $(N_1)_{60}$ .

La stima dei valori di densità relativa è necessaria per la successiva determinazione del valore di angolo di resistenza al taglio e del modulo di deformabilità per i terreni granulari.

In particolare, per la stima del valore di densità relativa è stata adotta la relazione di Skempton:

$$D_R = \left[ \frac{(N_1)_{60}}{60} \right]^{0.5}$$

Nella valutazione dei risultati, è stato tenuto conto dell'effetto della granulometria come segue:

- nelle sabbie, la  $D_R$  è il valore medio "prudenziale" (valore caratteristico);
- nelle ghiaie, di ogni tipo, la  $D_R$  e/o i parametri da essa derivati saranno stabiliti in modo tale da essere prudentemente inferiori al valore minimo assoluto; ciò in ragione del fatto che le prove SPT forniscono valori in proporzione maggiori delle sabbie in ragione della differente granulometria.

I valori risultanti di densità relativa sono riportati nel grafico mostrato in **Figura 6**.

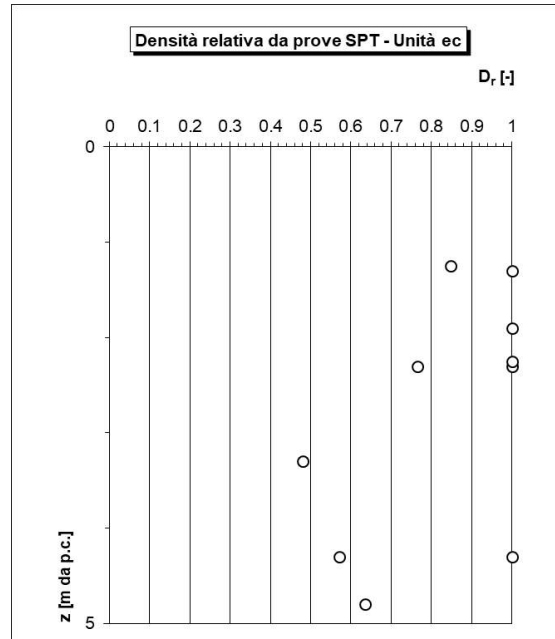


Figura 6 – Valori di densità relativa dai risultati delle prove SPT

I valori dell'angolo di resistenza al taglio sono calcolati dall'interpretazione di numero di colpi SPT, attraverso la determinazione della densità relativa, mediante la relazione di Schmertmann (cfr. **Figura 7**):

$$\phi'_p = 28 + 0.14 \cdot D_R$$

per sabbie fini uniformi,

$$\phi'_p = 31.5 + 0.115 \cdot D_R$$

per sabbie medie uniformi e sabbie fini ben gradate,

$$\phi'_p = 34.5 + 0.10 \cdot D_R$$

per sabbie grosse uniformi e sabbie medie ben gradate,

$$\phi'_p = 38.0 + 0.08 \cdot D_R$$

per ghiaietti uniformi e sabbie e ghiaie poco limose.

dove  $D_R$  è il corrispondente valore della densità relativa. Si noti come nella relazione sopra riportata, il valore dell'angolo di resistenza al taglio sia quello "di picco".

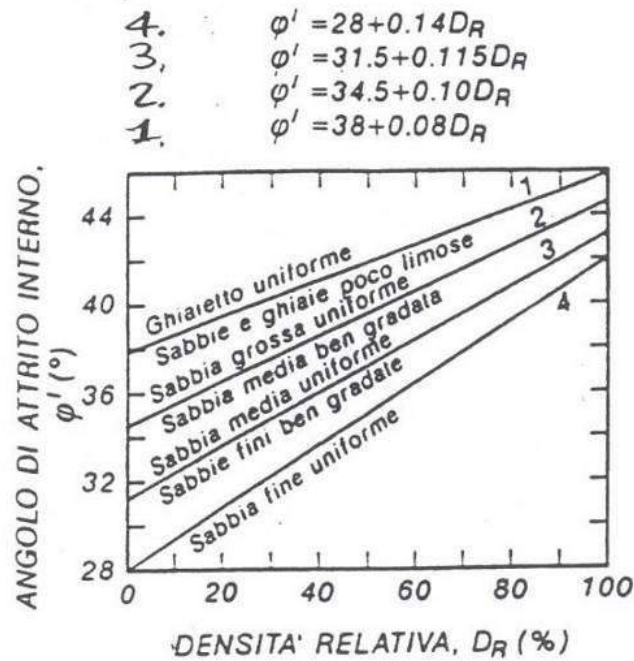


Figura 7 - Relazione tra angolo di attrito efficace ( $\varphi'$ ) e densità relativa ( $D_R$ ) per diverse granulometrie (Schmertmann, 1975)

I valori risultanti di angolo di attrito efficace sono riportati nel grafico di **Figura 8**.

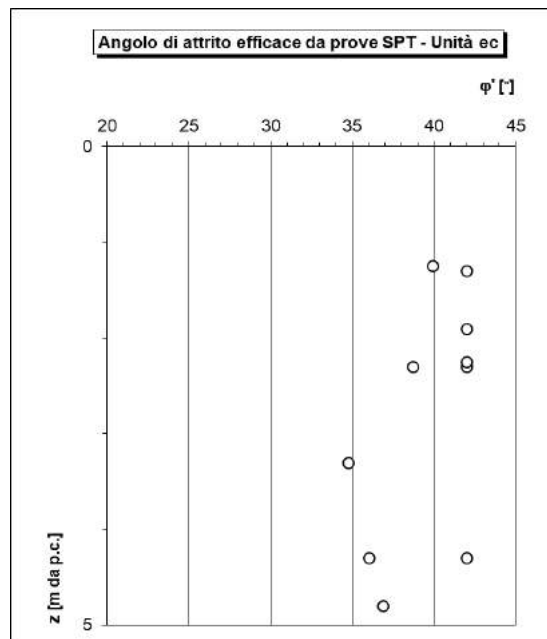


Figura 8 – Valori di angolo di attrito efficace ( $\varphi'$ ) dai risultati delle prove SPT

Il modulo elastico operativo  $E'_{25}$  (corrispondente ad un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%) è valutato mediante la correlazione proposta da Jamiolkowski, 1988:

per terreni normalconsolidati:

$$E'_{25} = 0.0981 \times (10.5 - 3.5 D_R) \times N_{SPT} \quad (\text{MPa})$$

per terreni sovraconsolidati:

$$E'_{25} = 0.0981 \times (52.5 - 35 D_R) \times N_{SPT} \quad (\text{MPa})$$

in cui:

- $E'_{25}$ : modulo di Young secante, cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%;
- $D_R$ : densità relativa, espressa come frazione dell'unità;
- $N_{SPT}$ : numero di colpi da prova SPT.

I valori risultanti di modulo elastico operativo  $E'_{25}$  sono riportati nel grafico di **Figura 9**.

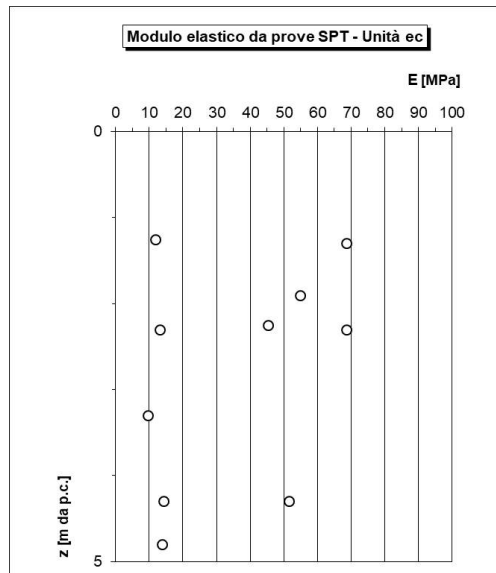


Figura 9 – Valori di modulo elastico operativo  $E'_{25}$  dai risultati delle prove SPT

### 7.3.2 Prove di taglio diretto

Dato che i campioni relativi a questi terreni sono costituiti esclusivamente da campioni rimaneggiati prelevati dalle cassette dei sondaggi geognostici e dallo scavo dei pozzetti esplorativi, i risultati delle prove di taglio diretto devono essere utilizzati con molta cautela, tenendo conto tuttavia che si tratta di valori ottenuti su provini ricostituiti in laboratorio.

In **Figura 10** sono riportati i risultati delle prove di taglio diretto eseguite su tutti i campioni disponibili per l'unità eluvio-colluviale con la rappresentazione di questi in termini di involucro di rottura sul diagramma  $\sigma$ - $\tau$ .

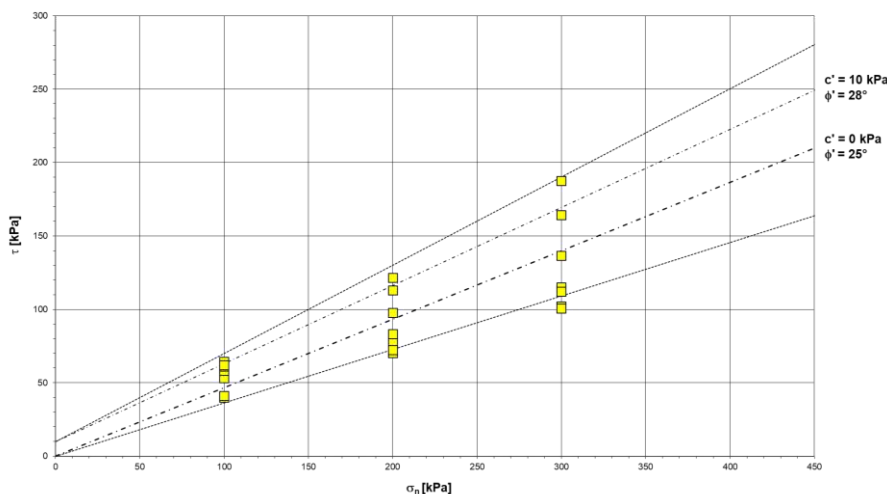


Figura 10 – Involucro di rottura ottenuto da prove di taglio diretto

Per ciò che concerne l'angolo di resistenza al taglio efficace  $\varphi'$ , considerando che il valore minimo risultante dall'interpretazione delle prove SPT risulta pari a circa  $34\div 35^\circ$  e che le prove di taglio diretto, per la natura dei campioni utilizzati, forniscono valori del tutto cautelativi, è stato attribuito alla coltre superficiale un range di valori pari alla media dei valori risultanti dall'interpretazione delle prove suddette, compreso tra  $25^\circ$  e  $28^\circ$ .

Per ciò che concerne i valori di coesione, tenuto conto anche della discreta percentuale di matrice limosa rinvenuta nei depositi, è stato attribuito alla coltre superficiale un range di valori compreso tra 0 e 10 KPa, pari alla media dei valori risultanti dall'interpretazione delle prove suddette.

In conclusione, per l'unità geotecnica **C** (coltre eluvio-colluviale) sono stati definiti i seguenti parametri geotecnici rappresentativi:

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale
- $\varphi' = 25^\circ\text{-}28^\circ$  angolo di resistenza al taglio efficace
- $c' = 0\text{-}10 \text{ kPa}$  coesione efficace
- $E' = 15\text{-}20 \text{ MPa}$  modulo elastico di Young

#### 7.4 Substrato roccioso: Basalti di Campeda

In ottica di una caratterizzazione omogenea si è tenuto conto, per la caratterizzazione del substrato basaltico, di tutti i sondaggi in cui sono stati rinvenuti tali litotipi e circoscritti in un'area sufficientemente ampia all'interno di ciascuna opera in progetto per la S.S.131 di "Carlo Felice".

Si è fatto riferimento ai sondaggi S1, S2, S5 e S23 della campagna di indagine integrativa Anas del 2015-2016 realizzati da Sondedile s.r.l., ai sondaggi S1, S2, S37 e S38 della campagna di indagine Sigeco del 2005 e ai sondaggi F1dx, F2Bsx, F2dx, F2sx, F3sx, F3dx, F4sx, F4dx, F5sx, F5dx, F6dx, F7sx, F7dx, F8Bdx, F9dx e F15dx della campagna di indagine Soiltecnica del 1997 che interessano gli stessi litotipi.

##### 7.4.1 Unità geotecnica B – Basalti non alterati

La caratterizzazione geomeccanica dei Basalti non alterati **B** è stata eseguita a partire dai valori della resistenza a compressione uniassiale ( $\sigma_{ci}$ ) ottenuta su campioni indisturbati di roccia intatta di tutti i sondaggi ricadenti in tale unità e dall'indice GSI (*Geological Strength Index*) valutato sulla base delle informazioni desumibili dai rilievi e dalle cassette catalogatrici.

Nella **Figura 11** seguente si riporta l'andamento della resistenza a compressione uniassiale (*stimata da prove di resistenza speditiva tipo Point-Load e da prove di compressione uniassiale UxDC e UxCC*) con la profondità. Per la stima della resistenza a compressione uniassiale dalle prove di Point-Load si è proceduto moltiplicando l'indice di resistenza  $I_{S(50)}$  per il fattore moltiplicativo K, pari a 22 per rocce basaltiche (Bruschi, 2004).

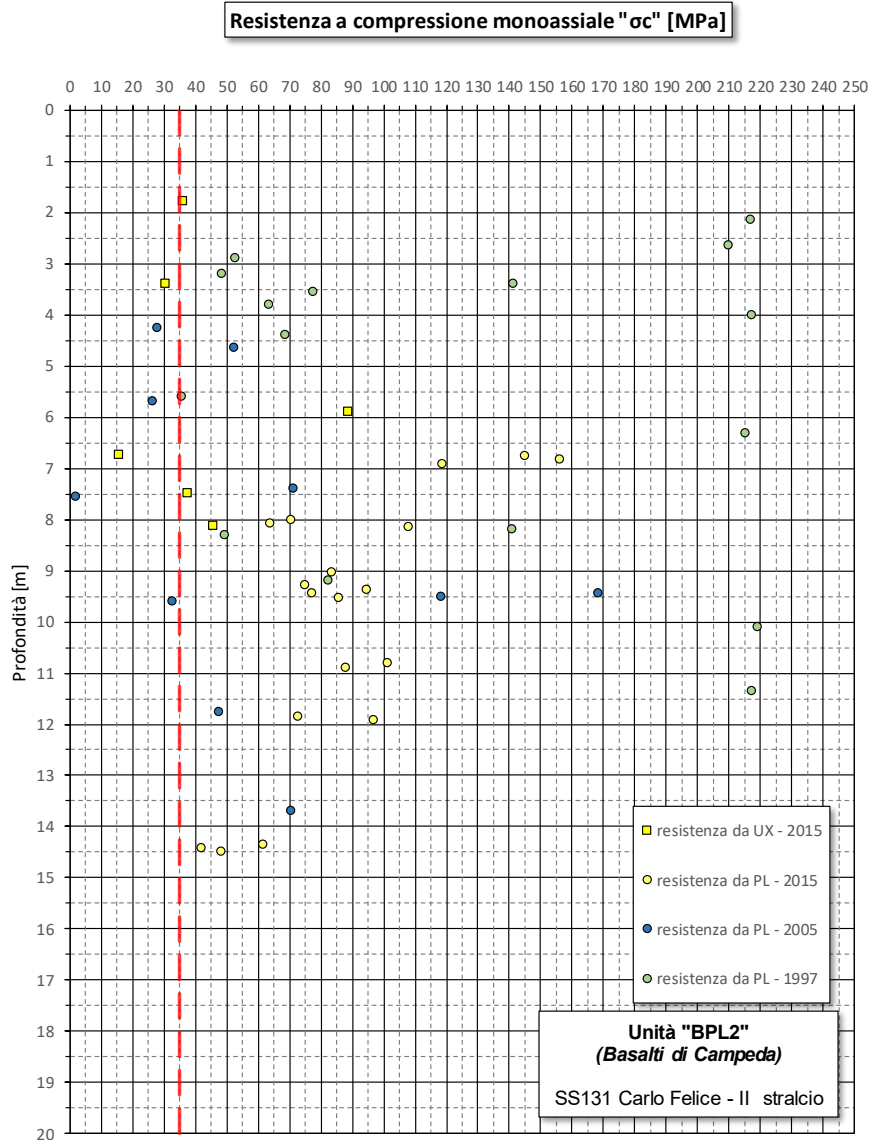


Figura 11 – Basalti di Campeda – Resistenza a compressione uniassiale

A fronte di questo, la stima dei parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso è stata effettuata con il criterio di Hoek & Brown, utilizzando:

GSI = 60 (ammasso intatto o poco fratturato, condizioni delle discontinuità buone);

$m_i = 25$  (basalti =  $25 \pm 5$ );

$\sigma_{ci} = 35$  MPa resistenza a compressione uniassiale;

$\gamma = 22$  kN/m<sup>3</sup> peso dell'unità di volume;

D = 0 fattore di disturbo.



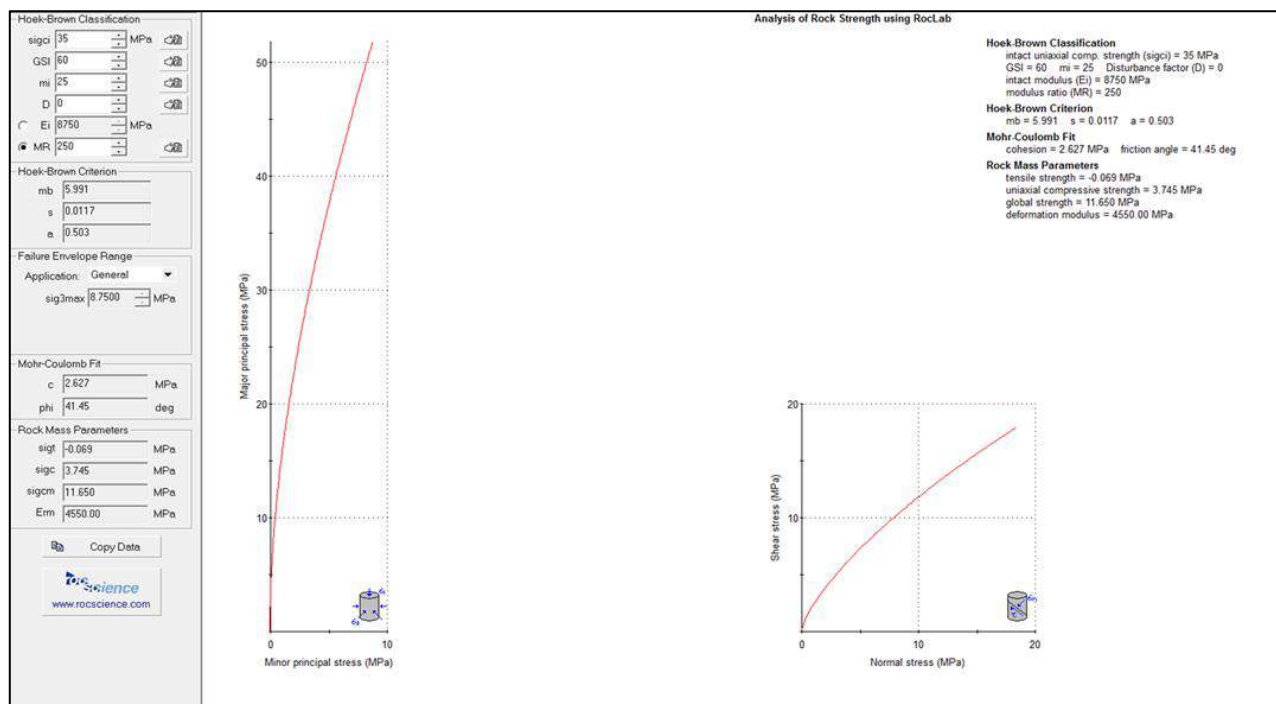


Figura 12 – Unità B - Criteri di Rottura di H-B e M-C

Sulla base di tale caratterizzazione, è stato definito un angolo di attrito pari a 40°, mentre per la coesione è stata definito un valore cautelativo pari a 50 kPa.

In sintesi, all'unità geotecnica **B** (*Basalti di Campeda*), è possibile attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale;
- $\varphi' = 40^\circ$  angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 50 \text{ kPa}$  coesione in condizioni drenate;
- $\tau = 200\text{-}250 \text{ KPa}$  aderenza laterale terreno-calcestruzzo;
- $E' = 4500 \text{ MPa}$  modulo elastico di Young.

#### 7.4.2 Unità geotecnica BA – Basalti alterati

Analizzando le stratigrafie e le stesse cassette catalogatrici, l'unità, mediamente presente entro i primi 9-10 m di profondità al di sopra dei basalti sani, si presenta molto alterata, spesso ossidata e frammentata. Fermo restando la natura rocciosa dell'unità ma considerando l'estremo grado di fratturazione della stessa, visti anche i valori di resistenza della coltre superficiale sovrastante, in ottica di definirne il grado di resistenza è ragionevole, in maniera cautelativa, assimilare il comportamento di questa unità a quello di un terreno molto consistente.

La caratterizzazione geomeccanica dei Basalti alterati **BA** è stata eseguita a partire dai valori della resistenza a compressione uniassiale ( $\sigma_{ci}$ ) stimata sia da prove speditive tipo Point-Load che da prove di compressione uniassiale ottenute su campioni indisturbati di roccia intatta appartenenti a tutti i sondaggi ricadenti all'interno di tale unità; successivamente è stato definito un indice GSI (*Geological Strength Index*) valutato sia sulla base di quanto detto sulla natura meccanica dell'unità, ovvero considerando una struttura rocciosa molto fratturata e condizioni delle discontinuità molto scadenti, sia in relazione a quanto definito per l'unità dei basalti non alterati sottostante.



Pertanto, la stima dei parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso è stata effettuata con il criterio di Hoek & Brown, utilizzando:

GSI = 10 (ammasso molto fratturato, condizioni delle discontinuità molto scadenti);

$m_i = 20$  (basalti =  $25 \pm 5$ );

$\sigma_{ci} = 30$  MPa resistenza a compressione uniassiale;

$\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup> peso dell'unità di volume;

D = 0 fattore di disturbo.

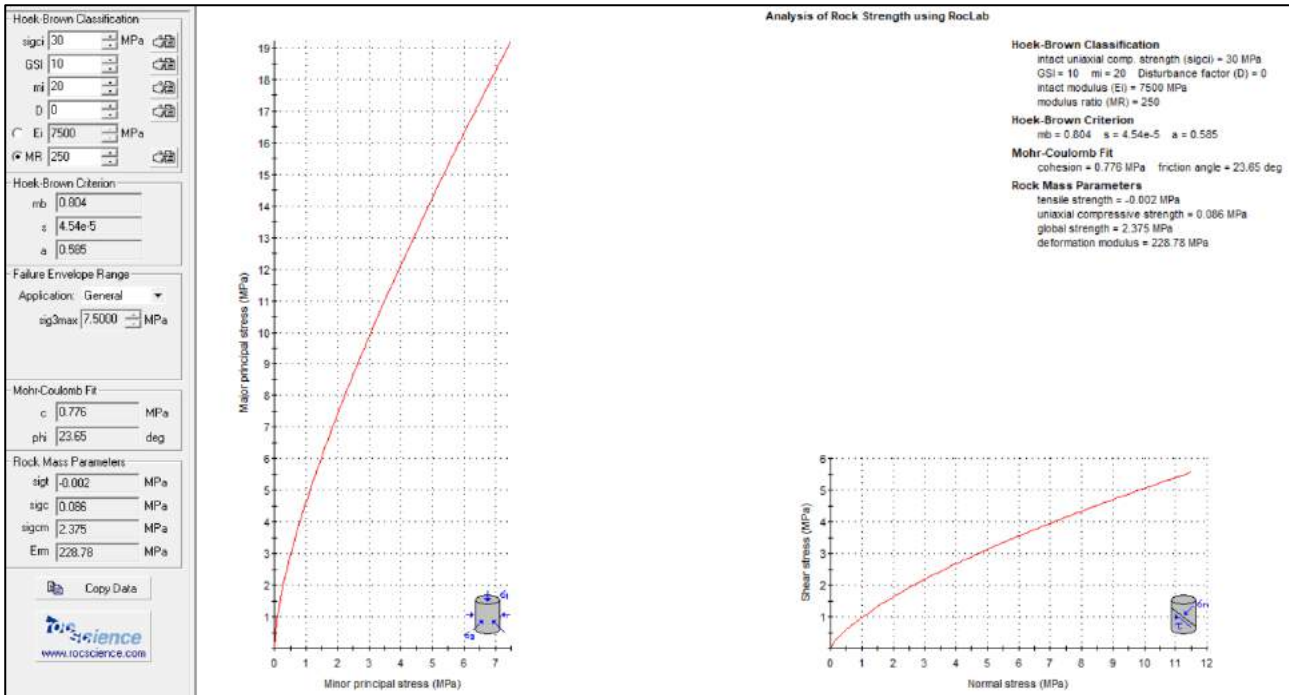


Figura 13 – Unità BA - Criteri di Rottura di H-B e M-C

Sulla base di tale caratterizzazione, è stato definito un angolo di attrito pari a 34°, paragonabile al valore ottenuto dalle prove SPT sulla coltre di alterazione superficiale, mentre per la coesione è stata definito un valore cautelativo pari a 0 kPa.

In sintesi, per l'unità geotecnica **BA** (*Basalti alterati*) sono stati considerati i seguenti parametri di resistenza:

- $\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup> peso di volume naturale;
- $\phi' = 34$  angolo di resistenza al taglio;
- $c' = 0$  kPa coesione in condizioni drenate;
- $\tau = 180-200$  KPa aderenza laterale terreno-calcestruzzo;
- $E' = 200$  MPa modulo elastico di Young

#### 7.4.3 Determinazione della tensione tangenziale limite

Nel caso dei terreni rocciosi, la determinazione dei fattori di influenza della tensione tangenziale limite, agente sul micropalo è stata oggetto di numerosi studi, essenzialmente sperimentali. Secondo il criterio di Horvath & Kenney (1989), che esprimono la tensione tangenziale limite secondo la relazione:

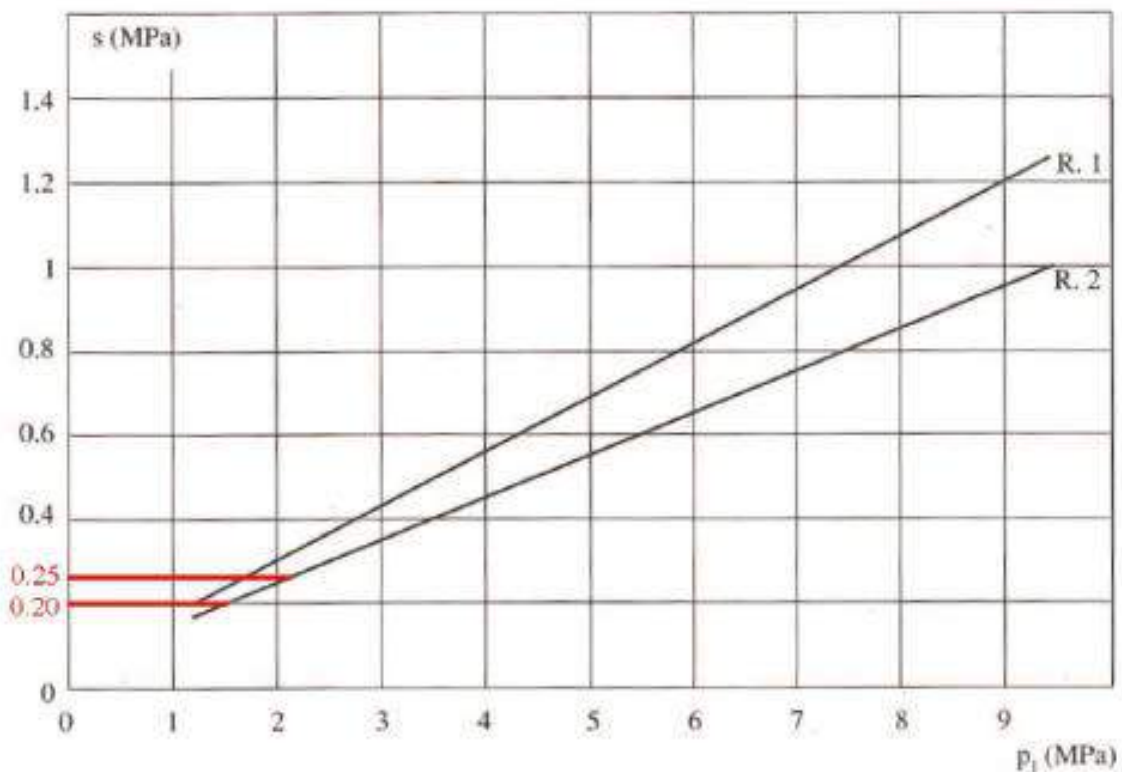
$$\tau_l = 6.656\sqrt{q_u} \quad (\text{KPa})$$

dove  $q_u$  rappresenta la resistenza a compressione monoassiale della roccia, il valore della tensione tangenziale minima del basalto, a fronte di una  $q_{u\min}$  pari a 1680 KPa, risulta pari 270 KPa; a fronte di tale valore si assumono più cautelativamente i valori riportati nella seguente tabella:

Litotipo	T <sub>min</sub> [KPa]	T <sub>med</sub> [KPa]
Basalto Alterato	180	200
Basalto	200	250

Inoltre, anche sulla base dello studio di Bustamante e Doix (1985), l'andamento della tensione tangenziale limite che si sviluppa all'intorno di un micropalo o tirante, dipende dalla natura del terreno e dalla sua resistenza (espressa ora in termini di  $N_{SPT}$  ora in termini di pressione limite ricavata dalle prove pressiometriche) oltre che dalla tecnica di iniezione.

Nella figura sottostante è riportato l'abaco per rocce alterate e fratturate, con evidenziati i valori della tensione tangenziale limite che, in caso di rocce fratturate e di micropali eseguiti con iniezione a bassa pressione o gravità, assume i valori minimi indicati in figura, compresi tra 200 e 250 KPa.



Come si osserva, i valori di tensione tangenziale sono estremamente cautelativi, pur in assenza di prove pressiometriche, nonostante i discreti valori di caratteristiche meccaniche riscontrate nella campagna geognostica dell'ammasso roccioso.

## 7.5 Parametri di calcolo scelti

Si adottano la stratigrafia e i parametri di calcolo riportati nella seguente tabella:

Stratigrafia	Spessore strato [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [°]	c [kPa]	E' [MPa]
Terreno di riempimento	Altezza paramento	20	38	0	---
Coltre eluvio-colluviale	3÷5	19	25	10	17.5
Basalto Alterato	3÷9	20	34	0	200
Basalto	---	22	40	50	4500

La quota della falda è ubicata in corrispondenza del piano di posa della fondazione.

Per il calcolo della capacità portante dei micropali si adottano i seguenti valori di tensione tangenziale limite:

Stratigrafia	T <sub>min</sub> [kPa]	T <sub>med</sub> [kPa]
Coltre eluvio-colluviale	10	10
Basalto Alterato	180	200
Basalto	200	250

Si sottolinea che, alla coltre eluvio-colluviale, sono stati attribuiti, cautelativamente, i valori minimi di tensione tangenziale riferibili a terreni di tale natura (Bustamante e Doix, 1985).

Ai fini della valutazione della capacità portante di progetto si considerano due verticali indagate a cui corrispondono  $\xi_3=1.65$  e  $\xi_4=1.55$ .

## 8 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Nell'ambito del progetto per l'ammodernamento dell'asse principale della S.S.131 è prevista la realizzazione dei ponti PO01 sul Riu Pitziu al km 122+015, PO02 sul Riu Mannu al km 122+400 e dei muri OS01 in dx alla S.S.131 (L=540 m) alla pk 0+430, OS02 e OS03 sempre in dx, rispettivamente alle pk 0+998 e 1+098. I ponti hanno lunghezza di 23.20 m e le fondazioni delle spalle di entrambi sono costituite da fondazioni su micropali.

Le stratigrafie dei sondaggi disponibili per la zona del Ponte sul Riu Pitziu e dei relativi muri (**F1sx** e **F1dx**, 1997) consentono di verificare che il terreno di fondazione è costituito da una coltre alterata superficiale fino a profondità variabili tra 3.25 m (F1sx) e 5.70 m (F1dx), oltre le quali i valori di RQD testimoniano la presenza del substrato lapideo (*Basalti di Campeda*) corrispondente ad una roccia effusiva non alterata e mediamente fratturata. Nella zona del Ponte sul Riu Mannu sono disponibili i sondaggi **F2dx** e **F2sx** (1997), in corrispondenza dei quali è stata rilevata una profondità del substrato roccioso, costituito da basalti e andesiti basaltiche vacuolari, pari a circa 8÷10 m.

Inoltre, i valori di resistenza alla punta desunti dalle prove penetrometriche SPT, si attestano su valori mediamente bassi, a conferma delle scadenti proprietà meccaniche della coltre di alterazione superficiale, mentre la falda è stata rinvenuta ad una quota prossima al piano campagna.

Tale stratigrafia, anche in assenza di specifiche indagini sismiche, considerati lo spessore e le scadenti proprietà meccaniche dei depositi superficiali attraversati, consente di attribuire alle opere in oggetto una **categoria di sottosuolo di tipo E**, corrispondente a *terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m*.

In base alla categoria di sottosuolo sopra definita (categoria E) il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica **S<sub>S</sub>** (cfr. Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/18), può essere calcolato con la seguente espressione:

$$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,60$$

In base alle condizioni topografiche presenti in sito (T1 = superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15$ ) per configurazioni superficiali semplici si può adottare il seguente valore del coefficiente di amplificazione topografica **S<sub>T</sub>** (cfr. Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/18):

Categoria topografica	S <sub>T</sub>
T1	1.0

In assenza di analisi specifiche di risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata mediante la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

- S<sub>S</sub> = coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.V);
- S<sub>T</sub> = coefficiente di amplificazione topografica (Tab. 3.2.VI);
- a<sub>g</sub> = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nel caso specifico, per i diversi stati limite, il valore di  $a_{max}$  risulta il seguente:

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$a_{max}$ [g]
SLO	60	0.025	0.041
SLD	101	0.031	0.050
SLV	949	0.060	0.096
SLC	1950	0.071	0.113

## 9 VERIFICHE DEL MURO DI CAPOSTRADA

Sono state considerate le seguenti sezioni di calcolo:

- Sezione A1: altezza paramento 6.30 m
- Sezione A: altezza paramento 5.15 m
- Sezione B: altezza paramento 4.70 m
- Sezione C: altezza paramento 3.70 m

Ogni sezione di calcolo è adottata per muri con altezza del paramento inferiore a quella considerata.

Data la presenza di micropali di fondazione, il muro è da considerarsi vincolato al terreno e quindi non libero di traslare. Pertanto, per il calcolo delle spinte del terreno agenti contro il muro è stato considerato il coefficiente di spinta a riposo del terreno  $k_0 = 1 - \tan(\phi)$  e, in condizioni sismiche, il coefficiente  $\beta$ , di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, è stato assunto unitario. L'angolo di attrito terreno-muro è assunto pari a  $2/3 \phi$ .

Per la descrizione dettagliata della metodologia di calcolo utilizzata nelle seguenti verifiche si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

### 9.1 Muro di capostrada – SEZIONE A1

Nei seguenti paragrafi si riportano i dati e le verifiche eseguite per la sezione in esame. Per ulteriori dettagli si rimanda all'appendice 1.

#### 9.1.1 Geometria della struttura

Le caratteristiche geometriche della sezione del muro assunte nei calcoli sono indicate nella Figura 14.

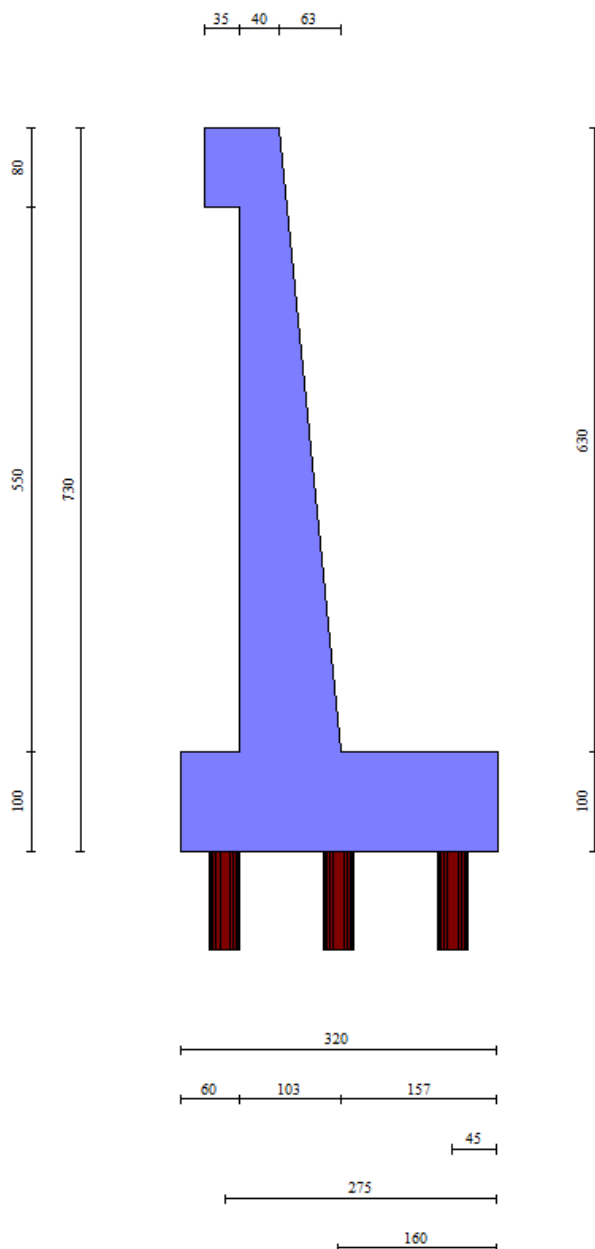


Figura 14: Sezione di calcolo

### 9.1.2 Analisi dei carichi

Nelle seguenti tabelle sono descritte le combinazioni delle azioni adottate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio. L'indicazione H+V e H-V segnala la presa in conto degli effetti del sisma in direzione orizzontale e verticale verso il basso o verso l'alto.

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Progetto Esecutivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole



Progetto Esecutivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### 9.1.2.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali in calcestruzzo viene calcolato considerando un peso per unità di volume pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.1.2.2 Carichi permanenti

Il peso specifico del materiale di riempimento a tergo è stato considerato pari 20.00 kN/m<sup>3</sup>.

Per il rivestimento in pietra del paramento si assume uno spessore di 15 cm e un peso specifico di 20 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.1.2.3 Carichi accidentali

Il sovraccarico stradale si assume pari a 20.00 kPa. Tale sovraccarico è stato cautelativamente considerato infinitamente esteso verso monte.

### 9.1.2.4 Carichi eccezionali - urto

L'urto sulla barriera è rappresentato da una forza di 100 kN applicata a 1 m di altezza. Tale sistema di azioni corrisponde a una forza di 100 kN e una coppia di 100 kNm applicate in testa al muro e tali da indurre il ribaltamento dello stesso. Poiché il modello di calcolo rappresenta una sezione di spessore unitario, le forze sono state diffuse a 45° per individuare la lunghezza di influenza su cui distribuirle.

### 9.1.3 Verifiche strutturali nell'elevazione del muro

Nei paragrafi seguenti sono riportate le verifiche strutturali dell'elevazione del muro di capostrada. Tutte le azioni e le verifiche si riferiscono a un metro lineare di struttura.

A favore di sicurezza le sollecitazioni sono state calcolate considerando nullo l'angolo d'attrito muro-terreno.

#### 9.1.3.1 Sollecitazioni nell'elevazione del muro

In Tabella 1 si riporta l'involuppo delle sollecitazioni utilizzate nelle verifiche strutturali lungo lo sviluppo del paramento del muro di capostrada.

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	8.30	1.20	9.50
2	-0.10	7.86	10.22	0.88	9.18	1.25	10.38
3	-0.20	8.88	11.54	1.80	10.10	1.39	11.35
4	-0.30	9.92	12.89	2.77	11.07	1.63	12.42
5	-0.40	10.98	14.28	3.78	12.08	1.97	13.59
6	-0.50	12.07	15.70	4.84	13.14	2.43	14.88
7	-0.60	13.19	17.15	5.94	14.24	3.00	16.28
8	-0.70	14.33	18.63	7.08	15.38	3.68	17.79
9	-0.80	15.49	20.14	8.27	16.57	4.49	19.43
10	-0.90	16.68	21.69	9.50	17.80	5.42	21.19
11	-1.00	17.90	23.27	10.78	19.07	6.49	23.09
12	-1.10	19.14	24.88	12.10	20.39	7.69	25.12
13	-1.20	20.40	26.52	13.46	21.76	9.03	27.29
14	-1.30	21.69	28.19	14.87	23.17	10.52	29.61
15	-1.40	23.00	29.90	16.32	24.62	12.16	32.08
16	-1.50	24.33	31.63	17.82	26.11	13.95	34.70
17	-1.60	25.69	33.40	19.36	27.64	15.90	37.48
18	-1.70	27.08	35.20	20.95	29.21	18.01	40.42
19	-1.80	28.49	37.03	22.58	30.82	20.29	43.53
20	-1.90	29.92	38.90	24.25	32.47	22.74	46.81
21	-2.00	31.38	40.80	25.97	34.16	25.37	50.27
22	-2.10	32.86	42.72	27.73	35.89	28.18	53.91
23	-2.20	34.37	44.68	29.54	37.66	31.18	57.74
24	-2.30	35.90	46.68	31.39	39.47	34.37	61.76
25	-2.40	37.46	48.70	33.28	41.32	37.75	66.25
26	-2.50	39.04	50.76	35.22	43.21	41.33	71.36
27	-2.60	40.65	52.84	37.20	45.14	45.11	77.08
28	-2.70	42.28	54.96	39.23	47.11	49.11	83.58
29	-2.80	43.93	57.11	41.30	49.12	53.32	90.69
30	-2.90	45.61	59.30	43.42	51.17	57.74	98.41
31	-3.00	47.32	61.51	45.58	53.26	62.39	106.74
32	-3.10	49.05	63.76	47.78	55.39	67.26	115.69
33	-3.20	50.80	66.04	50.03	57.56	72.37	125.16
34	-3.30	52.58	68.35	52.32	59.77	77.71	135.14
35	-3.40	54.38	70.69	54.66	62.02	83.29	145.64
36	-3.50	56.20	73.06	57.04	64.31	89.12	156.66
37	-3.60	58.05	75.47	59.46	66.64	95.19	168.20
38	-3.70	59.93	77.91	61.93	69.01	101.52	180.26
39	-3.80	61.83	80.38	64.44	71.42	108.11	192.84
40	-3.90	63.75	82.88	67.00	73.87	114.96	205.94
41	-4.00	65.70	85.41	69.60	76.36	122.08	219.56
42	-4.10	67.68	87.98	72.25	78.89	129.47	233.70
43	-4.20	69.68	90.58	74.94	81.46	137.14	248.36
44	-4.30	71.70	93.21	77.67	84.07	145.09	263.54
45	-4.40	73.74	95.87	80.45	86.72	153.33	279.24
46	-4.50	75.82	98.56	83.27	89.41	161.85	295.46
47	-4.60	77.91	101.29	86.14	92.14	170.67	312.20
48	-4.70	80.03	104.04	89.05	94.91	179.79	329.46
49	-4.80	82.18	106.83	92.00	97.72	189.21	347.24
50	-4.90	84.35	109.65	95.00	100.57	198.95	365.54
51	-5.00	86.54	112.50	98.05	103.46	208.99	384.36
52	-5.10	88.76	115.39	101.13	106.39	219.35	403.70
53	-5.20	91.00	118.30	104.26	109.36	230.04	423.56
54	-5.30	93.27	121.25	107.44	112.37	241.05	443.94
55	-5.40	95.56	124.23	110.66	115.42	252.39	464.84
56	-5.50	97.88	127.24	113.92	118.51	264.07	486.26
57	-5.60	100.22	130.29	117.23	121.64	276.09	508.20

Progetto Esecutivo

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
58	-5.70	102.59	133.36	120.58	190.75	288.45	471.85
59	-5.80	104.98	136.47	123.98	195.76	301.16	491.81
60	-5.90	107.39	139.61	127.42	200.83	314.23	512.28
61	-6.00	109.83	142.78	130.90	205.95	327.65	533.28
62	-6.10	112.30	145.98	134.43	211.14	341.44	554.81
63	-6.20	114.78	149.22	138.01	216.38	355.59	576.88
64	-6.30	117.30	152.49	141.62	221.68	370.12	599.49

Tabella 1 – Involuppo sollecitazioni

### 9.1.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### 9.1.3.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione del paramento.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kN]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	6.03	12.06	9.50	6.86	184.73	6.86	21.565
2	100	41	6.03	12.06	10.38	7.86	190.19	7.86	20.136
3	100	42	6.03	12.06	11.35	8.88	195.67	8.88	18.778
4	100	43	6.03	12.06	12.42	9.92	201.18	9.92	17.502
5	100	44	6.03	12.06	13.59	10.98	206.70	10.98	16.309
6	100	45	6.03	12.06	14.88	12.07	212.24	12.07	15.201
7	100	46	6.03	12.06	16.28	13.19	217.81	13.19	14.176
8	100	47	6.03	12.06	17.79	14.33	223.39	14.33	13.231
9	100	48	6.03	12.06	19.43	15.49	228.99	15.49	12.360
10	100	49	6.03	12.06	21.19	16.68	234.61	16.68	11.559
11	100	50	6.03	12.06	23.09	17.90	240.25	17.90	10.823
12	100	51	6.03	12.06	25.12	19.14	245.92	19.14	10.147
13	100	52	6.03	12.06	27.29	20.40	251.60	20.40	9.525
14	100	53	6.03	12.06	29.61	21.69	257.30	21.69	8.953
15	100	54	6.03	12.06	32.08	23.00	263.02	23.00	8.427
16	100	55	6.03	12.06	34.70	24.33	268.76	24.33	7.942
17	100	56	6.03	12.06	37.48	25.69	274.53	25.69	7.496
18	100	57	6.03	12.06	40.42	27.08	280.31	27.08	7.083
19	100	58	6.03	12.06	43.53	28.49	286.12	28.49	6.702
20	100	59	6.03	12.06	46.81	29.92	291.94	29.92	6.349
21	100	60	6.03	12.06	44.91	40.80	260.79	40.80	5.914
22	100	61	6.03	12.06	49.78	42.72	266.12	42.72	5.433
23	100	62	6.03	12.06	54.96	44.68	271.48	44.68	5.011
24	100	63	6.03	12.06	60.45	46.68	276.87	46.68	4.639
25	100	64	6.03	12.06	66.25	48.70	282.28	48.70	4.310
26	100	65	6.03	12.06	72.36	50.76	287.73	50.76	4.017
27	100	66	6.03	12.06	78.80	52.84	293.20	52.84	3.755
28	100	67	6.03	12.06	84.56	42.28	295.01	42.28	3.518
29	100	68	6.03	12.06	91.61	43.93	300.34	43.93	3.303
30	100	69	6.03	12.06	99.01	45.61	305.70	45.61	3.108
31	100	70	6.03	12.06	106.75	47.32	311.07	47.32	2.932
32	100	71	6.03	12.06	114.84	49.05	316.47	49.05	2.771
33	100	72	6.03	12.06	123.29	50.80	321.90	50.80	2.624
34	100	73	6.03	12.06	132.11	52.58	327.35	52.58	2.489
35	100	74	6.03	12.06	141.29	54.38	332.82	54.38	2.365
36	100	75	6.03	12.06	150.85	56.20	338.32	56.20	2.251
37	100	76	6.03	12.06	160.79	58.05	343.84	58.05	2.145
38	100	77	6.03	12.06	171.12	59.93	349.40	59.93	2.048
39	100	78	6.03	12.06	181.84	61.83	354.97	61.83	1.957
40	100	79	6.03	12.06	192.96	63.75	360.58	63.75	1.873
41	100	80	6.03	12.06	204.48	65.70	366.21	65.70	1.795
42	100	81	6.03	12.06	216.42	67.68	371.87	67.68	1.722

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
43	100	82	6.03	12.06	228.77	69.68	377.55	69.68	1.653
44	100	83	6.03	12.06	241.54	71.70	383.26	71.70	1.589
45	100	84	6.03	12.06	254.74	73.74	389.00	73.74	1.529
46	100	85	6.03	12.06	268.37	75.82	394.77	75.82	1.473
47	100	86	6.03	12.06	282.45	77.91	400.57	77.91	1.420
48	100	87	6.03	12.06	296.97	80.03	406.40	80.03	1.370
49	100	88	6.03	12.06	311.94	82.18	412.25	82.18	1.323
50	100	89	6.03	12.06	327.37	84.35	418.14	84.35	1.278
51	100	90	6.03	12.06	343.26	86.54	424.05	86.54	1.236
52	100	91	6.03	12.06	359.62	88.76	430.00	88.76	1.196
53	100	92	6.03	12.06	376.46	91.00	435.98	91.00	1.159
54	100	93	6.03	12.06	393.77	93.27	441.98	93.27	1.123
55	100	94	6.03	12.06	411.58	95.56	448.02	95.56	1.089
56	100	95	6.03	12.06	429.87	97.88	454.09	97.88	1.056
57	100	96	6.03	30.91	448.67	100.22	1092.80	100.22	2.439
58	100	97	6.03	30.91	467.97	102.59	1106.14	102.59	2.367
59	100	98	6.03	30.91	487.78	104.98	1119.51	104.98	2.298
60	100	99	6.03	18.85	508.10	107.39	716.37	107.39	1.411
61	100	100	6.03	18.85	528.95	109.83	725.20	109.83	1.372
62	100	101	6.03	18.85	550.32	112.30	734.07	112.30	1.334
63	100	102	6.03	18.85	572.23	114.78	742.97	114.78	1.299
64	100	103	6.03	18.85	594.68	117.30	751.90	117.30	1.265

Tabella 2 – Verifica SLU pressoflessione

### 9.1.3.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio del paramento.

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	192.52	8.30	23.195
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	195.11	9.18	21.256
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	197.67	10.10	19.566
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	200.22	11.07	18.086
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	202.74	12.08	16.780
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	205.24	13.14	15.623
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	207.72	14.24	14.590
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	210.18	15.38	13.666
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	212.63	16.57	12.833
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	215.05	17.80	12.081
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	217.46	19.97	10.888
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	219.85	22.29	9.865
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	222.23	24.66	9.013
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	224.59	27.08	8.293
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	226.94	29.57	7.675
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	229.27	32.11	7.140
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	231.60	34.71	6.672
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	233.90	37.37	6.259
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	236.20	40.08	5.893
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	238.48	42.86	5.565
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	240.75	45.68	5.270
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	243.01	48.57	5.003
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	245.26	51.52	4.761
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	247.50	54.52	4.540
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	249.73	57.58	4.337
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	251.95	60.69	4.151
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	254.16	63.87	3.979
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	256.36	67.10	3.821

Progetto Esecutivo

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	258.55	70.39	3.673
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.74	73.73	3.536
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.36	77.14	3.414
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.50	80.60	3.306
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	269.63	84.12	3.205
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	272.77	87.69	3.110
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	275.89	91.33	3.021
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.02	95.02	2.936
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.15	98.77	2.857
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	102.57	2.781
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	288.39	106.44	2.710
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	291.51	110.36	2.642
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	294.63	114.33	2.577
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	297.74	118.37	2.515
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	300.86	122.46	2.457
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	303.97	126.61	2.401
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	307.08	130.82	2.347
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	310.19	135.09	2.296
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	313.30	139.41	2.247
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	316.41	143.79	2.201
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	319.52	148.23	2.156
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	322.62	152.72	2.113
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	325.73	157.27	2.071
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	328.83	161.88	2.031
53	100	92	0.00	--	0.00	0.00	331.94	166.55	1.993
54	100	93	0.00	--	0.00	0.00	335.04	171.27	1.956
55	100	94	0.00	--	0.00	0.00	338.14	176.06	1.921
56	100	95	0.00	--	0.00	0.00	341.25	180.90	1.886
57	100	96	0.00	--	0.00	0.00	398.71	185.79	2.146
58	100	97	0.00	--	0.00	0.00	401.19	190.75	2.103
59	100	98	0.00	--	0.00	0.00	403.67	195.76	2.062
60	100	99	0.00	--	0.00	0.00	357.89	200.83	1.782
61	100	100	0.00	--	0.00	0.00	360.09	205.95	1.748
62	100	101	0.00	--	0.00	0.00	362.30	211.14	1.716
63	100	102	0.00	--	0.00	0.00	364.50	216.38	1.685
64	100	103	0.00	--	0.00	0.00	366.69	221.68	1.654

Tabella 3 – Verifica SLU taglio

### 9.1.3.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.1.3.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

#### COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19.20	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (11)	818 (11)	825 (11)
2	100	41	6.03	12.06	1.27	7.86	73 (11)	671 (11)	850 (11)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
3	100	42	6.03	12.06	1.48	8.88	81 (11)	763 (11)	949 (11)
4	100	43	6.03	12.06	1.83	9.92	97 (11)	1081 (11)	1119 (11)
5	100	44	6.03	12.06	2.33	10.98	120 (11)	1649 (11)	1353 (11)
6	100	45	6.03	12.06	2.98	12.07	149 (11)	2491 (11)	1644 (11)
7	100	46	6.03	12.06	3.79	13.19	184 (11)	3609 (11)	1984 (11)
8	100	47	6.03	12.06	4.76	14.33	224 (11)	4999 (11)	2367 (11)
9	100	48	6.03	12.06	5.90	15.49	269 (11)	6648 (11)	2791 (11)
10	100	49	6.03	12.06	7.21	16.68	318 (11)	8546 (11)	3254 (11)
11	100	50	6.03	12.06	8.70	17.90	370 (11)	10683 (11)	3752 (11)
12	100	51	6.03	12.06	10.36	19.14	427 (11)	13048 (11)	4286 (11)
13	100	52	6.03	12.06	12.21	20.40	486 (11)	15636 (11)	4853 (11)
14	100	53	6.03	12.06	14.25	21.69	549 (11)	18437 (11)	5452 (11)
15	100	54	6.03	12.06	16.48	23.00	614 (11)	21445 (11)	6082 (11)
16	100	55	6.03	12.06	18.92	24.33	682 (11)	24656 (11)	6743 (11)
17	100	56	6.03	12.06	21.55	25.69	753 (11)	28063 (11)	7432 (11)
18	100	57	6.03	12.06	24.39	27.08	826 (11)	31661 (11)	8149 (11)
19	100	58	6.03	12.06	27.44	28.49	901 (11)	35447 (11)	8894 (11)
20	100	59	6.03	12.06	30.71	29.92	978 (11)	39417 (11)	9665 (11)
21	100	60	6.03	12.06	34.20	31.38	1058 (11)	43566 (11)	10461 (11)
22	100	61	6.03	12.06	37.92	32.86	1139 (11)	47891 (11)	11281 (11)
23	100	62	6.03	12.06	41.87	34.37	1222 (11)	52389 (11)	12126 (11)
24	100	63	6.03	12.06	46.05	35.90	1307 (11)	57057 (11)	12993 (11)
25	100	64	6.03	12.06	50.47	37.46	1393 (11)	61892 (11)	13883 (11)
26	100	65	6.03	12.06	55.13	39.04	1481 (11)	66893 (11)	14795 (11)
27	100	66	6.03	12.06	60.04	40.65	1571 (11)	72056 (11)	15728 (11)
28	100	67	6.03	12.06	65.21	42.28	1662 (11)	77379 (11)	16681 (11)
29	100	68	6.03	12.06	70.63	43.93	1755 (11)	82860 (11)	17655 (11)
30	100	69	6.03	12.06	76.32	45.61	1849 (11)	88498 (11)	18649 (11)
31	100	70	6.03	12.06	82.27	47.32	1944 (11)	94291 (11)	19661 (11)
32	100	71	6.03	12.06	88.49	49.05	2040 (11)	100236 (11)	20692 (11)
33	100	72	6.03	12.06	94.98	50.80	2138 (11)	106332 (11)	21742 (11)
34	100	73	6.03	12.06	101.76	52.58	2237 (11)	112579 (11)	22809 (11)
35	100	74	6.03	12.06	108.82	54.38	2337 (11)	118973 (11)	23893 (11)
36	100	75	6.03	12.06	116.17	56.20	2438 (11)	125515 (11)	24995 (11)
37	100	76	6.03	12.06	123.82	58.05	2541 (11)	132203 (11)	26113 (11)
38	100	77	6.03	12.06	131.76	59.93	2644 (11)	139035 (11)	27248 (11)
39	100	78	6.03	12.06	140.00	61.83	2748 (11)	146011 (11)	28399 (11)
40	100	79	6.03	12.06	148.55	63.75	2854 (11)	153129 (11)	29565 (11)
41	100	80	6.03	12.06	157.42	65.70	2960 (11)	160389 (11)	30747 (11)
42	100	81	6.03	12.06	166.60	67.68	3067 (11)	167789 (11)	31944 (11)
43	100	82	6.03	12.06	176.10	69.68	3176 (11)	175330 (11)	33156 (11)
44	100	83	6.03	12.06	185.93	71.70	3285 (11)	183009 (11)	34382 (11)
45	100	84	6.03	12.06	196.08	73.74	3395 (11)	190826 (11)	35623 (11)
46	100	85	6.03	12.06	206.57	75.82	3506 (11)	198780 (11)	36878 (11)
47	100	86	6.03	12.06	217.40	77.91	3618 (11)	206871 (11)	38147 (11)
48	100	87	6.03	12.06	228.58	80.03	3731 (11)	215098 (11)	39429 (11)
49	100	88	6.03	12.06	240.10	82.18	3844 (11)	223461 (11)	40725 (11)
50	100	89	6.03	12.06	251.97	84.35	3958 (11)	231958 (11)	42034 (11)
51	100	90	6.03	12.06	264.20	86.54	4074 (11)	240589 (11)	43357 (11)
52	100	91	6.03	12.06	276.80	88.76	4190 (11)	249353 (11)	44692 (11)
53	100	92	6.03	12.06	289.75	91.00	4306 (11)	258251 (11)	46040 (11)
54	100	93	6.03	12.06	303.08	93.27	4424 (11)	267281 (11)	47401 (11)
55	100	94	6.03	12.06	316.79	95.56	4542 (11)	276443 (11)	48774 (11)
56	100	95	6.03	12.06	330.88	97.88	4661 (11)	285736 (11)	50159 (11)
57	100	96	6.03	30.91	345.35	100.22	3343 (11)	120305 (11)	40783 (11)
58	100	97	6.03	30.91	360.20	102.59	3426 (11)	124166 (11)	41842 (11)
59	100	98	6.03	30.91	375.46	104.98	3508 (11)	128079 (11)	42907 (11)
60	100	99	6.03	18.85	391.11	107.39	4315 (11)	211314 (11)	50043 (11)
61	100	100	6.03	18.85	407.16	109.83	4417 (11)	217772 (11)	51305 (11)
62	100	101	6.03	18.85	423.62	112.30	4519 (11)	224313 (11)	52575 (11)
63	100	102	6.03	18.85	440.49	114.78	4622 (11)	230937 (11)	53855 (11)
64	100	103	6.03	18.85	457.78	117.30	4726 (11)	237644 (11)	55144 (11)

Tabella 4 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14.40 [MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.23	7.03	75 (14)	838 (14)	846 (14)
2	100	41	6.03	12.06	1.30	8.03	75 (14)	682 (14)	868 (14)
3	100	42	6.03	12.06	1.49	9.05	82 (14)	754 (14)	960 (14)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
4	100	43	6.03	12.06	1.82	10.09	96 (14)	1034 (14)	1118 (14)
5	100	44	6.03	12.06	2.29	11.15	118 (14)	1545 (14)	1339 (14)
6	100	45	6.03	12.06	2.91	12.24	145 (14)	2310 (14)	1614 (14)
7	100	46	6.03	12.06	3.68	13.36	178 (14)	3337 (14)	1937 (14)
8	100	47	6.03	12.06	4.60	14.50	216 (14)	4622 (14)	2303 (14)
9	100	48	6.03	12.06	5.68	15.66	258 (14)	6157 (14)	2709 (14)
10	100	49	6.03	12.06	6.93	16.85	305 (14)	7931 (14)	3151 (14)
11	100	50	6.03	12.06	8.34	18.07	355 (14)	9936 (14)	3629 (14)
12	100	51	6.03	12.06	9.93	19.31	409 (14)	12163 (14)	4140 (14)
13	100	52	6.03	12.06	11.70	20.57	465 (14)	14605 (14)	4684 (14)
14	100	53	6.03	12.06	13.64	21.86	525 (14)	17255 (14)	5259 (14)
15	100	54	6.03	12.06	15.78	23.17	588 (14)	20107 (14)	5864 (14)
16	100	55	6.03	12.06	18.11	24.50	653 (14)	23156 (14)	6499 (14)
17	100	56	6.03	12.06	20.63	25.86	721 (14)	26397 (14)	7162 (14)
18	100	57	6.03	12.06	23.35	27.25	791 (14)	29826 (14)	7853 (14)
19	100	58	6.03	12.06	26.28	28.66	863 (14)	33439 (14)	8570 (14)
20	100	59	6.03	12.06	29.43	30.09	938 (14)	37233 (14)	9313 (14)
21	100	60	6.03	12.06	32.78	31.55	1014 (14)	41203 (14)	10081 (14)
22	100	61	6.03	12.06	36.36	33.03	1092 (14)	45347 (14)	10874 (14)
23	100	62	6.03	12.06	40.16	34.54	1173 (14)	49662 (14)	11690 (14)
24	100	63	6.03	12.06	44.19	36.07	1255 (14)	54146 (14)	12529 (14)
25	100	64	6.03	12.06	48.45	37.63	1338 (14)	58795 (14)	13390 (14)
26	100	65	6.03	12.06	52.96	39.21	1424 (14)	63608 (14)	14274 (14)
27	100	66	6.03	12.06	57.70	40.82	1511 (14)	68583 (14)	15178 (14)
28	100	67	6.03	12.06	62.70	42.45	1599 (14)	73717 (14)	16104 (14)
29	100	68	6.03	12.06	67.94	44.10	1689 (14)	79009 (14)	17049 (14)
30	100	69	6.03	12.06	73.45	45.78	1780 (14)	84457 (14)	18015 (14)
31	100	70	6.03	12.06	79.21	47.49	1873 (14)	90060 (14)	18999 (14)
32	100	71	6.03	12.06	85.24	49.22	1966 (14)	95815 (14)	20003 (14)
33	100	72	6.03	12.06	91.55	50.97	2062 (14)	101722 (14)	21025 (14)
34	100	73	6.03	12.06	98.12	52.75	2158 (14)	107778 (14)	22064 (14)
35	100	74	6.03	12.06	104.98	54.55	2256 (14)	113984 (14)	23122 (14)
36	100	75	6.03	12.06	112.13	56.37	2354 (14)	120338 (14)	24197 (14)
37	100	76	6.03	12.06	119.56	58.22	2454 (14)	126838 (14)	25289 (14)
38	100	77	6.03	12.06	127.29	60.10	2555 (14)	133483 (14)	26397 (14)
39	100	78	6.03	12.06	135.32	62.00	2657 (14)	140273 (14)	27522 (14)
40	100	79	6.03	12.06	143.65	63.92	2761 (14)	147207 (14)	28663 (14)
41	100	80	6.03	12.06	152.29	65.87	2865 (14)	154283 (14)	29820 (14)
42	100	81	6.03	12.06	161.24	67.85	2970 (14)	161501 (14)	30992 (14)
43	100	82	6.03	12.06	170.51	69.85	3076 (14)	168861 (14)	32179 (14)
44	100	83	6.03	12.06	180.11	71.87	3183 (14)	176360 (14)	33382 (14)
45	100	84	6.03	12.06	190.03	73.91	3291 (14)	183999 (14)	34599 (14)
46	100	85	6.03	12.06	200.28	75.99	3400 (14)	191778 (14)	35831 (14)
47	100	86	6.03	12.06	210.87	78.08	3510 (14)	199694 (14)	37077 (14)
48	100	87	6.03	12.06	221.80	80.20	3621 (14)	207748 (14)	38337 (14)
49	100	88	6.03	12.06	233.07	82.35	3733 (14)	215939 (14)	39611 (14)
50	100	89	6.03	12.06	244.70	84.52	3845 (14)	224267 (14)	40898 (14)
51	100	90	6.03	12.06	256.68	86.71	3959 (14)	232731 (14)	42200 (14)
52	100	91	6.03	12.06	269.02	88.93	4073 (14)	241330 (14)	43514 (14)
53	100	92	6.03	12.06	281.72	91.17	4188 (14)	250064 (14)	44842 (14)
54	100	93	6.03	12.06	294.80	93.44	4304 (14)	258933 (14)	46182 (14)
55	100	94	6.03	12.06	308.25	95.73	4421 (14)	267936 (14)	47536 (14)
56	100	95	6.03	12.06	322.07	98.05	4539 (14)	277072 (14)	48902 (14)
57	100	96	6.03	30.91	336.28	100.39	3258 (14)	116759 (14)	39768 (14)
58	100	97	6.03	30.91	350.88	102.76	3339 (14)	120559 (14)	40813 (14)
59	100	98	6.03	30.91	365.87	105.15	3421 (14)	124413 (14)	41867 (14)
60	100	99	6.03	18.85	381.25	107.56	4208 (14)	205308 (14)	48846 (14)
61	100	100	6.03	18.85	397.04	110.00	4309 (14)	211672 (14)	50093 (14)
62	100	101	6.03	18.85	413.23	112.47	4410 (14)	218121 (14)	51350 (14)
63	100	102	6.03	18.85	429.84	114.95	4512 (14)	224654 (14)	52616 (14)
64	100	103	6.03	18.85	446.86	117.47	4615 (14)	231272 (14)	53892 (14)

Tabella 5 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche di limitazione delle tensioni risultano soddisfatte in quanto le massime tensioni sia lato calcestruzzo che lato acciaio sono sempre inferiori ai limiti imposti dalla normativa.

### 9.1.3.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:



**Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

**COMBINAZIONE FREQUENTE**

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	12.06	1250.00	1.26	174.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	12.06	1250.00	1.42	186.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	12.06	1250.00	1.71	188.21	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	12.06	1250.00	2.12	185.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	12.06	1250.00	2.65	182.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	12.06	1250.00	3.31	179.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	12.06	1250.00	4.11	179.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	12.06	1250.00	5.05	179.63	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	12.06	1250.00	6.14	181.26	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	12.06	1250.00	7.37	183.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	12.06	1250.00	8.76	187.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	12.06	1250.00	10.30	190.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	12.06	1250.00	12.01	195.11	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	12.06	1250.00	13.89	199.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	12.06	1250.00	15.93	204.81	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	12.06	1250.00	18.16	210.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	12.06	1250.00	20.56	215.70	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	12.06	1250.00	23.15	221.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	12.06	1250.00	25.93	227.53	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	12.06	1250.00	28.90	233.75	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	12.06	1250.00	32.08	240.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	12.06	1250.00	35.45	246.73	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	12.06	1250.00	39.04	253.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	12.06	1250.00	42.84	260.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	12.06	1250.00	46.85	267.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	12.06	1250.00	51.09	274.57	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	67	12.06	1250.00	55.55	281.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	12.06	1250.00	60.24	289.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	12.06	1250.00	65.17	296.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	12.06	1250.00	70.34	304.67	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	12.06	1250.00	75.75	312.52	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	12.06	1250.00	81.41	320.49	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	12.06	1250.00	87.33	328.59	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	12.06	1250.00	93.50	336.81	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	12.06	1250.00	99.94	345.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	12.06	1250.00	106.64	353.61	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	12.06	1250.00	113.62	362.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	78	12.06	1250.00	120.87	370.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	12.06	1250.00	128.40	379.69	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	12.06	1250.00	136.22	388.62	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	12.06	1250.00	144.32	397.66	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	12.06	1250.00	152.72	406.82	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	161.42	416.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	170.43	425.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	179.74	434.97	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	189.36	444.58	0.0000	0.00	0.000 (12)
48	100	87	12.06	1250.00	199.30	454.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
49	100	88	12.06	1250.00	209.57	464.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
50	100	89	12.06	1250.00	220.16	474.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
51	100	90	12.06	1250.00	231.08	484.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
52	100	91	12.06	1250.00	242.33	494.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
53	100	92	12.06	1250.00	253.92	504.59	0.0000	0.00	0.000 (12)
54	100	93	12.06	1250.00	265.86	514.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
55	100	94	12.06	1250.00	278.15	525.48	0.0000	0.00	0.000 (12)
56	100	95	12.06	1250.00	290.79	536.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
57	100	96	30.91	1250.00	303.79	595.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
58	100	97	30.91	1250.00	317.15	607.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
59	100	98	30.91	1250.00	330.88	618.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
60	100	99	18.85	1250.00	344.98	598.02	0.0000	0.00	0.000 (12)



Progetto Esecutivo

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
61	100	100	18.85	1250.00	359.45	609.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
62	100	101	18.85	1250.00	374.31	620.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
63	100	102	18.85	1250.00	389.55	632.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
64	100	103	18.85	1250.00	405.18	644.17	0.0000	0.00	0.000 (12)

Tabella 6 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	12.06	1250.00	1.25	175.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	12.06	1250.00	1.39	190.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	12.06	1250.00	1.63	195.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	12.06	1250.00	1.97	194.24	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	12.06	1250.00	2.43	191.41	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	12.06	1250.00	3.00	188.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	12.06	1250.00	3.68	187.58	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	12.06	1250.00	4.49	187.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	12.06	1250.00	5.42	188.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	12.06	1250.00	6.49	190.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	12.06	1250.00	7.69	193.31	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	12.06	1250.00	9.03	196.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	12.06	1250.00	10.52	200.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	12.06	1250.00	12.16	205.04	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	12.06	1250.00	13.95	209.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	12.06	1250.00	15.90	214.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	12.06	1250.00	18.01	220.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	12.06	1250.00	20.29	225.93	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	12.06	1250.00	22.74	231.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	12.06	1250.00	25.37	237.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	12.06	1250.00	28.18	244.18	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	12.06	1250.00	31.18	250.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	12.06	1250.00	34.37	257.30	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	12.06	1250.00	37.75	264.11	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	12.06	1250.00	41.33	271.08	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	12.06	1250.00	45.11	278.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	12.06	1250.00	49.11	285.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	12.06	1250.00	53.32	292.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	12.06	1250.00	57.74	300.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	12.06	1250.00	62.39	308.10	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	12.06	1250.00	67.26	315.91	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	12.06	1250.00	72.37	323.85	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	12.06	1250.00	77.71	331.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	12.06	1250.00	83.29	340.11	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	12.06	1250.00	89.12	348.43	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	12.06	1250.00	95.19	356.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	12.06	1250.00	101.52	365.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	12.06	1250.00	108.11	374.10	0.0000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	12.06	1250.00	114.96	382.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	12.06	1250.00	122.08	391.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	12.06	1250.00	129.47	400.85	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	12.06	1250.00	137.14	409.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	145.09	419.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	153.33	428.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	161.85	438.13	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	170.67	447.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	179.79	457.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	12.06	1250.00	189.21	467.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	12.06	1250.00	198.95	477.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	12.06	1250.00	208.99	487.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	12.06	1250.00	219.35	497.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
53	100	92	12.06	1250.00	230.04	507.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
54	100	93	12.06	1250.00	241.05	518.12	0.0000	0.00	0.000 (13)
55	100	94	12.06	1250.00	252.39	528.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
56	100	95	12.06	1250.00	264.07	539.24	0.0000	0.00	0.000 (13)
57	100	96	30.91	1250.00	276.09	599.35	0.0000	0.00	0.000 (13)
58	100	97	30.91	1250.00	288.45	610.79	0.0000	0.00	0.000 (13)
59	100	98	30.91	1250.00	301.16	622.33	0.0000	0.00	0.000 (13)
60	100	99	18.85	1250.00	314.23	601.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
61	100	100	18.85	1250.00	327.65	612.64	0.0000	0.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
62	100	101	18.85	1250.00	341.44	624.13	0.0000	0.00	0.000 (13)
63	100	102	18.85	1250.00	355.59	635.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
64	100	103	18.85	1250.00	370.12	647.44	0.0000	0.00	0.000 (13)

Tabella 7 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte.

#### 9.1.4 Verifiche della fondazione

##### 9.1.4.1 Sollecitazioni agenti sulla fondazione

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni massime agenti sugli elementi piastra della fondazione del muro di capostrada.

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
355	<b>22.02</b> (2)	78.29 (2)	-1.15 (2)	5.28 (2)	-268.54 (2)	MAX
135	<b>-92.44</b> (2)	-308.12 (2)	59.01 (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MIN
355	12.37 (5)	<b>99.73</b> (5)	-0.75 (5)	1.22 (5)	-173.79 (5)	MAX
135	-92.44 (2)	<b>-308.12</b> (2)	59.01 (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MIN
135	-92.44 (2)	-308.12 (2)	<b>59.01</b> (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MAX
2077	-92.43 (2)	-308.11 (2)	<b>-59.01</b> (2)	0.00 (2)	-250.99 (2)	MIN
1953	-15.80 (4)	-25.27 (4)	-30.57 (4)	<b>252.13</b> (4)	-304.92 (4)	MAX
29	-19.12 (4)	-26.84 (4)	30.87 (4)	<b>-251.59</b> (4)	-307.33 (4)	MIN
1410	-15.27 (4)	16.79 (4)	-0.19 (4)	-0.35 (4)	<b>80.77</b> (4)	MAX
34	-21.87 (4)	-72.88 (4)	-4.66 (4)	0.18 (4)	<b>-508.33</b> (4)	MIN

Tabella 8 – Sollecitazioni massime agenti sulla fondazione del muro di capostrada

##### 9.1.4.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

###### 9.1.4.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione della fondazione.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-43-P	2.26	2.26	0.02	-21.39	-82.77	5.537 (4)
4-13-P	3.39	3.39	0.00	-37.46	-123.94	5.653 (2)
5-3-P	3.39	3.39	11.86	0.00	123.94	33.723 (2)
6-5-S	15.27	15.27	0.00	-272.06	-547.63	3.228 (2)
7-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.47	-637.41	3.731 (2)
8-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.28	-637.41	3.737 (2)
9-5-S	15.27	15.27	0.00	-274.99	-547.63	3.223 (2)
10-5-S	17.81	17.81	0.00	-274.24	-637.41	3.759 (2)
11-5-S	17.81	17.81	0.00	-273.97	-637.41	3.763 (2)
12-5-S	15.27	15.27	0.00	-274.21	-547.63	3.231 (2)
13-5-S	17.81	17.81	0.00	-274.87	-637.41	3.754 (2)
14-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.45	-637.41	3.734 (2)
15-5-S	15.27	15.27	0.00	-276.43	-547.63	3.206 (2)
16-5-S	17.81	17.81	0.00	-272.01	-637.41	3.759 (2)

Tabella 9 – Verifica SLU pressoflessione

###### 9.1.4.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio della fondazione.

**Simbologia adottata**

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	60	100	0.00	2.000	0.00	0.00	177.25	70.56	2.512 (1)
4-36-P	79	100	0.00	2.000	0.00	0.00	231.90	5.74	40.420 (1)
5-1-P	79	100	0.00	2.000	0.00	0.00	231.90	31.27	7.416 (1)
6-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	281.47	1.050 (1)
7-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	294.10	1.004 (1)
8-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	291.97	1.012 (1)
9-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	290.34	1.017 (1)
10-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.68	1.020 (1)
11-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.53	1.020 (1)
12-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.67	1.020 (1)
13-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	290.37	1.017 (1)
14-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	291.93	1.012 (1)
15-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	294.11	1.004 (1)
16-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	281.48	1.050 (1)

Tabella 10 – Verifica SLU taglio

**9.1.4.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio**

**9.1.4.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)**

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

**Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

**COMBINAZIONE RARA**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	15.00	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M <sub>p</sub> [kNm]	M <sub>n</sub> [kNm]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1-43-P	60	100	2.26	2.26	0.01	-17.27	593 (14)	4247 (14)	79499 (14)
4-13-P	79	100	3.39	3.39	0.00	-27.15	690 (14)	5256 (14)	86343 (14)
5-32-P	79	100	3.39	3.39	2.15	-3.70	93 (14)	8218 (14)	11680 (14)
6-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.30	2207 (14)	23543 (14)	148635 (14)
7-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.52	2067 (14)	22571 (14)	129225 (14)
8-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.27	2065 (14)	22545 (14)	129076 (14)
9-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-206.40	2220 (14)	23677 (14)	149481 (14)
10-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.91	2051 (14)	22398 (14)	128231 (14)
11-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.72	2049 (14)	22377 (14)	128113 (14)
12-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.88	2214 (14)	23617 (14)	149104 (14)
13-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-206.29	2055 (14)	22439 (14)	128465 (14)
14-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.42	2066 (14)	22561 (14)	129165 (14)

Progetto Esecutivo

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
15-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-207.48	2231 (14)	23800 (14)	150259 (14)
16-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.24	2044 (14)	22318 (14)	127773 (14)

Tabella 11 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11.25 [MPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	100	2.26	2.26	0.01	-17.27	593 (14)	4247 (14)	79499 (14)
4-13-P	79	100	3.39	3.39	0.00	-27.15	690 (14)	5256 (14)	86343 (14)
5-32-P	79	100	3.39	3.39	2.15	-3.70	93 (14)	8218 (14)	11680 (14)
6-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.30	2207 (14)	23543 (14)	148635 (14)
7-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.52	2067 (14)	22571 (14)	129225 (14)
8-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.27	2065 (14)	22545 (14)	129076 (14)
9-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-206.40	2220 (14)	23677 (14)	149481 (14)
10-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.91	2051 (14)	22398 (14)	128231 (14)
11-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.72	2049 (14)	22377 (14)	128113 (14)
12-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.88	2214 (14)	23617 (14)	149104 (14)
13-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-206.29	2055 (14)	22439 (14)	128465 (14)
14-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.42	2066 (14)	22561 (14)	129165 (14)
15-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-207.48	2231 (14)	23800 (14)	150259 (14)
16-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.24	2044 (14)	22318 (14)	127773 (14)

Tabella 12 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

9.1.4.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\epsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	100	2.26	750.00	1.47	265.33	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	79	100	3.39	981.25	-3.25	348.51	0.0000	0.00	0.000
5-1-P	79	100	3.39	981.25	-0.35	348.51	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	100	15.27	1250.00	-1.21	478.30	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.54	486.28	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.52	478.30	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.54	486.28	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.51	478.30	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.48	478.30	0.0000	0.00	0.000
16-1-S	100	100	17.81	1250.00	-1.22	486.28	0.0000	0.00	0.000

Tabella 13 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE  
Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	60	100	2.26	750.00	1.38	265.33	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	79	100	3.39	981.25	-3.16	348.51	0.0000	0.00	0.000
5-1-P	79	100	3.39	981.25	-0.32	348.51	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	100	15.27	1250.00	-1.14	478.30	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.45	486.28	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.43	478.30	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.45	486.28	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.42	478.30	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.39	478.30	0.0000	0.00	0.000
16-1-S	100	100	17.81	1250.00	-1.15	486.28	0.0000	0.00	0.000

Tabella 14 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione QUASI PERMANENTE

### 9.1.5 Verifiche dei micropali

#### 9.1.5.1 Sollecitazioni agenti sui micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni presenti nei micropali si tiene conto dell'interazione fra la platea di fondazione, i micropali e il terreno.

Tramite l'ausilio del software Max Muri è stato possibile ricavare:

- le azioni massime in testa ai micropali (Tabella 15) necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante;
- le sollecitazioni interne ai micropali necessarie per effettuare le verifiche strutturali degli stessi.

Nella seguente figura si riporta il modello della fondazione utilizzato nell'analisi.

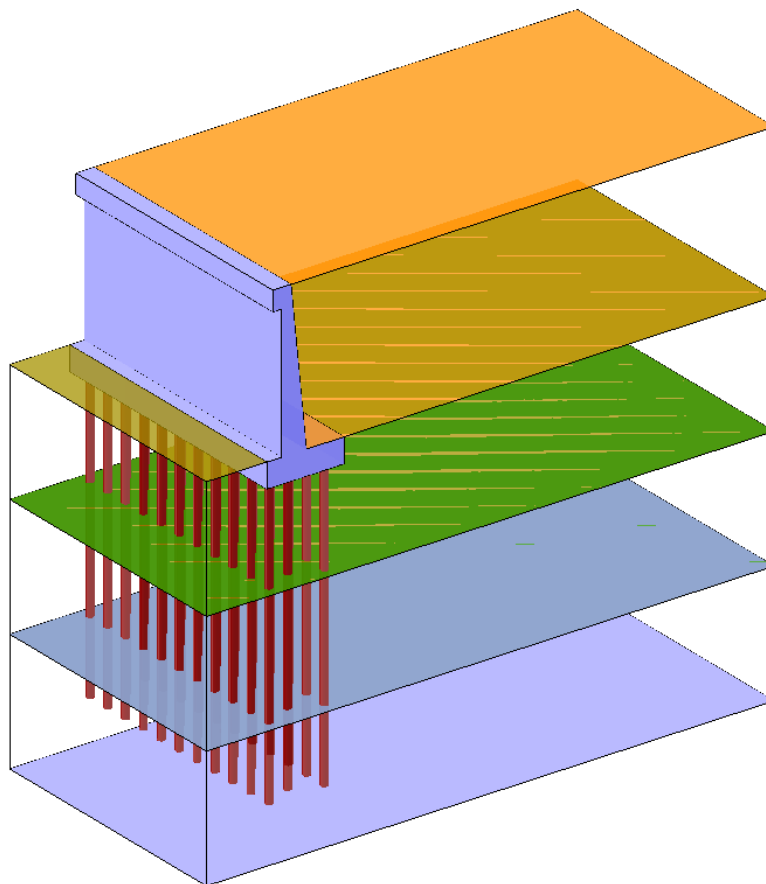


Figura 15 – Modello della fondazione su micropali

In particolare, il software di calcolo schematizza i micropali con modelli del tipo trave su suolo elastico. Per la descrizione della metodologia adottata per definire il legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle, utilizzate per la schematizzazione del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente figura è riportato uno schema del legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate nelle analisi.

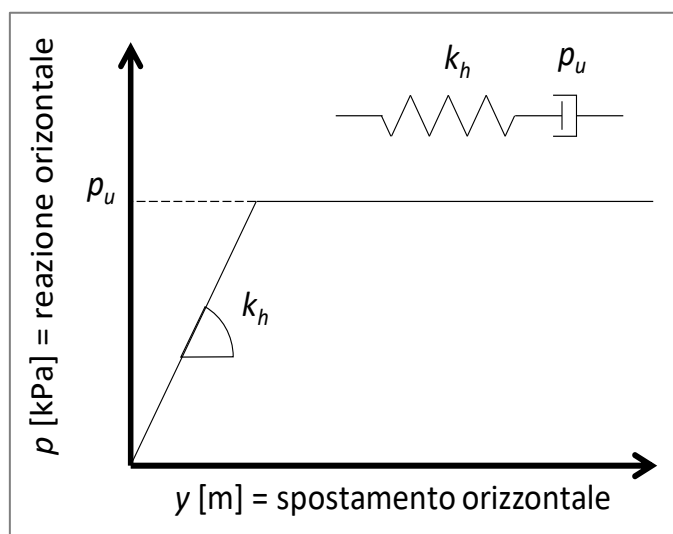


Figura 16 – Legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate per schematizzare il terreno attorno al micropalo

I parametri mostrati in Figura 16 hanno i seguenti significati:

- coefficiente di reazione  $k_h$  [ $\text{kN}/\text{m}^3$ ] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno;
- Pressione limite  $p_u$  [ $\text{kPa}$ ] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno.

Si riportano nelle seguenti figure gli andamenti di  $k_h$  e di  $p_u$  con la profondità considerati nelle analisi.

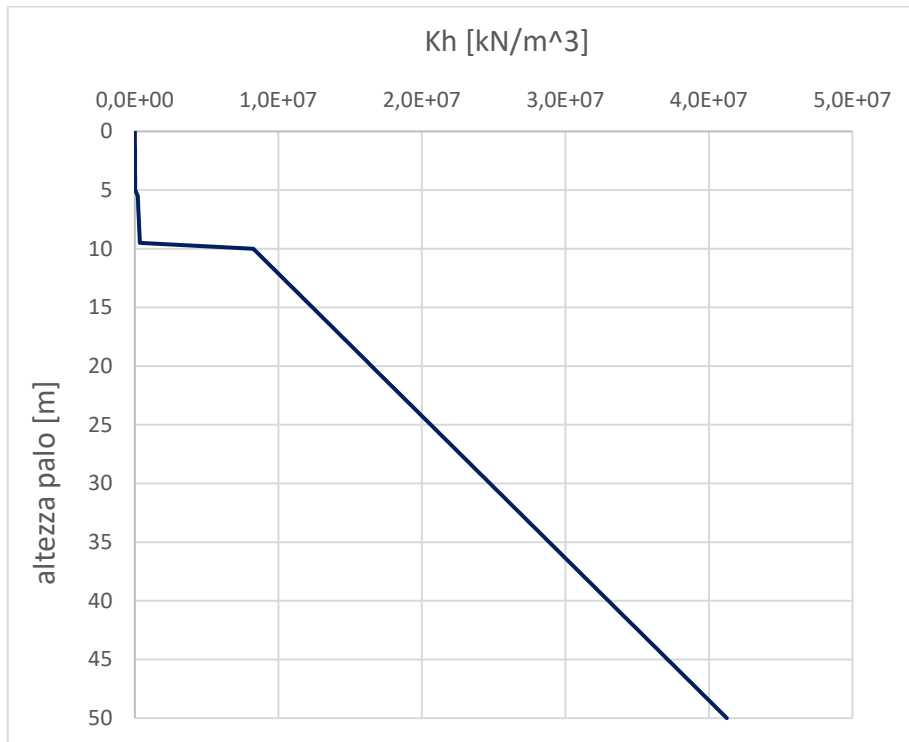


Figura 17 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri minimi



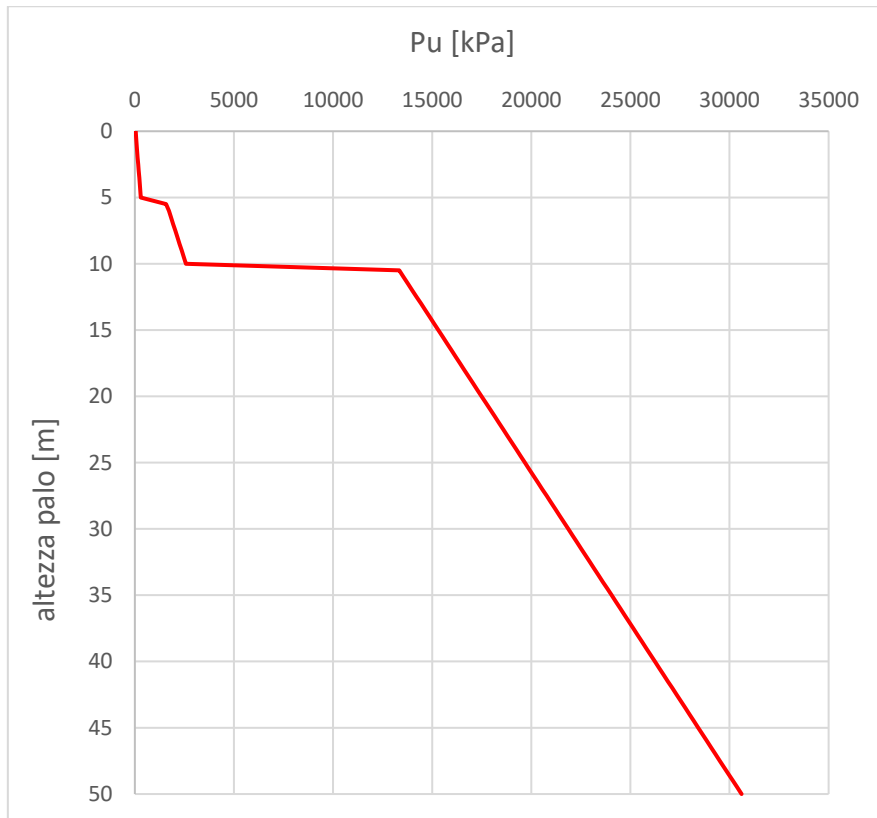


Figura 18 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità – parametri minimi

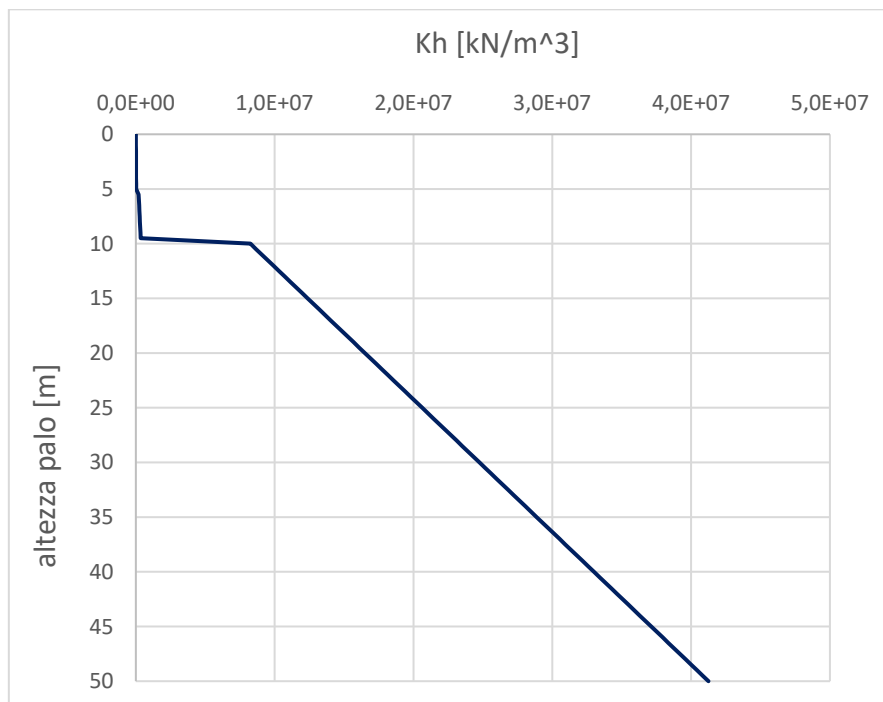


Figura 19 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri medi

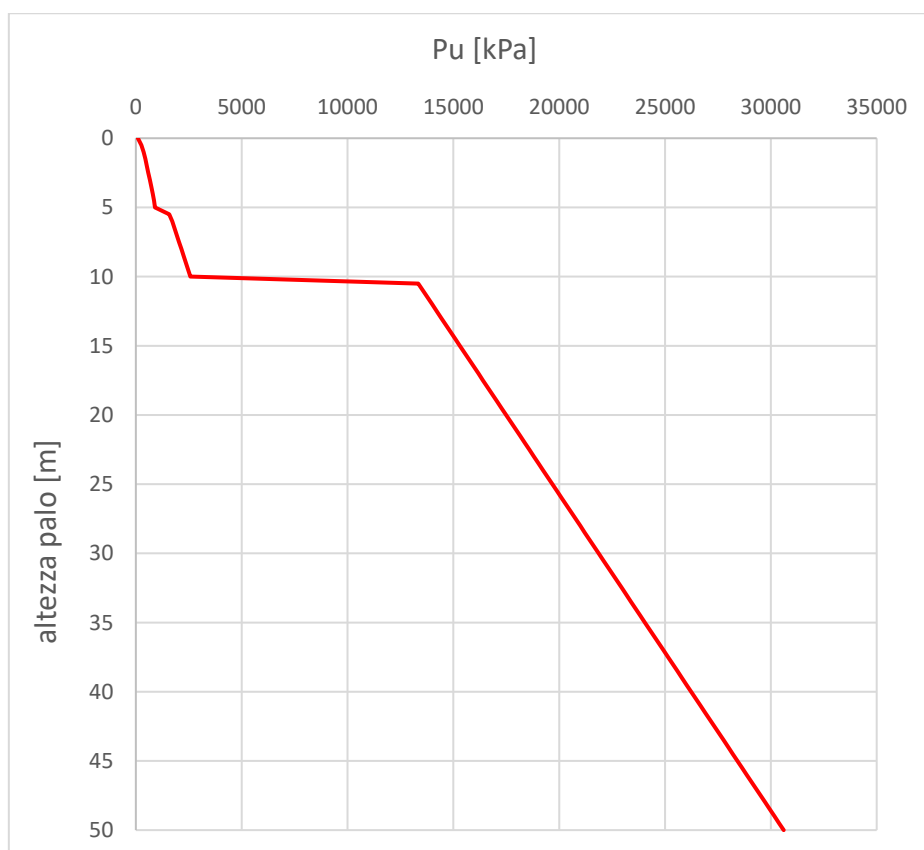


Figura 20 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità– parametri medi

Si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni assiali massime nella peggiore combinazione statica e sismica in testa ai micropali necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante dei micropali.

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-56.57	-46.51	-97.00
	2	490.69	-46.51	-97.00
	3	217.06	-46.51	-97.00
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-120.71	-42.28	-96.11
	2	514.89	-42.28	-96.11
	3	197.09	-42.28	-96.11

Tabella 15 – Azione in testa ai micropali

### 9.1.5.2 Verifica a capacità portante verticale dei micropali di fondazione

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei micropali di fondazione.

Caratteristiche dei micropali di fondazione		
Lunghezza perforazione	12	[m]
inclinazione	0	[deg]
$\phi$ perforazione	0.30	[m]
$\phi$ profilato in acciaio	0.2191	[m]
spessore profilato in acciaio	0.0125	[m]

Tabella 16 – Caratteristiche dei micropali di fondazione

Le verifiche di capacità portante dei micropali sono state effettuate considerando come contributo resistente solamente l'attrito laterale del palo, trascurando, a favore di sicurezza, il contributo di base.

Per la visualizzazione della procedura metodologica relativa al calcolo della capacità portante verticale di progetto dei micropali si veda quanto specificato nella Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente tabella sono riportati i valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo  $\tau_{lim}$  e i valori del coefficiente di sbulbamento  $\alpha$ , (parametro empirico funzione del terreno e delle modalità esecutive del micropalo) entrambi definiti al variare della stratigrafia. Il fattore di sbulbamento è stato assunto pari ad 1 in tutti gli strati in quanto la metodologia realizzativa considerata (IGU – iniezione globale unica) nei materiali rocciosi seppur fratturati non garantisce l'espansione della malta cementizia all'esterno dell'area di perforazione.

Stratigrafia		Parametri minimi		Parametri medi	
tipologia dello strato	limite inferiore dello strato i-esimo misurato dalla testa del micropalo [m]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]
Coltre eluvio-colluviale	4	10	1	10	1
Basalto Alterato	9	180	1	200	1
Basalto	-	200	1	250	1

Tabella 17 – Valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo e coefficienti di sbulbamento

Si riportano nelle seguenti figure le curve di capacità portante dei micropali di fondazione di compressione e di trazione ottenute considerando i parametri resistenti del terreno ( $\tau_{lim}$ ) minimi e medi.

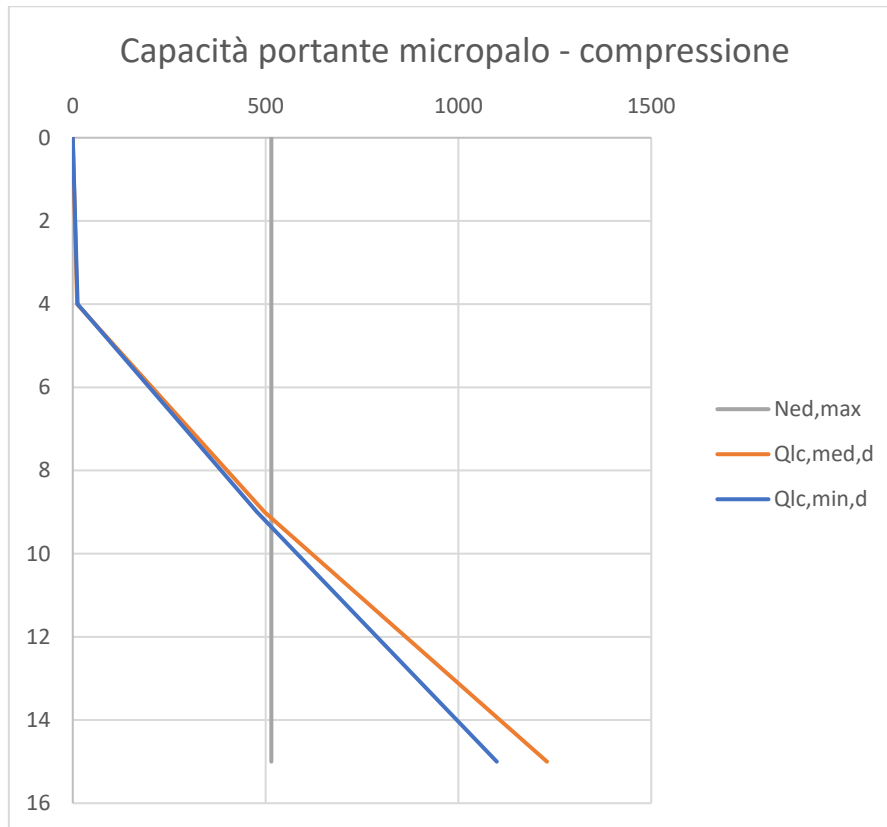


Figura 21 – Curva di capacità portante verticale in compressione con parametri minimi e medi

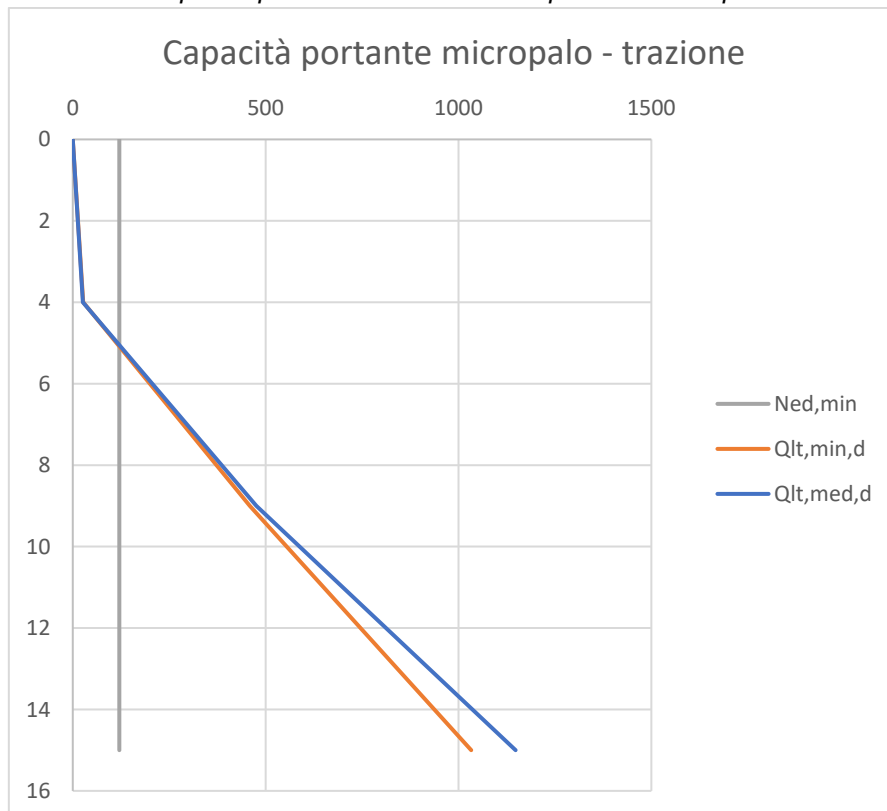


Figura 22 – Curva di capacità portante verticale in trazione con parametri minimi e medi

Come visibile dalle figure sopra riportate, considerando la lunghezza dei micropali pari a 12 m, le verifiche di capacità portante risultano soddisfatte.

### 9.1.5.3 Verifica a capacità portante orizzontale dei micropali di fondazione

Sulla base di quanto illustrato al paragrafo 9.1.5, sono state ottenute le seguenti curve per la capacità portante orizzontale dei micropali.

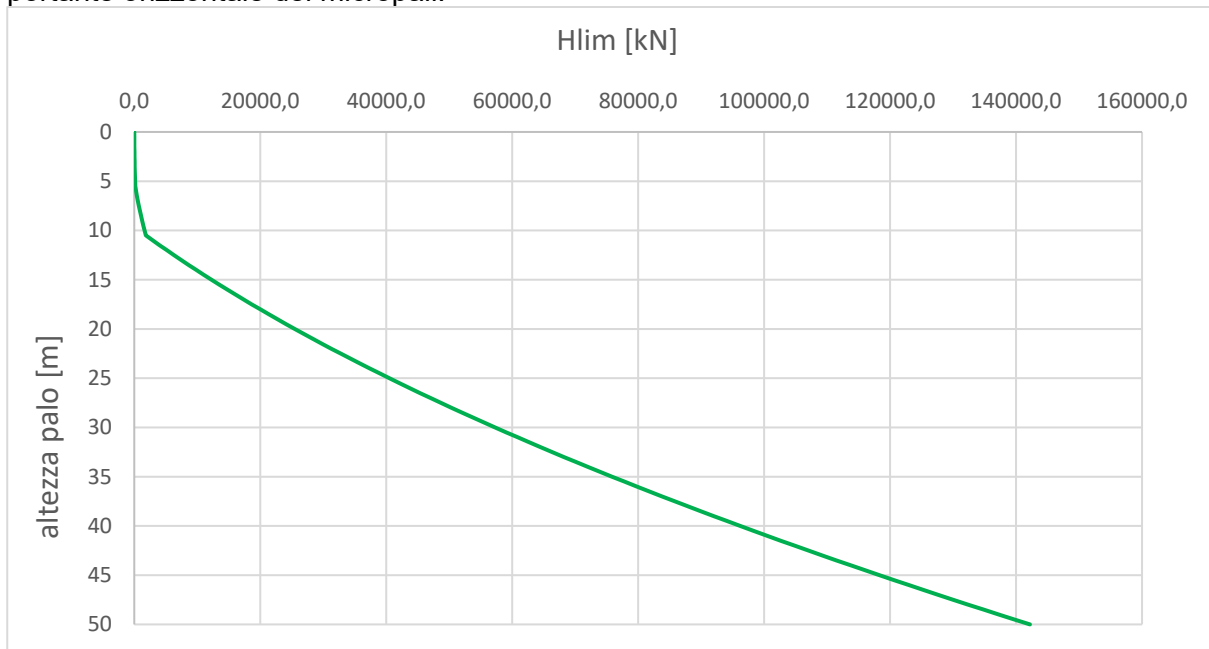


Figura 23 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri minimi



Figura 24 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri medi

Come visibile dalle curve l'azione trasversale massima di 97 kN è compatibile con la lunghezza dei micropali pari a 12m.

#### **9.1.5.4 Verifiche strutturali dei micropali di fondazione**

##### **9.1.5.4.1 Azioni interne ai micropali**

Considerando le sollecitazioni agenti sulla fondazione del muro di capostrada di cui al paragrafo 9.1.4.1, mediante il software di calcolo Max, sono state ottenute le azioni interne di taglio e momento flettente presenti nei micropali per ciascuna combinazione di carico considerata. Tali sollecitazioni sono riportate nelle figure seguenti.

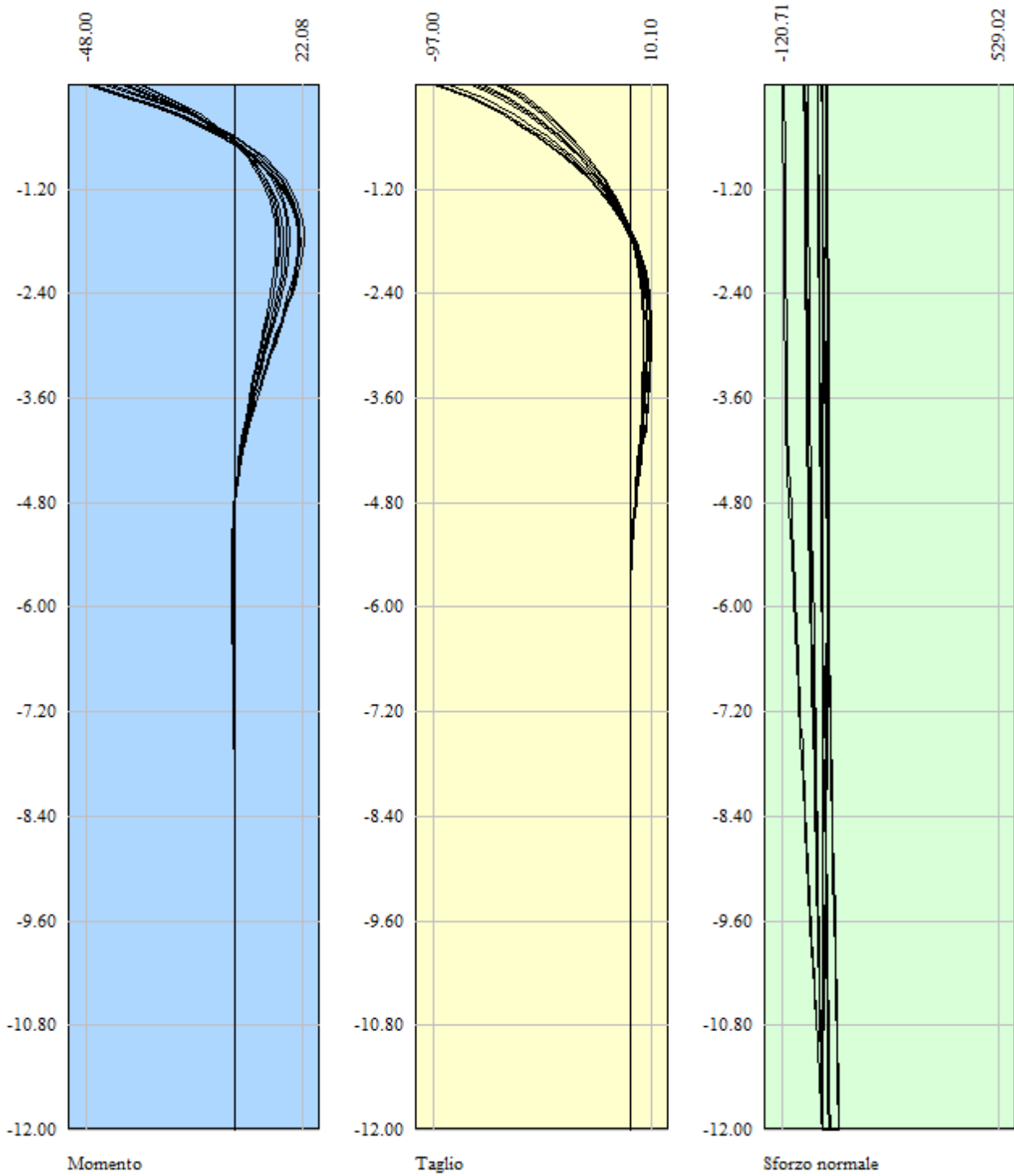


Figura 25 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di monte



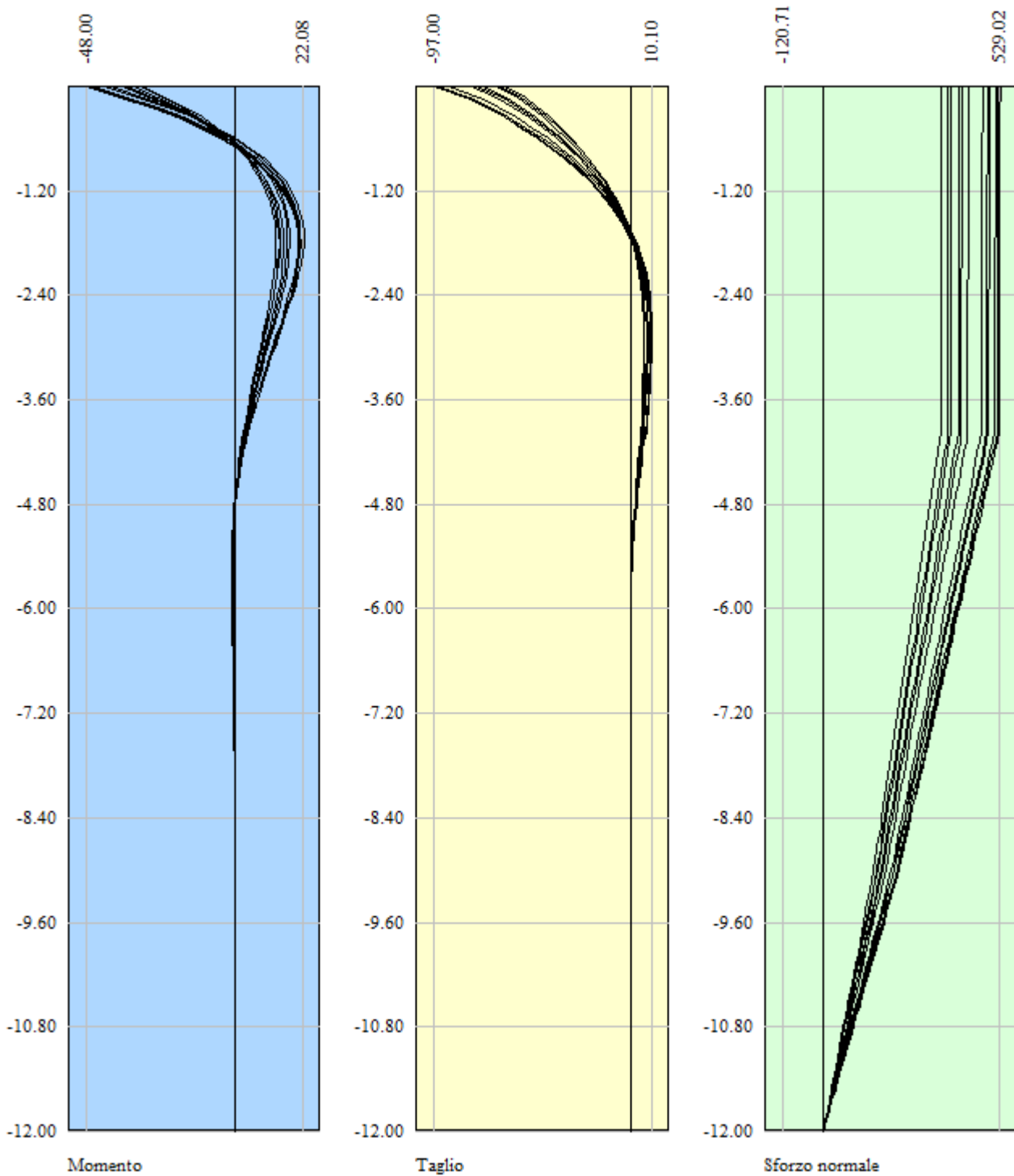


Figura 26 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di valle

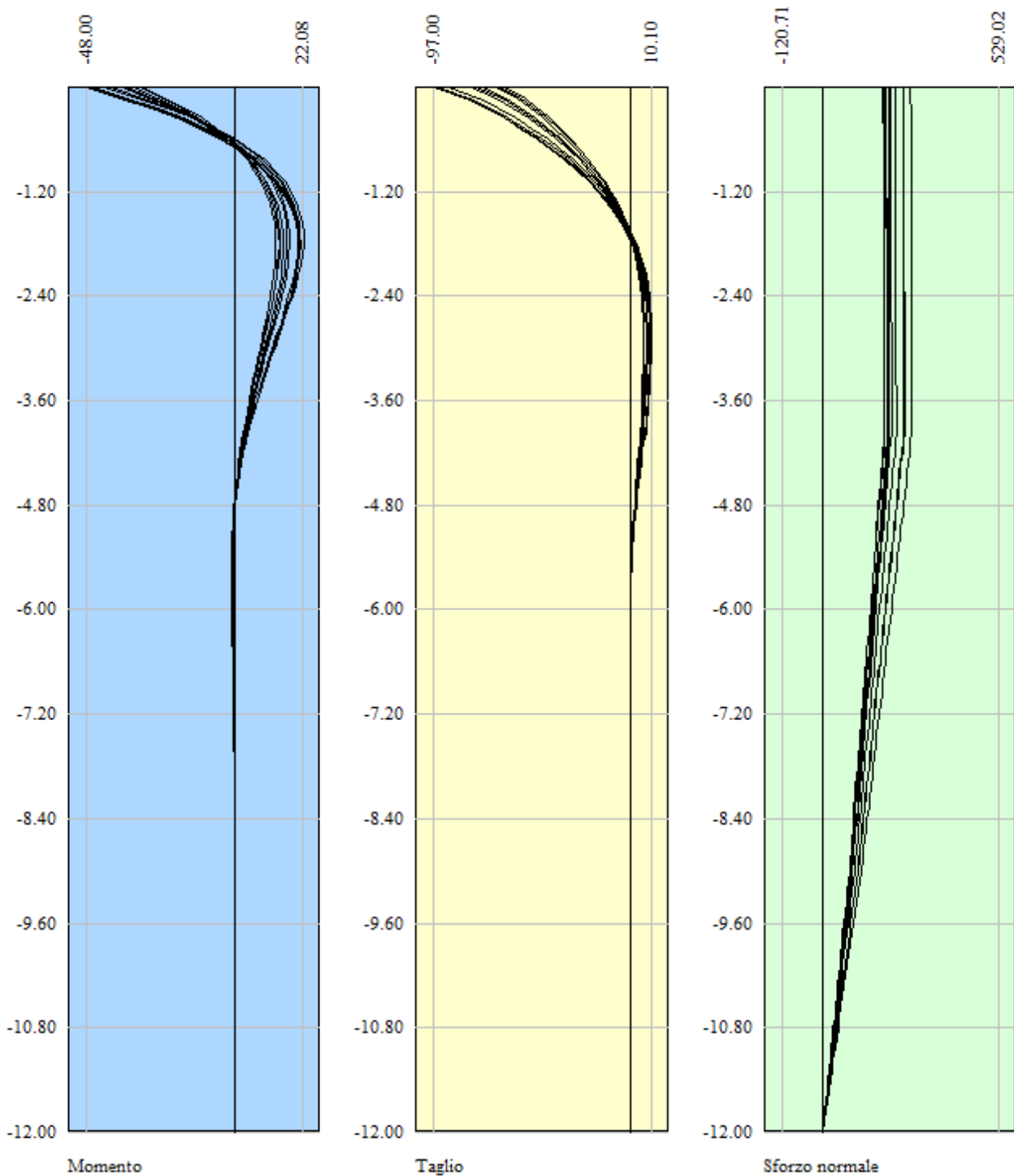


Figura 27 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo centrale

#### 9.1.5.4.2 Verifiche strutturali

La verifica della resistenza strutturale dei micropali è condotta, cautelativamente, facendo riferimento alla sola resistenza del profilato in acciaio.

In accordo con quanto prescritto al paragrafo 4.2.4.1.2.7 delle NTC08 e con riferimento alle formule riportate nella UNI EN 1993 1-1, è stata effettuata la verifica a presso o tenso-flessione controllando che il momento flettente sollecitante di progetto  $M_{Ed}$  sia minore del momento resistente di progetto, ridotto per effetto dell'azione assiale e di taglio.

Di seguito si riportano i valori del momento resistente nelle varie combinazioni considerate in funzione della sollecitazione assiale di progetto.

Ip	Is	A <sub>f</sub> [cm <sup>2</sup> ]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1	81.13	48.00	-13.86	179.40	-13.86	3.795
2	1	81.13	48.00	496.97	180.09	496.97	3.809
3	1	81.13	48.00	241.55	181.95	241.55	3.849

Tabella 18 – Verifica a momento flettente

Ip	Is	A <sub>sw</sub> [cm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	1	51.65	1008.20	97.00	10.394
2	1	51.65	1008.20	97.00	10.394
3	1	51.65	1008.20	97.00	10.394

Tabella 19 – Verifica a taglio

### 9.1.6 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale si esegue in accordo con le NTC 2008 seguendo la metodologia descritta nel capitolo "Muri di sostegno" della Relazione Geotecnica Generale [1] alla quale si rimanda.

Le analisi sono state eseguite a lungo termine, considerando i parametri del terreno in condizioni drenate. Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

La verifica di stabilità globale in condizioni statiche è stata effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

A2+M2+R2

Il coefficiente parziale sulla resistenza R2 è pari a 1.1 (come riportato nella Tabella 6.8.I delle NTC2008), mentre i coefficienti A2 e M2 sono riportati rispettivamente nella Tabella 6.2.I e Tabella 6.2.II delle NTC 2008.

Nella verifica di stabilità in condizioni sismiche si pongono pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e si impiegano le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Le verifiche del raggiungimento della condizione di Stato Limite Ultimo (SLU) sono state quindi sviluppate considerando le condizioni denominate GEO descritte al capitolo 9.1.2.

La stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita secondo il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante un'azione statica equivalente, costante nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) le componenti orizzontali e verticali di tale forza possono essere definite come di seguito indicato:

$$F_h = k_h \cdot W$$
$$F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale calcolati in base all'azione sismica di progetto definita al Cap. 8 e considerando a favore di sicurezza un fattore di riduzione  $\beta_s = 1$ .

Al fine di valutare le condizioni di stabilità dei rilevati le analisi sono state condotte con il *metodo di Bishop*, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale. Le analisi sono state condotte con ricerca automatica della superficie critica.

Si riportano nelle seguenti figure i risultati ottenuti dalle analisi. Tutte le verifiche di stabilità risultano soddisfatte in quanto:

- in condizioni statiche A2-M2-R2 risulta  $F_s = 4.171$ ;
- in condizioni sismiche risulta  $F_s$  (sisma +) = 4.211 e  $F_s$  (sisma -) = 4.000.

Progetto Esecutivo



Figura 28 – Verifica in condizioni statiche

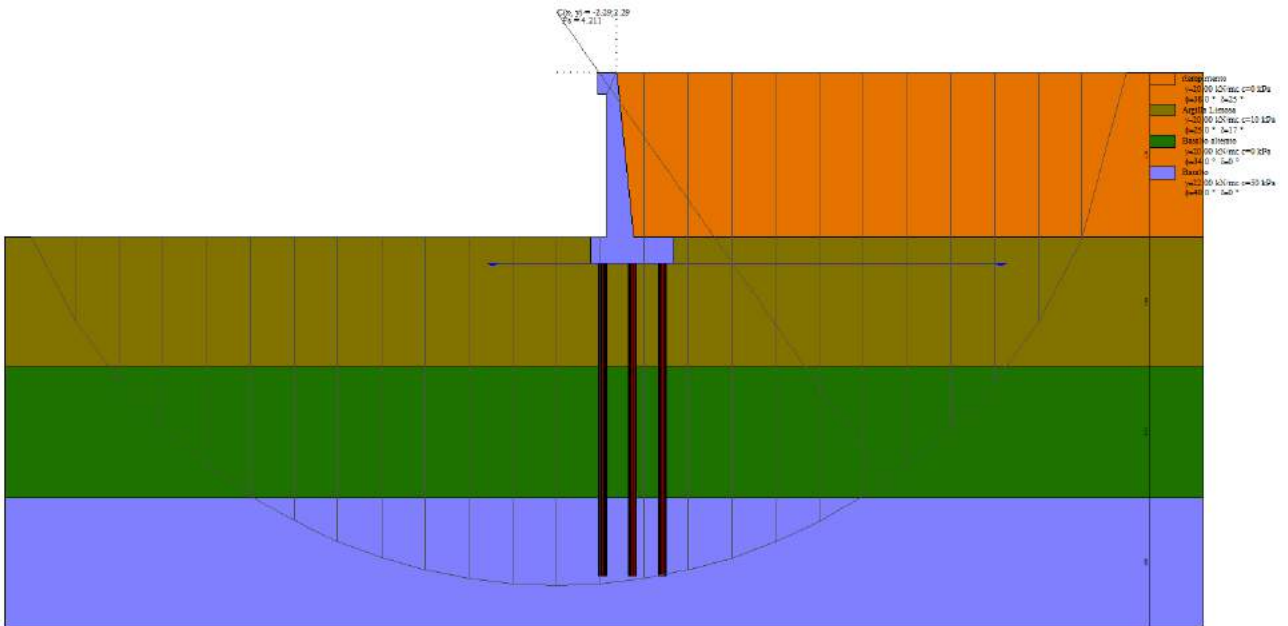


Figura 29 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma +)

Progetto Esecutivo

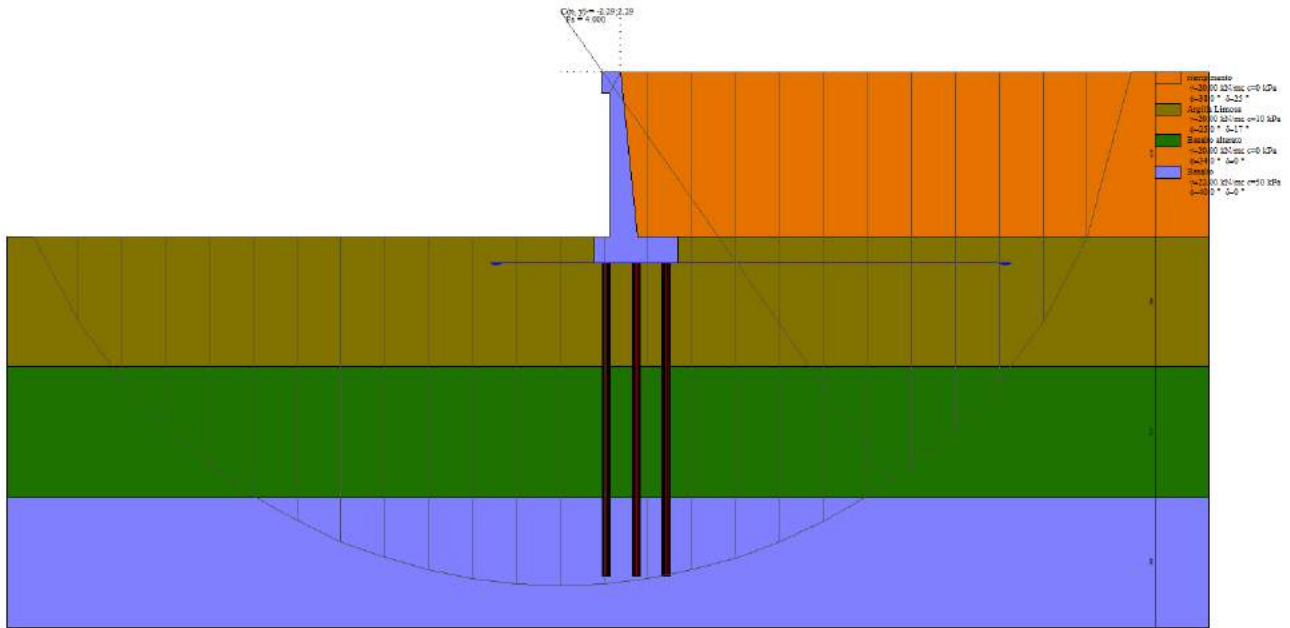


Figura 30 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma -)

## 9.2 Muro di capostrada – SEZIONE A

Nei seguenti paragrafi si riportano i dati e le verifiche eseguite per la sezione in esame. Per ulteriori dettagli si rimanda all'appendice 2.

### 9.2.1 Geometria della struttura

Le caratteristiche geometriche della sezione del muro assunte nei calcoli sono indicate nella Figura 14.

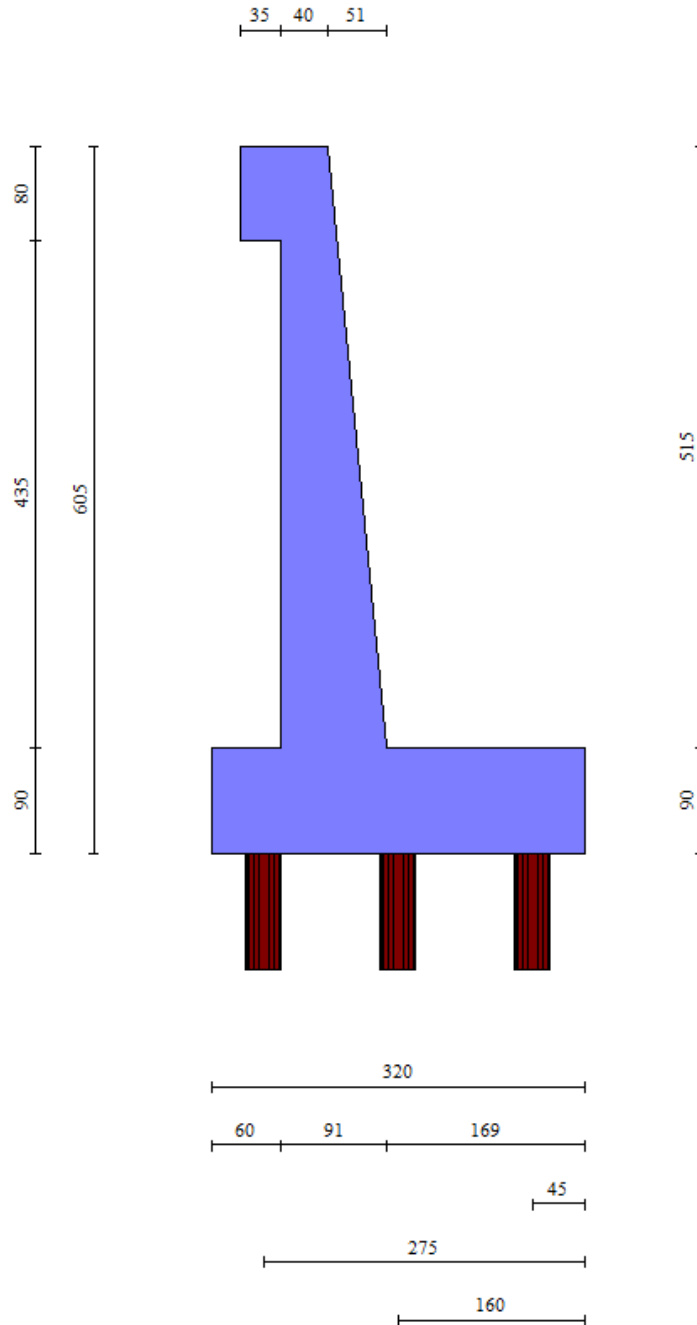


Figura 31: Sezione di calcolo



## 9.2.2 Analisi dei carichi

Nelle seguenti tabelle sono descritte le combinazioni delle azioni adottate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio. L'indicazione H+V e H-V segnala la presa in conto degli effetti del sisma in direzione orizzontale e verticale verso il basso o verso l'alto.

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Progetto Esecutivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### 9.2.2.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali in calcestruzzo viene calcolato considerando un peso per unità di volume pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.2.2.2 Carichi permanenti

Il peso specifico del materiale di riempimento a tergo è stato considerato pari 20.00 kN/m<sup>3</sup>.

Per il rivestimento in pietra del paramento si assume uno spessore di 15 cm e un peso specifico di 20 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.2.2.3 Carichi accidentali

Il sovraccarico stradale si assume pari a 20.00 kPa. Tale sovraccarico è stato cautelativamente considerato infinitamente esteso verso monte.

### 9.2.2.4 Carichi eccezionali - urto

L'urto sulla barriera è rappresentato da una forza di 100 kN applicata a 1 m di altezza. Tale sistema di azioni corrisponde a una forza di 100 kN e una coppia di 100 kNm applicate in testa al muro e tali da indurre il ribaltamento dello stesso. Poiché il modello di calcolo rappresenta una sezione di spessore unitario, le forze sono state diffuse a 45° per individuare la lunghezza di influenza su cui distribuirle.

### 9.2.3 Verifiche strutturali nell'elevazione del muro

Nei paragrafi seguenti sono riportate le verifiche strutturali dell'elevazione del muro di capostrada. Tutte le azioni e le verifiche si riferiscono a un metro lineare di struttura.

A favore di sicurezza le sollecitazioni sono state calcolate considerando nullo l'angolo d'attrito muro-terreno.

#### 9.2.3.1 Sollecitazioni nell'elevazione del muro

In Tabella 1 si riporta l'involuppo delle sollecitazioni utilizzate nelle verifiche strutturali lungo lo sviluppo del paramento del muro di capostrada.

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	10.00	1.20	11.20
2	-0.10	7.85	10.20	0.72	10.72	1.24	12.23
3	-0.20	8.86	11.51	1.47	11.47	1.35	13.34
4	-0.30	9.89	12.85	2.28	12.28	1.55	14.52
5	-0.40	10.94	14.22	3.12	13.12	1.84	15.80
6	-0.50	12.02	15.63	4.01	14.01	2.21	17.16
7	-0.59	13.13	17.06	4.94	14.94	2.68	18.63
8	-0.69	14.25	18.53	5.92	15.92	3.26	20.19
9	-0.79	15.40	20.03	6.94	16.94	3.93	21.85
10	-0.89	16.58	21.55	8.00	18.00	4.72	23.63
11	-0.99	17.78	23.11	9.10	19.10	5.61	25.52
12	-1.09	19.00	24.70	10.25	20.25	6.63	27.52
13	-1.19	20.25	26.33	11.44	21.96	7.76	29.65
14	-1.29	21.52	27.98	12.68	24.16	9.03	31.90
15	-1.39	22.82	29.66	13.96	26.41	10.42	34.29
16	-1.49	24.14	31.38	15.28	28.72	11.95	36.81
17	-1.58	25.48	33.13	16.64	31.09	13.62	39.47
18	-1.68	26.85	34.91	18.05	33.51	15.44	42.27
19	-1.78	28.24	36.72	19.50	35.99	17.40	45.22
20	-1.88	29.66	38.56	21.00	38.52	19.51	48.33
21	-1.98	31.10	40.43	22.54	41.11	21.78	51.59
22	-2.08	32.56	42.33	24.12	43.76	24.22	55.02
23	-2.18	34.05	44.27	25.74	46.46	26.82	58.61
24	-2.28	35.56	46.23	27.41	49.22	29.59	62.37
25	-2.38	37.10	48.23	29.12	52.03	32.53	66.30
26	-2.48	38.66	50.26	30.88	54.91	35.66	70.42
27	-2.58	40.24	52.32	32.68	57.83	38.97	74.72
28	-2.67	41.85	54.41	34.52	60.82	42.46	79.20
29	-2.77	43.49	56.53	36.40	63.86	46.15	83.88
30	-2.87	45.14	58.68	38.33	66.96	50.04	89.64
31	-2.97	46.82	60.87	40.30	70.11	54.12	96.68
32	-3.07	48.53	63.09	42.32	73.32	58.42	104.05
33	-3.17	50.26	65.33	44.38	76.59	62.92	111.74
34	-3.27	52.01	67.61	46.48	79.91	67.64	119.78
35	-3.37	53.79	69.92	48.62	83.29	72.57	128.15
36	-3.47	55.59	72.26	50.81	86.72	77.74	136.88
37	-3.57	57.41	74.63	53.04	90.22	83.12	145.96
38	-3.66	59.26	77.04	55.32	93.76	88.74	155.40
39	-3.76	61.13	79.47	57.64	97.37	94.60	165.21
40	-3.86	63.03	81.94	60.00	101.03	100.70	175.39
41	-3.96	64.95	84.44	62.40	104.75	107.04	185.95
42	-4.06	66.90	86.96	64.85	108.52	113.64	196.89

Progetto Esecutivo

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
43	-4.16	68.87	89.52	67.34	112.35	120.48	208.22
44	-4.26	70.86	92.12	69.88	116.23	127.59	219.94
45	-4.36	72.88	94.74	72.45	120.18	134.96	232.06
46	-4.46	74.92	97.39	75.08	124.17	142.60	244.60
47	-4.56	76.98	100.08	77.74	128.23	150.51	257.54
48	-4.65	79.07	102.79	80.45	132.34	158.69	270.90
49	-4.75	81.18	105.54	83.20	136.51	167.16	284.68
50	-4.85	83.32	108.32	86.00	140.73	175.91	298.90
51	-4.95	85.48	111.13	88.83	145.01	184.95	313.55
52	-5.05	87.67	113.97	91.71	149.35	194.29	328.63
53	-5.15	89.88	116.84	94.64	153.74	203.92	344.17

Tabella 20 – Inviluppo sollecitazioni

### 9.2.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### 9.2.3.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione del paramento.

Simbologia adottata

n° indice sezione  
Y ordinata sezione espressa in [m]  
B larghezza sezione espresso in [cm]  
H altezza sezione espressa in [cm]  
Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]  
Afs area ferri superiori espressa in [cmq]  
M momento agente espressa in [kNm]  
N sforzo normale agente espressa in [kN]  
Mu momento ultimi espresso in [kNm]  
Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	6.03	12.06	11.20	6.86	184.73	6.86	17.978
2	100	41	6.03	12.06	12.23	7.85	190.14	7.85	16.816
3	100	42	6.03	12.06	13.34	8.86	195.57	8.86	15.751
4	100	43	6.03	12.06	14.52	9.89	201.02	9.89	14.771
5	100	44	6.03	12.06	15.80	10.94	206.49	10.94	13.869
6	100	45	6.03	12.06	17.16	12.02	211.98	12.02	13.038
7	100	46	6.03	12.06	18.63	13.13	217.49	13.13	12.270
8	100	47	6.03	12.06	20.19	14.25	223.01	14.25	11.560
9	100	48	6.03	12.06	21.85	15.40	228.56	15.40	10.903
10	100	49	6.03	12.06	23.63	16.58	234.13	16.58	10.294
11	100	50	6.03	12.06	25.52	17.78	239.71	17.78	9.730
12	100	51	6.03	12.06	27.52	19.00	245.32	19.00	9.206
13	100	52	6.03	12.06	29.65	20.25	250.94	20.25	8.719
14	100	53	6.03	12.06	31.90	21.52	256.59	21.52	8.266
15	100	54	6.03	12.06	34.29	22.82	262.25	22.82	7.844
16	100	55	6.03	12.06	36.81	24.14	267.93	24.14	7.451
17	100	56	6.03	12.06	39.47	25.48	273.64	25.48	7.084
18	100	57	6.03	12.06	42.27	26.85	279.36	26.85	6.742
19	100	58	6.03	12.06	45.22	28.24	285.11	28.24	6.422
20	100	59	6.03	12.06	48.33	29.66	290.88	29.66	6.123
21	100	60	6.03	12.06	51.59	31.10	296.67	31.10	5.842
22	100	61	6.03	12.06	55.02	32.56	302.47	32.56	5.580
23	100	62	6.03	12.06	58.61	34.05	308.31	34.05	5.333
24	100	63	6.03	12.06	62.37	35.56	314.16	35.56	5.102
25	100	64	6.03	12.06	59.14	48.23	281.03	48.23	4.816
26	100	65	6.03	12.06	64.63	50.26	286.42	50.26	4.484
27	100	66	6.03	12.06	70.42	52.32	291.83	52.32	4.188
28	100	67	6.03	12.06	76.52	54.41	297.28	54.41	3.922
29	100	68	6.03	12.06	82.92	56.53	302.75	56.53	3.683
30	100	69	6.03	12.06	88.53	45.14	304.20	45.14	3.463
31	100	70	6.03	12.06	95.51	46.82	309.52	46.82	3.264
32	100	71	6.03	12.06	102.81	48.53	314.86	48.53	3.082
33	100	72	6.03	12.06	110.45	50.26	320.22	50.26	2.916
34	100	73	6.03	12.06	118.42	52.01	325.61	52.01	2.764
35	100	74	6.03	12.06	126.73	53.79	331.03	53.79	2.625
36	100	75	6.03	12.06	135.38	55.59	336.47	55.59	2.496
37	100	76	6.03	12.06	144.39	57.41	341.93	57.41	2.377
38	100	77	6.03	12.06	153.75	59.26	347.42	59.26	2.268
39	100	78	6.03	12.06	163.48	61.13	352.93	61.13	2.166
40	100	79	6.03	12.06	173.58	63.03	358.47	63.03	2.071
41	100	80	6.03	12.06	184.05	64.95	364.04	64.95	1.983

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
42	100	81	6.03	12.06	194.90	66.90	369.63	66.90	1.901
43	100	82	6.03	12.06	206.14	68.87	375.25	68.87	1.824
44	100	83	6.03	12.06	217.77	70.86	380.90	70.86	1.752
45	100	84	6.03	12.06	229.80	72.88	386.57	72.88	1.685
46	100	85	6.03	12.06	242.23	74.92	392.27	74.92	1.622
47	100	86	6.03	12.06	255.07	76.98	398.00	76.98	1.563
48	100	87	6.03	12.06	268.33	79.07	403.76	79.07	1.507
49	100	88	6.03	15.27	282.00	81.18	508.00	81.18	1.804
50	100	89	6.03	15.27	296.10	83.32	515.03	83.32	1.742
51	100	90	6.03	15.27	310.64	85.48	522.09	85.48	1.683
52	100	91	6.03	15.27	325.61	87.67	529.19	87.67	1.627
53	100	91	6.03	15.27	341.02	89.88	536.31	89.88	1.574

Tabella 21 – Verifica SLU pressoflessione

### 9.2.3.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio del paramento.

**Simbologia adottata**

- Is indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- A<sub>sw</sub> area ferri a taglio espresso in [cmq]
- cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
- V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
- V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).
- T taglio agente espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	192.52	10.00	19.252
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	195.08	10.72	18.206
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	197.62	11.47	17.223
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	200.14	12.28	16.302
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	202.64	13.12	15.442
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	205.12	14.01	14.640
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	207.58	14.94	13.891
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	210.02	15.92	13.194
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	212.44	16.94	12.543
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	214.84	18.00	11.937
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	217.23	19.10	11.371
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	219.60	20.25	10.844
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	221.96	21.96	10.106
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	224.30	24.16	9.284
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	226.63	26.41	8.580
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	228.94	28.72	7.971
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	231.24	31.09	7.439
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	233.53	33.51	6.969
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	235.80	35.99	6.553
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	238.07	38.52	6.180
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	240.32	41.11	5.846
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	242.56	43.76	5.543
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	244.79	46.46	5.269
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	247.01	49.22	5.019
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	249.22	52.03	4.789
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	251.42	54.91	4.579
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	253.61	57.83	4.385
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	255.79	60.82	4.206
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.97	63.86	4.040
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.13	66.96	3.885
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	262.45	70.11	3.743
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	265.56	73.32	3.622
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	268.67	76.59	3.508
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	271.77	79.91	3.401
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	274.87	83.29	3.300
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	277.97	86.72	3.205
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	281.07	90.22	3.115
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	284.16	93.76	3.031

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	287.25	97.37	2.950
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	290.34	101.03	2.874
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	293.43	104.75	2.801
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	296.52	108.52	2.732
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	299.60	112.35	2.667
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	302.68	116.23	2.604
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	305.77	120.18	2.544
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	308.85	124.17	2.487
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	311.93	128.23	2.433
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	315.01	132.34	2.380
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	318.08	136.51	2.330
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	321.16	140.73	2.282
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	324.24	145.01	2.236
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	327.31	149.35	2.192
53	100	91	0.00	--	0.00	0.00	330.39	153.74	2.149

Tabella 22 – Verifica SLU taglio

### 9.2.3.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.2.3.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19.20	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (11)	818 (11)	825 (11)
2	100	41	6.03	12.06	1.26	7.85	73 (11)	657 (11)	845 (11)
3	100	42	6.03	12.06	1.44	8.86	79 (11)	709 (11)	930 (11)
4	100	43	6.03	12.06	1.75	9.89	92 (11)	949 (11)	1076 (11)
5	100	44	6.03	12.06	2.18	10.94	112 (11)	1396 (11)	1280 (11)
6	100	45	6.03	12.06	2.75	12.02	137 (11)	2073 (11)	1536 (11)
7	100	46	6.03	12.06	3.46	13.13	167 (11)	2990 (11)	1838 (11)
8	100	47	6.03	12.06	4.32	14.25	202 (11)	4147 (11)	2180 (11)
9	100	48	6.03	12.06	5.32	15.40	242 (11)	5536 (11)	2559 (11)
10	100	49	6.03	12.06	6.47	16.58	285 (11)	7148 (11)	2974 (11)
11	100	50	6.03	12.06	7.78	17.78	332 (11)	8976 (11)	3421 (11)
12	100	51	6.03	12.06	9.25	19.00	382 (11)	11012 (11)	3899 (11)
13	100	52	6.03	12.06	10.88	20.25	434 (11)	13250 (11)	4409 (11)
14	100	53	6.03	12.06	12.69	21.52	490 (11)	15682 (11)	4947 (11)
15	100	54	6.03	12.06	14.67	22.82	549 (11)	18304 (11)	5514 (11)
16	100	55	6.03	12.06	16.83	24.14	610 (11)	21111 (11)	6109 (11)
17	100	56	6.03	12.06	19.17	25.48	673 (11)	24098 (11)	6731 (11)
18	100	57	6.03	12.06	21.70	26.85	738 (11)	27263 (11)	7378 (11)
19	100	58	6.03	12.06	24.42	28.24	806 (11)	30600 (11)	8050 (11)
20	100	59	6.03	12.06	27.33	29.66	876 (11)	34106 (11)	8747 (11)
21	100	60	6.03	12.06	30.45	31.10	947 (11)	37780 (11)	9468 (11)
22	100	61	6.03	12.06	33.77	32.56	1021 (11)	41617 (11)	10212 (11)
23	100	62	6.03	12.06	37.30	34.05	1096 (11)	45615 (11)	10978 (11)

Progetto Esecutivo

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
24	100	63	6.03	12.06	41.05	35.56	1173 (11)	49772 (11)	11766 (11)
25	100	64	6.03	12.06	45.01	37.10	1252 (11)	54085 (11)	12575 (11)
26	100	65	6.03	12.06	49.20	38.66	1332 (11)	58553 (11)	13405 (11)
27	100	66	6.03	12.06	53.61	40.24	1413 (11)	63174 (11)	14255 (11)
28	100	67	6.03	12.06	58.25	41.85	1496 (11)	67945 (11)	15125 (11)
29	100	68	6.03	12.06	63.13	43.49	1581 (11)	72866 (11)	16014 (11)
30	100	69	6.03	12.06	68.25	45.14	1667 (11)	77934 (11)	16922 (11)
31	100	70	6.03	12.06	73.62	46.82	1754 (11)	83148 (11)	17848 (11)
32	100	71	6.03	12.06	79.23	48.53	1842 (11)	88507 (11)	18792 (11)
33	100	72	6.03	12.06	85.10	50.26	1932 (11)	94009 (11)	19754 (11)
34	100	73	6.03	12.06	91.23	52.01	2022 (11)	99653 (11)	20733 (11)
35	100	74	6.03	12.06	97.62	53.79	2114 (11)	105438 (11)	21729 (11)
36	100	75	6.03	12.06	104.27	55.59	2207 (11)	111363 (11)	22742 (11)
37	100	76	6.03	12.06	111.20	57.41	2302 (11)	117427 (11)	23771 (11)
38	100	77	6.03	12.06	118.40	59.26	2397 (11)	123629 (11)	24816 (11)
39	100	78	6.03	12.06	125.88	61.13	2493 (11)	129968 (11)	25876 (11)
40	100	79	6.03	12.06	133.65	63.03	2591 (11)	136443 (11)	26952 (11)
41	100	80	6.03	12.06	141.70	64.95	2689 (11)	143053 (11)	28043 (11)
42	100	81	6.03	12.06	150.05	66.90	2788 (11)	149799 (11)	29149 (11)
43	100	82	6.03	12.06	158.70	68.87	2888 (11)	156677 (11)	30270 (11)
44	100	83	6.03	12.06	167.64	70.86	2990 (11)	163690 (11)	31405 (11)
45	100	84	6.03	12.06	176.90	72.88	3092 (11)	170834 (11)	32554 (11)
46	100	85	6.03	12.06	186.46	74.92	3195 (11)	178111 (11)	33717 (11)
47	100	86	6.03	12.06	196.34	76.98	3299 (11)	185519 (11)	34894 (11)
48	100	87	6.03	12.06	206.54	79.07	3403 (11)	193057 (11)	36084 (11)
49	100	88	6.03	15.27	217.07	81.18	3201 (11)	160233 (11)	35392 (11)
50	100	89	6.03	15.27	227.92	83.32	3297 (11)	166444 (11)	36532 (11)
51	100	90	6.03	15.27	239.11	85.48	3394 (11)	172758 (11)	37684 (11)
52	100	91	6.03	15.27	250.63	87.67	3493 (11)	179174 (11)	38847 (11)
53	100	91	6.03	15.27	262.49	89.88	3591 (11)	185692 (11)	40022 (11)

Tabella 23 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo

14.40

[MPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.23	7.03	75 (14)	838 (14)	846 (14)
2	100	41	6.03	12.06	1.28	8.02	74 (14)	664 (14)	861 (14)
3	100	42	6.03	12.06	1.44	9.03	79 (14)	682 (14)	934 (14)
4	100	43	6.03	12.06	1.72	10.06	90 (14)	864 (14)	1062 (14)
5	100	44	6.03	12.06	2.11	11.11	107 (14)	1221 (14)	1242 (14)
6	100	45	6.03	12.06	2.62	12.19	129 (14)	1775 (14)	1471 (14)
7	100	46	6.03	12.06	3.25	13.30	156 (14)	2540 (14)	1744 (14)
8	100	47	6.03	12.06	4.02	14.42	187 (14)	3521 (14)	2055 (14)
9	100	48	6.03	12.06	4.92	15.57	223 (14)	4714 (14)	2401 (14)
10	100	49	6.03	12.06	5.97	16.75	262 (14)	6114 (14)	2781 (14)
11	100	50	6.03	12.06	7.15	17.95	304 (14)	7714 (14)	3191 (14)
12	100	51	6.03	12.06	8.49	19.17	349 (14)	9508 (14)	3631 (14)
13	100	52	6.03	12.06	9.98	20.42	397 (14)	11492 (14)	4099 (14)
14	100	53	6.03	12.06	11.62	21.69	448 (14)	13659 (14)	4595 (14)
15	100	54	6.03	12.06	13.43	22.99	502 (14)	16005 (14)	5118 (14)
16	100	55	6.03	12.06	15.40	24.31	558 (14)	18526 (14)	5668 (14)
17	100	56	6.03	12.06	17.55	25.65	616 (14)	21219 (14)	6243 (14)
18	100	57	6.03	12.06	19.87	27.02	676 (14)	24081 (14)	6842 (14)
19	100	58	6.03	12.06	22.37	28.41	739 (14)	27107 (14)	7466 (14)
20	100	59	6.03	12.06	25.06	29.83	803 (14)	30297 (14)	8113 (14)
21	100	60	6.03	12.06	27.93	31.27	870 (14)	33646 (14)	8783 (14)
22	100	61	6.03	12.06	31.00	32.73	938 (14)	37154 (14)	9476 (14)
23	100	62	6.03	12.06	34.27	34.22	1008 (14)	40818 (14)	10190 (14)
24	100	63	6.03	12.06	37.74	35.73	1079 (14)	44635 (14)	10926 (14)
25	100	64	6.03	12.06	41.42	37.27	1153 (14)	48605 (14)	11682 (14)
26	100	65	6.03	12.06	45.31	38.83	1227 (14)	52724 (14)	12459 (14)
27	100	66	6.03	12.06	49.42	40.41	1304 (14)	56993 (14)	13256 (14)
28	100	67	6.03	12.06	53.75	42.02	1382 (14)	61410 (14)	14073 (14)
29	100	68	6.03	12.06	58.30	43.66	1461 (14)	65972 (14)	14908 (14)
30	100	69	6.03	12.06	63.08	45.31	1542 (14)	70679 (14)	15763 (14)
31	100	70	6.03	12.06	68.10	46.99	1624 (14)	75530 (14)	16636 (14)
32	100	71	6.03	12.06	73.36	48.70	1707 (14)	80524 (14)	17526 (14)
33	100	72	6.03	12.06	78.86	50.43	1791 (14)	85659 (14)	18435 (14)
34	100	73	6.03	12.06	84.61	52.18	1877 (14)	90934 (14)	19360 (14)
35	100	74	6.03	12.06	90.61	53.96	1964 (14)	96349 (14)	20303 (14)



n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
36	100	75	6.03	12.06	96.87	55.76	2052 (14)	101903 (14)	21263 (14)
37	100	76	6.03	12.06	103.39	57.58	2142 (14)	107595 (14)	22239 (14)
38	100	77	6.03	12.06	110.18	59.43	2232 (14)	113424 (14)	23231 (14)
39	100	78	6.03	12.06	117.24	61.30	2324 (14)	119389 (14)	24239 (14)
40	100	79	6.03	12.06	124.57	63.20	2416 (14)	125490 (14)	25263 (14)
41	100	80	6.03	12.06	132.19	65.12	2510 (14)	131727 (14)	26302 (14)
42	100	81	6.03	12.06	140.08	67.07	2605 (14)	138097 (14)	27356 (14)
43	100	82	6.03	12.06	148.27	69.04	2701 (14)	144602 (14)	28426 (14)
44	100	83	6.03	12.06	156.75	71.03	2797 (14)	151240 (14)	29510 (14)
45	100	84	6.03	12.06	165.53	73.05	2895 (14)	158010 (14)	30608 (14)
46	100	85	6.03	12.06	174.61	75.09	2994 (14)	164913 (14)	31721 (14)
47	100	86	6.03	12.06	184.00	77.15	3093 (14)	171948 (14)	32849 (14)
48	100	87	6.03	12.06	193.70	79.24	3194 (14)	179114 (14)	33990 (14)
49	100	88	6.03	15.27	203.71	81.36	3007 (14)	148848 (14)	33349 (14)
50	100	89	6.03	15.27	214.05	83.49	3099 (14)	154765 (14)	34444 (14)
51	100	90	6.03	15.27	224.71	85.65	3193 (14)	160785 (14)	35551 (14)
52	100	91	6.03	15.27	235.70	87.84	3288 (14)	166908 (14)	36670 (14)
53	100	91	6.03	15.27	247.03	90.05	3383 (14)	173133 (14)	37801 (14)

Tabella 24 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche di limitazione delle tensioni risultano soddisfatte in quanto le massime tensioni sia lato calcestruzzo che lato acciaio sono sempre inferiori ai limiti imposti dalla normativa.

### 9.2.3.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

#### COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\epsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	12.06	1250.00	1.25	175.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	12.06	1250.00	1.39	189.52	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	12.06	1250.00	1.63	194.28	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	12.06	1250.00	1.98	193.22	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	12.06	1250.00	2.43	190.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	12.06	1250.00	3.00	187.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	12.06	1250.00	3.68	186.50	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	12.06	1250.00	4.49	186.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	12.06	1250.00	5.42	187.44	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	12.06	1250.00	6.48	189.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	12.06	1250.00	7.68	192.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	12.06	1250.00	9.01	195.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	12.06	1250.00	10.49	199.40	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	12.06	1250.00	12.12	203.73	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	12.06	1250.00	13.90	208.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	12.06	1250.00	15.84	213.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	12.06	1250.00	17.94	218.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	12.06	1250.00	20.20	224.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	12.06	1250.00	22.64	230.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	12.06	1250.00	25.25	236.16	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	12.06	1250.00	28.04	242.37	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	12.06	1250.00	31.01	248.75	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	12.06	1250.00	34.17	255.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	12.06	1250.00	37.52	262.03	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	12.06	1250.00	41.07	268.91	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	12.06	1250.00	44.82	275.93	0.0000	0.00	0.000 (12)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
28	100	67	12.06	1250.00	48.78	283.10	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	12.06	1250.00	52.94	290.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	12.06	1250.00	57.32	297.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	12.06	1250.00	61.92	305.42	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	12.06	1250.00	66.74	313.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	12.06	1250.00	71.79	320.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	12.06	1250.00	77.07	328.91	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	12.06	1250.00	82.59	336.99	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	12.06	1250.00	88.35	345.19	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	12.06	1250.00	94.35	353.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	12.06	1250.00	100.61	361.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	78	12.06	1250.00	107.11	370.50	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	12.06	1250.00	113.88	379.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	12.06	1250.00	120.91	387.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	12.06	1250.00	128.20	396.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	12.06	1250.00	135.77	405.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	143.61	415.01	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	151.74	424.25	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	160.14	433.60	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	168.84	443.07	0.0000	0.00	0.000 (12)
48	100	87	12.06	1250.00	177.83	452.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
49	100	88	15.27	1250.00	187.12	469.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
50	100	89	15.27	1250.00	196.71	479.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
51	100	90	15.27	1250.00	206.61	489.80	0.0000	0.00	0.000 (12)
52	100	91	15.27	1250.00	216.82	499.92	0.0000	0.00	0.000 (12)
53	100	91	15.27	1250.00	227.35	510.14	0.0000	0.00	0.000 (12)

Tabella 25 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	12.06	1250.00	1.24	176.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	12.06	1250.00	1.35	193.62	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	12.06	1250.00	1.55	202.30	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	12.06	1250.00	1.84	204.04	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	12.06	1250.00	2.21	202.34	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	12.06	1250.00	2.68	199.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	12.06	1250.00	3.26	198.03	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	12.06	1250.00	3.93	197.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	12.06	1250.00	4.72	197.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	12.06	1250.00	5.61	198.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	12.06	1250.00	6.63	200.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	12.06	1250.00	7.76	203.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	12.06	1250.00	9.03	207.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	12.06	1250.00	10.42	210.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	12.06	1250.00	11.95	215.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	12.06	1250.00	13.62	219.94	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	12.06	1250.00	15.44	224.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	12.06	1250.00	17.40	230.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	12.06	1250.00	19.51	235.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	12.06	1250.00	21.78	241.68	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	12.06	1250.00	24.22	247.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	12.06	1250.00	26.82	253.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	12.06	1250.00	29.59	260.37	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	12.06	1250.00	32.53	266.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	12.06	1250.00	35.66	273.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	12.06	1250.00	38.97	280.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	12.06	1250.00	42.46	287.74	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	12.06	1250.00	46.15	294.96	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	12.06	1250.00	50.04	302.33	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	12.06	1250.00	54.12	309.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	12.06	1250.00	58.42	317.48	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	12.06	1250.00	62.92	325.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	12.06	1250.00	67.64	333.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	12.06	1250.00	72.57	341.19	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	12.06	1250.00	77.74	349.35	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	12.06	1250.00	83.12	357.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	12.06	1250.00	88.74	366.03	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	12.06	1250.00	94.60	374.56	0.0000	0.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
40	100	79	12.06	1250.00	100.70	383.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	12.06	1250.00	107.04	391.96	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	12.06	1250.00	113.64	400.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	12.06	1250.00	120.48	409.83	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	127.59	418.94	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	134.96	428.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	142.60	437.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	150.51	446.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	158.69	456.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	15.27	1250.00	167.16	473.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	15.27	1250.00	175.91	483.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	15.27	1250.00	184.95	493.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	15.27	1250.00	194.29	503.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
53	100	91	15.27	1250.00	203.92	514.02	0.0000	0.00	0.000 (13)

Tabella 26 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte.

#### 9.2.4 Verifiche della fondazione

##### 9.2.4.1 Sollecitazioni agenti sulla fondazione

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni massime agenti sugli elementi piastra della fondazione del muro di capostrada.

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
776	<b>38.51</b> (5)	128.35 (5)	0.00 (5)	0.00 (5)	46.96 (5)	MAX
2125	<b>-57.79</b> (3)	-192.62 (3)	-39.51 (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
776	38.51 (5)	<b>128.35</b> (5)	0.00 (5)	0.00 (5)	46.96 (5)	MAX
2125	-57.79 (3)	<b>-192.62</b> (3)	-39.51 (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
113	-57.54 (3)	-191.80 (3)	<b>39.26</b> (3)	0.00 (3)	-152.26 (3)	MAX
2125	-57.79 (3)	-192.62 (3)	<b>-39.51</b> (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
1998	-11.56 (4)	-18.82 (4)	-21.16 (4)	<b>167.05</b> (4)	-206.46 (4)	MAX
29	-13.10 (4)	-18.65 (4)	21.22 (4)	<b>-166.10</b> (4)	-207.08 (4)	MIN
142	35.57 (4)	118.57 (4)	3.47 (4)	0.00 (4)	<b>104.19</b> (4)	MAX
25	-25.62 (4)	-85.40 (4)	-4.49 (4)	0.00 (4)	<b>-521.97</b> (4)	MIN

Tabella 27 – Sollecitazioni massime agenti sulla fondazione del muro di capostrada

##### 9.2.4.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

###### 9.2.4.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione della fondazione.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-12.86	-74.03	8.159 (4)
3-36-P	3.39	3.39	0.00	-23.64	-110.95	7.627 (3)
4-7-P	3.39	3.39	0.15	-4.01	-110.95	45.323 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-157.17	-387.58	3.750 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.00	-136.31	-450.98	5.015 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.00	-139.65	-450.98	5.141 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.00	-138.75	-387.58	4.442 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.31	-450.98	5.179 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.19	-450.98	5.182 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.00	-138.32	-387.58	4.451 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.80	-450.98	5.166 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.00	-139.85	-450.98	5.129 (3)

Progetto Esecutivo

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
14-5-S	12.06	12.06	0.00	-141.35	-387.58	4.337 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-154.23	-450.98	4.445 (3)

Tabella 28 – Verifica SLU pressoflessione

### 9.2.4.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio della fondazione.

#### Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	47.83	3.406 (1)
3-37-P	85	90	0.00	2.000	0.00	0.00	229.40	4.34	52.802 (1)
4-39-P	84	90	0.00	2.000	0.00	0.00	229.40	3.08	74.532 (1)
5-5-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	167.46	1.621 (1)
6-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.97	1.860 (1)
7-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	144.54	1.878 (1)
8-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.84	1.887 (1)
9-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.57	1.891 (1)
10-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.51	1.892 (1)
11-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.57	1.891 (1)
12-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.86	1.887 (1)
13-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	144.68	1.876 (1)
14-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.87	1.861 (1)
15-5-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	173.92	1.561 (1)

Tabella 29 – Verifica SLU taglio

### 9.2.4.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.2.4.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

#### COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	15.00	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

Progetto Esecutivo

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-10.13	414 (14)	2766 (14)	52254 (14)
3-37-P	85	90	3.39	3.39	0.03	-16.05	496 (15)	3430 (15)	60722 (15)
4-3-P	84	90	3.39	3.39	0.08	-3.68	45 (13)	5501 (13)	5301 (13)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.00	-112.45	1635 (15)	16231 (15)	116430 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	2.00	-90.75	1386 (14)	14178 (14)	91592 (14)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-95.62	1424 (15)	14566 (15)	94101 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.84	-95.11	1528 (15)	15173 (15)	108841 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.91	1413 (15)	14458 (15)	93402 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.86	1413 (15)	14450 (15)	93353 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.86	-94.92	1525 (15)	15142 (15)	108618 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.83	-95.16	1417 (15)	14496 (15)	93649 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.76	-95.80	1427 (15)	14594 (15)	94281 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.62	-97.15	1561 (15)	15499 (15)	111180 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.26	-110.25	1560 (15)	15955 (15)	103072 (15)

Tabella 30 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11.25 [MPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-10.13	414 (14)	2766 (14)	52254 (14)
3-37-P	85	90	3.39	3.39	0.03	-16.05	496 (15)	3430 (15)	60722 (15)
4-3-P	84	90	3.39	3.39	0.08	-3.68	45 (13)	5501 (13)	5301 (13)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.00	-112.45	1635 (15)	16231 (15)	116430 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	2.00	-90.75	1386 (14)	14178 (14)	91592 (14)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-95.62	1424 (15)	14566 (15)	94101 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.84	-95.11	1528 (15)	15173 (15)	108841 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.91	1413 (15)	14458 (15)	93402 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.86	1413 (15)	14450 (15)	93353 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.86	-94.92	1525 (15)	15142 (15)	108618 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.83	-95.16	1417 (15)	14496 (15)	93649 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.76	-95.80	1427 (15)	14594 (15)	94281 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.62	-97.15	1561 (15)	15499 (15)	111180 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.26	-110.25	1560 (15)	15955 (15)	103072 (15)

Tabella 31 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

9.2.4.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\epsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.90	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	85	90	3.39	1056.25	-1.55	303.93	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	84	90	3.39	1056.25	-0.31	303.93	0.0000	0.00	0.000

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.83	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.01	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.02	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.02	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.00	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.83	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 32 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.84	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	85	90	3.39	1056.25	-1.58	303.93	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	84	90	3.39	1056.25	-0.27	303.93	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.77	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.95	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.95	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.93	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.77	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 33 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione QUASI PERMANENTE

## 9.2.5 Verifiche dei micropali

### 9.2.5.1 Sollecitazioni agenti sui micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni presenti nei micropali si tiene conto dell'interazione fra la platea di fondazione, i micropali e il terreno.

Tramite l'ausilio del software Max Muri è stato possibile ricavare:

- le azioni massime in testa ai micropali (Tabella 15) necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante;
- le sollecitazioni interne ai micropali necessarie per effettuare le verifiche strutturali degli stessi.

Nella seguente figura si riporta il modello della fondazione utilizzato nell'analisi.

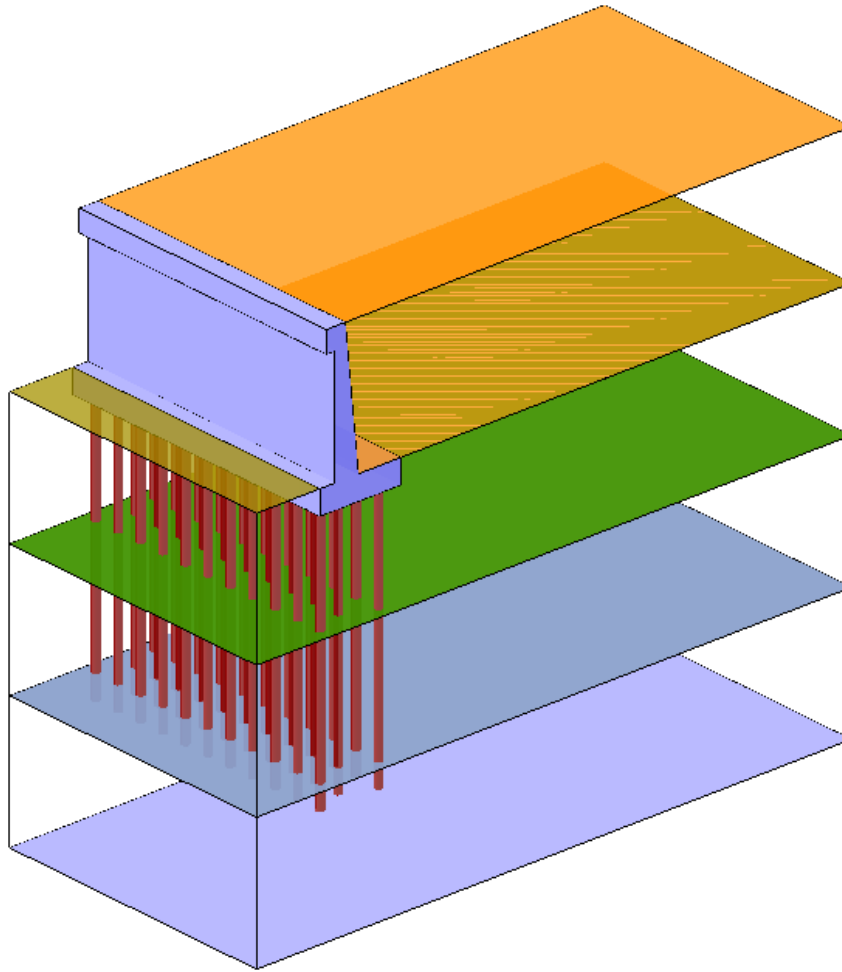


Figura 32 – Modello della fondazione su micropali

In particolare, il software di calcolo schematizza i micropali con modelli del tipo trave su suolo elastico. Per la descrizione della metodologia adottata per definire il legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle, utilizzate per la schematizzazione del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente figura è riportato uno schema del legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate nelle analisi.

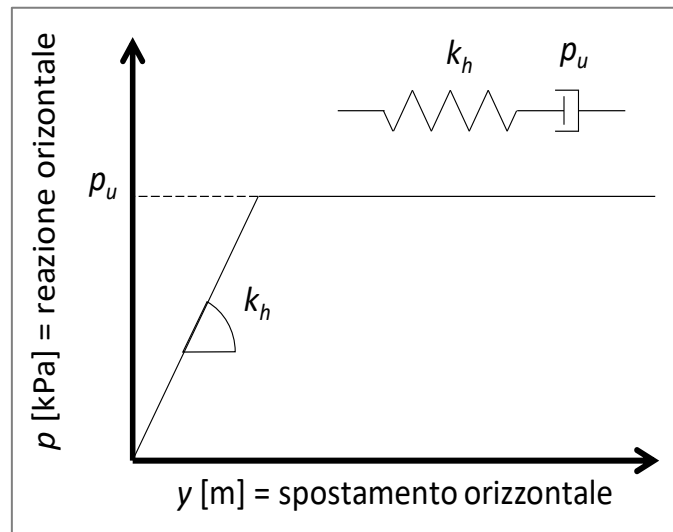


Figura 33 – Legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate per schematizzare il terreno attorno al micropalo

I parametri mostrati in Figura 16 hanno i seguenti significati:

- coefficiente di reazione  $k_h$  [kN/m<sup>3</sup>] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno;
- Pressione limite  $p_u$  [kPa] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno.

Si riportano nelle seguenti figure gli andamenti di  $k_h$  e di  $p_u$  con la profondità considerati nelle analisi.

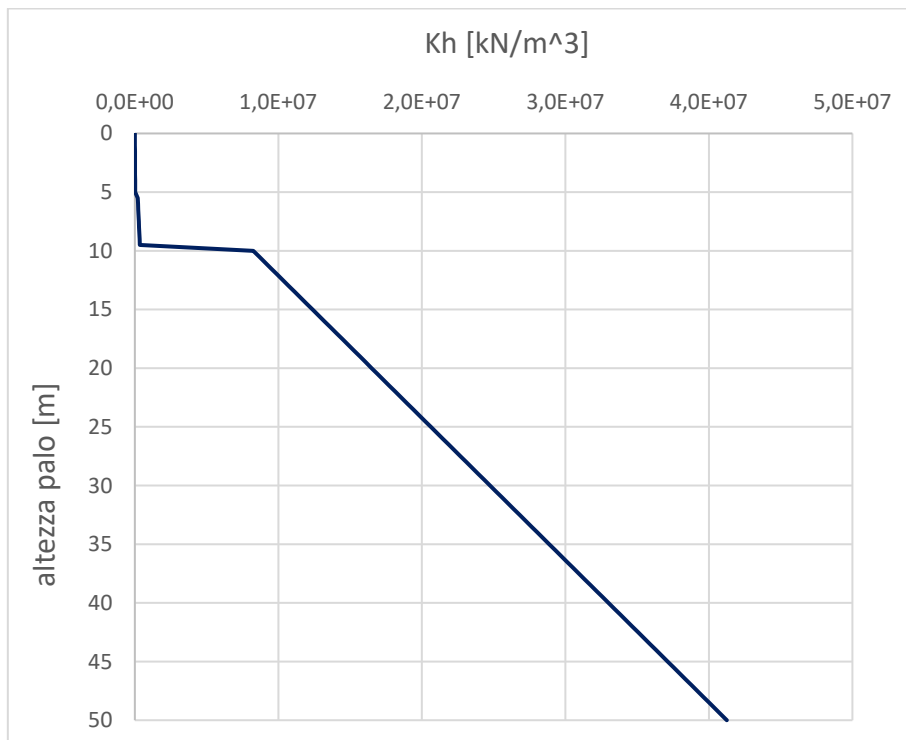


Figura 34 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri minimi



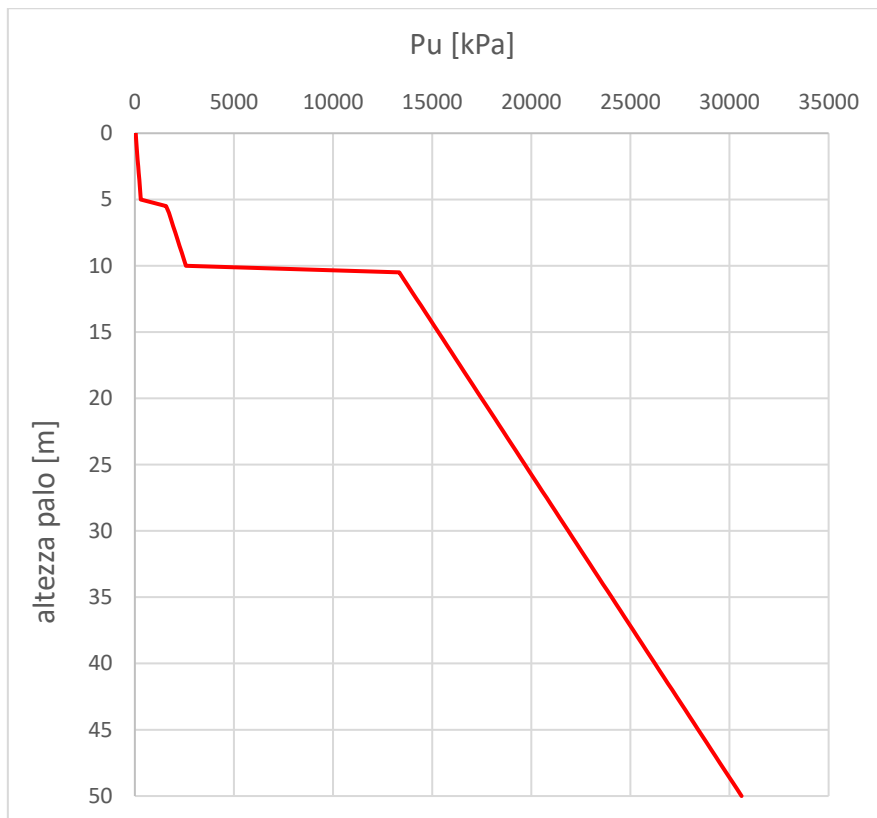


Figura 35 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità – parametri minimi

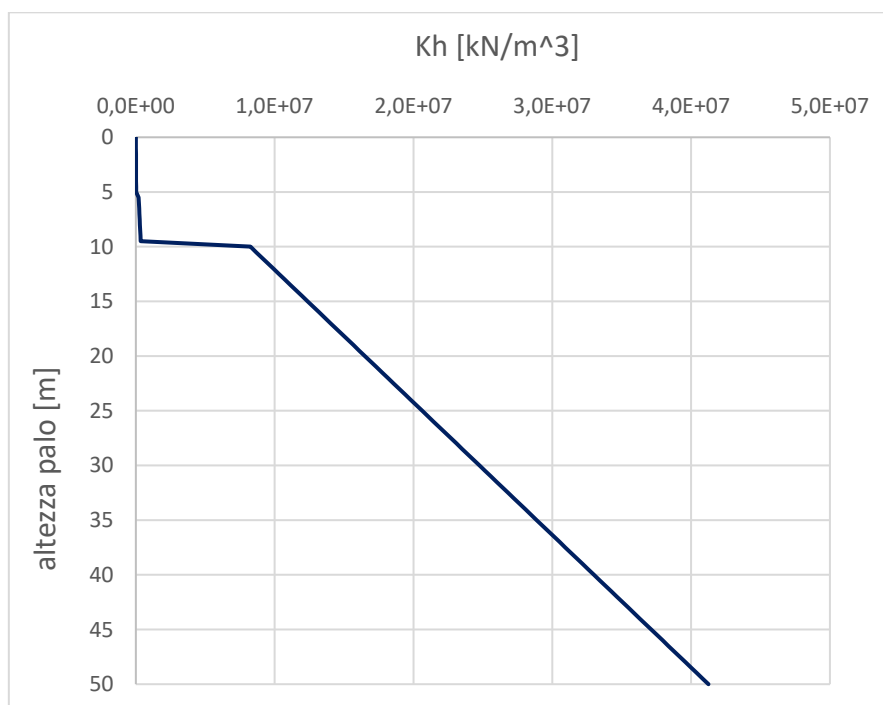


Figura 36 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri medi

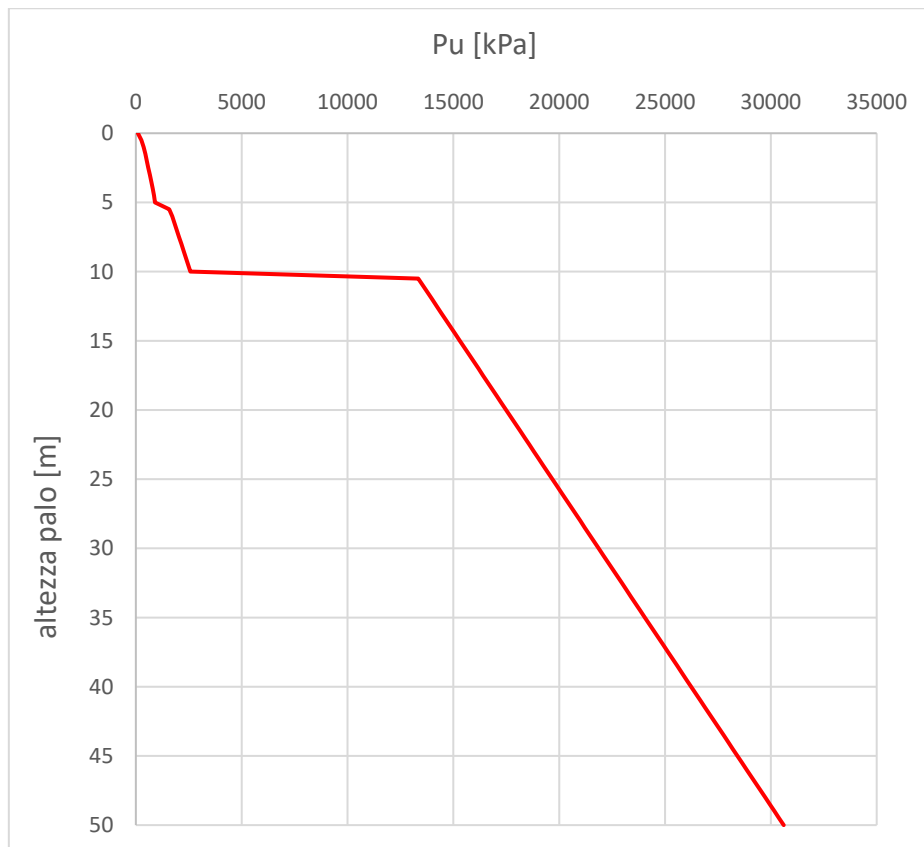


Figura 37 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità– parametri medi

Si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni assiali massime nella peggiore combinazione statica e sismica in testa ai micropali necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante dei micropali.

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	31.19	-32.82	-68.57
	2	326.66	-32.82	-68.57
	3	178.93	-32.82	-68.57
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-21.51	-29.12	-67.87
	2	339.26	-29.12	-67.87
	3	158.88	-29.12	-67.87

Tabella 34 – Azione in testa ai micropali

### 9.2.5.2 Verifica a capacità portante verticale dei micropali di fondazione

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei micropali di fondazione.

Caratteristiche dei micropali di fondazione		
Lunghezza perforazione	10	[m]
inclinazione	0	[deg]
$\phi$ perforazione	0.30	[m]
$\phi$ profilato in acciaio	0.2191	[m]
spessore profilato in acciaio	0.0100	[m]

Tabella 35 – Caratteristiche dei micropali di fondazione

Le verifiche di capacità portante dei micropali sono state effettuate considerando come contributo resistente solamente l'attrito laterale del palo, trascurando, a favore di sicurezza, il contributo di base.

Per la visualizzazione della procedura metodologica relativa al calcolo della capacità portante verticale di progetto dei micropali si veda quanto specificato nella Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente tabella sono riportati i valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo  $\tau_{lim}$  e i valori del coefficiente di sbulbamento  $\alpha$ , (parametro empirico funzione del terreno e delle modalità esecutive del micropalo) entrambi definiti al variare della stratigrafia. Il fattore di sbulbamento è stato assunto pari ad 1 in tutti gli strati in quanto la metodologia realizzativa considerata (IGU – iniezione globale unica) nei materiali rocciosi seppur fratturati non garantisce l'espansione della malta cementizia all'esterno dell'area di perforazione.

Stratigrafia		Parametri minimi		Parametri medi	
tipologia dello strato	limite inferiore dello strato i-esimo misurato dalla testa del micropalo [m]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]
Coltre eluvio-colluviale	4	10	1	10	1
Basalto Alterato	9	180	1	200	1
Basalto	-	200	1	250	1

Tabella 36 – Valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo e coefficienti di sbulbamento

Si riportano nelle seguenti figure le curve di capacità portante dei micropali di fondazione di compressione e di trazione ottenute considerando i parametri resistenti del terreno ( $\tau_{lim}$ ) minimi e medi.

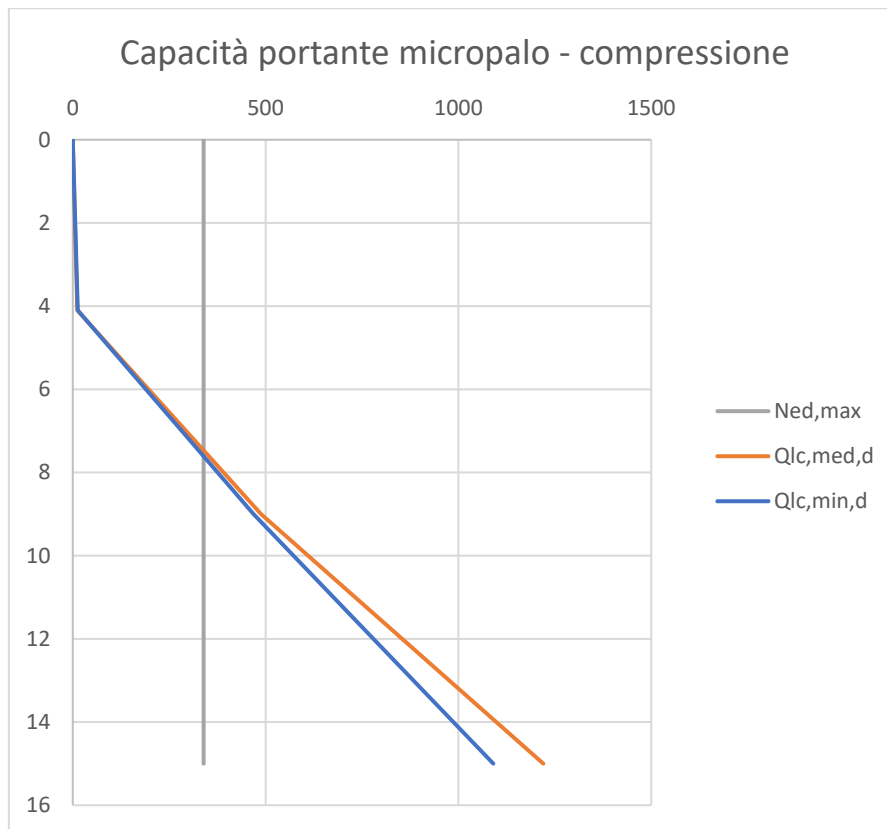


Figura 38 – Curva di capacità portante verticale in compressione con parametri minimi e medi

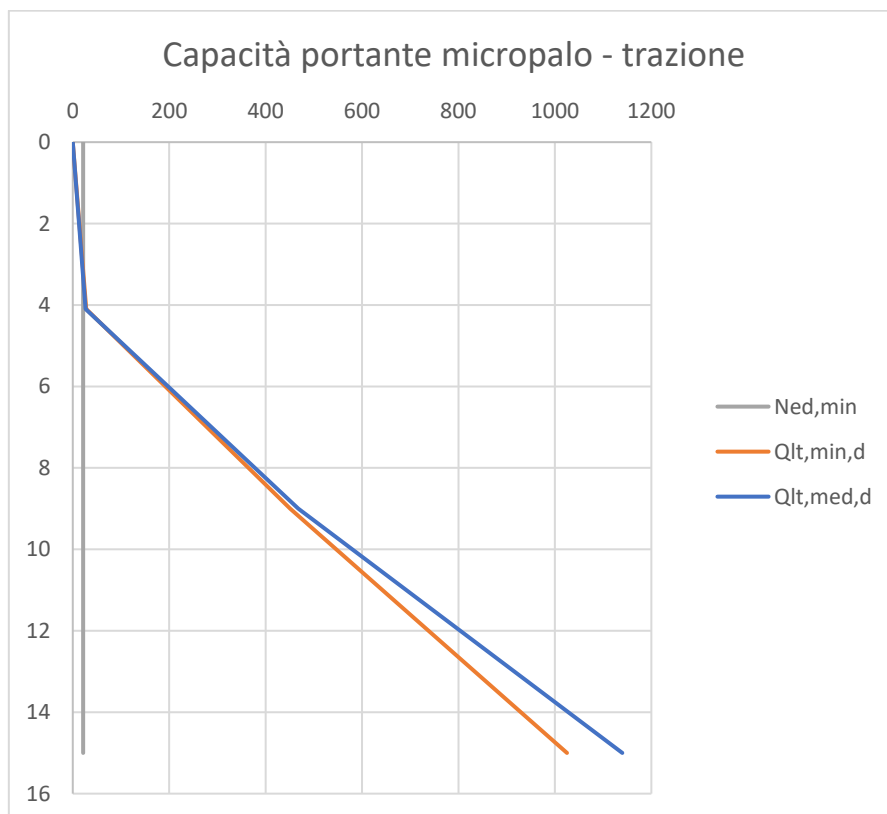


Figura 39 – Curva di capacità portante verticale in trazione con parametri minimi e medi

Come visibile dalle figure sopra riportate, considerando la lunghezza dei micropali pari a 10 m, le verifiche di capacità portante risultano soddisfatte.

### 9.2.5.3 Verifica a capacità portante orizzontale dei micropali di fondazione

Sulla base di quanto illustrato al paragrafo 9.1.5, sono state ottenute le seguenti curve per la capacità portante orizzontale dei micropali.

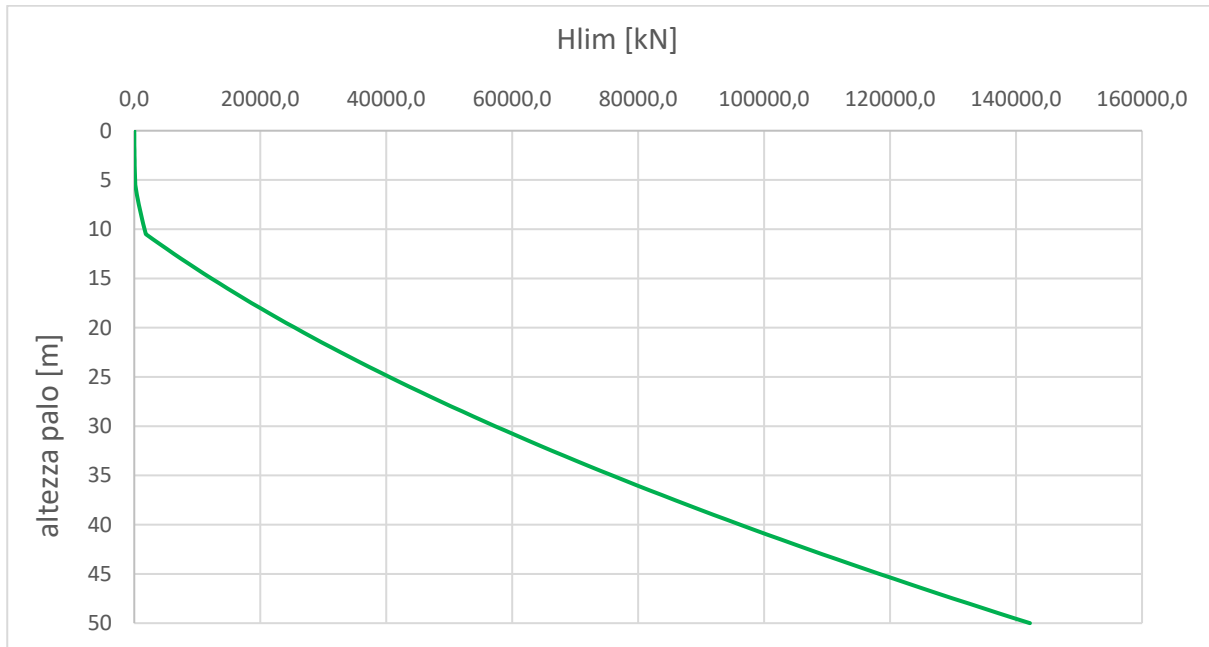


Figura 40 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri minimi



Figura 41 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri medi

Come visibile dalle curve l'azione trasversale massima di 68.57 kN è compatibile con la lunghezza dei micropali pari a 10m.

#### 9.2.5.4 Verifiche strutturali dei micropali di fondazione

##### 9.2.5.4.1 Azioni interne ai micropali

Considerando le sollecitazioni agenti sulla fondazione del muro di capostrada di cui al paragrafo 9.1.4.1, mediante il software di calcolo Max, sono state ottenute le azioni interne di taglio e momento flettente presenti nei micropali per ciascuna combinazione di carico considerata. Tali sollecitazioni sono riportate nelle figure seguenti.

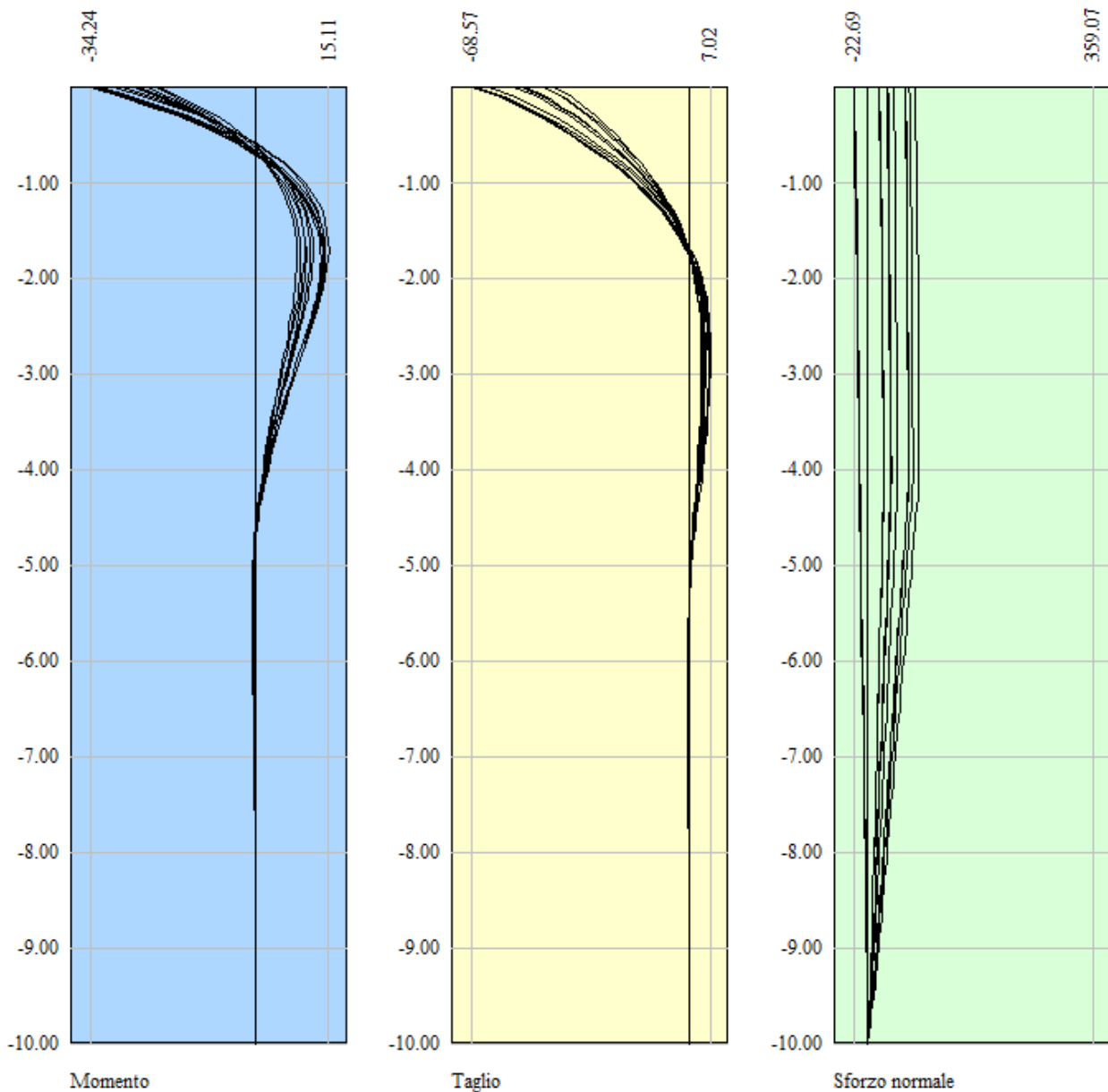


Figura 42 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di monte

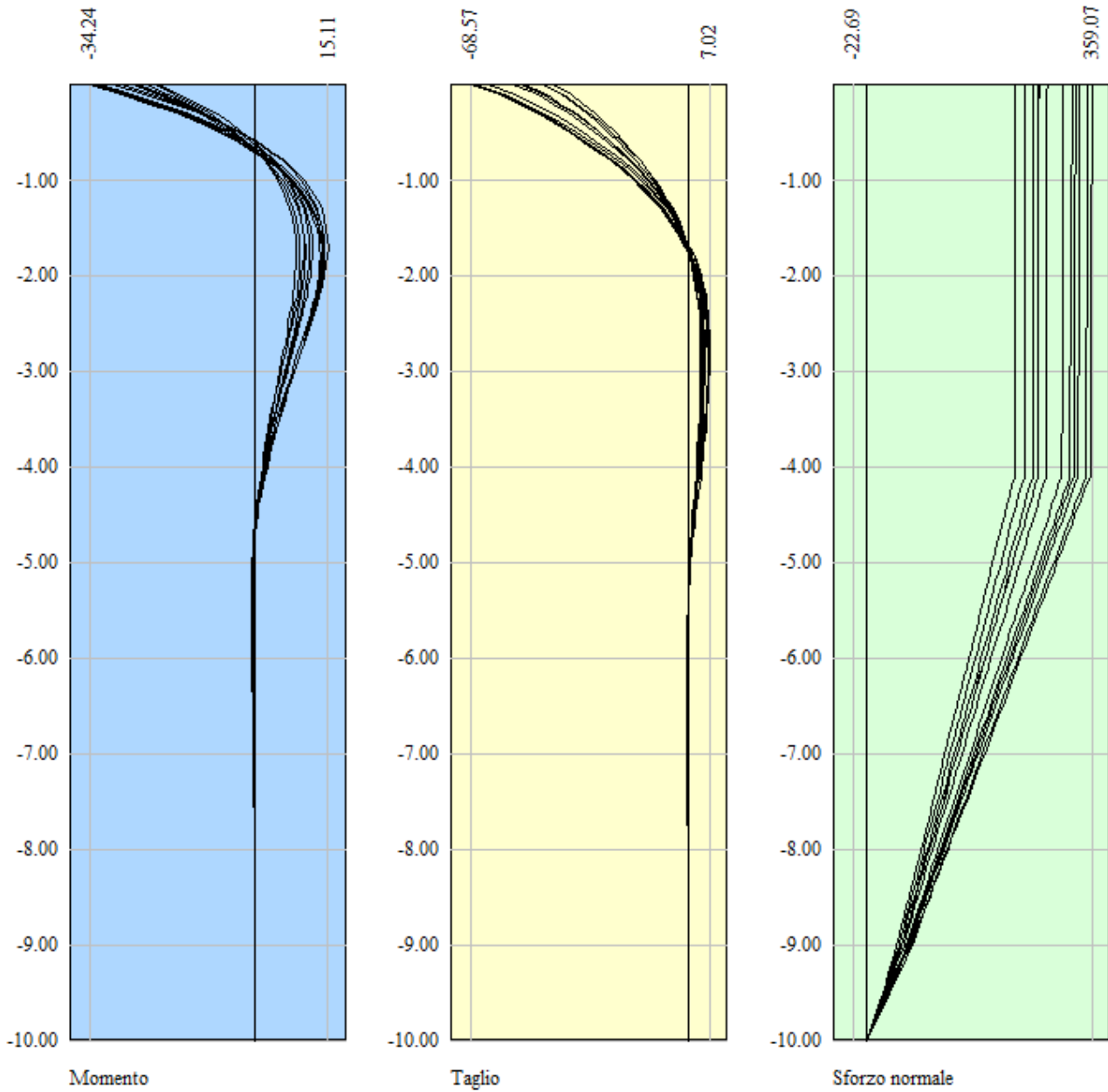


Figura 43 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di valle

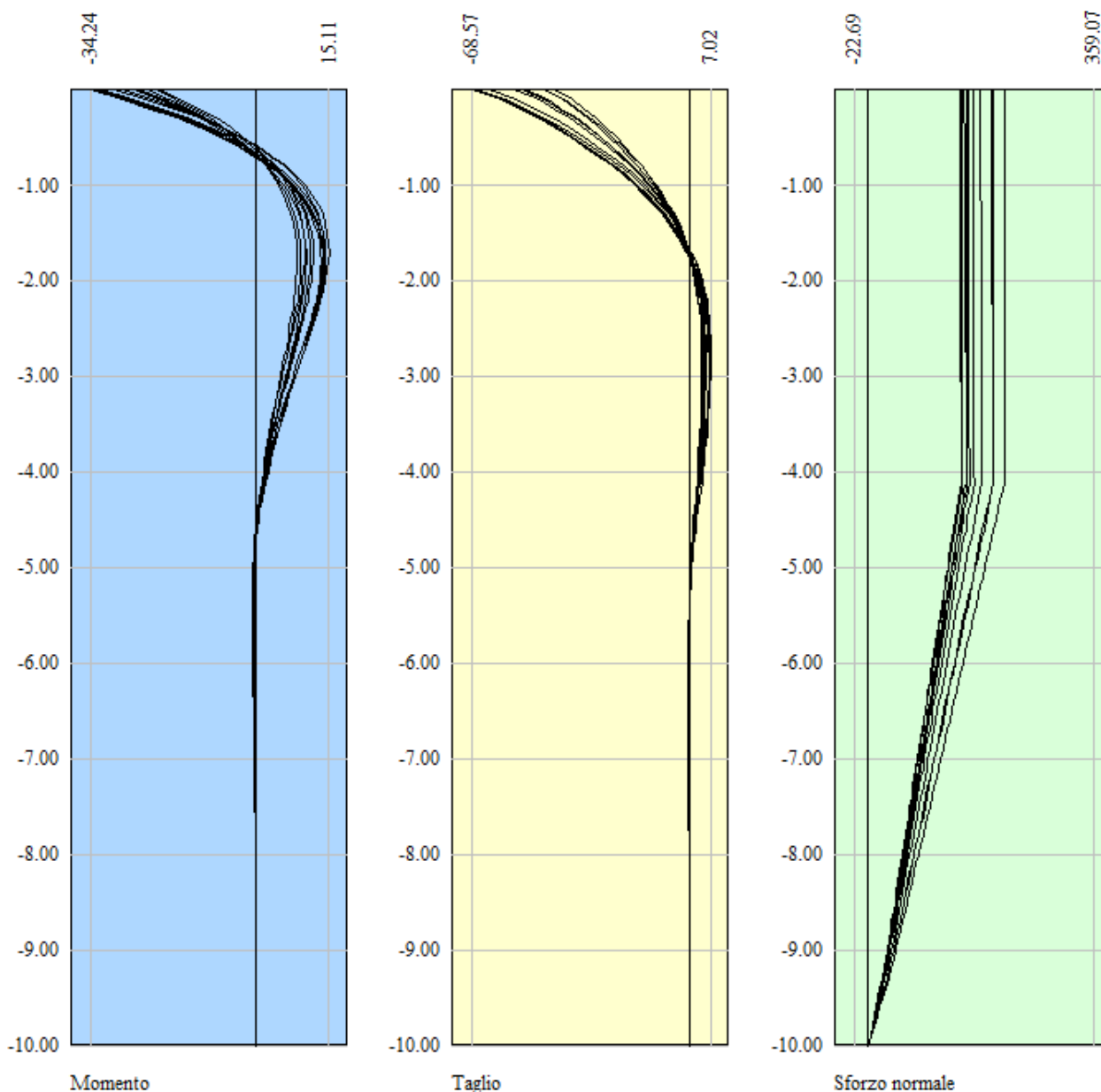


Figura 44 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo centrale

#### 9.2.5.4.2 Verifiche strutturali

La verifica della resistenza strutturale dei micropali è condotta, cautelativamente, facendo riferimento alla sola resistenza del profilato in acciaio.

In accordo con quanto prescritto al paragrafo 4.2.4.1.2.7 delle NTC08 e con riferimento alle formule riportate nella UNI EN 1993 1-1, è stata effettuata la verifica a presso o tenso-flessione controllando che il momento flettente sollecitante di progetto  $M_{Ed}$  sia minore del momento resistente di progetto, ridotto per effetto dell'azione assiale e di taglio.



Di seguito si riportano i valori del momento resistente nelle varie combinazioni considerate in funzione della sollecitazione assiale di progetto.

Ip	Is	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1	65.69	34.24	66.32	151.94	66.32	4.539
2	1	65.69	34.24	332.91	154.63	332.91	4.620
3	1	65.69	34.24	199.61	153.54	199.61	4.587

Tabella 37 – Verifica a momento flettente

Ip	Is	Asw [cm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	1	41.82	816.32	68.57	11.904
2	1	41.82	816.32	68.57	11.904
3	1	41.82	816.32	68.57	11.904

Tabella 38 – Verifica a taglio

### 9.2.6 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale si esegue in accordo con le NTC 2008 seguendo la metodologia descritta nel capitolo "Muri di sostegno" della Relazione Geotecnica Generale [1] alla quale si rimanda.

Le analisi sono state eseguite a lungo termine, considerando i parametri del terreno in condizioni drenate. Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

La verifica di stabilità globale in condizioni statiche è stata effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

A2+M2+R2

Il coefficiente parziale sulla resistenza R2 è pari a 1.1 (come riportato nella Tabella 6.8.I delle NTC2008), mentre i coefficienti A2 e M2 sono riportati rispettivamente nella Tabella 6.2.I e Tabella 6.2.II delle NTC 2008.

Nella verifica di stabilità in condizioni sismiche si pongono pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e si impiegano le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Le verifiche del raggiungimento della condizione di Stato Limite Ultimo (SLU) sono state quindi sviluppate considerando le condizioni denominate GEO descritte al capitolo 9.1.2.

La stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita secondo il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante un'azione statica equivalente, costante nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) le componenti orizzontali e verticali di tale forza possono essere definite come di seguito indicato:

$$F_h = k_h \cdot W$$
$$F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale calcolati in base all'azione sismica di progetto definita al Cap. 8 e considerando a favore di sicurezza un fattore di riduzione  $\beta_s = 1$ .

Al fine di valutare le condizioni di stabilità dei rilevati le analisi sono state condotte con il *metodo di Bishop*, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale. Le analisi sono state condotte con ricerca automatica della superficie critica.

Si riportano nelle seguenti figure i risultati ottenuti dalle analisi. Tutte le verifiche di stabilità risultano soddisfatte in quanto:

- in condizioni statiche A2-M2-R2 risulta  $F_s = 3.747$ ;
- in condizioni sismiche risulta  $F_s$  (sisma +) = 3.844 e  $F_s$  (sisma -) = 3.631.

Progetto Esecutivo

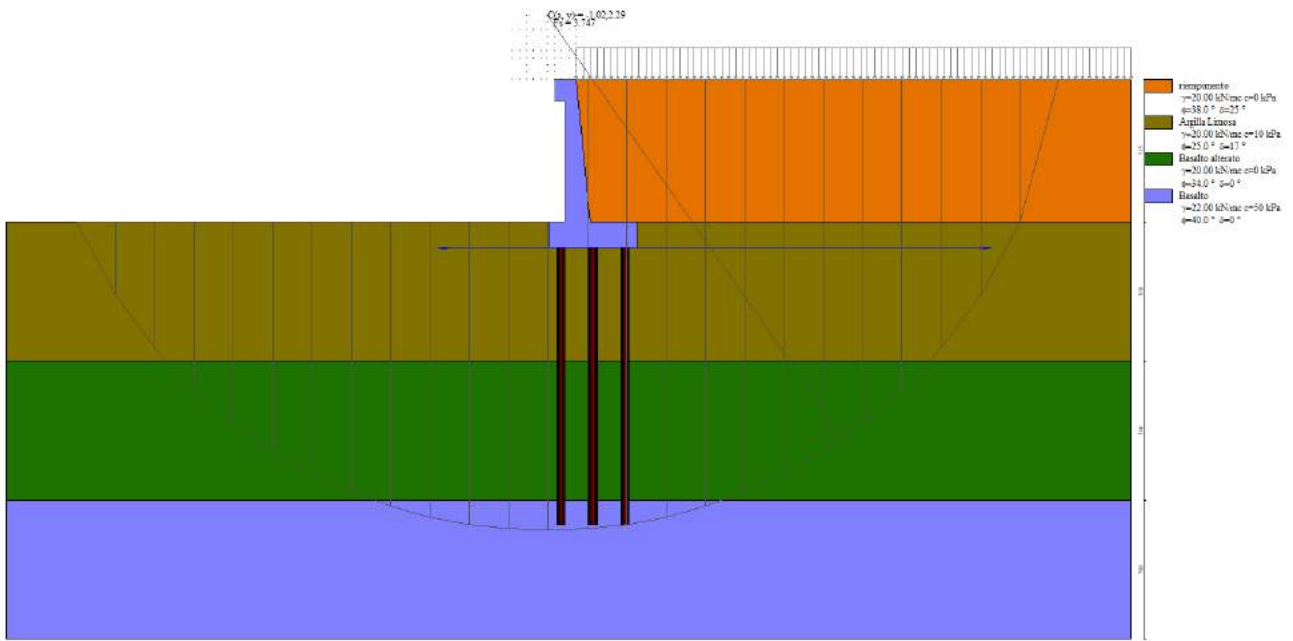


Figura 45 – Verifica in condizioni statiche

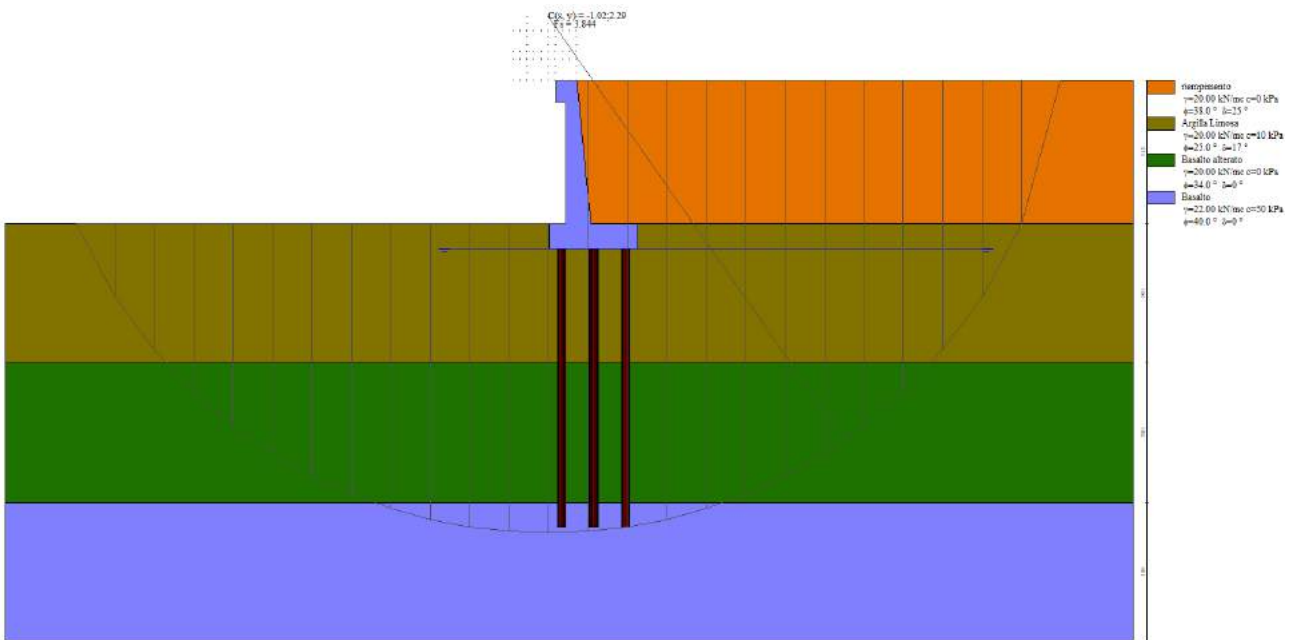


Figura 46 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma +)

Progetto Esecutivo

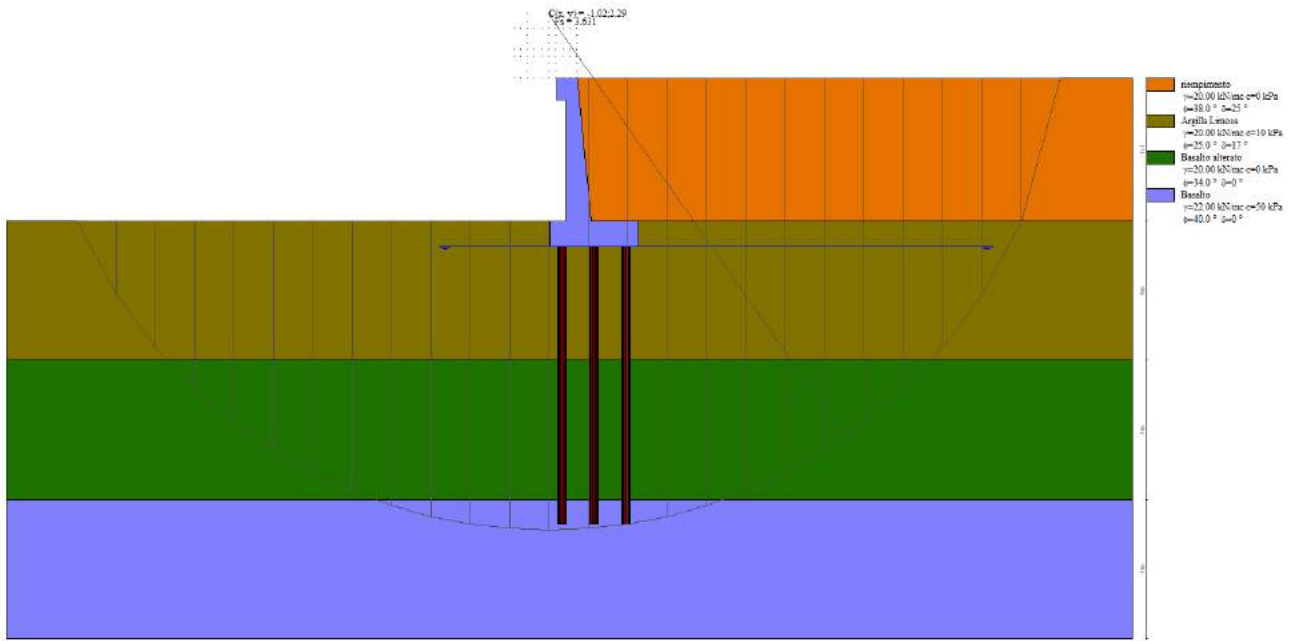


Figura 47 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma -)

### 9.3 Muro di capostrada – SEZIONE B

Nei seguenti paragrafi si riportano i dati e le verifiche eseguite per la sezione in esame. Per ulteriori dettagli si rimanda all'appendice 3.

#### 9.3.1 Geometria della struttura

Le caratteristiche geometriche della sezione del muro assunte nei calcoli sono indicate nella Figura 14.

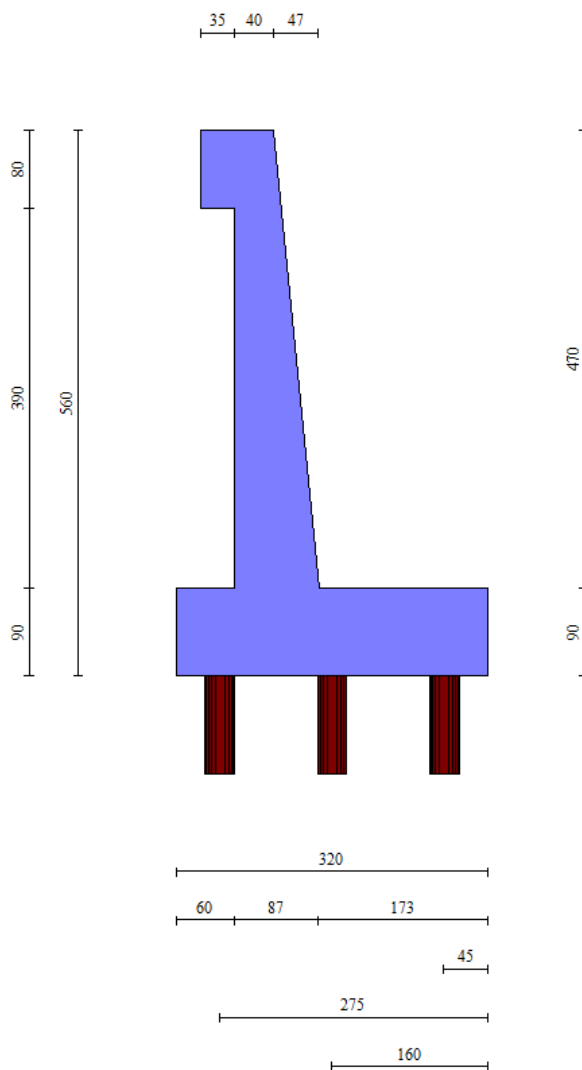


Figura 48: Sezione di calcolo

#### 9.3.2 Analisi dei carichi

Nelle seguenti tabelle sono descritte le combinazioni delle azioni adottate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio. L'indicazione H+V e H-V segnala la presa in conto degli effetti del sisma in direzione orizzontale e verticale verso il basso o verso l'alto.

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Progetto Esecutivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### 9.3.2.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali in calcestruzzo viene calcolato considerando un peso per unità di volume pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.3.2.2 Carichi permanenti

Il peso specifico del materiale di riempimento a tergo è stato considerato pari 20.00 kN/m<sup>3</sup>.

Per il rivestimento in pietra del paramento si assume uno spessore di 15 cm e un peso specifico di 20 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.3.2.3 Carichi accidentali

Il sovraccarico stradale si assume pari a 20.00 kPa. Tale sovraccarico è stato cautelativamente considerato infinitamente esteso verso monte.

### 9.3.2.4 Carichi eccezionali - urto

L'urto sulla barriera è rappresentato da una forza di 100 kN applicata a 1 m di altezza. Tale sistema di azioni corrisponde a una forza di 100 kN e una coppia di 100 kNm applicate in testa al muro e tali da indurre il ribaltamento dello stesso. Poiché il modello di calcolo rappresenta una sezione di spessore unitario, le forze sono state diffuse a 45° per individuare la lunghezza di influenza su cui distribuirle.

### 9.3.3 Verifiche strutturali nell'elevazione del muro

Nei paragrafi seguenti sono riportate le verifiche strutturali dell'elevazione del muro di capostrada. Tutte le azioni e le verifiche si riferiscono a un metro lineare di struttura.

A favore di sicurezza le sollecitazioni sono state calcolate considerando nullo l'angolo d'attrito muro-terreno.

#### 9.3.3.1 Sollecitazioni nell'elevazione del muro

In Tabella 1 si riporta l'involuppo delle sollecitazioni utilizzate nelle verifiche strutturali lungo lo sviluppo del paramento del muro di capostrada.

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	10.70	1.20	11.90
2	-0.10	7.86	10.22	0.66	11.36	1.24	13.01
3	-0.20	8.88	11.54	1.37	12.07	1.35	14.19
4	-0.30	9.92	12.89	2.12	12.82	1.53	15.44
5	-0.40	10.98	14.28	2.91	13.61	1.80	16.78
6	-0.50	12.07	15.70	3.75	14.45	2.16	18.21
7	-0.60	13.19	17.15	4.63	15.33	2.60	19.72
8	-0.70	14.33	18.63	5.56	16.26	3.15	21.34
9	-0.80	15.49	20.14	6.53	17.23	3.79	23.05
10	-0.90	16.68	21.69	7.54	18.24	4.54	24.87
11	-1.00	17.90	23.27	8.60	19.30	5.40	26.80
12	-1.10	19.14	24.88	9.70	20.40	6.37	28.84
13	-1.20	20.40	26.52	10.85	21.55	7.47	31.01
14	-1.30	21.69	28.19	12.04	23.41	8.68	33.29
15	-1.40	23.00	29.90	13.28	25.61	10.02	35.70
16	-1.50	24.33	31.63	14.56	27.87	11.50	38.25
17	-1.60	25.69	33.40	15.88	30.19	13.11	40.93
18	-1.70	27.08	35.20	17.25	32.56	14.86	43.75
19	-1.80	28.49	37.03	18.66	34.99	16.76	46.72
20	-1.90	29.92	38.90	20.12	37.48	18.81	49.84
21	-2.00	31.38	40.80	21.62	40.03	21.02	53.12
22	-2.10	32.86	42.72	23.16	42.63	23.38	56.55
23	-2.20	34.37	44.68	24.75	45.29	25.91	60.15
24	-2.30	35.90	46.68	26.38	48.01	28.61	63.92
25	-2.40	37.46	48.70	28.06	50.79	31.48	67.86
26	-2.50	39.04	50.76	29.78	53.62	34.53	71.98
27	-2.60	40.65	52.84	31.55	56.51	37.76	76.28
28	-2.70	42.28	54.96	33.36	59.46	41.18	80.77
29	-2.80	43.93	57.11	35.21	62.47	44.79	85.45
30	-2.90	45.61	59.30	37.11	65.53	48.59	90.32
31	-3.00	47.32	61.51	39.05	68.65	52.60	95.40
32	-3.10	49.05	63.76	41.04	71.83	56.81	102.50
33	-3.20	50.80	66.04	43.07	75.07	61.23	110.13
34	-3.30	52.58	68.35	45.14	78.36	65.86	118.09
35	-3.40	54.38	70.69	47.26	81.71	70.72	126.40
36	-3.50	56.20	73.06	49.42	85.12	75.79	135.05
37	-3.60	58.05	75.47	51.63	88.59	81.10	144.06
38	-3.70	59.93	77.91	53.88	92.11	86.63	153.44
39	-3.80	61.83	80.38	56.18	95.69	92.40	163.18
40	-3.90	63.75	82.88	58.52	99.33	98.42	173.29
41	-4.00	65.70	85.41	60.90	103.02	104.68	183.79
42	-4.10	67.68	87.98	63.33	106.77	111.19	194.66
43	-4.20	69.68	90.58	65.80	110.59	117.95	205.93
44	-4.30	71.70	93.21	68.32	114.45	124.98	217.60
45	-4.40	73.74	95.87	70.88	118.38	132.27	229.67
46	-4.50	75.82	98.56	73.48	122.36	139.82	242.15
47	-4.60	77.91	101.29	76.13	126.40	147.65	255.04
48	-4.70	80.03	104.04	78.82	130.50	155.76	268.35

Tabella 39 – Involuppo sollecitazioni

#### 9.3.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### 9.3.3.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione del paramento.



**Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	4.62	9.24	11.90	6.86	143.08	6.86	13.012
2	100	41	4.62	9.24	13.01	7.86	147.30	7.86	12.167
3	100	42	4.62	9.24	14.19	8.88	151.55	8.88	11.403
4	100	43	4.62	9.24	15.44	9.92	155.81	9.92	10.707
5	100	44	4.62	9.24	16.78	10.98	160.09	10.98	10.070
6	100	45	4.62	9.24	18.21	12.07	164.39	12.07	9.486
7	100	46	4.62	9.24	19.72	13.19	168.71	13.19	8.948
8	100	47	4.62	9.24	21.34	14.33	173.04	14.33	8.452
9	100	48	4.62	9.24	23.05	15.49	177.40	15.49	7.993
10	100	49	4.62	9.24	24.87	16.68	181.78	16.68	7.568
11	100	50	4.62	9.24	26.80	17.90	186.17	17.90	7.173
12	100	51	4.62	9.24	28.84	19.14	190.59	19.14	6.805
13	100	52	4.62	9.24	31.01	20.40	195.02	20.40	6.463
14	100	53	4.62	9.24	33.29	21.69	199.48	21.69	6.144
15	100	54	4.62	9.24	35.70	23.00	203.95	23.00	5.846
16	100	55	4.62	9.24	38.25	24.33	208.45	24.33	5.567
17	100	56	4.62	9.24	40.93	25.69	212.96	25.69	5.306
18	100	57	4.62	9.24	43.75	27.08	217.50	27.08	5.062
19	100	58	4.62	9.24	46.72	28.49	222.06	28.49	4.833
20	100	59	4.62	9.24	49.84	29.92	226.64	29.92	4.618
21	100	60	4.62	9.24	53.12	31.38	231.24	31.38	4.416
22	100	61	4.62	9.24	56.55	32.86	235.86	32.86	4.226
23	100	62	4.62	9.24	60.15	34.37	240.50	34.37	4.048
24	100	63	4.62	9.24	63.92	35.90	245.17	35.90	3.880
25	100	64	4.62	9.24	67.86	37.46	249.85	37.46	3.721
26	100	65	4.62	9.24	71.98	39.04	254.56	39.04	3.572
27	100	66	4.62	9.24	68.28	40.65	225.85	40.65	3.341
28	100	67	4.62	9.24	74.25	42.28	230.07	42.28	3.127
29	100	68	4.62	9.24	80.53	43.93	234.31	43.93	2.933
30	100	69	4.62	9.24	87.12	45.61	238.58	45.61	2.758
31	100	70	4.62	9.24	94.02	47.32	242.87	47.32	2.600
32	100	71	4.62	9.24	101.25	49.05	247.18	49.05	2.455
33	100	72	4.62	9.24	108.81	50.80	251.52	50.80	2.323
34	100	73	4.62	9.24	116.71	52.58	255.88	52.58	2.203
35	100	74	4.62	9.24	124.95	54.38	260.27	54.38	2.092
36	100	75	4.62	9.24	133.53	56.20	264.68	56.20	1.989
37	100	76	4.62	9.24	142.47	58.05	269.12	58.05	1.895
38	100	77	4.62	9.24	151.76	59.93	273.58	59.93	1.808
39	100	78	4.62	9.24	161.42	61.83	278.07	61.83	1.727
40	100	79	4.62	9.24	171.45	63.75	282.59	63.75	1.652
41	100	80	4.62	9.24	181.86	65.70	287.13	65.70	1.582
42	100	81	4.62	9.24	192.64	67.68	291.70	67.68	1.517
43	100	82	9.24	9.24	203.82	69.68	296.17	69.68	1.455
44	100	83	4.62	12.06	215.39	71.70	383.33	71.70	1.783
45	100	84	4.62	12.06	227.36	73.74	389.07	73.74	1.714
46	100	85	4.62	12.06	239.74	75.82	394.84	75.82	1.650
47	100	86	4.62	12.06	252.53	77.91	400.64	77.91	1.589
48	100	87	4.62	12.06	265.73	80.03	406.46	80.03	1.532

Tabella 40 – Verifica SLU pressoflessione

**9.3.3.2 Verifica a taglio (SLU)**

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio del paramento.

**Simbologia adottata**

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]

H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	176.20	10.70	16.467
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	178.58	11.36	15.718
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	180.94	12.07	14.994
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	183.28	12.82	14.299
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	185.60	13.61	13.635
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	187.90	14.45	13.004
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	190.18	15.33	12.404
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	192.44	16.26	11.837
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	194.69	17.23	11.301
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	196.93	18.24	10.795
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	199.73	19.30	10.348
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	202.96	20.40	9.947
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	206.19	21.55	9.568
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	209.41	23.41	8.947
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	212.63	25.61	8.303
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	215.84	27.87	7.745
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	219.04	30.19	7.256
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	222.23	32.56	6.825
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	225.43	34.99	6.442
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	228.61	37.48	6.099
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	231.79	40.03	5.791
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	234.97	42.63	5.511
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	238.14	45.29	5.258
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	241.30	48.01	5.026
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	244.46	50.79	4.813
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	247.62	53.62	4.618
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	250.78	56.51	4.437
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	253.93	59.46	4.270
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.07	62.47	4.115
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.22	65.53	3.971
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.36	68.65	3.836
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.50	71.83	3.710
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	269.63	75.07	3.592
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	272.77	78.36	3.481
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	275.89	81.71	3.376
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.02	85.12	3.278
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.15	88.59	3.185
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	92.11	3.097
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	288.39	95.69	3.014
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	291.51	99.33	2.935
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	294.63	103.02	2.860
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	297.74	106.77	2.789
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	300.86	110.59	2.721
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	303.97	114.45	2.656
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	307.08	118.38	2.594
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	310.19	122.36	2.535
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	313.30	126.40	2.479
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	316.41	130.50	2.425

Tabella 41 – Verifica SLU taglio

### 9.3.3.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.3.3.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]

Relazione Geotecnica e di Calcolo

90

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Progetto Esecutivo

H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σc	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σfi	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σfs	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19.20	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (11)	976 (11)	857 (11)
2	100	41	4.62	9.24	1.26	7.86	76 (11)	763 (11)	873 (11)
3	100	42	4.62	9.24	1.43	8.88	82 (11)	807 (11)	956 (11)
4	100	43	4.62	9.24	1.73	9.92	96 (11)	1074 (11)	1105 (11)
5	100	44	4.62	9.24	2.15	10.98	116 (11)	1591 (11)	1316 (11)
6	100	45	4.62	9.24	2.71	12.07	143 (11)	2392 (11)	1581 (11)
7	100	46	4.62	9.24	3.40	13.19	176 (11)	3496 (11)	1894 (11)
8	100	47	4.62	9.24	4.23	14.33	214 (11)	4904 (11)	2248 (11)
9	100	48	4.62	9.24	5.21	15.49	257 (11)	6608 (11)	2640 (11)
10	100	49	4.62	9.24	6.33	16.68	304 (11)	8597 (11)	3068 (11)
11	100	50	4.62	9.24	7.61	17.90	355 (11)	10861 (11)	3529 (11)
12	100	51	4.62	9.24	9.05	19.14	410 (11)	13390 (11)	4022 (11)
13	100	52	4.62	9.24	10.65	20.40	468 (11)	16176 (11)	4547 (11)
14	100	53	4.62	9.24	12.41	21.69	529 (11)	19212 (11)	5103 (11)
15	100	54	4.62	9.24	14.35	23.00	593 (11)	22490 (11)	5689 (11)
16	100	55	4.62	9.24	16.47	24.33	660 (11)	26005 (11)	6303 (11)
17	100	56	4.62	9.24	18.76	25.69	729 (11)	29751 (11)	6947 (11)
18	100	57	4.62	9.24	21.25	27.08	801 (11)	33724 (11)	7617 (11)
19	100	58	4.62	9.24	23.92	28.49	875 (11)	37920 (11)	8315 (11)
20	100	59	4.62	9.24	26.79	29.92	952 (11)	42333 (11)	9040 (11)
21	100	60	4.62	9.24	29.85	31.38	1031 (11)	46962 (11)	9790 (11)
22	100	61	4.62	9.24	33.12	32.86	1112 (11)	51801 (11)	10565 (11)
23	100	62	4.62	9.24	36.60	34.37	1195 (11)	56849 (11)	11365 (11)
24	100	63	4.62	9.24	40.29	35.90	1280 (11)	62101 (11)	12188 (11)
25	100	64	4.62	9.24	44.20	37.46	1367 (11)	67556 (11)	13035 (11)
26	100	65	4.62	9.24	48.33	39.04	1455 (11)	73212 (11)	13905 (11)
27	100	66	4.62	9.24	52.69	40.65	1545 (11)	79065 (11)	14798 (11)
28	100	67	4.62	9.24	57.28	42.28	1637 (11)	85113 (11)	15712 (11)
29	100	68	4.62	9.24	62.10	43.93	1731 (11)	91355 (11)	16648 (11)
30	100	69	4.62	9.24	67.17	45.61	1826 (11)	97789 (11)	17605 (11)
31	100	70	4.62	9.24	72.48	47.32	1922 (11)	104412 (11)	18583 (11)
32	100	71	4.62	9.24	78.03	49.05	2020 (11)	111224 (11)	19581 (11)
33	100	72	4.62	9.24	83.84	50.80	2120 (11)	118222 (11)	20598 (11)
34	100	73	4.62	9.24	89.91	52.58	2220 (11)	125406 (11)	21635 (11)
35	100	74	4.62	9.24	96.25	54.38	2323 (11)	132773 (11)	22691 (11)
36	100	75	4.62	9.24	102.85	56.20	2426 (11)	140323 (11)	23766 (11)
37	100	76	4.62	9.24	109.72	58.05	2531 (11)	148055 (11)	24860 (11)
38	100	77	4.62	9.24	116.87	59.93	2637 (11)	155966 (11)	25971 (11)
39	100	78	4.62	9.24	124.30	61.83	2744 (11)	164057 (11)	27101 (11)
40	100	79	4.62	9.24	132.01	63.75	2852 (11)	172326 (11)	28247 (11)
41	100	80	4.62	9.24	140.01	65.70	2962 (11)	180772 (11)	29412 (11)
42	100	81	4.62	9.24	148.31	67.68	3072 (11)	189394 (11)	30593 (11)
43	100	82	9.24	9.24	156.91	69.68	3078 (11)	197770 (11)	30334 (11)
44	100	83	4.62	12.06	165.81	71.70	2963 (11)	160406 (11)	31317 (11)
45	100	84	4.62	12.06	175.02	73.74	3065 (11)	167468 (11)	32467 (11)
46	100	85	4.62	12.06	184.55	75.82	3168 (11)	174663 (11)	33631 (11)
47	100	86	4.62	12.06	194.39	77.91	3272 (11)	181990 (11)	34810 (11)
48	100	87	4.62	12.06	204.55	80.03	3376 (11)	189450 (11)	36002 (11)

Tabella 42 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14.40	[MPa]
---	-------	-------

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.23	7.03	79 (14)	1000 (14)	878 (14)
2	100	41	4.62	9.24	1.28	8.03	77 (14)	768 (14)	888 (14)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
3	100	42	4.62	9.24	1.43	9.05	82 (14)	764 (14)	957 (14)
4	100	43	4.62	9.24	1.69	10.09	93 (14)	948 (14)	1082 (14)
5	100	44	4.62	9.24	2.06	11.15	110 (14)	1331 (14)	1262 (14)
6	100	45	4.62	9.24	2.54	12.24	132 (14)	1947 (14)	1493 (14)
7	100	46	4.62	9.24	3.15	13.36	160 (14)	2817 (14)	1769 (14)
8	100	47	4.62	9.24	3.87	14.50	193 (14)	3954 (14)	2085 (14)
9	100	48	4.62	9.24	4.73	15.66	231 (14)	5355 (14)	2437 (14)
10	100	49	4.62	9.24	5.73	16.85	272 (14)	7016 (14)	2822 (14)
11	100	50	4.62	9.24	6.86	18.07	317 (14)	8928 (14)	3238 (14)
12	100	51	4.62	9.24	8.13	19.31	366 (14)	11085 (14)	3684 (14)
13	100	52	4.62	9.24	9.56	20.57	417 (14)	13479 (14)	4160 (14)
14	100	53	4.62	9.24	11.13	21.86	472 (14)	16105 (14)	4663 (14)
15	100	54	4.62	9.24	12.87	23.17	529 (14)	18957 (14)	5195 (14)
16	100	55	4.62	9.24	14.77	24.50	589 (14)	22031 (14)	5754 (14)
17	100	56	4.62	9.24	16.83	25.86	652 (14)	25323 (14)	6339 (14)
18	100	57	4.62	9.24	19.06	27.25	717 (14)	28828 (14)	6951 (14)
19	100	58	4.62	9.24	21.48	28.66	785 (14)	32543 (14)	7588 (14)
20	100	59	4.62	9.24	24.07	30.09	854 (14)	36466 (14)	8250 (14)
21	100	60	4.62	9.24	26.84	31.55	926 (14)	40593 (14)	8937 (14)
22	100	61	4.62	9.24	29.81	33.03	1000 (14)	44922 (14)	9648 (14)
23	100	62	4.62	9.24	32.98	34.54	1076 (14)	49450 (14)	10382 (14)
24	100	63	4.62	9.24	36.34	36.07	1153 (14)	54176 (14)	11140 (14)
25	100	64	4.62	9.24	39.90	37.63	1233 (14)	59096 (14)	11921 (14)
26	100	65	4.62	9.24	43.68	39.21	1315 (14)	64210 (14)	12723 (14)
27	100	66	4.62	9.24	47.67	40.82	1398 (14)	69516 (14)	13548 (14)
28	100	67	4.62	9.24	51.88	42.45	1483 (14)	75012 (14)	14395 (14)
29	100	68	4.62	9.24	56.30	44.10	1569 (14)	80696 (14)	15262 (14)
30	100	69	4.62	9.24	60.96	45.78	1657 (14)	86567 (14)	16150 (14)
31	100	70	4.62	9.24	65.85	47.49	1747 (14)	92623 (14)	17059 (14)
32	100	71	4.62	9.24	70.98	49.22	1838 (14)	98864 (14)	17988 (14)
33	100	72	4.62	9.24	76.35	50.97	1930 (14)	105289 (14)	18936 (14)
34	100	73	4.62	9.24	81.96	52.75	2024 (14)	111895 (14)	19904 (14)
35	100	74	4.62	9.24	87.82	54.55	2120 (14)	118683 (14)	20892 (14)
36	100	75	4.62	9.24	93.94	56.37	2217 (14)	125651 (14)	21898 (14)
37	100	76	4.62	9.24	100.32	58.22	2315 (14)	132798 (14)	22922 (14)
38	100	77	4.62	9.24	106.97	60.10	2414 (14)	140124 (14)	23965 (14)
39	100	78	4.62	9.24	113.88	62.00	2515 (14)	147627 (14)	25026 (14)
40	100	79	4.62	9.24	121.07	63.92	2617 (14)	155307 (14)	26105 (14)
41	100	80	4.62	9.24	128.54	65.87	2720 (14)	163163 (14)	27201 (14)
42	100	81	4.62	9.24	136.29	67.85	2824 (14)	171195 (14)	28314 (14)
43	100	82	9.24	9.24	144.33	69.85	2833 (14)	178993 (14)	28107 (14)
44	100	83	4.62	12.06	152.66	71.87	2731 (14)	145464 (14)	29008 (14)
45	100	84	4.62	12.06	161.29	73.91	2827 (14)	152070 (14)	30096 (14)
46	100	85	4.62	12.06	170.22	75.99	2924 (14)	158810 (14)	31198 (14)
47	100	86	4.62	12.06	179.46	78.08	3023 (14)	165682 (14)	32315 (14)
48	100	87	4.62	12.06	189.01	80.20	3122 (14)	172686 (14)	33447 (14)

Tabella 43 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche di limitazione delle tensioni risultano soddisfatte in quanto le massime tensioni sia lato calcestruzzo che lato acciaio sono sempre inferiori ai limiti imposti dalla normativa.

### 9.3.3.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

#### COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	9.24	1250.00	1.25	170.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	9.24	1250.00	1.38	185.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	9.24	1250.00	1.61	191.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	9.24	1250.00	1.94	190.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	9.24	1250.00	2.38	188.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	9.24	1250.00	2.92	186.08	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	9.24	1250.00	3.58	184.74	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	9.24	1250.00	4.36	184.58	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	9.24	1250.00	5.26	185.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	9.24	1250.00	6.28	187.38	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	9.24	1250.00	7.44	190.01	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	9.24	1250.00	8.74	193.29	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	9.24	1250.00	10.17	197.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	9.24	1250.00	11.75	201.34	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	9.24	1250.00	13.49	205.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	9.24	1250.00	15.37	210.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	9.24	1250.00	17.42	216.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	9.24	1250.00	19.63	221.71	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	9.24	1250.00	22.00	227.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	9.24	1250.00	24.55	233.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	9.24	1250.00	27.28	239.60	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	9.24	1250.00	30.19	245.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	9.24	1250.00	33.28	252.48	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	9.24	1250.00	36.57	259.17	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	9.24	1250.00	40.05	266.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	9.24	1250.00	43.73	273.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	67	9.24	1250.00	47.62	280.17	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	9.24	1250.00	51.71	287.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	9.24	1250.00	56.02	294.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	9.24	1250.00	60.55	302.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	9.24	1250.00	65.30	310.16	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	9.24	1250.00	70.28	317.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	9.24	1250.00	75.48	325.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	9.24	1250.00	80.93	334.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	9.24	1250.00	86.61	342.22	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	9.24	1250.00	92.54	350.54	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	9.24	1250.00	98.73	358.99	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	78	9.24	1250.00	105.16	367.55	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	9.24	1250.00	111.85	376.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	9.24	1250.00	118.81	385.04	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	9.24	1250.00	126.04	393.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	9.24	1250.00	133.54	408.30	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	141.31	418.42	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	149.37	427.77	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	157.71	437.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	166.35	446.82	0.0000	0.00	0.000 (12)
48	100	87	12.06	1250.00	175.28	456.52	0.0000	0.00	0.000 (12)

Tabella 44 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	9.24	1250.00	1.24	171.74	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	9.24	1250.00	1.35	189.62	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	9.24	1250.00	1.53	199.53	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	9.24	1250.00	1.80	202.40	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	9.24	1250.00	2.16	201.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	9.24	1250.00	2.60	199.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	9.24	1250.00	3.15	197.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	9.24	1250.00	3.79	196.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	9.24	1250.00	4.54	196.58	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	9.24	1250.00	5.40	197.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	9.24	1250.00	6.37	199.57	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	9.24	1250.00	7.47	202.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	9.24	1250.00	8.68	205.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	9.24	1250.00	10.02	209.22	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	9.24	1250.00	11.50	213.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	9.24	1250.00	13.11	218.03	0.0000	0.00	0.000 (13)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
18	100	57	9.24	1250.00	14.86	222.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	9.24	1250.00	16.76	228.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	9.24	1250.00	18.81	233.71	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	9.24	1250.00	21.02	239.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	9.24	1250.00	23.38	245.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	9.24	1250.00	25.91	251.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	9.24	1250.00	28.61	257.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	9.24	1250.00	31.48	264.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	9.24	1250.00	34.53	271.25	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	9.24	1250.00	37.76	278.14	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	9.24	1250.00	41.18	285.18	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	9.24	1250.00	44.79	292.38	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	9.24	1250.00	48.59	299.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	9.24	1250.00	52.60	307.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	9.24	1250.00	56.81	314.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	9.24	1250.00	61.23	322.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	9.24	1250.00	65.86	330.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	9.24	1250.00	70.72	338.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	9.24	1250.00	75.79	346.67	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	9.24	1250.00	81.10	354.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	9.24	1250.00	86.63	363.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	9.24	1250.00	92.40	371.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	9.24	1250.00	98.42	380.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	9.24	1250.00	104.68	389.31	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	9.24	1250.00	111.19	398.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	9.24	1250.00	117.95	412.68	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	124.98	422.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	132.27	431.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	139.82	441.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	147.65	451.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	155.76	460.68	0.0000	0.00	0.000 (13)

Tabella 45 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte.

### 9.3.4 Verifiche della fondazione

#### 9.3.4.1 Sollecitazioni agenti sulla fondazione

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni massime agenti sugli elementi piastra della fondazione del muro di capostrada.

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
755	<b>33.30</b> (4)	111.00 (4)	0.02 (4)	0.00 (4)	89.70 (4)	MAX
2056	<b>-45.36</b> (3)	-151.18 (3)	-26.20 (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
755	33.30 (4)	<b>111.00</b> (4)	0.02 (4)	0.00 (4)	89.70 (4)	MAX
2056	-45.36 (3)	<b>-151.18</b> (3)	-26.20 (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
113	-45.34 (3)	-151.14 (3)	<b>26.19</b> (3)	0.00 (3)	-135.18 (3)	MAX
2056	-45.36 (3)	-151.18 (3)	<b>-26.20</b> (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
1933	-9.74 (4)	-17.29 (4)	-19.44 (4)	<b>148.62</b> (4)	-173.98 (4)	MAX
29	-12.05 (4)	-18.31 (4)	19.66 (4)	<b>-148.26</b> (4)	-175.92 (4)	MIN
569	33.30 (4)	110.99 (4)	-0.09 (4)	0.00 (4)	<b>90.25</b> (4)	MAX
34	-15.37 (4)	-51.24 (4)	-2.85 (4)	0.08 (4)	<b>-301.91</b> (4)	MIN

Tabella 46 – Sollecitazioni massime agenti sulla fondazione del muro di capostrada

#### 9.3.4.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### 9.3.4.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione della fondazione.

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi, Afs area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
- Mp, Mn momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]

Relazione Geotecnica e di Calcolo

Mu momento ultimi espresso in [kNm]  
FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-12.73	-74.03	8.233 (4)
3-9-P	4.52	4.52	0.00	-20.83	-147.35	10.215 (3)
4-3-P	3.39	3.39	0.05	-6.01	-110.98	48.411 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-121.85	-387.58	4.667 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.00	-111.61	-450.98	6.184 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.00	-113.12	-450.98	6.126 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.00	-108.59	-387.58	5.506 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.21	-450.98	6.423 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.12	-450.98	6.426 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.00	-108.22	-387.58	5.520 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.61	-450.98	6.405 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.00	-109.59	-450.98	6.346 (3)
14-5-S	12.06	12.06	0.00	-111.52	-387.58	5.316 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-125.32	-450.98	5.267 (3)

Tabella 47 – Verifica SLU pressoflessione

### 9.3.4.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio della fondazione.

Simbologia adottata

Is indice sezione  
Y ordinata sezione espressa in [m]  
B larghezza sezione espressa in [cm]  
H altezza sezione espressa in [cm]  
A<sub>sw</sub> area ferri a taglio espressa in [cmq]  
cotgθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]  
V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]  
V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).  
T taglio agente espressa in [kN]  
FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-2-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	41.62	3.914 (1)
3-5-P	87	90	0.00	2.000	0.00	0.00	234.83	6.39	36.755 (1)
4-37-P	86	90	0.00	2.000	0.00	0.00	234.82	2.58	91.158 (1)
5-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	154.08	1.762 (1)
6-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	150.31	1.806 (1)
7-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	146.79	1.849 (1)
8-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.91	1.861 (1)
9-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.73	1.863 (1)
10-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.70	1.863 (1)
11-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.73	1.863 (1)
12-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.94	1.860 (1)
13-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	146.87	1.848 (1)
14-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	150.41	1.805 (1)
15-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	154.13	1.761 (1)

Tabella 48 – Verifica SLU taglio

### 9.3.4.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.3.4.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

Simbologia adottata

n° indice sezione  
Y ordinata sezione, espressa in [m]  
B larghezza sezione, espressa in [cm]  
H altezza sezione, espressa in [cm]

Relazione Geotecnica e di Calcolo

95

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it



Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	15.00	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-9.92	405 (14)	2708 (14)	51171 (14)
3-37-P	87	90	4.52	4.52	0.02	-13.82	367 (15)	2861 (15)	39386 (15)
4-21-P	86	90	3.39	3.39	3.47	-0.15	32 (11)	3907 (11)	1691 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.32	-80.71	1221 (14)	12123 (14)	86959 (14)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.14	-72.96	983 (15)	10056 (15)	64963 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.24	-74.16	1049 (15)	10732 (15)	69334 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.49	-70.65	1135 (15)	11271 (15)	80853 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.51	-70.48	1050 (15)	10737 (15)	69366 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.52	-70.45	1049 (15)	10733 (15)	69335 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.51	-70.49	1133 (15)	11245 (15)	80665 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.49	-70.67	1052 (15)	10766 (15)	69551 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.42	-71.28	1061 (15)	10859 (15)	70153 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.23	-72.99	1173 (15)	11645 (15)	83531 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.38	-83.94	1173 (14)	11997 (14)	77506 (14)

Tabella 49 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	11.25	[MPa]
---	-------	-------

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-9.92	405 (14)	2708 (14)	51171 (14)
3-37-P	87	90	4.52	4.52	0.02	-13.82	367 (15)	2861 (15)	39386 (15)
4-21-P	86	90	3.39	3.39	3.47	-0.15	32 (11)	3907 (11)	1691 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.32	-80.71	1221 (14)	12123 (14)	86959 (14)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.14	-72.96	983 (15)	10056 (15)	64963 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.24	-74.16	1049 (15)	10732 (15)	69334 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.49	-70.65	1135 (15)	11271 (15)	80853 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.51	-70.48	1050 (15)	10737 (15)	69366 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.52	-70.45	1049 (15)	10733 (15)	69335 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.51	-70.49	1133 (15)	11245 (15)	80665 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.49	-70.67	1052 (15)	10766 (15)	69551 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.42	-71.28	1061 (15)	10859 (15)	70153 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.23	-72.99	1173 (15)	11645 (15)	83531 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.38	-83.94	1173 (14)	11997 (14)	77506 (14)

Tabella 50 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

9.3.4.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]



$\varepsilon$  deformazione espresso in %  
Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
w apertura delle fessure espressa in [mm]

COMBINAZIONE FREQUENTE  
Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.78	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	87	90	4.52	1081.25	-1.35	314.02	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	86	90	3.39	1081.19	-0.28	310.88	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.73	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.91	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.91	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.89	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.73	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 51 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE  
Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.73	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	87	90	4.52	1081.25	-1.37	314.02	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	86	90	3.39	1081.19	-0.29	310.88	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.67	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.85	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.84	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.85	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.84	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.82	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.67	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 52 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione QUASI PERMANENTE

### 9.3.5 Verifiche dei micropali

#### 9.3.5.1 Sollecitazioni agenti sui micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni presenti nei micropali si tiene conto dell'interazione fra la platea di fondazione, i micropali e il terreno.

Tramite l'ausilio del software Max Muri è stato possibile ricavare:

- le azioni massime in testa ai micropali (Tabella 15) necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante;
- le sollecitazioni interne ai micropali necessarie per effettuare le verifiche strutturali degli stessi.

Nella seguente figura si riporta il modello della fondazione utilizzato nell'analisi.

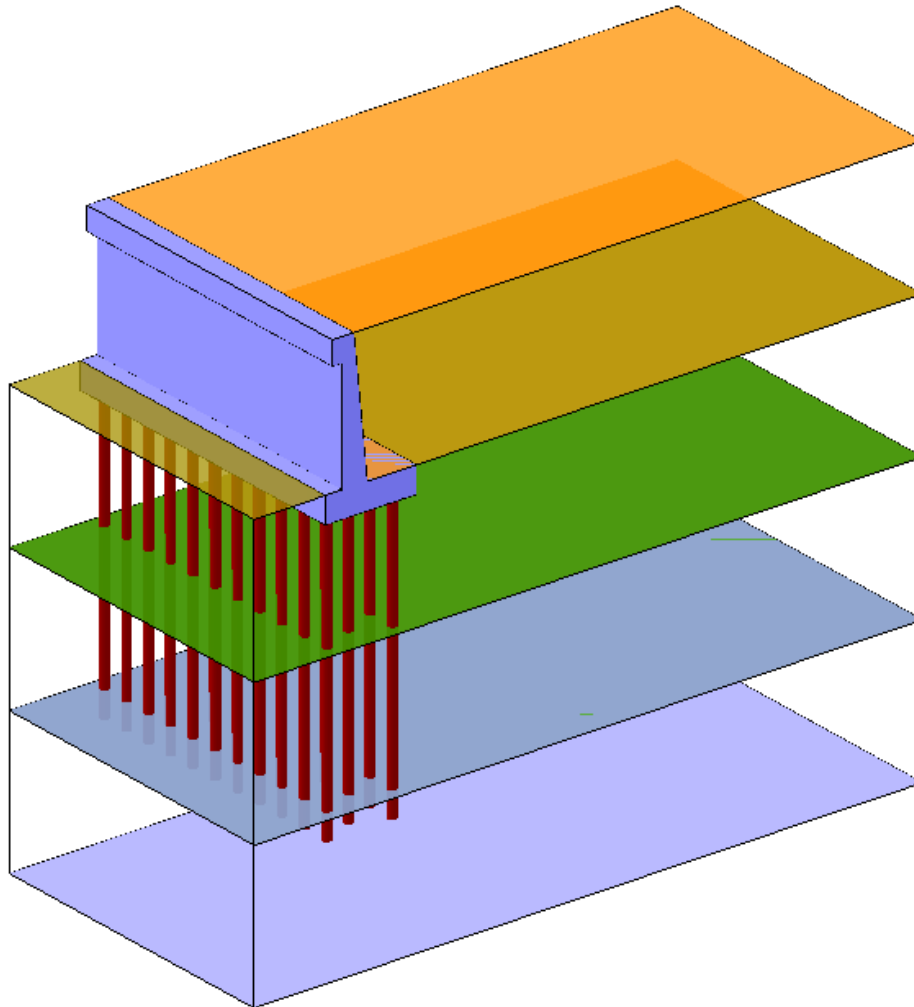


Figura 49 – Modello della fondazione su micropali

In particolare, il software di calcolo schematizza i micropali con modelli del tipo trave su suolo elastico. Per la descrizione della metodologia adottata per definire il legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle, utilizzate per la schematizzazione del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente figura è riportato uno schema del legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate nelle analisi.

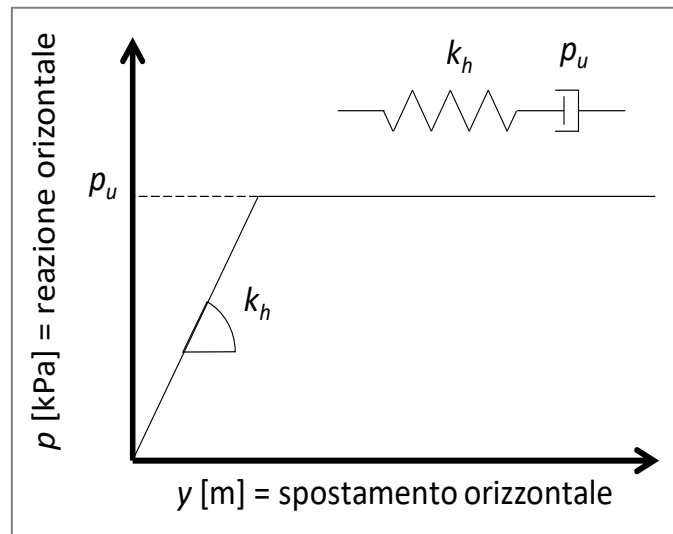


Figura 50 – Legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate per schematizzare il terreno attorno al micropalo

I parametri mostrati in Figura 16 hanno i seguenti significati:

- coefficiente di reazione  $k_h$  [kN/m<sup>3</sup>] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno;
- Pressione limite  $p_u$  [kPa] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno.

Si riportano nelle seguenti figure gli andamenti di  $k_h$  e di  $p_u$  con la profondità considerati nelle analisi.

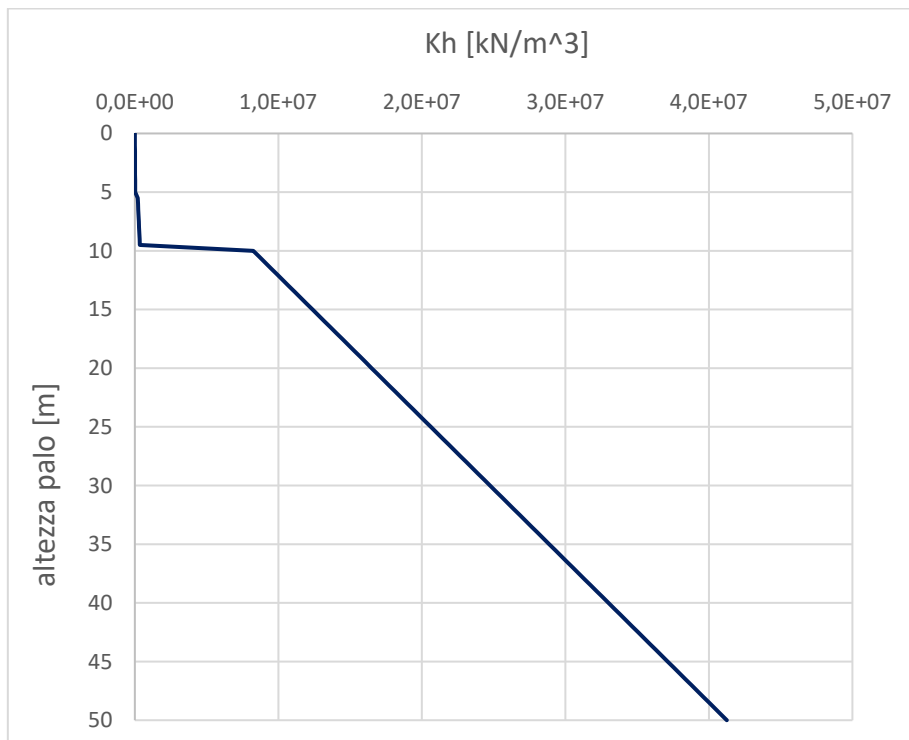


Figura 51 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri minimi

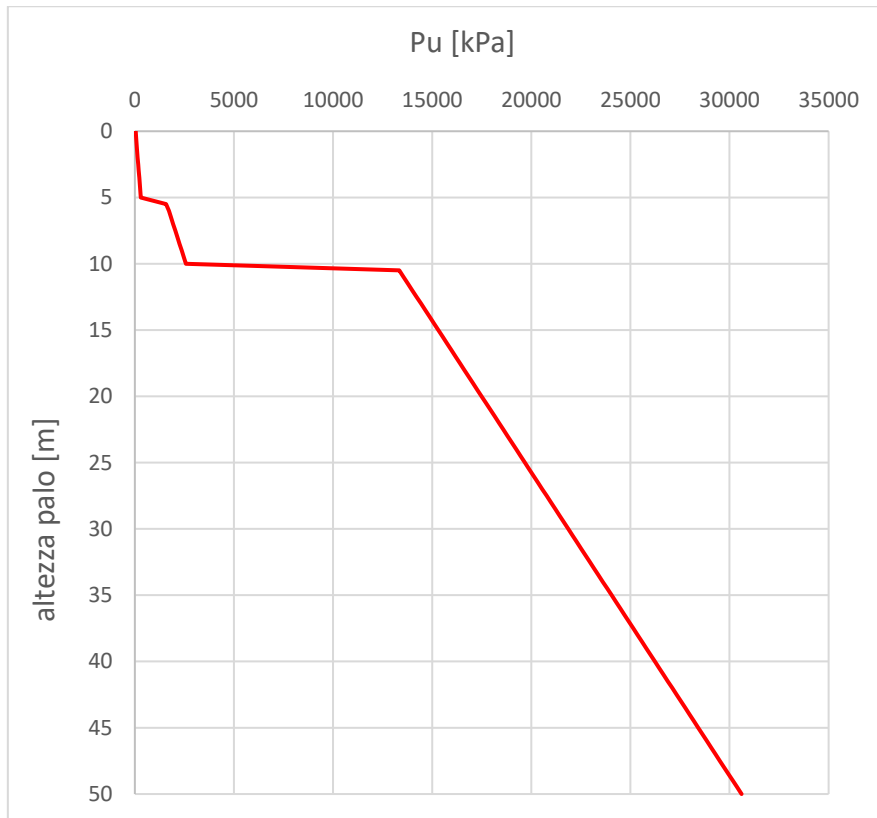


Figura 52 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità – parametri minimi

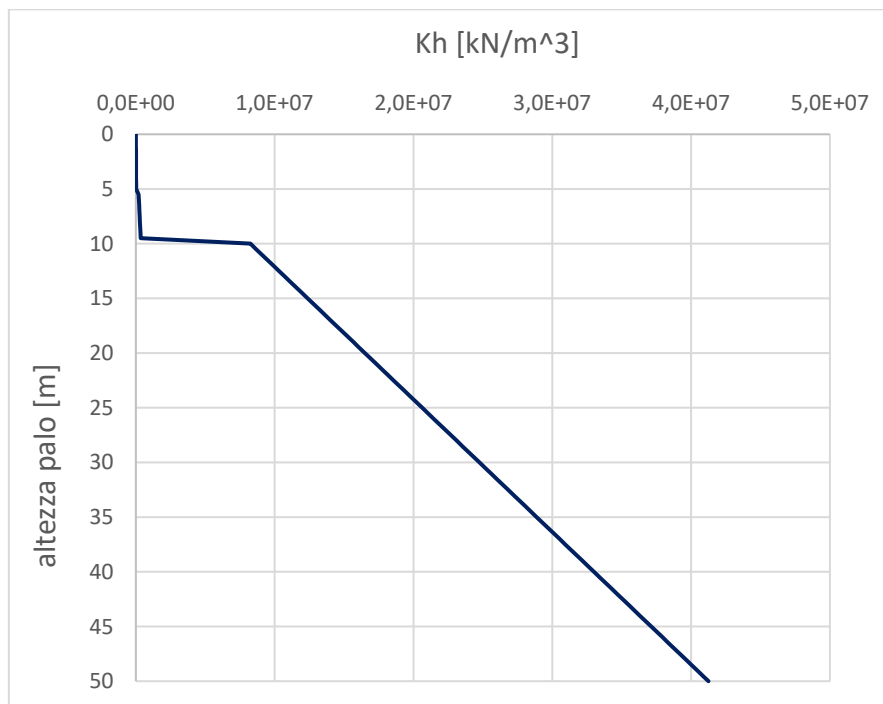


Figura 53 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri medi

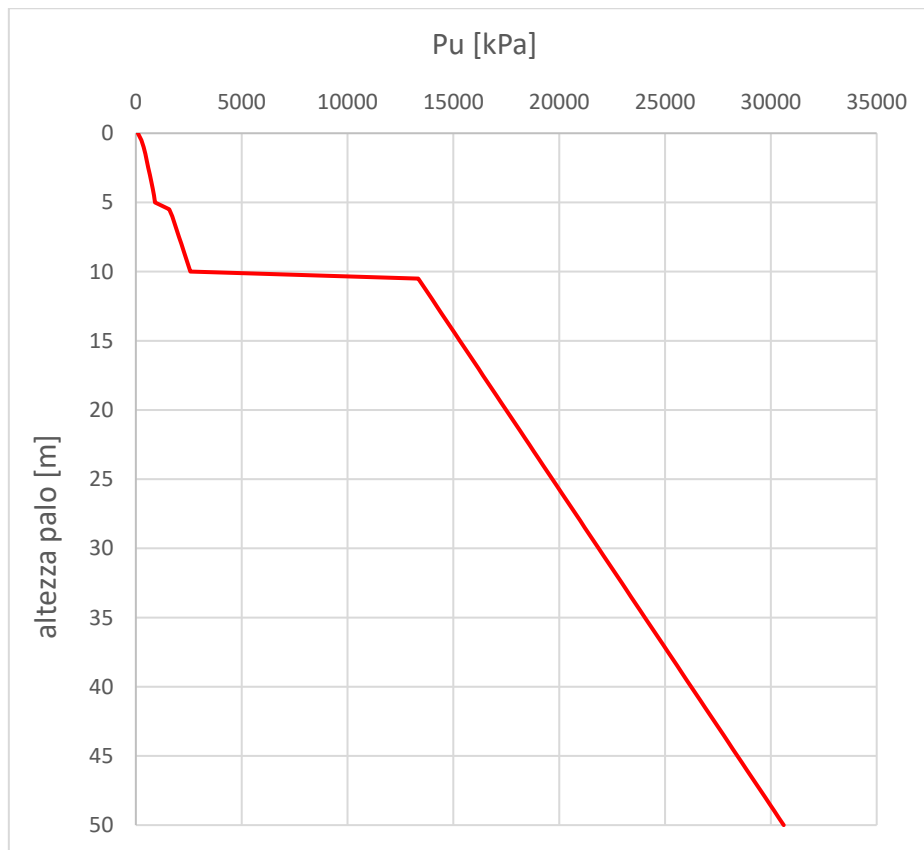


Figura 54 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità– parametri medi

Si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni assiali massime nella peggiore combinazione statica e sismica in testa ai micropali necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante dei micropali.

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	50.57	-29.91	-59.70
	2	280.66	-29.91	-59.70
	3	165.62	-29.91	-59.70
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1.13	-26.51	-58.97
	2	290.05	-26.51	-58.97
	3	145.59	-26.51	-58.97

Tabella 53 – Azione in testa ai micropali

### 9.3.5.2 Verifica a capacità portante verticale dei micropali di fondazione

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei micropali di fondazione.

Caratteristiche dei micropali di fondazione		
Lunghezza perforazione	10	[m]
inclinazione	0	[deg]
$\varphi$ perforazione	0.30	[m]
$\varphi$ profilato in acciaio	0.2191	[m]
spessore profilato in acciaio	0.0100	[m]

Tabella 54 – Caratteristiche dei micropali di fondazione

Le verifiche di capacità portante dei micropali sono state effettuate considerando come contributo resistente solamente l'attrito laterale del palo, trascurando, a favore di sicurezza, il contributo di base.

Per la visualizzazione della procedura metodologica relativa al calcolo della capacità portante verticale di progetto dei micropali si veda quanto specificato nella Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente tabella sono riportati i valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo  $\tau_{lim}$  e i valori del coefficiente di sbulbamento  $\alpha$ , (parametro empirico funzione del terreno e delle modalità esecutive del micropalo) entrambi definiti al variare della stratigrafia. Il fattore di sbulbamento è stato assunto pari ad 1 in tutti gli strati in quanto la metodologia realizzativa considerata (IGU – iniezione globale unica) nei materiali rocciosi seppur fratturati non garantisce l'espansione della malta cementizia all'esterno dell'area di perforazione.

Stratigrafia		Parametri minimi		Parametri medi	
tipologia dello strato	limite inferiore dello strato i-esimo misurato dalla testa del micropalo [m]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]
Coltre eluvio-colluviale	4	10	1	10	1
Basalto Alterato	9	180	1	200	1
Basalto	-	200	1	250	1

Tabella 55 – Valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo e coefficienti di sbulbamento

Si riportano nelle seguenti figure le curve di capacità portante dei micropali di fondazione di compressione e di trazione ottenute considerando i parametri resistenti del terreno ( $\tau_{lim}$ ) minimi e medi.

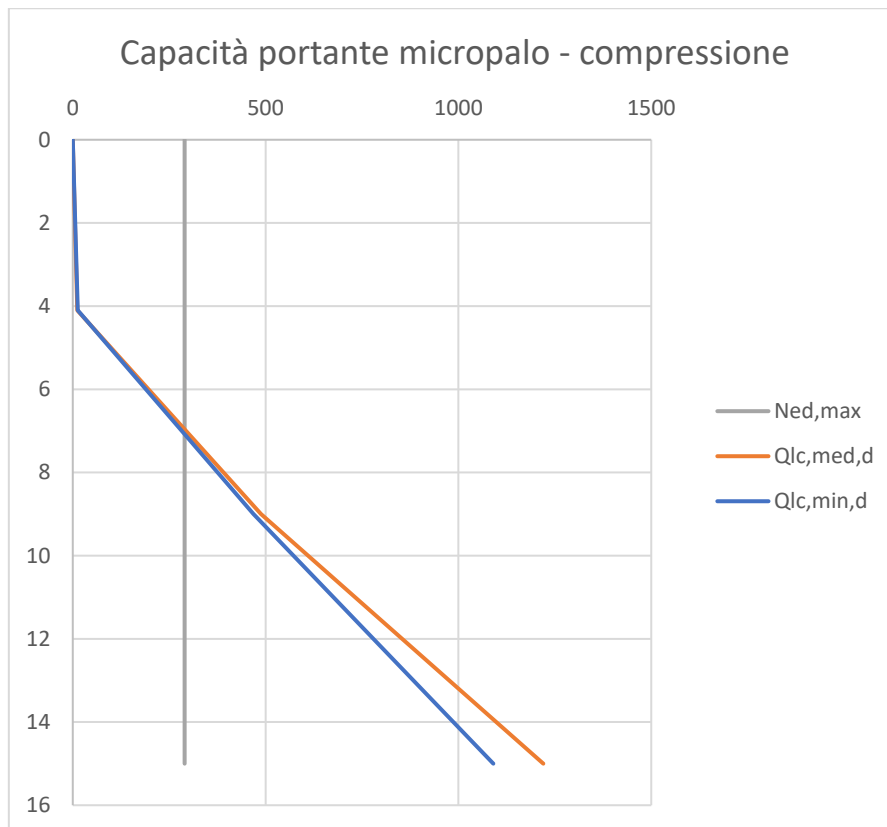


Figura 55 – Curva di capacità portante verticale in compressione con parametri minimi e medi

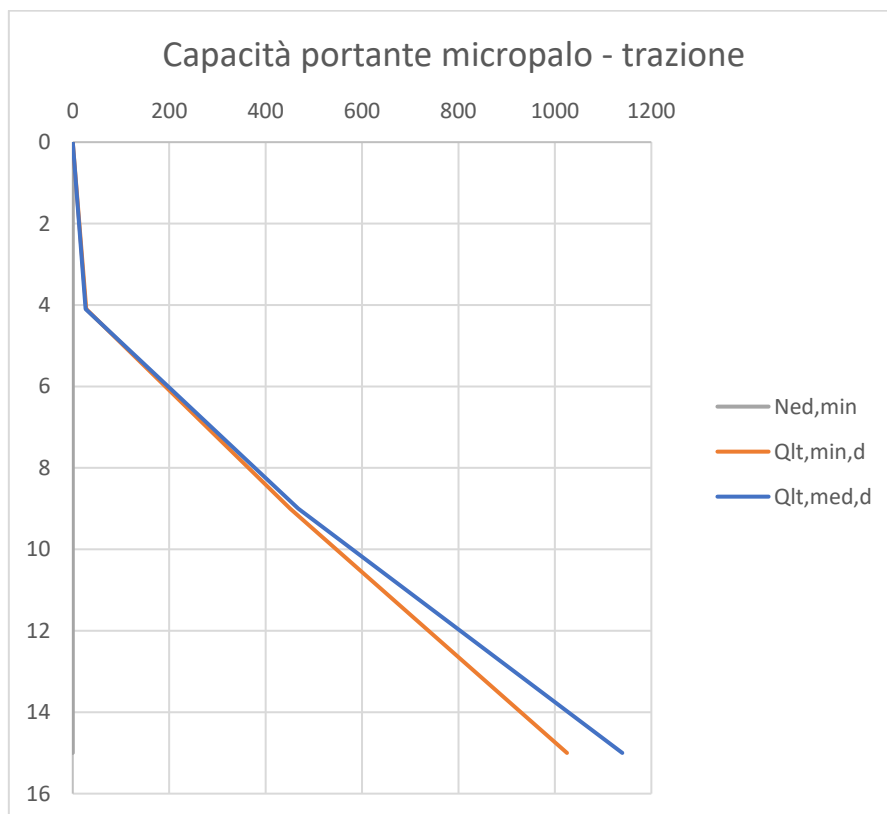


Figura 56 – Curva di capacità portante verticale in trazione con parametri minimi e medi

I micropali risultano sempre in compressione. Come visibile dalle figure sopra riportate, considerando la lunghezza dei micropali pari a 10 m, le verifiche di capacità portante risultano soddisfatte.

### 9.3.5.3 Verifica a capacità portante orizzontale dei micropali di fondazione

Sulla base di quanto illustrato al paragrafo 9.1.5, sono state ottenute le seguenti curve per la capacità portante orizzontale dei micropali.

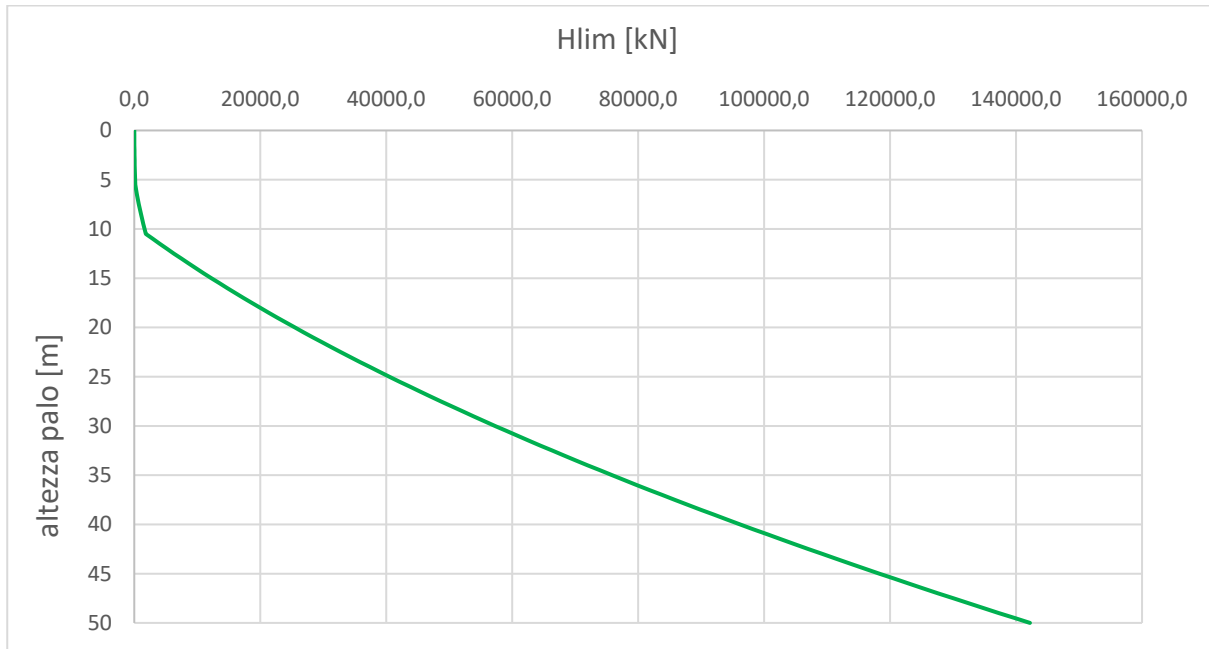


Figura 57 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri minimi



Figura 58 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri medi



Come visibile dalle curve l'azione trasversale massima di 59.70 kN è compatibile con la lunghezza dei micropali pari a 10m.

### 9.3.5.4 Verifiche strutturali dei micropali di fondazione

#### 9.3.5.4.1 Azioni interne ai micropali

Considerando le sollecitazioni agenti sulla fondazione del muro di capostrada di cui al paragrafo 9.1.4.1, mediante il software di calcolo Max, sono state ottenute le azioni interne di taglio e momento flettente presenti nei micropali per ciascuna combinazione di carico considerata. Tali sollecitazioni sono riportate nelle figure seguenti.

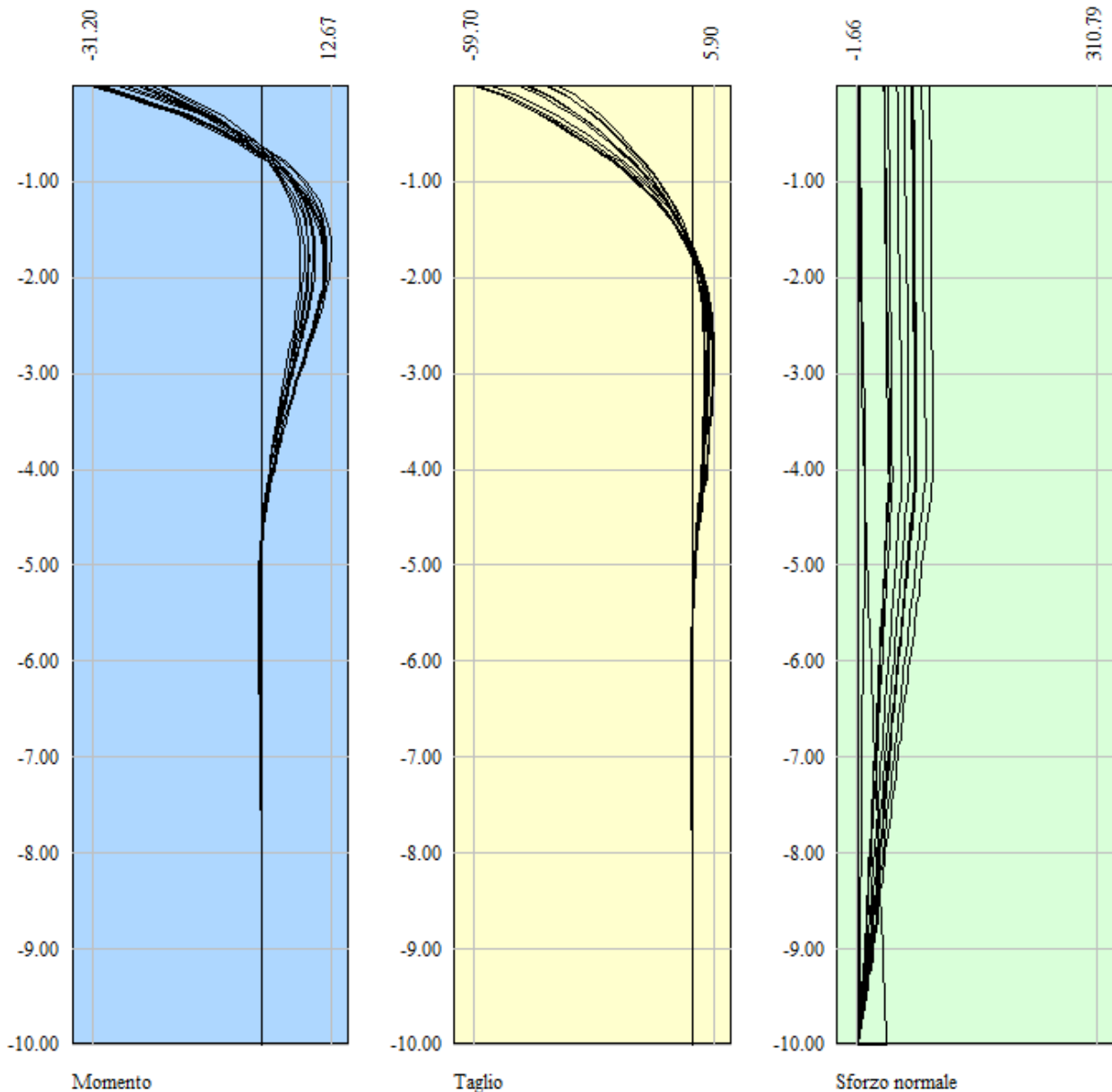


Figura 59 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di monte

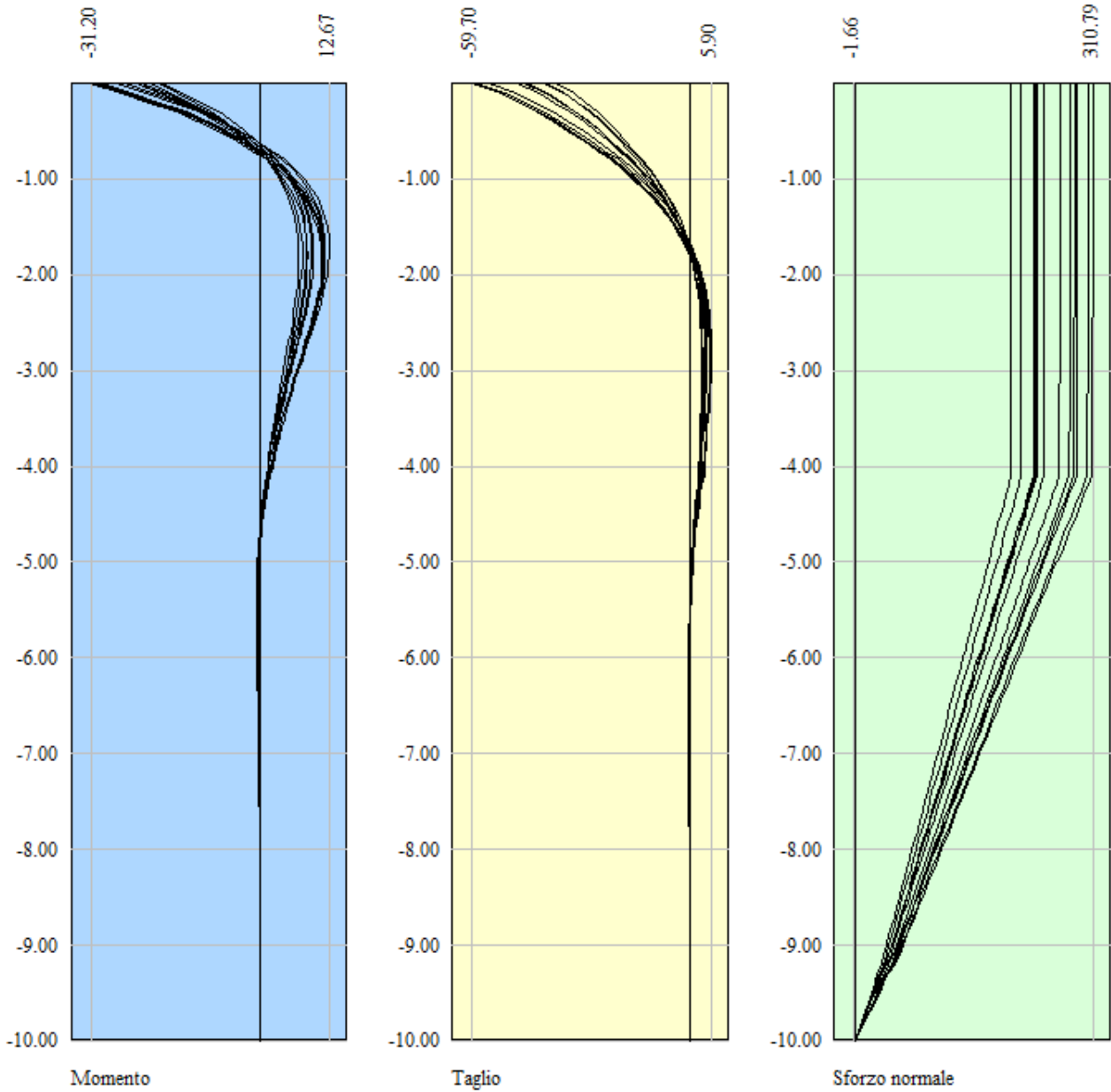


Figura 60 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di valle

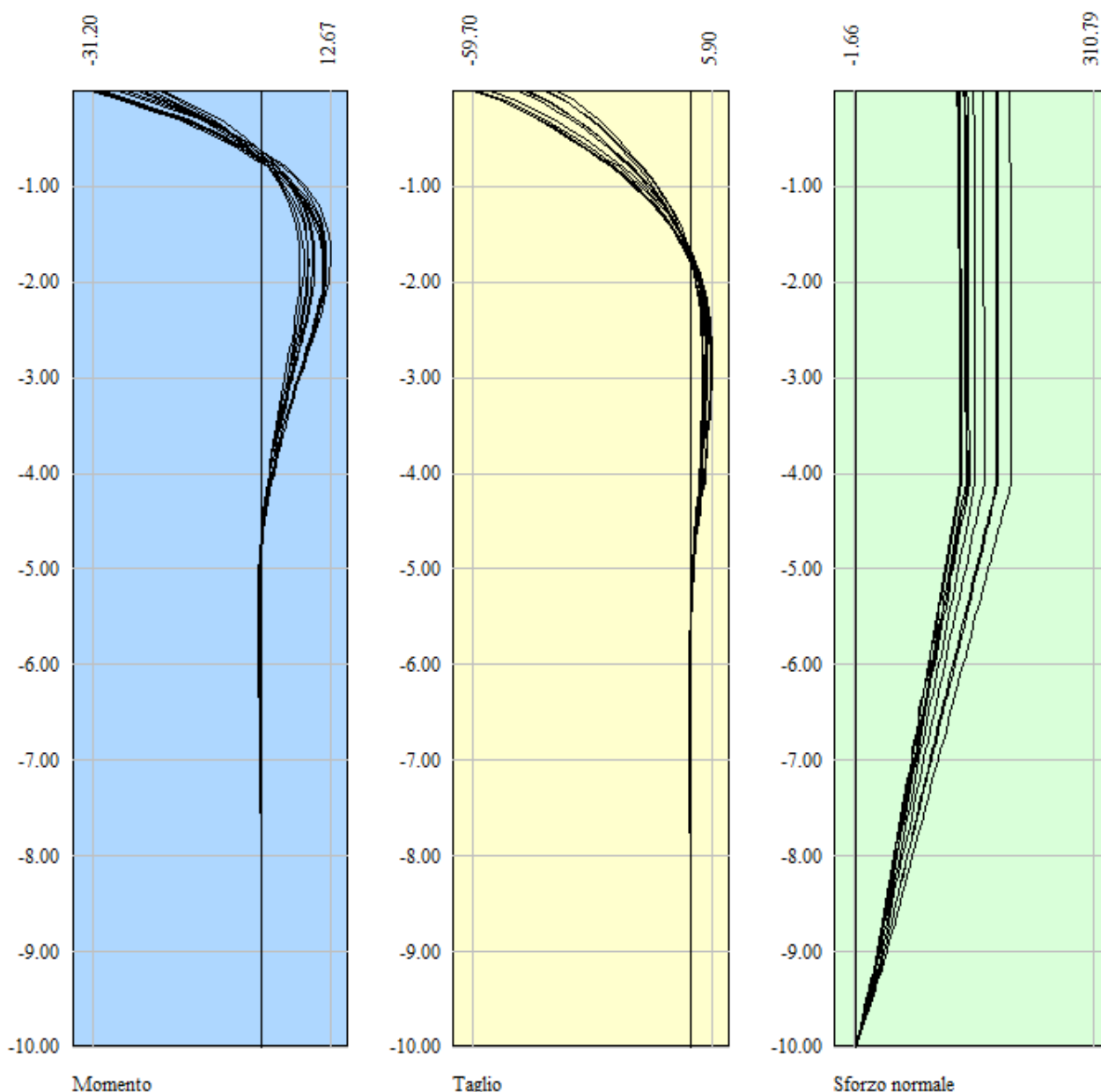


Figura 61 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo centrale

### 9.3.5.4.2 Verifiche strutturali

La verifica della resistenza strutturale dei micropali è condotta, cautelativamente, facendo riferimento alla sola resistenza del profilato in acciaio.

In accordo con quanto prescritto al paragrafo 4.2.4.1.2.7 delle NTC08 e con riferimento alle formule riportate nella UNI EN 1993 1-1, è stata effettuata la verifica a presso o tenso-flessione controllando che il momento flettente sollecitante di progetto  $M_{Ed}$  sia minore del momento resistente di progetto, ridotto per effetto dell'azione assiale e di taglio.

Di seguito si riportano i valori del momento resistente nelle varie combinazioni considerate in funzione della sollecitazione assiale di progetto.

Progetto Esecutivo

Ip	Is	A <sub>f</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1	65.69	31.20	82.75	152.14	82.75	5.003
2	1	65.69	31.20	286.58	154.58	286.58	5.083
3	1	65.69	31.20	184.66	153.36	184.66	5.043

Tabella 56 – Verifica a momento flettente

Ip	Is	A <sub>sw</sub> [cm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	1	41.82	816.32	59.70	13.674
2	1	41.82	816.32	59.70	13.674
3	1	41.82	816.32	59.70	13.674

Tabella 57 – Verifica a taglio

### 9.3.6 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale si esegue in accordo con le NTC 2008 seguendo la metodologia descritta nel capitolo "Muri di sostegno" della Relazione Geotecnica Generale [1] alla quale si rimanda.

Le analisi sono state eseguite a lungo termine, considerando i parametri del terreno in condizioni drenate. Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

La verifica di stabilità globale in condizioni statiche è stata effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

A2+M2+R2

Il coefficiente parziale sulla resistenza R2 è pari a 1.1 (come riportato nella Tabella 6.8.I delle NTC2008), mentre i coefficienti A2 e M2 sono riportati rispettivamente nella Tabella 6.2.I e Tabella 6.2.II delle NTC 2008.

Nella verifica di stabilità in condizioni sismiche si pongono pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e si impiegano le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Le verifiche del raggiungimento della condizione di Stato Limite Ultimo (SLU) sono state quindi sviluppate considerando le condizioni denominate GEO descritte al capitolo 9.1.2.

La stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita secondo il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante un'azione statica equivalente, costante nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) le componenti orizzontali e verticali di tale forza possono essere definite come di seguito indicato:

$$F_h = k_h \cdot W$$
$$F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale calcolati in base all'azione sismica di progetto definita al Cap. 8 e considerando a favore di sicurezza un fattore di riduzione  $\beta_s = 1$ .

Al fine di valutare le condizioni di stabilità dei rilevati le analisi sono state condotte con il *metodo di Bishop*, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale. Le analisi sono state condotte con ricerca automatica della superficie critica.

Si riportano nelle seguenti figure i risultati ottenuti dalle analisi. Tutte le verifiche di stabilità risultano soddisfatte in quanto:

- in condizioni statiche A2-M2-R2 risulta  $F_s = 3.963$ ;
- in condizioni sismiche risulta  $F_s$  (sisma +) = 4.044 e  $F_s$  (sisma -) = 3.813.

Progetto Esecutivo

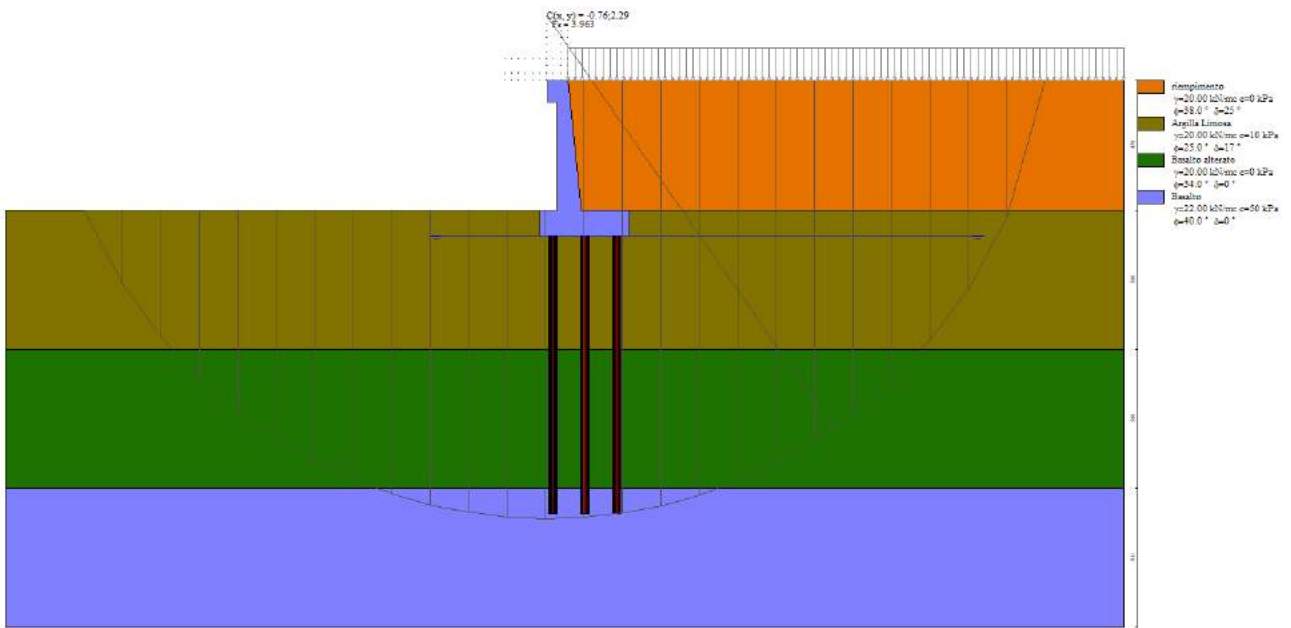


Figura 62 – Verifica in condizioni statiche

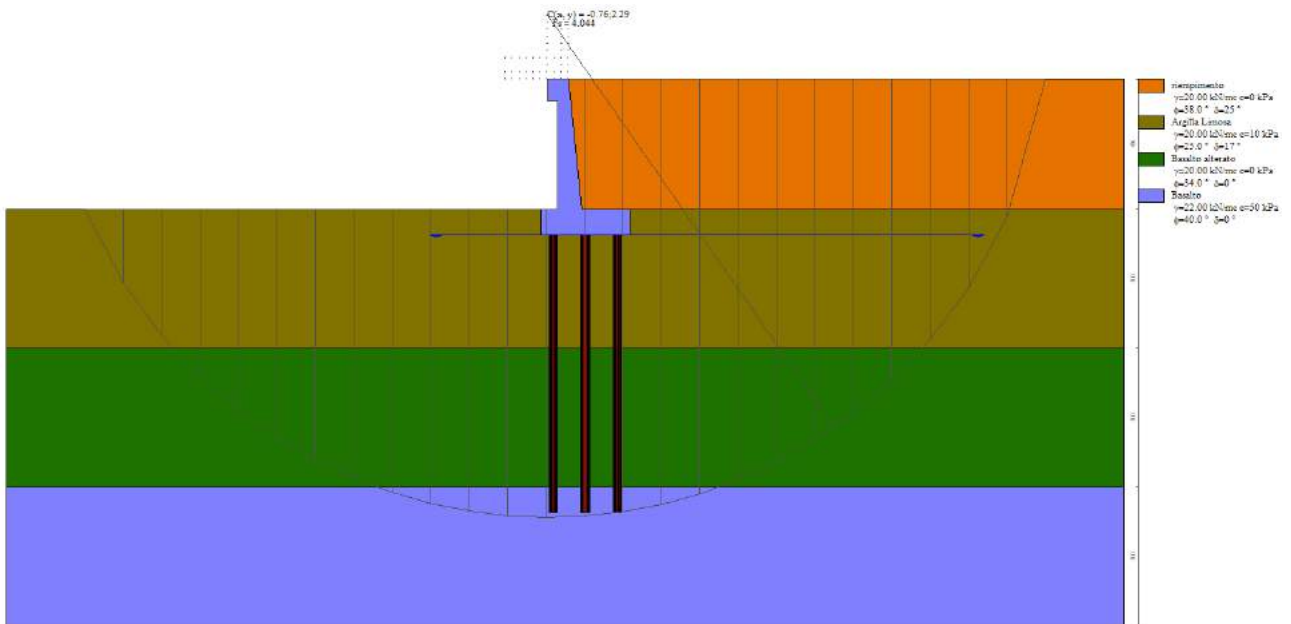


Figura 63 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma +)

Progetto Esecutivo

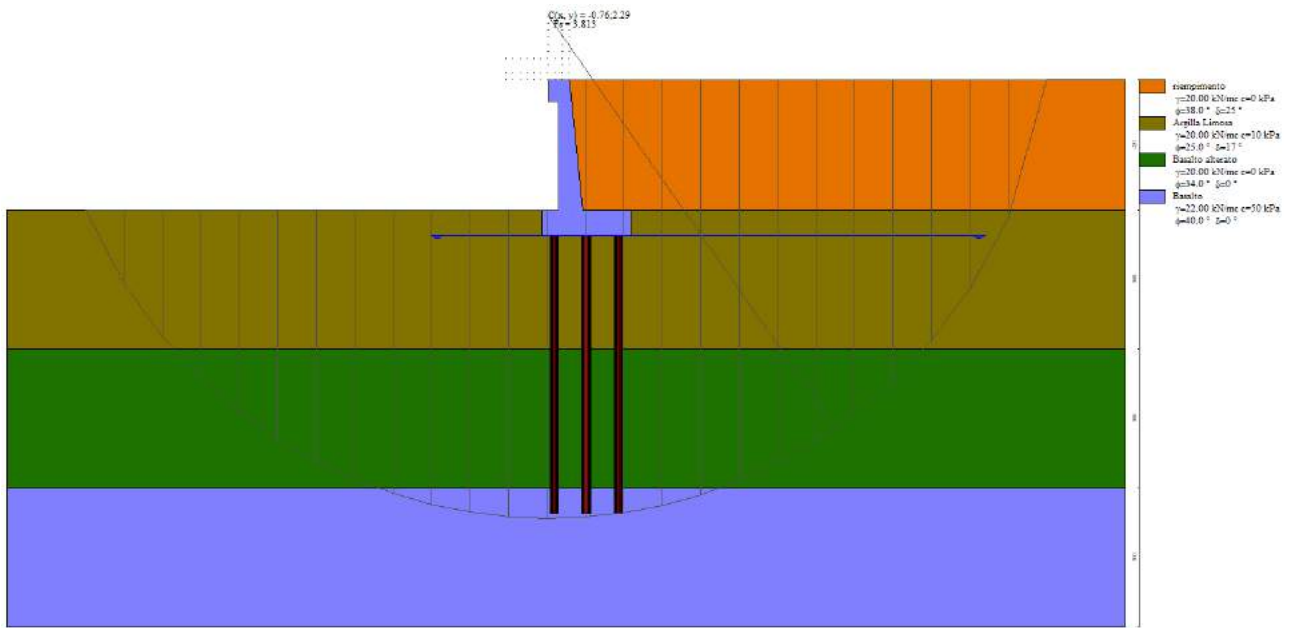


Figura 64 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma -)

## 9.4 Muro di capostrada – SEZIONE C

Nei seguenti paragrafi si riportano i dati e le verifiche eseguite per la sezione in esame. Per ulteriori dettagli si rimanda all'appendice 3.

### 9.4.1 Geometria della struttura

Le caratteristiche geometriche della sezione del muro assunte nei calcoli sono indicate nella Figura 14.

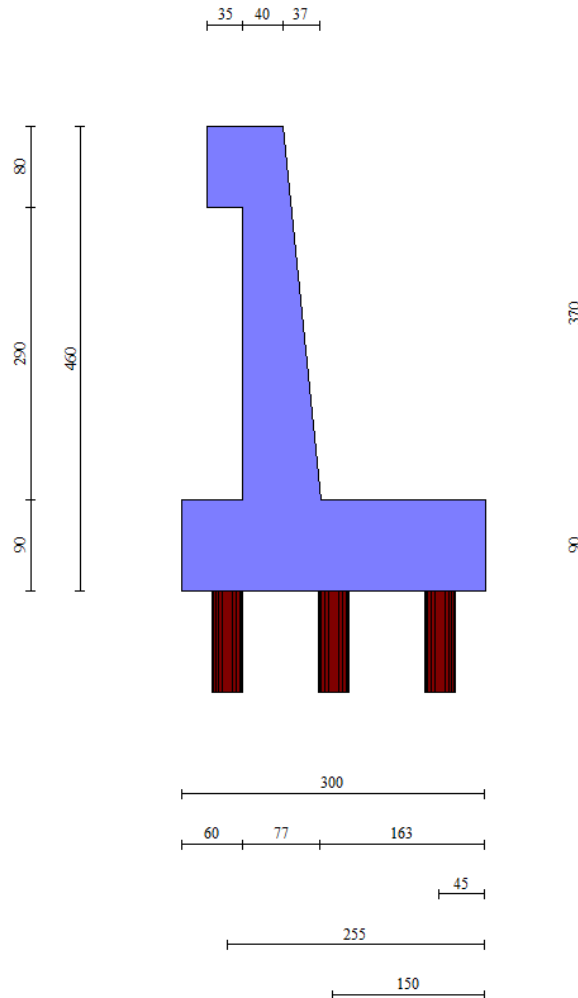


Figura 65: Sezione di calcolo

### 9.4.2 Analisi dei carichi

Nelle seguenti tabelle sono descritte le combinazioni delle azioni adottate per le verifiche agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio. L'indicazione H+V e H-V segnala la presa in conto degli effetti del sisma in direzione orizzontale e verticale verso il basso o verso l'alto.

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole



Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Progetto Esecutivo

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### 9.4.2.1 Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali in calcestruzzo viene calcolato considerando un peso per unità di volume pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.4.2.2 Carichi permanenti

Il peso specifico del materiale di riempimento a tergo è stato considerato pari 20.00 kN/m<sup>3</sup>.

Per il rivestimento in pietra del paramento si assume uno spessore di 15 cm e un peso specifico di 20 kN/m<sup>3</sup>.

### 9.4.2.3 Carichi accidentali

Il sovraccarico stradale si assume pari a 20.00 kPa. Tale sovraccarico è stato cautelativamente considerato infinitamente esteso verso monte.

### 9.4.2.4 Carichi eccezionali - urto

L'urto sulla barriera è rappresentato da una forza di 100 kN applicata a 1 m di altezza. Tale sistema di azioni corrisponde a una forza di 100 kN e una coppia di 100 kNm applicate in testa al muro e tali da indurre il ribaltamento dello stesso. Poiché il modello di calcolo rappresenta una sezione di spessore unitario, le forze sono state diffuse a 45° per individuare la lunghezza di influenza su cui distribuirle.

### 9.4.3 Verifiche strutturali nell'elevazione del muro

Nei paragrafi seguenti sono riportate le verifiche strutturali dell'elevazione del muro di capostrada. Tutte le azioni e le verifiche si riferiscono a un metro lineare di struttura.

A favore di sicurezza le sollecitazioni sono state calcolate considerando nullo l'angolo d'attrito muro-terreno.

#### 9.4.3.1 Sollecitazioni nell'elevazione del muro

In Tabella 1 si riporta l'involuppo delle sollecitazioni utilizzate nelle verifiche strutturali lungo lo sviluppo del paramento del muro di capostrada.

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	13.50	1.20	14.70
2	-0.10	7.83	10.18	0.51	14.01	1.23	16.04
3	-0.19	8.82	11.47	1.06	14.56	1.31	17.44
4	-0.29	9.83	12.78	1.66	15.16	1.46	18.90
5	-0.39	10.87	14.13	2.30	15.80	1.67	20.42
6	-0.49	11.93	15.51	2.97	16.47	1.94	22.02
7	-0.58	13.01	16.92	3.69	17.19	2.30	23.68
8	-0.68	14.12	18.35	4.46	17.96	2.72	25.43
9	-0.78	15.25	19.82	5.26	18.76	3.24	27.25
10	-0.88	16.40	21.32	6.11	19.61	3.83	29.16
11	-0.97	17.58	22.85	6.99	20.49	4.52	31.16
12	-1.07	18.77	24.41	7.92	21.42	5.30	33.26
13	-1.17	20.00	26.00	8.90	22.40	6.18	35.45
14	-1.27	21.24	27.61	9.91	23.41	7.16	37.75
15	-1.36	22.51	29.26	10.96	24.46	8.25	40.15
16	-1.46	23.80	30.94	12.06	25.56	9.45	42.67
17	-1.56	25.12	32.65	13.20	26.70	10.76	45.30
18	-1.66	26.46	34.39	14.38	28.57	12.20	48.05
19	-1.75	27.82	36.16	15.60	30.74	13.76	50.92
20	-1.85	29.20	37.96	16.87	32.96	15.44	53.92
21	-1.95	30.61	39.79	18.17	35.24	17.26	57.05
22	-2.04	32.04	41.65	19.52	37.57	19.22	60.32
23	-2.14	33.50	43.55	20.91	39.96	21.31	63.73
24	-2.24	34.97	45.47	22.34	42.40	23.55	67.28
25	-2.34	36.48	47.42	23.82	44.90	25.94	70.98
26	-2.43	38.00	49.40	25.33	47.45	28.48	74.84
27	-2.53	39.55	51.41	26.89	50.06	31.17	78.85
28	-2.63	41.12	53.45	28.49	52.72	34.03	83.02
29	-2.73	42.71	55.53	30.13	55.43	37.06	87.36
30	-2.82	44.33	57.63	31.82	58.20	40.25	91.87
31	-2.92	45.97	59.76	33.54	61.02	43.62	96.55
32	-3.02	47.63	61.92	35.31	63.90	47.17	101.41
33	-3.12	49.32	64.12	37.12	66.83	50.89	106.46
34	-3.21	51.03	66.34	38.97	69.82	54.81	111.69
35	-3.31	52.76	68.59	40.86	72.86	58.91	117.11
36	-3.41	54.52	70.88	42.80	75.96	63.21	122.72
37	-3.51	56.30	73.19	44.77	79.11	67.71	128.53
38	-3.60	58.10	75.53	46.79	82.31	72.42	134.55
39	-3.70	59.93	77.91	48.85	85.57	77.32	141.34

Tabella 58 – Involuppo sollecitazioni

#### 9.4.3.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### 9.4.3.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione del paramento.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori espressa in [cm <sup>2</sup> ]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori espressa in [cm <sup>2</sup> ]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimi espresso in [kNm]

Relazione Geotecnica e di Calcolo

115

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	4.62	9.24	14.70	6.86	143.08	6.86	10.357
2	100	41	4.62	9.24	16.04	7.83	147.19	7.83	9.707
3	100	42	4.62	9.24	17.44	8.82	151.32	8.82	9.134
4	100	43	4.62	9.24	18.90	9.83	155.47	9.83	8.622
5	100	44	4.62	9.24	20.42	10.87	159.64	10.87	8.160
6	100	45	4.62	9.24	22.02	11.93	163.82	11.93	7.741
7	100	46	4.62	9.24	23.68	13.01	168.02	13.01	7.358
8	100	47	4.62	9.24	25.43	14.12	172.24	14.12	7.006
9	100	48	4.62	9.24	27.25	15.25	176.48	15.25	6.681
10	100	49	4.62	9.24	29.16	16.40	180.74	16.40	6.379
11	100	50	4.62	9.24	31.16	17.58	185.01	17.58	6.097
12	100	51	4.62	9.24	33.26	18.77	189.31	18.77	5.835
13	100	52	4.62	9.24	35.45	20.00	193.62	20.00	5.588
14	100	53	4.62	9.24	37.75	21.24	197.95	21.24	5.357
15	100	54	4.62	9.24	40.15	22.51	202.30	22.51	5.139
16	100	55	4.62	9.24	42.67	23.80	206.67	23.80	4.934
17	100	56	4.62	9.24	45.30	25.12	211.06	25.12	4.741
18	100	57	4.62	9.24	48.05	26.46	215.47	26.46	4.557
19	100	58	4.62	9.24	50.92	27.82	219.90	27.82	4.384
20	100	58	4.62	9.24	53.92	29.20	224.35	29.20	4.219
21	100	59	4.62	9.24	57.05	30.61	228.81	30.61	4.063
22	100	60	4.62	9.24	60.32	32.04	233.30	32.04	3.915
23	100	61	4.62	9.24	63.73	33.50	237.81	33.50	3.774
24	100	62	4.62	9.24	67.28	34.97	242.34	34.97	3.640
25	100	63	4.62	9.24	70.98	36.48	246.89	36.48	3.513
26	100	64	4.62	9.24	74.84	38.00	251.46	38.00	3.391
27	100	65	4.62	9.24	78.85	39.55	256.06	39.55	3.276
28	100	66	4.62	9.24	83.02	41.12	260.67	41.12	3.165
29	100	67	4.62	9.24	87.36	42.71	265.35	42.71	3.061
30	100	68	4.62	9.24	91.87	44.33	270.11	44.33	2.961
31	100	69	4.62	9.24	96.55	45.97	274.89	45.97	2.866
32	100	70	4.62	9.24	101.41	47.63	279.70	47.63	2.775
33	100	71	4.62	9.24	93.85	49.32	247.86	49.32	2.658
34	100	72	9.24	9.24	100.71	51.03	252.00	51.03	2.517
35	100	73	4.62	6.03	107.87	52.76	175.41	52.76	1.632
36	100	74	4.62	6.03	115.35	54.52	178.52	54.52	1.552
37	100	75	4.62	10.65	123.13	56.30	301.85	56.30	2.463
38	100	76	4.62	10.65	131.23	58.10	306.70	58.10	2.347
39	100	77	4.62	10.65	139.66	59.93	311.58	59.93	2.240

Tabella 59 – Verifica SLU pressoflessione

### 9.4.3.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio del paramento.

#### Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	176.20	13.50	13.052
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	178.51	14.01	12.741
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	180.81	14.56	12.415
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	183.09	15.16	12.077
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	185.35	15.80	11.734
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	187.59	16.47	11.387
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	189.82	17.19	11.039

Progetto Esecutivo

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	192.03	17.96	10.694
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	194.22	18.76	10.352
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	196.40	19.61	10.017
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	198.88	20.49	9.704
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	202.03	21.42	9.430
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	205.17	22.40	9.161
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	208.31	23.41	8.899
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	211.45	24.46	8.643
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	214.57	25.56	8.395
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	217.69	26.70	8.153
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	220.81	28.57	7.730
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	223.91	30.74	7.285
20	100	58	0.00	--	0.00	0.00	227.02	32.96	6.888
21	100	59	0.00	--	0.00	0.00	230.12	35.24	6.530
22	100	60	0.00	--	0.00	0.00	233.21	37.57	6.207
23	100	61	0.00	--	0.00	0.00	236.30	39.96	5.913
24	100	62	0.00	--	0.00	0.00	239.39	42.40	5.646
25	100	63	0.00	--	0.00	0.00	242.47	44.90	5.400
26	100	64	0.00	--	0.00	0.00	245.55	47.45	5.175
27	100	65	0.00	--	0.00	0.00	248.62	50.06	4.967
28	100	66	0.00	--	0.00	0.00	251.69	52.72	4.774
29	100	67	0.00	--	0.00	0.00	254.76	55.43	4.596
30	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.82	58.20	4.430
31	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.88	61.02	4.275
32	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.94	63.90	4.130
33	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.99	66.83	3.995
34	100	72	0.00	--	0.00	0.00	270.04	69.82	3.868
35	100	73	0.00	--	0.00	0.00	273.09	72.86	3.748
36	100	74	0.00	--	0.00	0.00	276.14	75.96	3.636
37	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.19	79.11	3.529
38	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.23	82.31	3.429
39	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	85.57	3.334

Tabella 60 – Verifica SLU taglio

### 9.4.3.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.4.3.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

#### COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19.20	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

n°	B	H	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (11)	976 (11)	857 (11)
2	100	41	4.62	9.24	1.25	7.83	75 (11)	751 (11)	867 (11)
3	100	42	4.62	9.24	1.40	8.82	80 (11)	748 (11)	934 (11)
4	100	43	4.62	9.24	1.64	9.83	91 (11)	927 (11)	1057 (11)
5	100	44	4.62	9.24	2.00	10.87	107 (11)	1299 (11)	1232 (11)
6	100	45	4.62	9.24	2.47	11.93	129 (11)	1895 (11)	1456 (11)

Progetto Esecutivo

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
7	100	46	4.62	9.24	3.05	13.01	156 (11)	2738 (11)	1724 (11)
8	100	47	4.62	9.24	3.75	14.12	189 (11)	3836 (11)	2031 (11)
9	100	48	4.62	9.24	4.58	15.25	225 (11)	5190 (11)	2372 (11)
10	100	49	4.62	9.24	5.53	16.40	265 (11)	6792 (11)	2745 (11)
11	100	50	4.62	9.24	6.61	17.58	309 (11)	8637 (11)	3148 (11)
12	100	51	4.62	9.24	7.83	18.77	356 (11)	10715 (11)	3579 (11)
13	100	52	4.62	9.24	9.19	20.00	406 (11)	13021 (11)	4039 (11)
14	100	53	4.62	9.24	10.70	21.24	459 (11)	15549 (11)	4526 (11)
15	100	54	4.62	9.24	12.35	22.51	514 (11)	18293 (11)	5039 (11)
16	100	55	4.62	9.24	14.16	23.80	572 (11)	21248 (11)	5578 (11)
17	100	56	4.62	9.24	16.13	25.12	633 (11)	24411 (11)	6143 (11)
18	100	57	4.62	9.24	18.25	26.46	696 (11)	27777 (11)	6733 (11)
19	100	58	4.62	9.24	20.54	27.82	761 (11)	31343 (11)	7347 (11)
20	100	58	4.62	9.24	23.00	29.20	828 (11)	35105 (11)	7985 (11)
21	100	59	4.62	9.24	25.64	30.61	898 (11)	39061 (11)	8646 (11)
22	100	60	4.62	9.24	28.45	32.04	969 (11)	43209 (11)	9330 (11)
23	100	61	4.62	9.24	31.44	33.50	1042 (11)	47545 (11)	10037 (11)
24	100	62	4.62	9.24	34.62	34.97	1117 (11)	52068 (11)	10766 (11)
25	100	63	4.62	9.24	38.00	36.48	1194 (11)	56775 (11)	11516 (11)
26	100	64	4.62	9.24	41.56	38.00	1273 (11)	61664 (11)	12288 (11)
27	100	65	4.62	9.24	45.33	39.55	1353 (11)	66735 (11)	13080 (11)
28	100	66	4.62	9.24	49.30	41.12	1435 (11)	71984 (11)	13892 (11)
29	100	67	4.62	9.24	53.47	42.71	1518 (11)	77410 (11)	14725 (11)
30	100	68	4.62	9.24	57.86	44.33	1603 (11)	83013 (11)	15577 (11)
31	100	69	4.62	9.24	62.46	45.97	1689 (11)	88790 (11)	16449 (11)
32	100	70	4.62	9.24	67.29	47.63	1777 (11)	94740 (11)	17340 (11)
33	100	71	4.62	9.24	72.33	49.32	1866 (11)	100862 (11)	18249 (11)
34	100	72	9.24	9.24	77.61	51.03	1889 (11)	106902 (11)	18268 (11)
35	100	73	4.62	6.03	83.12	52.76	2434 (11)	170793 (11)	21288 (11)
36	100	74	4.62	6.03	88.86	54.52	2545 (11)	180817 (11)	22330 (11)
37	100	75	4.62	10.65	94.85	56.30	2113 (11)	110929 (11)	21519 (11)
38	100	76	4.62	10.65	101.08	58.10	2203 (11)	117000 (11)	22485 (11)
39	100	77	4.62	10.65	107.56	59.93	2294 (11)	123216 (11)	23468 (11)

Tabella 61 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14.40 [MPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.23	7.03	79 (14)	1000 (14)	878 (14)
2	100	41	4.62	9.24	1.27	8.00	76 (14)	752 (14)	882 (14)
3	100	42	4.62	9.24	1.39	8.99	79 (14)	692 (14)	930 (14)
4	100	43	4.62	9.24	1.59	10.00	86 (14)	777 (14)	1023 (14)
5	100	44	4.62	9.24	1.87	11.04	99 (14)	1001 (14)	1160 (14)
6	100	45	4.62	9.24	2.25	12.10	115 (14)	1382 (14)	1338 (14)
7	100	46	4.62	9.24	2.73	13.18	136 (14)	1946 (14)	1556 (14)
8	100	47	4.62	9.24	3.30	14.29	162 (14)	2711 (14)	1811 (14)
9	100	48	4.62	9.24	3.98	15.42	191 (14)	3685 (14)	2098 (14)
10	100	49	4.62	9.24	4.77	16.57	224 (14)	4872 (14)	2415 (14)
11	100	50	4.62	9.24	5.67	17.75	260 (14)	6269 (14)	2759 (14)
12	100	51	4.62	9.24	6.69	18.94	299 (14)	7872 (14)	3130 (14)
13	100	52	4.62	9.24	7.83	20.17	341 (14)	9678 (14)	3526 (14)
14	100	53	4.62	9.24	9.09	21.41	385 (14)	11682 (14)	3947 (14)
15	100	54	4.62	9.24	10.49	22.68	432 (14)	13881 (14)	4391 (14)
16	100	55	4.62	9.24	12.02	23.97	482 (14)	16271 (14)	4859 (14)
17	100	56	4.62	9.24	13.69	25.29	534 (14)	18850 (14)	5350 (14)
18	100	57	4.62	9.24	15.50	26.63	588 (14)	21615 (14)	5864 (14)
19	100	58	4.62	9.24	17.46	27.99	644 (14)	24564 (14)	6400 (14)
20	100	58	4.62	9.24	19.57	29.37	702 (14)	27694 (14)	6959 (14)
21	100	59	4.62	9.24	21.84	30.78	762 (14)	31005 (14)	7539 (14)
22	100	60	4.62	9.24	24.27	32.21	824 (14)	34493 (14)	8140 (14)
23	100	61	4.62	9.24	26.86	33.67	888 (14)	38158 (14)	8763 (14)
24	100	62	4.62	9.24	29.63	35.14	954 (14)	41998 (14)	9406 (14)
25	100	63	4.62	9.24	32.56	36.65	1022 (14)	46012 (14)	10070 (14)
26	100	64	4.62	9.24	35.67	38.17	1091 (14)	50199 (14)	10755 (14)
27	100	65	4.62	9.24	38.97	39.72	1162 (14)	54557 (14)	11459 (14)
28	100	66	4.62	9.24	42.45	41.29	1234 (14)	59086 (14)	12183 (14)
29	100	67	4.62	9.24	46.12	42.88	1308 (14)	63784 (14)	12926 (14)
30	100	68	4.62	9.24	49.99	44.50	1384 (14)	68651 (14)	13689 (14)
31	100	69	4.62	9.24	54.06	46.14	1461 (14)	73686 (14)	14470 (14)
32	100	70	4.62	9.24	58.32	47.80	1540 (14)	78888 (14)	15270 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
33	100	71	4.62	9.24	62.80	49.49	1619 (14)	84256 (14)	16088 (14)
34	100	72	9.24	9.24	67.49	51.20	1643 (14)	89542 (14)	16138 (14)
35	100	73	4.62	6.03	72.40	52.93	2116 (14)	143294 (14)	18888 (14)
36	100	74	4.62	6.03	77.52	54.69	2217 (14)	152151 (14)	19831 (14)
37	100	75	4.62	10.65	82.87	56.47	1848 (14)	93807 (14)	19040 (14)
38	100	76	4.62	10.65	88.45	58.27	1929 (14)	99202 (14)	19918 (14)
39	100	77	4.62	10.65	94.27	60.10	2012 (14)	104739 (14)	20812 (14)

Tabella 62 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche di limitazione delle tensioni risultano soddisfatte in quanto le massime tensioni sia lato calcestruzzo che lato acciaio sono sempre inferiori ai limiti imposti dalla normativa.

#### 9.4.3.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	9.24	1250.00	1.24	170.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	9.24	1250.00	1.35	187.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	9.24	1250.00	1.53	197.06	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	9.24	1250.00	1.80	199.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	9.24	1250.00	2.15	198.29	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	9.24	1250.00	2.60	196.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	9.24	1250.00	3.13	194.27	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	9.24	1250.00	3.77	193.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	9.24	1250.00	4.51	193.44	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	9.24	1250.00	5.36	194.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	9.24	1250.00	6.31	196.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	9.24	1250.00	7.39	198.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	9.24	1250.00	8.58	201.99	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	9.24	1250.00	9.89	205.63	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	9.24	1250.00	11.33	209.69	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	9.24	1250.00	12.91	214.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	9.24	1250.00	14.62	218.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	9.24	1250.00	16.47	223.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	58	9.24	1250.00	18.47	229.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	59	9.24	1250.00	20.61	234.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	60	9.24	1250.00	22.91	240.53	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	61	9.24	1250.00	25.36	246.49	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	62	9.24	1250.00	27.98	252.62	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	63	9.24	1250.00	30.76	258.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	64	9.24	1250.00	33.71	265.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	65	9.24	1250.00	36.84	272.05	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	66	9.24	1250.00	40.14	278.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	67	9.24	1250.00	43.62	285.76	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	68	9.24	1250.00	47.29	292.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	69	9.24	1250.00	51.16	300.04	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	70	9.24	1250.00	55.21	307.38	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	71	9.24	1250.00	59.47	314.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	72	9.24	1250.00	63.93	327.27	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	73	6.03	1250.00	68.60	323.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	74	6.03	1250.00	73.47	331.71	0.0000	0.00	0.000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
37	100	75	10.65	1250.00	78.57	348.77	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	76	10.65	1250.00	83.88	356.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	77	10.65	1250.00	89.42	365.13	0.0000	0.00	0.000 (12)

Tabella 63 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	9.24	1250.00	1.23	171.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	9.24	1250.00	1.31	192.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	9.24	1250.00	1.46	206.34	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	9.24	1250.00	1.67	213.38	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	9.24	1250.00	1.94	215.06	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	9.24	1250.00	2.30	213.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	9.24	1250.00	2.72	211.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	9.24	1250.00	3.24	210.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	9.24	1250.00	3.83	209.32	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	9.24	1250.00	4.52	209.27	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	9.24	1250.00	5.30	210.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	9.24	1250.00	6.18	211.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	9.24	1250.00	7.16	213.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	9.24	1250.00	8.25	216.88	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	9.24	1250.00	9.45	220.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	9.24	1250.00	10.76	224.15	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	9.24	1250.00	12.20	228.40	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	9.24	1250.00	13.76	233.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	58	9.24	1250.00	15.44	237.91	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	59	9.24	1250.00	17.26	243.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	60	9.24	1250.00	19.22	248.53	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	61	9.24	1250.00	21.31	254.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	62	9.24	1250.00	23.55	260.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	63	9.24	1250.00	25.94	266.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	64	9.24	1250.00	28.48	272.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	65	9.24	1250.00	31.17	278.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	66	9.24	1250.00	34.03	285.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	67	9.24	1250.00	37.06	292.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	68	9.24	1250.00	40.25	299.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	69	9.24	1250.00	43.62	306.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	70	9.24	1250.00	47.17	313.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	71	9.24	1250.00	50.89	320.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	72	9.24	1250.00	54.81	333.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	73	6.03	1250.00	58.91	329.70	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	74	6.03	1250.00	63.21	337.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	75	10.65	1250.00	67.71	354.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	76	10.65	1250.00	72.42	362.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	77	10.65	1250.00	77.32	370.69	0.0000	0.00	0.000 (13)

Tabella 64 – Verifica a fessurazione dell'elevazione combinazione QUASI PERMANENTE

Le verifiche a fessurazione risultano soddisfatte.

#### 9.4.4 Verifiche della fondazione

##### 9.4.4.1 Sollecitazioni agenti sulla fondazione

Nella seguente tabella sono riportate le sollecitazioni massime agenti sugli elementi piastra della fondazione del muro di capostrada.

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
520	<b>31.79</b> (4)	105.98 (4)	-0.04 (4)	0.00 (4)	94.53 (4)	MAX
1879	<b>-26.18</b> (3)	-87.27 (3)	-13.92 (3)	0.00 (3)	-101.46 (3)	MIN
520	31.79 (4)	<b>105.98</b> (4)	-0.04 (4)	0.00 (4)	94.53 (4)	MAX
1879	-26.18 (3)	<b>-87.27</b> (3)	-13.92 (3)	0.00 (3)	-101.46 (3)	MIN
1732	-6.94 (5)	-9.72 (5)	<b>18.67</b> (5)	-58.11 (5)	-7.10 (5)	MAX
322	-5.29 (5)	0.61 (5)	<b>-18.24</b> (5)	46.28 (5)	-10.76 (5)	MIN



In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
1767	-7.19 (4)	-13.47 (4)	-14.17 (4)	<b>105.49</b> (4)	-119.61 (4)	MAX
29	-8.90 (4)	-14.21 (4)	14.35 (4)	<b>-105.25</b> (4)	-121.07 (4)	MIN
270	31.60 (4)	105.32 (4)	-0.52 (4)	0.00 (4)	<b>94.83</b> (4)	MAX
34	-11.71 (4)	-39.04 (4)	-1.97 (4)	0.05 (4)	<b>-211.80</b> (4)	MIN

Tabella 65 – Sollecitazioni massime agenti sulla fondazione del muro di capostrada

#### 9.4.4.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

##### 9.4.4.2.1 Verifica a pressoflessione (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a pressoflessione della fondazione.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-9.15	-74.03	11.115 (4)
3-33-P	3.39	3.39	0.00	-10.59	-110.89	11.038 (3)
4-3-P	3.39	3.39	0.00	-6.35	-110.89	62.416 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-69.33	-387.58	6.160 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.02	-63.26	-450.98	7.867 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.04	-59.35	-450.98	8.316 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.08	-56.47	-387.58	7.442 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.06	-61.13	-450.98	8.148 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.12	-58.68	-450.98	8.414 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.11	-58.72	-387.58	7.227 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.09	-58.87	-450.98	8.387 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.04	-59.37	-450.98	8.314 (3)
14-5-S	12.06	12.06	0.02	-60.81	-387.58	6.969 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-71.75	-450.98	6.976 (3)

Tabella 66 – Verifica SLU pressoflessione

##### 9.4.4.2.2 Verifica a taglio (SLU)

Nella seguente tabella si riporta la verifica a taglio della fondazione.

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0) V <sub>Rd</sub> =min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1-1-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	29.48	5.525 (1)
3-5-P	81	90	0.00	2.000	0.00	0.00	221.26	4.35	50.887 (1)
4-1-P	81	90	0.00	2.000	0.00	0.00	221.25	0.34	100.000 (1)
5-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	121.92	2.227 (1)
6-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	124.07	2.188 (1)
7-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.42	2.200 (1)
8-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
9-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
10-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
11-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
12-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
13-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.42	2.200 (1)
14-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	124.05	2.189 (1)
15-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	122.15	2.223 (1)

Tabella 67 – Verifica SLU taglio

### 9.4.4.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

#### 9.4.4.3.1 Verifica di limitazione delle tensioni (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di limitazione delle tensioni.

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

COMBINAZIONE RARA

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	15.00	[MPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360.00	[MPa]

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M <sub>p</sub> [kNm]	M <sub>n</sub> [kNm]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1-13-P	60	90	2.26	2.26	3.27	0.00	132 (14)	16729 (14)	885 (14)
3-41-P	81	90	3.39	3.39	0.15	-7.67	241 (15)	11039 (15)	29030 (15)
4-25-P	81	90	3.39	3.39	3.04	-0.02	37 (11)	4473 (11)	871 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.68	-46.55	711 (15)	7054 (15)	50602 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-39.87	564 (15)	14526 (15)	37273 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.14	553 (15)	14871 (15)	36550 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	1.81	-34.93	592 (15)	9819 (15)	42195 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.82	-38.07	539 (15)	15313 (15)	35597 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	1.64	-36.76	547 (15)	15306 (15)	36181 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	1.64	-36.77	591 (15)	17783 (15)	42081 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	1.63	-36.83	548 (15)	15223 (15)	36243 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.16	553 (15)	14853 (15)	36567 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	1.44	-38.42	617 (15)	15662 (15)	43971 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.66	-48.64	688 (15)	12256 (15)	45472 (15)

Tabella 68 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione RARA

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	11.25	[MPa]
---	-------	-------

Is	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M <sub>p</sub> [kNm]	M <sub>n</sub> [kNm]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1-13-P	60	90	2.26	2.26	3.27	0.00	132 (14)	16729 (14)	885 (14)
3-41-P	81	90	3.39	3.39	0.15	-7.67	241 (15)	11039 (15)	29030 (15)
4-25-P	81	90	3.39	3.39	3.04	-0.02	37 (11)	4473 (11)	871 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.68	-46.55	711 (15)	7054 (15)	50602 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-39.87	564 (15)	14526 (15)	37273 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.14	553 (15)	14871 (15)	36550 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	1.81	-34.93	592 (15)	9819 (15)	42195 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.82	-38.07	539 (15)	15313 (15)	35597 (15)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
10-5-S	100	90	14.07	14.07	1.64	-36.76	547 (15)	15306 (15)	36181 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	1.64	-36.77	591 (15)	17783 (15)	42081 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	1.63	-36.83	548 (15)	15223 (15)	36243 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.16	553 (15)	14853 (15)	36567 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	1.44	-38.42	617 (15)	15662 (15)	43971 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.66	-48.64	688 (15)	12256 (15)	45472 (15)

Tabella 69 – Verifica SLE di limitazione delle tensioni combinazione QUASI PERMANENTE

#### 9.4.4.3.2 Verifica di fessurazione (SLE)

In base a quanto presente al paragrafo 4.1.2.2.4.5 delle NTC 2008, si effettuano le verifiche nei confronti dello Stato Limite di Esercizio di fessurazione:

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

COMBINAZIONE FREQUENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.52	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	81	90	3.39	1018.75	-0.74	293.47	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	81	90	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.51	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.62	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.64	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.64	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.62	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.51	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 70 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione FREQUENTE

COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.48	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	81	90	0.00	0.00	-0.82	0.00	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	81	90	3.39	1018.70	-0.17	293.46	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.46	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.58	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.57	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.57	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.46	387.39	0.0000	0.00	0.000

Tabella 71 – Verifica a fessurazione della fondazione combinazione QUASI PERMANENTE

9.4.5 Verifiche dei micropali

**9.4.5.1 Sollecitazioni agenti sui micropali di fondazione**

Per il calcolo delle sollecitazioni presenti nei micropali si tiene conto dell'interazione fra la platea di fondazione, i micropali e il terreno.

Tramite l'ausilio del software Max Muri è stato possibile ricavare:

- le azioni massime in testa ai micropali (Tabella 15) necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante;
- le sollecitazioni interne ai micropali necessarie per effettuare le verifiche strutturali degli stessi.

Nella seguente figura si riporta il modello della fondazione utilizzato nell'analisi.

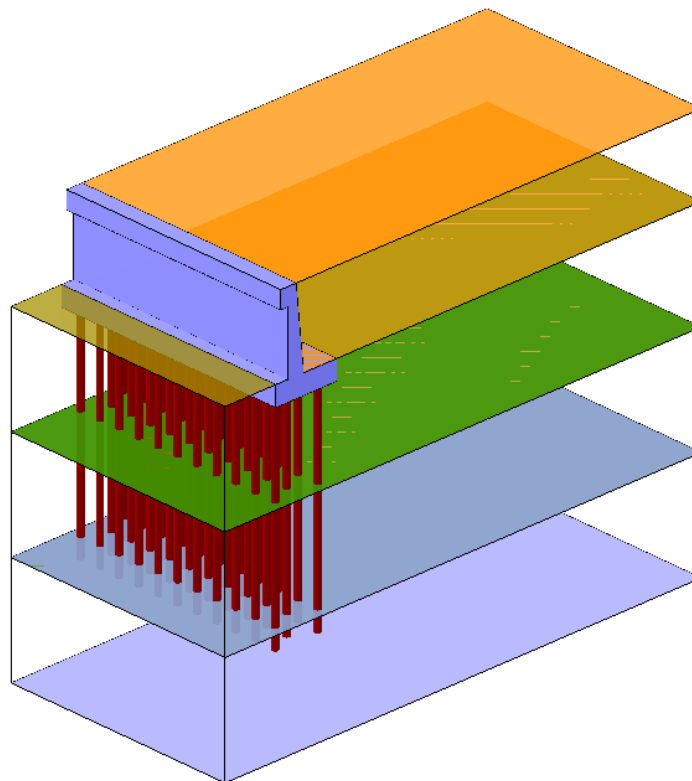


Figura 66 – Modello della fondazione su micropali

In particolare, il software di calcolo schematizza i micropali con modelli del tipo trave su suolo elastico. Per la descrizione della metodologia adottata per definire il legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle, utilizzate per la schematizzazione del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente figura è riportato uno schema del legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate nelle analisi.

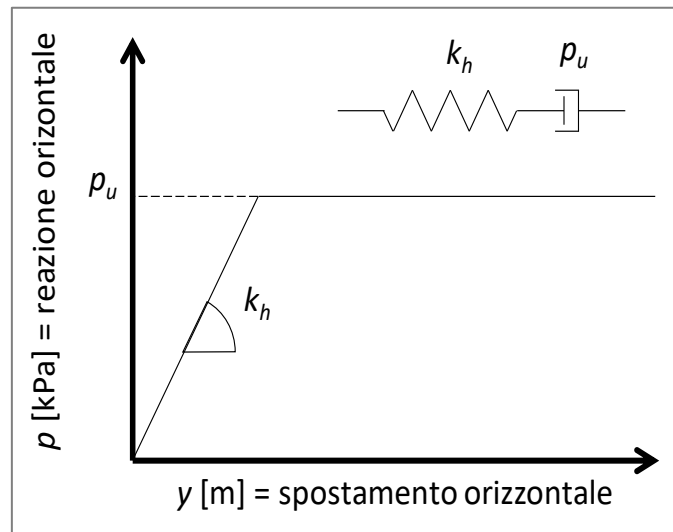


Figura 67 – Legame costitutivo elastico-perfettamente plastico delle molle utilizzate per schematizzare il terreno attorno al micropalo

I parametri mostrati in Figura 16 hanno i seguenti significati:

- coefficiente di reazione  $k_h$  [kN/m<sup>3</sup>] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno;
- Pressione limite  $p_u$  [kPa] delle molle orizzontali che simulano la reazione del terreno.

Si riportano nelle seguenti figure gli andamenti di  $k_h$  e di  $p_u$  con la profondità considerati nelle analisi.

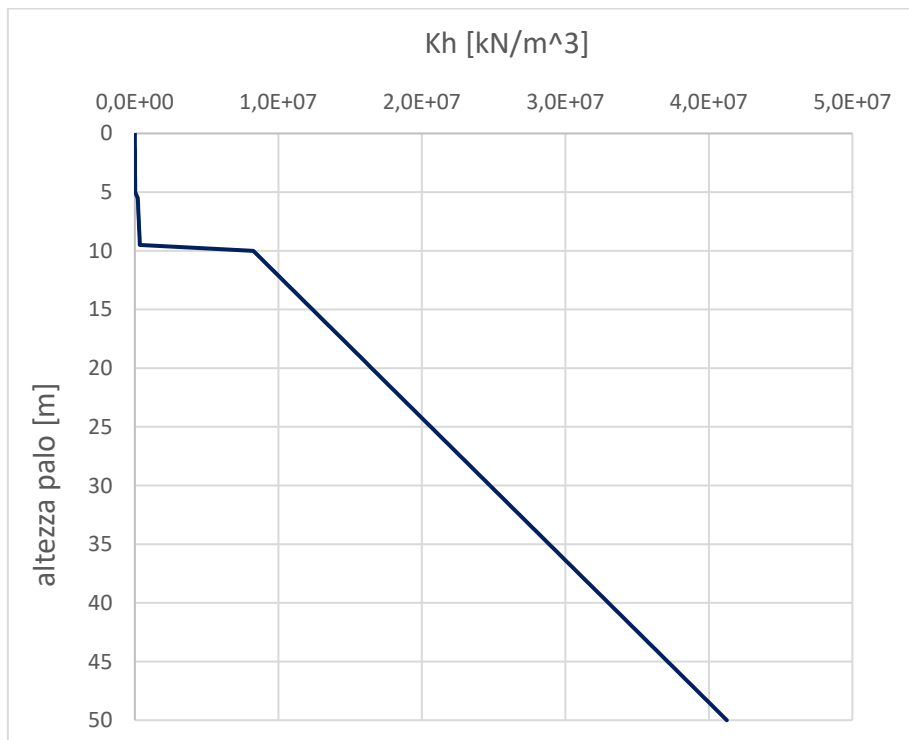


Figura 68 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri minimi

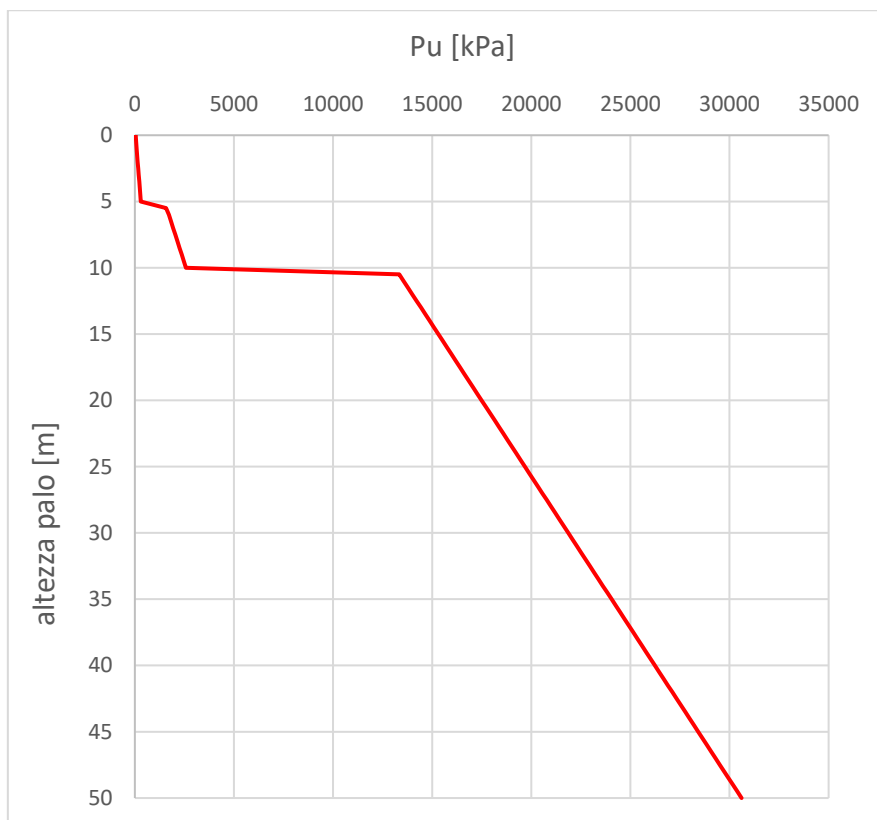


Figura 69 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità – parametri minimi

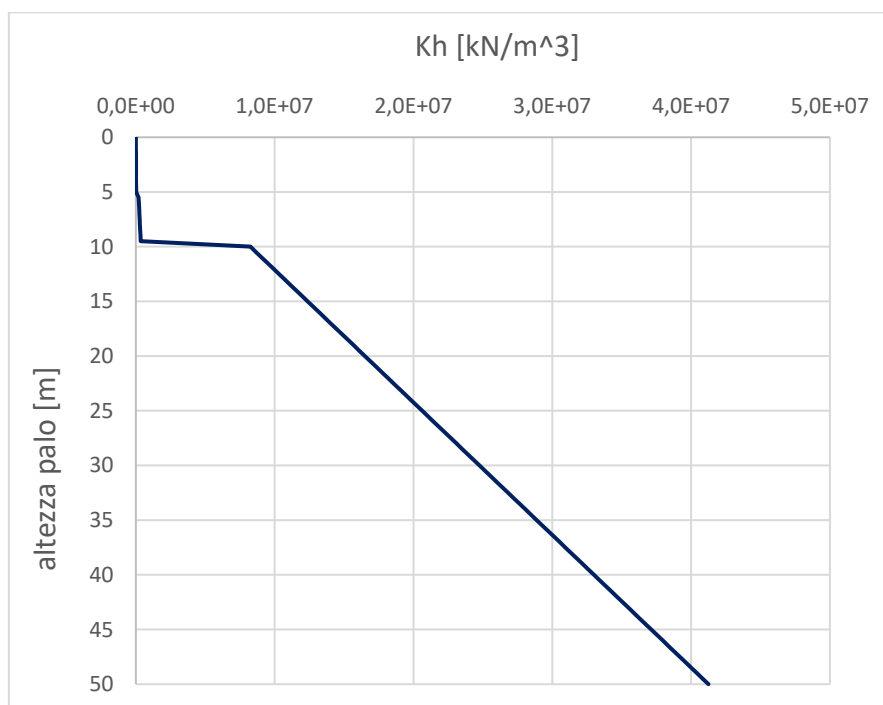


Figura 70 – Andamento del valore del coefficiente  $k_h$  con la profondità – parametri medi

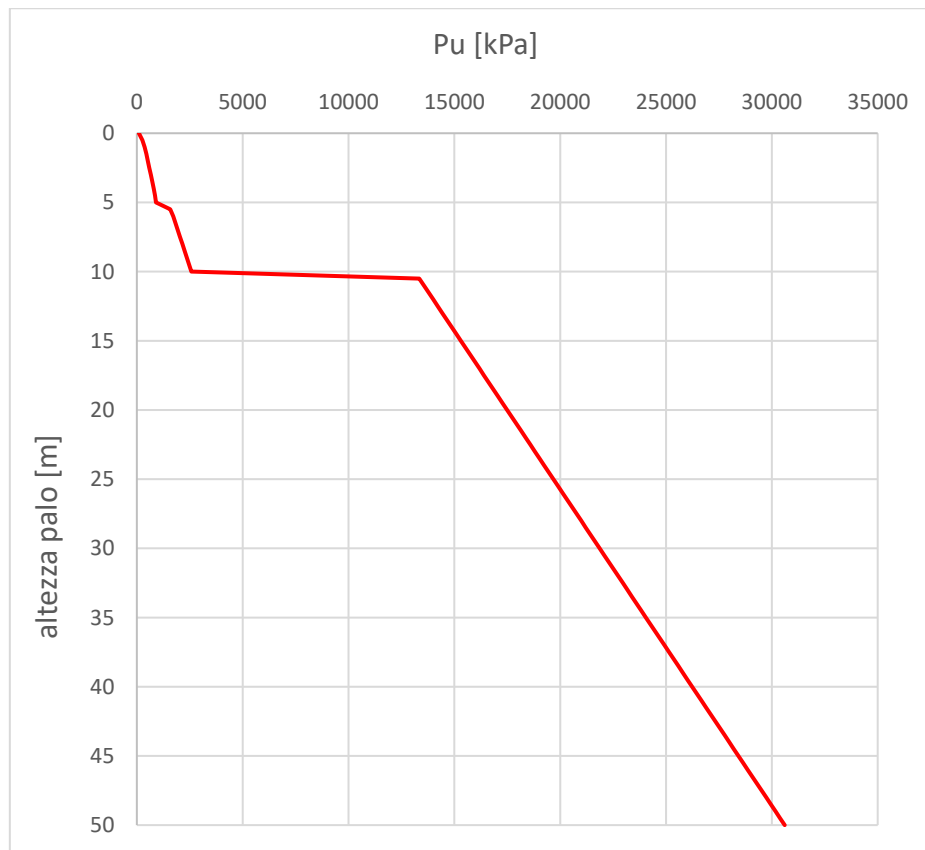


Figura 71 – Andamento del valore della pressione limite  $p_u$  con la profondità– parametri medi

Si riportano nella seguente tabella le sollecitazioni assiali massime nella peggiore combinazione statica e sismica in testa ai micropali necessarie per effettuare le verifiche di capacità portante dei micropali.

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	61.38	-21.71	-42.04
	2	197.11	-21.71	-42.04
	3	129.25	-21.71	-42.04
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	21.36	-18.45	-40.67
	2	200.09	-18.45	-40.67
	3	110.73	-18.45	-40.67

Tabella 72 – Azione in testa ai micropali

#### 9.4.5.2 Verifica a capacità portante verticale dei micropali di fondazione

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei micropali di fondazione.

Caratteristiche dei micropali di fondazione		
Lunghezza perforazione	10	[m]
inclinazione	0	[deg]
$\varphi$ perforazione	0.30	[m]
$\varphi$ profilato in acciaio	0.2191	[m]
spessore profilato in acciaio	0.0100	[m]

Tabella 73 – Caratteristiche dei micropali di fondazione

Le verifiche di capacità portante dei micropali sono state effettuate considerando come contributo resistente solamente l'attrito laterale del palo, trascurando, a favore di sicurezza, il contributo di base.

Per la visualizzazione della procedura metodologica relativa al calcolo della capacità portante verticale di progetto dei micropali si veda quanto specificato nella Relazione Geotecnica Generale [1].

Nella seguente tabella sono riportati i valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo  $\tau_{lim}$  e i valori del coefficiente di sbulbamento  $\alpha$ , (parametro empirico funzione del terreno e delle modalità esecutive del micropalo) entrambi definiti al variare della stratigrafia. Il fattore di sbulbamento è stato assunto pari ad 1 in tutti gli strati in quanto la metodologia realizzativa considerata (IGU – iniezione globale unica) nei materiali rocciosi seppur fratturati non garantisce l'espansione della malta cementizia all'esterno dell'area di perforazione.

Stratigrafia		Parametri minimi		Parametri medi	
tipologia dello strato	limite inferiore dello strato i-esimo misurato dalla testa del micropalo [m]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]	$T_{ak}$ [kPa]	$\alpha$ [-]
Coltre eluvio-colluviale	4	10	1	10	1
Basalto Alterato	9	180	1	200	1
Basalto	-	200	1	250	1

Tabella 74 – Valori dell'aderenza limite caratteristica fra terreno e micropalo e coefficienti di sbulbamento

Si riportano nelle seguenti figure le curve di capacità portante dei micropali di fondazione di compressione e di trazione ottenute considerando i parametri resistenti del terreno ( $\tau_{lim}$ ) minimi e medi.



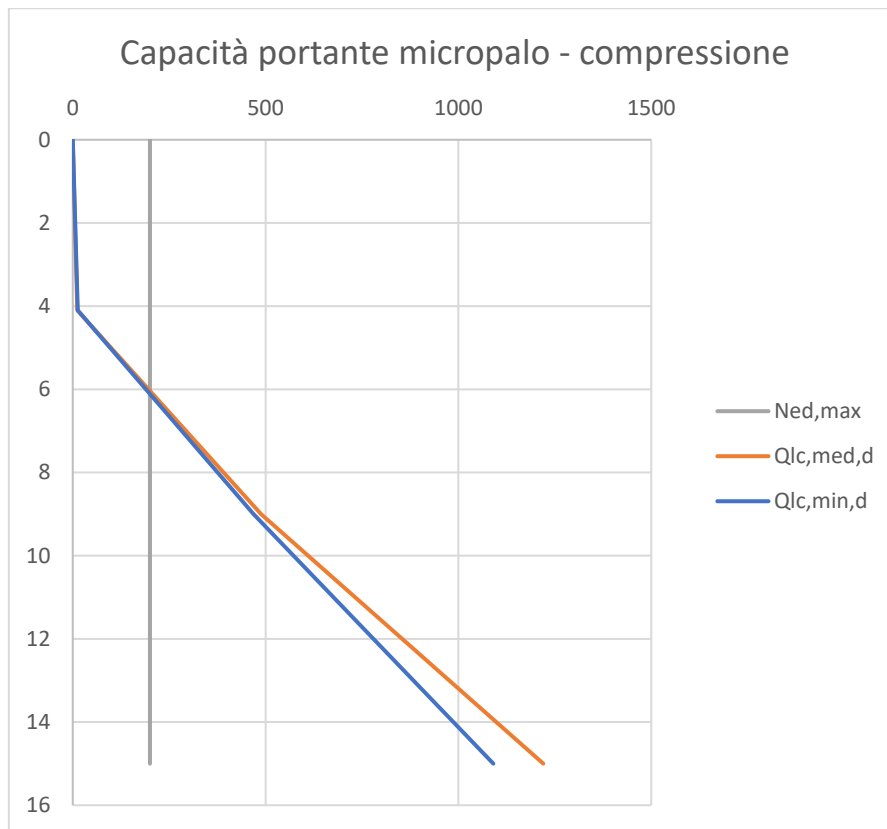


Figura 72 – Curva di capacità portante verticale in compressione con parametri minimi e medi

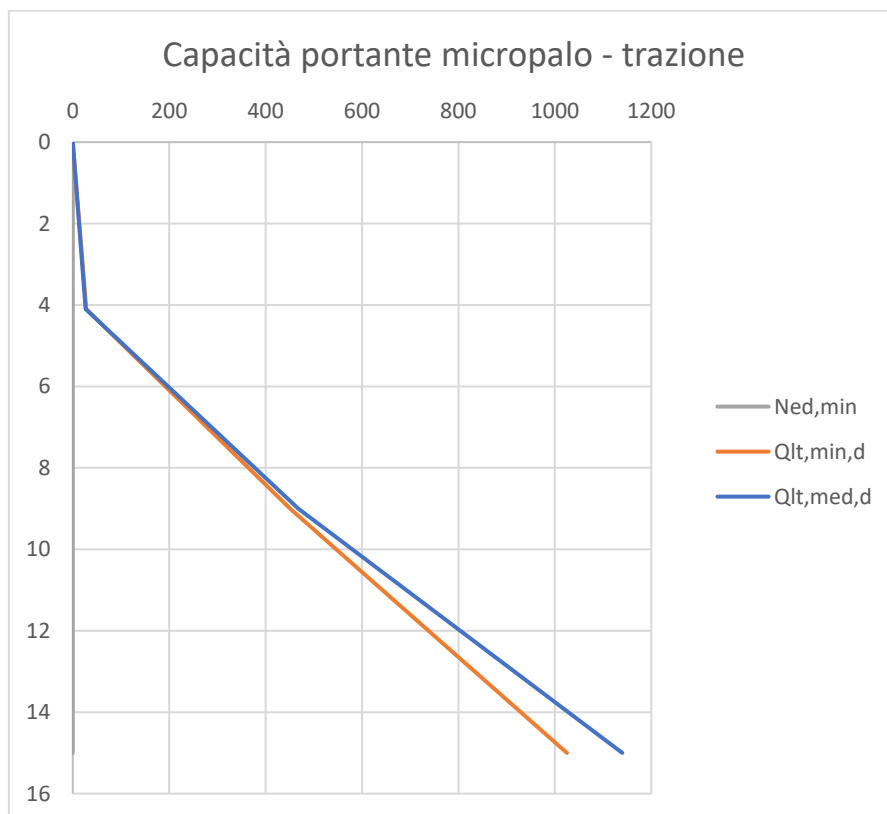


Figura 73 – Curva di capacità portante verticale in trazione con parametri minimi e medi

I micropali risultano sempre in compressione. Come visibile dalle figure sopra riportate, considerando la lunghezza dei micropali pari a 10 m, le verifiche di capacità portante risultano soddisfatte.

#### 9.4.5.3 Verifica a capacità portante orizzontale dei micropali di fondazione

Sulla base di quanto illustrato al paragrafo 9.1.5, sono state ottenute le seguenti curve per la capacità portante orizzontale dei micropali.

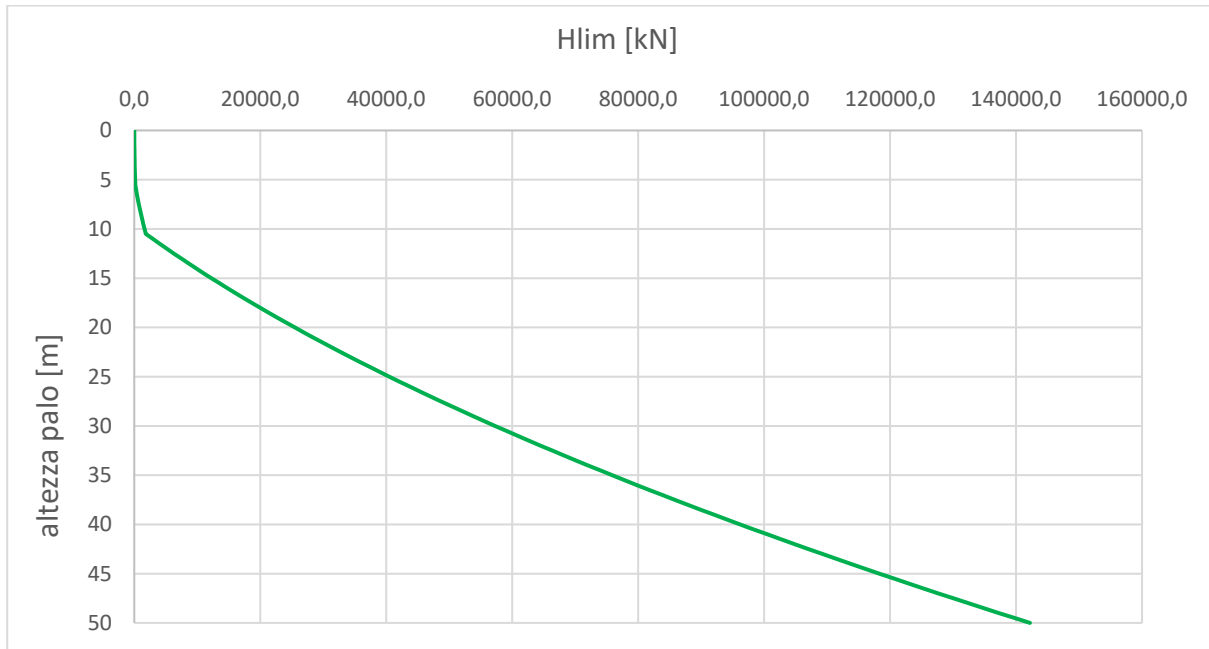


Figura 74 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri minimi



Figura 75 – Curva di capacità portante orizzontale con parametri medi

Come visibile dalle curve l'azione trasversale massima di 42.04 kN è compatibile con la lunghezza dei micropali pari a 10m.

#### 9.4.5.4 Verifiche strutturali dei micropali di fondazione

##### 9.4.5.4.1 Azioni interne ai micropali

Considerando le sollecitazioni agenti sulla fondazione del muro di capostrada di cui al paragrafo 9.1.4.1, mediante il software di calcolo Max, sono state ottenute le azioni interne di taglio e momento flettente presenti nei micropali per ciascuna combinazione di carico considerata. Tali sollecitazioni sono riportate nelle figure seguenti.

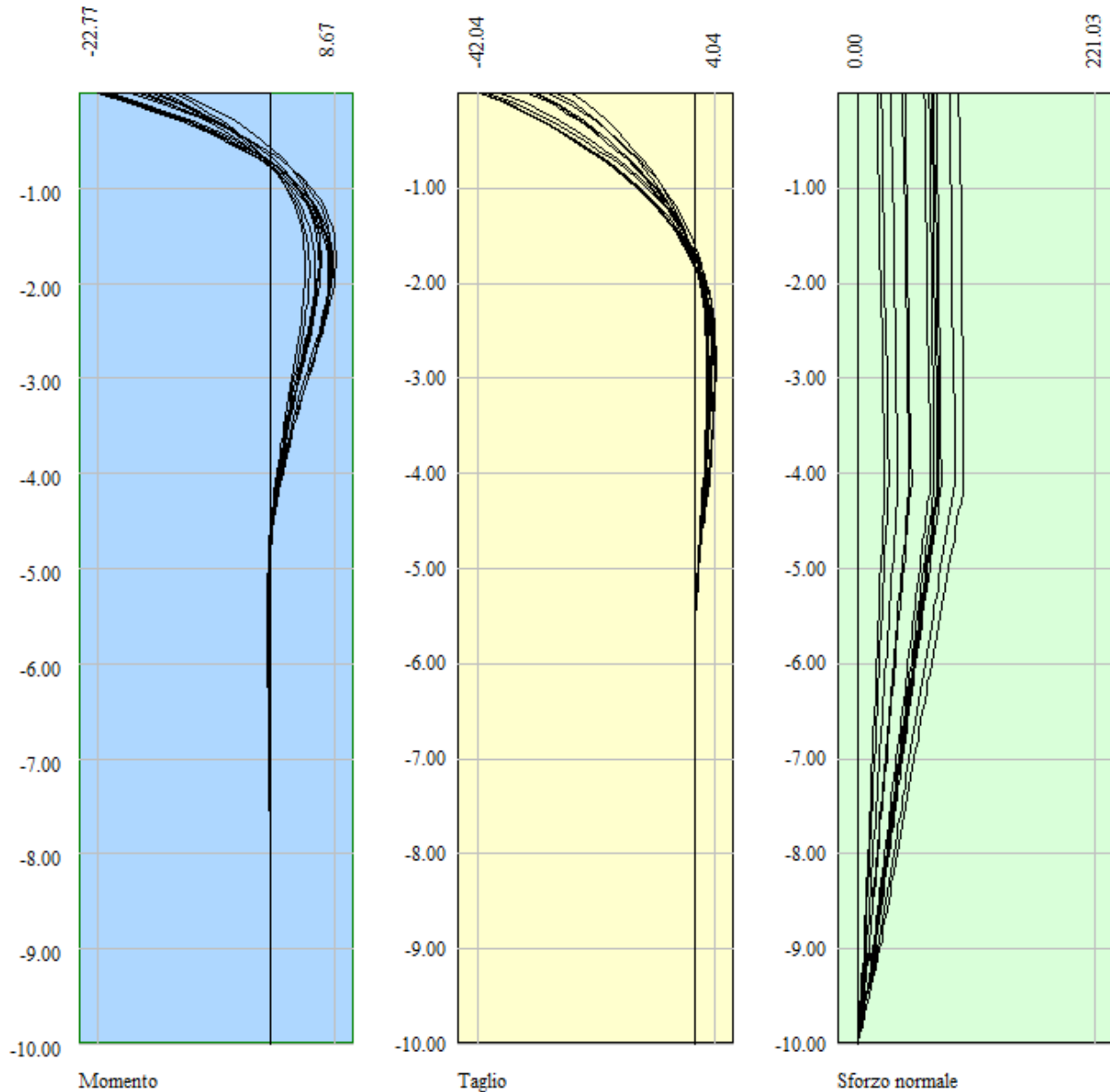


Figura 76 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di monte

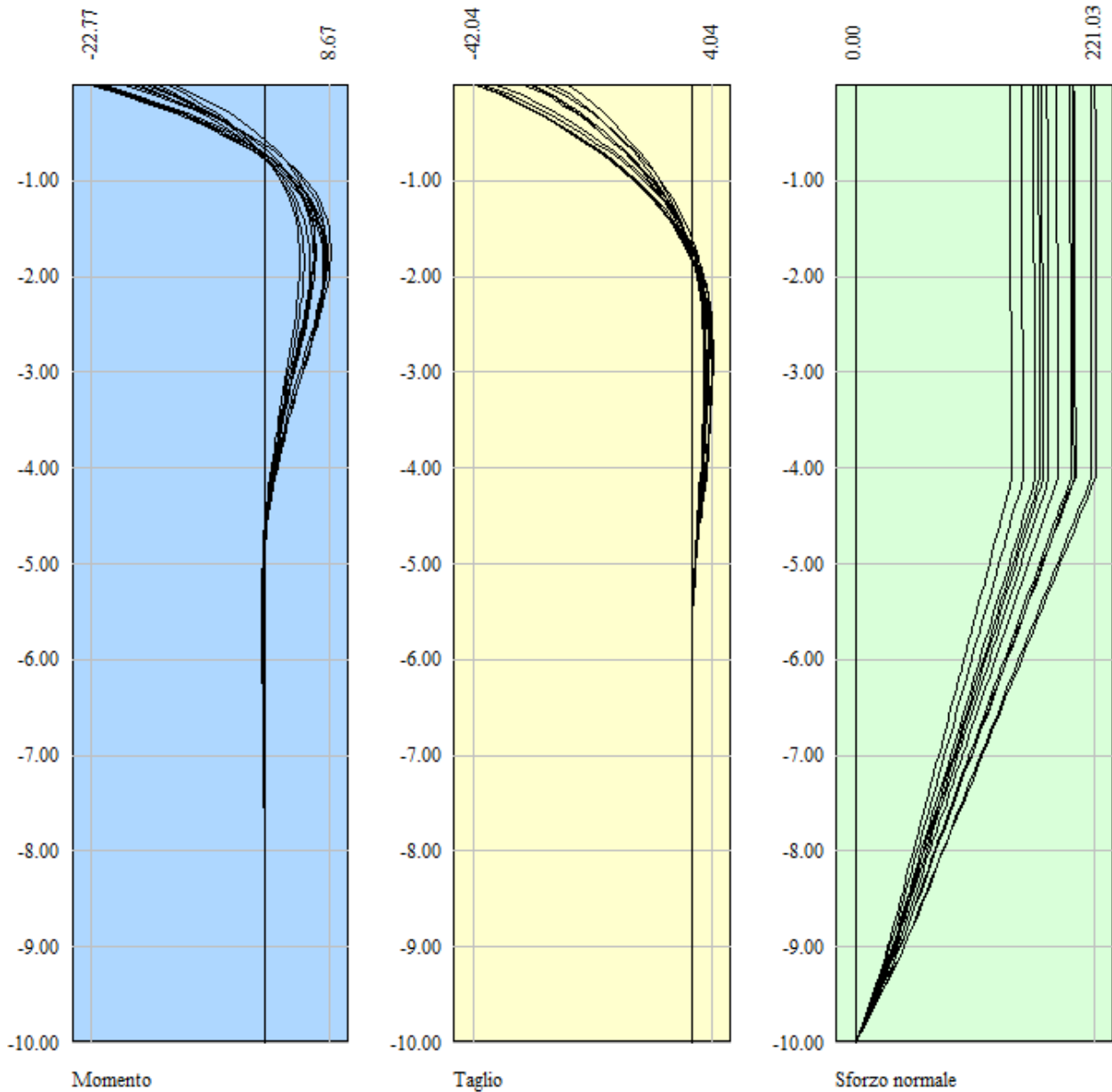


Figura 77 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo di valle

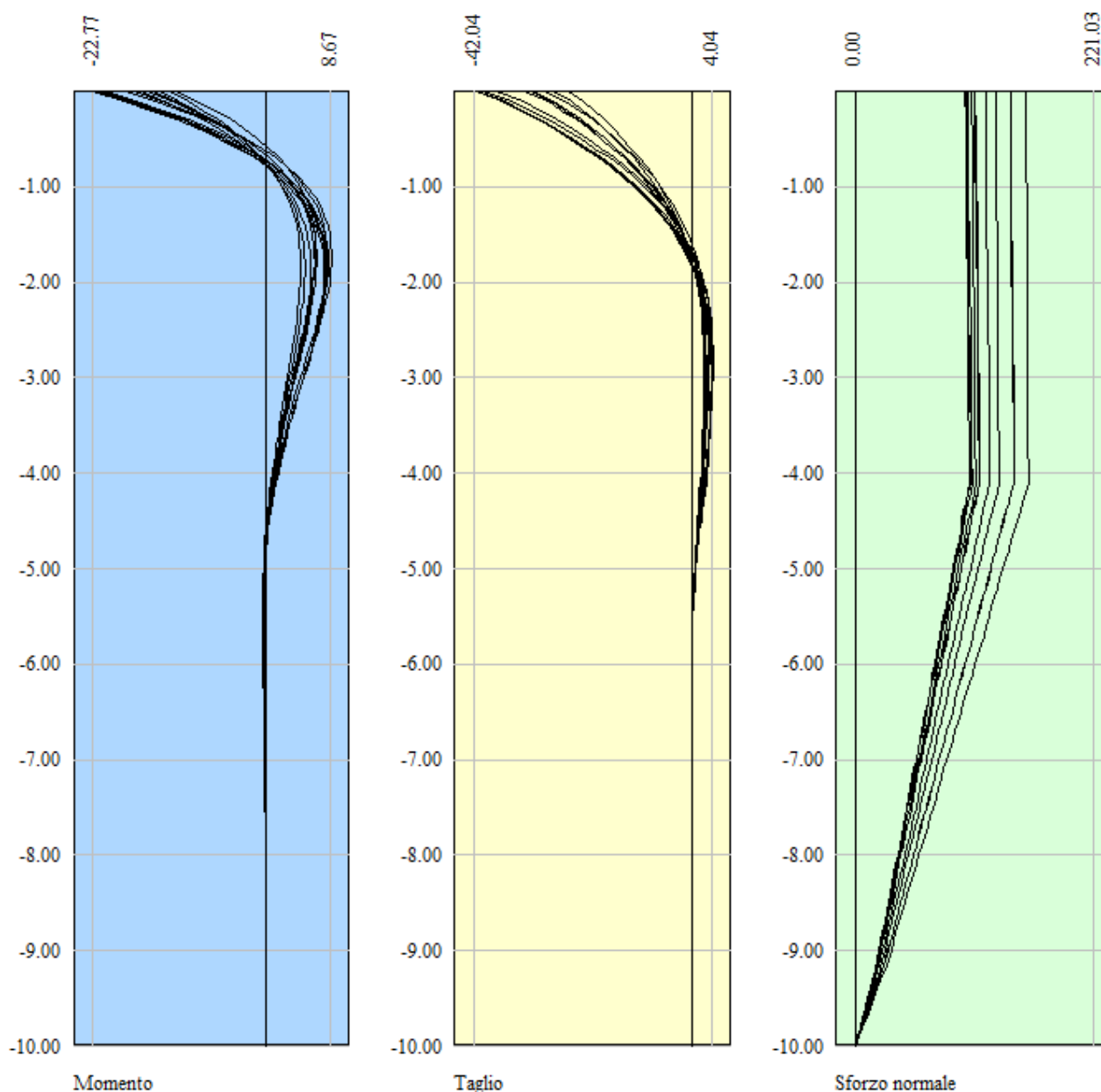


Figura 78 – Involuppo Momento, Taglio e Sforzo Normale Micropalo centrale

#### 9.4.5.4.2 Verifiche strutturali

La verifica della resistenza strutturale dei micropali è condotta, cautelativamente, facendo riferimento alla sola resistenza del profilato in acciaio.

In accordo con quanto prescritto al paragrafo 4.2.4.1.2.7 delle NTC08 e con riferimento alle formule riportate nella UNI EN 1993 1-1, è stata effettuata la verifica a presso o tenso-flessione controllando che il momento flettente sollecitante di progetto  $M_{Ed}$  sia minore del momento resistente di progetto, ridotto per effetto dell'azione assiale e di taglio.

Di seguito si riportano i valori del momento resistente nelle varie combinazioni considerate in funzione della sollecitazione assiale di progetto.

Progetto Esecutivo

Ip	Is	A <sub>f</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1	65.69	22.77	85.07	152.17	85.07	6.938
2	1	65.69	22.77	201.12	153.55	201.12	7.002
3	1	65.69	22.77	143.10	152.86	143.10	6.970

Tabella 75 – Verifica a momento flettente

Ip	Is	A <sub>sw</sub> [cm]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	1	41.82	816.32	42.04	19.420
2	1	41.82	816.32	42.04	19.420
3	1	41.82	816.32	42.04	19.420

Tabella 76 – Verifica a taglio

#### 9.4.6 Verifica di stabilità globale

La verifica di stabilità globale si esegue in accordo con le NTC 2008 seguendo la metodologia descritta nel capitolo "Muri di sostegno" della Relazione Geotecnica Generale [1] alla quale si rimanda.

Le analisi sono state eseguite a lungo termine, considerando i parametri del terreno in condizioni drenate. Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

La verifica di stabilità globale in condizioni statiche è stata effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

A2+M2+R2

Il coefficiente parziale sulla resistenza R2 è pari a 1.1 (come riportato nella Tabella 6.8.I delle NTC2008), mentre i coefficienti A2 e M2 sono riportati rispettivamente nella Tabella 6.2.I e Tabella 6.2.II delle NTC 2008.

Nella verifica di stabilità in condizioni sismiche si pongono pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e si impiegano le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\gamma_R = 1.2$ .

Le verifiche del raggiungimento della condizione di Stato Limite Ultimo (SLU) sono state quindi sviluppate considerando le condizioni denominate GEO descritte al capitolo 9.1.2.

La stabilità in condizioni sismiche è stata eseguita secondo il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante un'azione statica equivalente, costante nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) le componenti orizzontali e verticali di tale forza possono essere definite come di seguito indicato:

$$F_h = k_h \cdot W$$
$$F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale calcolati in base all'azione sismica di progetto definita al Cap. 8 e considerando a favore di sicurezza un fattore di riduzione  $\beta_s = 1$ .

Al fine di valutare le condizioni di stabilità dei rilevati le analisi sono state condotte con il *metodo di Bishop*, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale. Le analisi sono state condotte con ricerca automatica della superficie critica.

Si riportano nelle seguenti figure i risultati ottenuti dalle analisi. Tutte le verifiche di stabilità risultano soddisfatte in quanto:

- in condizioni statiche A2-M2-R2 risulta  $F_s = 4.569$ ;
- in condizioni sismiche risulta  $F_s$  (sisma +) = 4.596 e  $F_s$  (sisma -) = 4.310.

Progetto Esecutivo

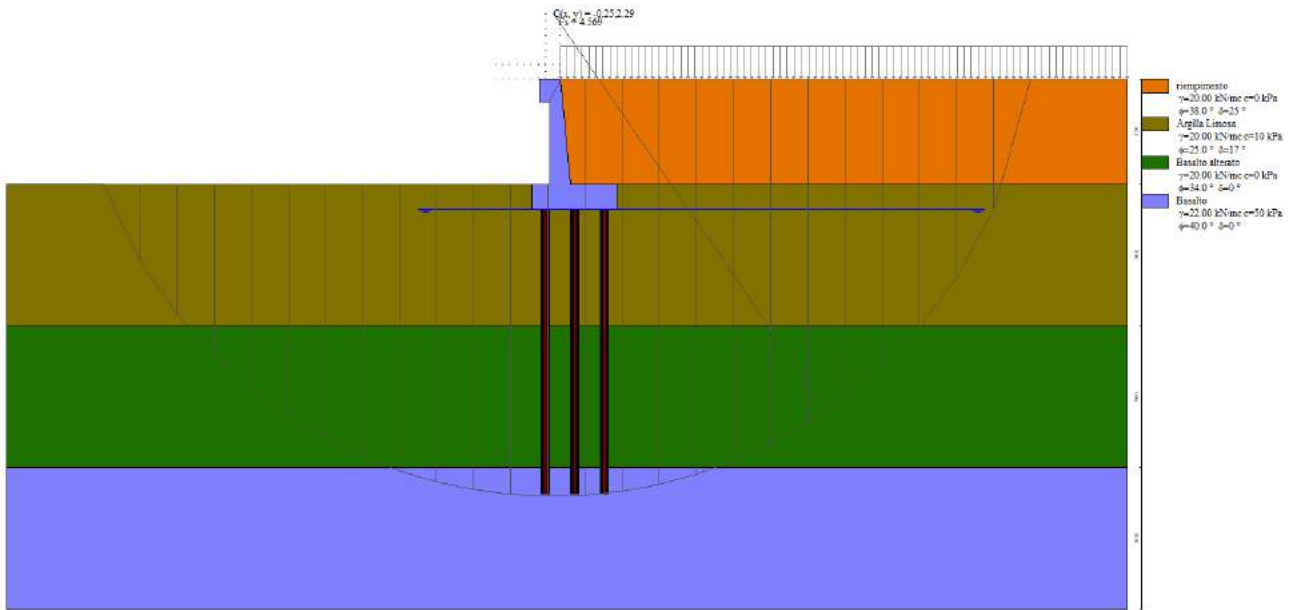


Figura 79 – Verifica in condizioni statiche



Figura 80 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma +)



Progetto Esecutivo

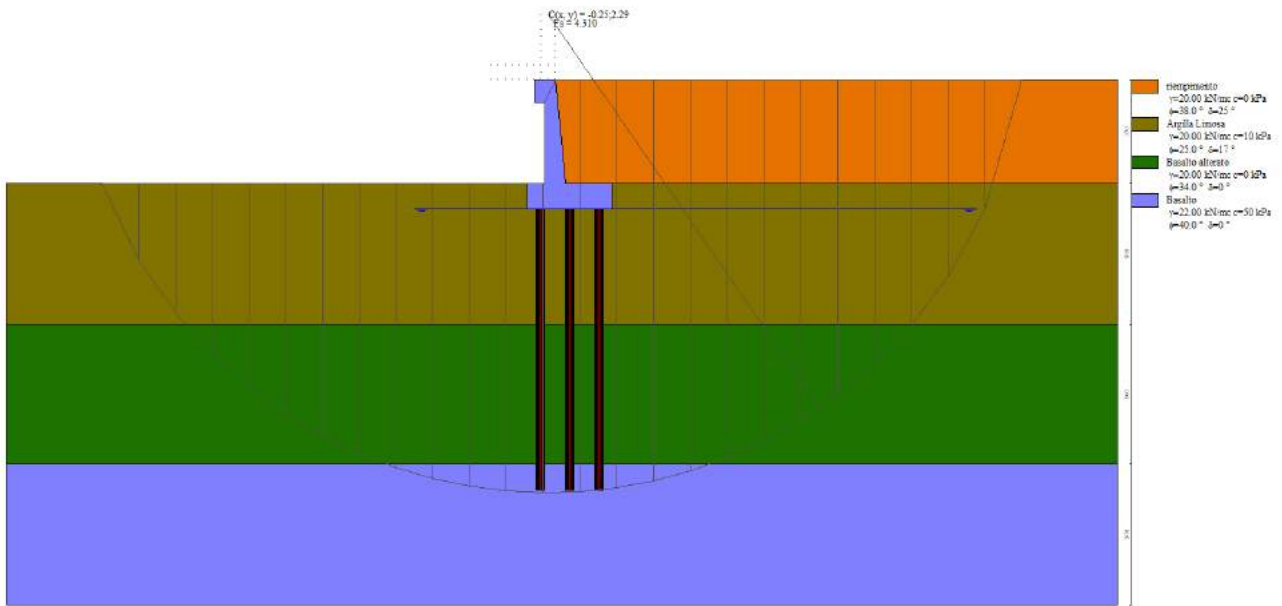


Figura 81 – Verifica in condizioni sismiche (Sisma -)

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
 20125 - Milano  
 Tel. 02 6787911  
 email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
 92100 Agrigento  
 Tel. 0922 421007  
 email: deltaingegneria@pec.it

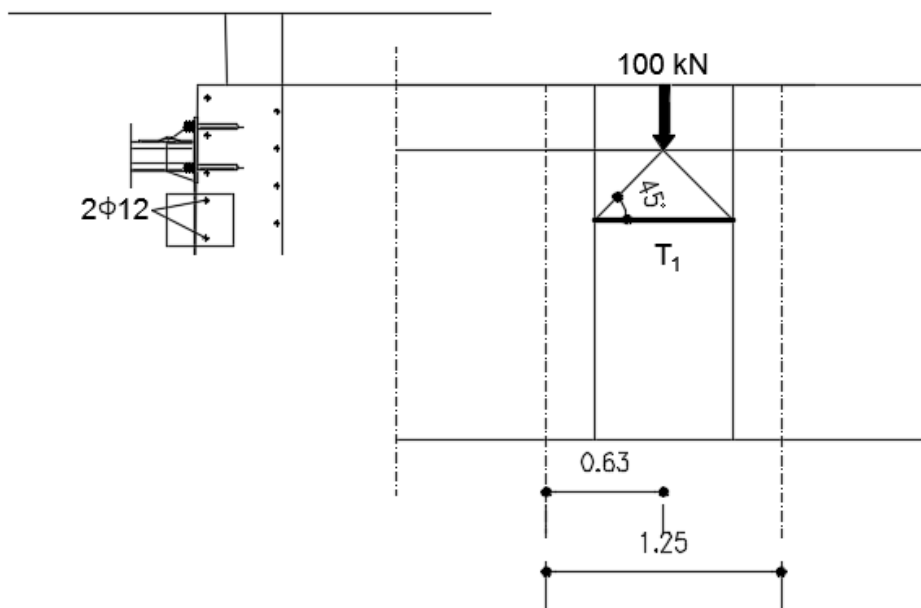
## 9.5 Verifica locale cordolo di testa

Si procede di seguito con la verifica locale degli elementi strutturali interessati da eventuale svio e conseguente urto di veicoli stradali, nello specifico il cordolo di estremità.

In accordo alle normative di riferimento, lo scenario di progetto si configura come combinazione eccezionale.

In condizione eccezionale, si considera una forza puntuale  $H_k$  di 100 kN agente trasversalmente all'asse del cavalcavia e ad una quota di 1,00 m rispetto al piano viabile.

È stato considerato un meccanismo tirante – puntone. L'azione agente di 100 kN è stata diffusa con angolo di 45°; l'azione sul tirante risulta quindi pari a 50 kN. Si considera un interasse tra i montanti della barriera di sicurezza pari a 1,25 m. Il meccanismo che si genera è mostrato nella figura sottostante.



Meccanismo "A" – Tirante T1

L'azione di tiro T1 è ripresa da 2 Φ12.

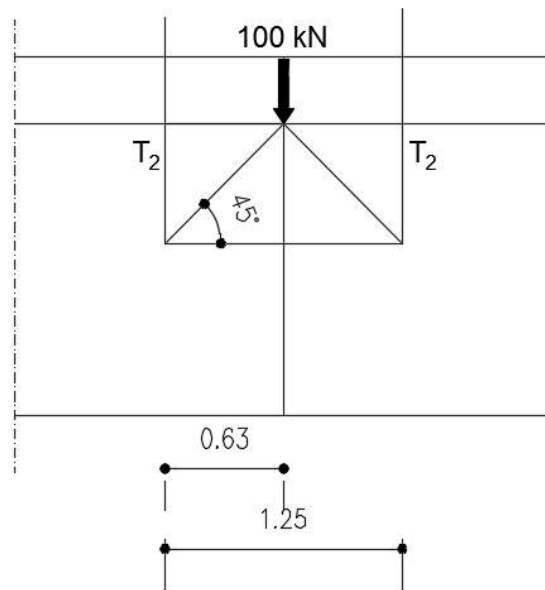
### Tirante T1

Azione applicata	H	=	100	kN
Azione sollecitante nell'elemento	$N_{sd}$	=	50	kN
Sezione resistente	$A_s$	=	$2\Phi 12 = 226$	mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento	$f_y$	=	450	N/mm <sup>2</sup>
Azione resistente	$N_{rd}$	=	$226 \cdot 450 / 1000 = 101,7$	kN
Coefficiente di sicurezza	$F_s$	=	$N_{rd} / N_{sd} = 101,7 / 50 = 2,03$	>1,00

La verifica risulta soddisfatta.

### Tirante T2

Per la verifica relativa alla forza di tiro T2, si considera l'azione di 50 kN. Il cordolo è armato con Φ16/15. Si riporta di seguito la verifica.



Meccanismo "A" – Tirante T2

Azione applicata	H	=	100	kN
Azione sollecitante nell'elemento	$N_{sd}$	=	$0.5 \cdot 100 = 50$	kN
Sezione resistente	$A_s$	=	$1\Phi 16/15$ su $650 \text{ mm} = 870$	$\text{mm}^2$
Tensione di snervamento	$f_y$	=	450	$\text{N/mm}^2$
Azione resistente	$N_{rd}$	=	$870 \cdot 450 / 1000 = 391,5$	kN
Coefficiente di sicurezza	$F_s$	=	$N_{rd} / N_{sd} = 391,5 / 50 = 7,83$	$> 1,00$

La verifica risulta soddisfatta.

## 9.6 Verifica nei confronti dell'urto ferroviario

Poiché il muro OS01 dista meno di 15 m dall'asse della ferrovia nel tratto a nord del Riu Mannu, si considera in tale tratto la forza dovuta all'urto ferroviario, in accordo al paragrafo 3.6.3.4 delle NTC 2008, pari a 750 kN in direzione perpendicolare e 2000 kN in direzione longitudinale. Tale forza è considerata agente su un concio di lunghezza 10 m e posizionata cautelativamente, vista la posizione del muro e del piano del ferro, a metà altezza del paramento.

L'azione dell'urto ferroviario interessa le sezioni tipo B e C. La verifica viene eseguita per la sezione C in quanto meno armata e di spessore minore e considerando come resistenza quella valutata in accordo al punto 6.2.5 dell'EC2.

$V_{Rdi}$  è la resistenza di progetto a taglio all'interfaccia ed è data da:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{ctd} \quad (6.25)$$

dove:

$c$  e  $\mu$  sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia [vedere punto (2)];

$f_{ctd}$  come definito nel punto 3.1.6 (2)P;

$\sigma_n$  tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva se di compressione, ma tale che  $\sigma_n < 0,6 f_{ctd}$  e negativa se di trazione. Se  $\sigma_n$  è di trazione si raccomanda di assumere  $c f_{ctd}$  pari a 0;

$$\rho = A_s / A_i.$$

Si assume lo spessore minimo del paramento pari a 40 cm. A favore di sicurezza si considera solo il contributo fornito dall'armatura che attraversa l'interfaccia ( $1\phi 14/30+1\phi 14/15$  As = 1538 mm<sup>2</sup>/m). Per la definizione della scabrezza si assume la condizione di superficie liscia (c = 0.2 e  $\mu = 0.6$ ).

$$v_{Rdi} = 1538 / (1000 \times 400) \times 391.3 \times (0.6 \times \sin(90) + \cos(90)) = 0.903 \text{ MPa}$$

L'azione tagliante è pari a 2000 kN distribuita su 10 m.

$$v_{Edi} = 2000000 / (10000 \times 400) = 0.500 \text{ MPa}$$

Poiché  $v_{Edi} < v_{Rdi}$ , la verifica risulta soddisfatta.

## 10 ALLEGATI

### 10.1 Allegato 1 – Sezione tipo A1

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**ALLEGATO 1**  
***SEZIONE TIPO A1***

**Indice**

Dati	5
Materiali	5
Calcestruzzo armato	5
Acciai	5
Tipologie pali	5
Geometria profilo terreno a monte del muro	5
Falda	5
Geometria muro	6
Geometria paramento e fondazione	6
Descrizione pali di fondazione	6
Descrizione terreni	7
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Risultati per involuppo	13
Spinta e forze	13
Scarichi in testa ai pali	15
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifiche portanza trasversale (scorrimento)	16
Verifiche portanza verticale	16
Dettagli calcolo portanza verticale	16
Verifica stabilità globale muro + terreno	16
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	18
Paramento	18
Mensola valle	19
Piastra fondazione	20
Sollecitazioni pali	23

Verifiche strutturali	29
Verifiche a flessione	29
Paramento	30
Mensola valle	31
Fondazione	31
Micropali	31
Verifiche a taglio	34
Paramento	34
Mensola valle	35
Fondazione	35
Micropali	35
Verifica a punzonamento	38
Verifica delle tensioni	39
Combinazioni SLER	39
Paramento	39
Mensola valle	40
Piastra fondazione	40
Combinazioni SLEF	40
Paramento	40
Mensola valle	41
Piastra fondazione	41
Combinazioni SLEQ	42
Paramento	42
Mensola valle	43
Piastra fondazione	43
Verifica a fessurazione	43
Combinazioni SLEF	44
Paramento	44
Mensola valle	45
Piastra fondazione	45
Combinazioni SLEQ	45
Paramento	45



---

Mensola valle	46
Piastra fondazione	46

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30-Fondazioni	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
2	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
5	C25/30-Pali	C25/30	S355	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
S355	355000	510000

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	Micropalo	Laterale	Trivellato	Incastro	5	SI	NO	--	--

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-7.30	0.000
2	-0.40	-7.30	0.000
3	10.00	-7.30	0.000
4	15.00	-7.30	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	6.30	[m]
Altezza paramento libero	6.30	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.03	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]
Spessore rivestimento	0.15	[m]
Peso sp. rivestimento	20.0000	[kN/mc]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.35	[m]
Spessore all'estremità libera	0.80	[m]
Spessore all'incastro	0.80	[m]

#### Fondazione

Materiale	C25/30-Fondazioni	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.57	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.00	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

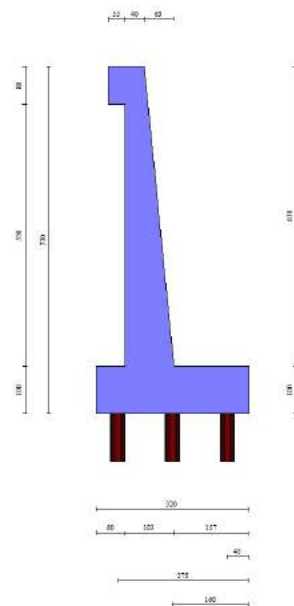


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

## Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
$\alpha$	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	Micropalo	0.45	1.00	0.00	11	30.00	12.00	0.00	Centrati
2	Micropalo	2.75	1.00	0.00	11	30.00	12.00	0.00	Centrati
3	Micropalo	1.60	1.00	0.00	10	30.00	12.00	0.00	Sfalsati

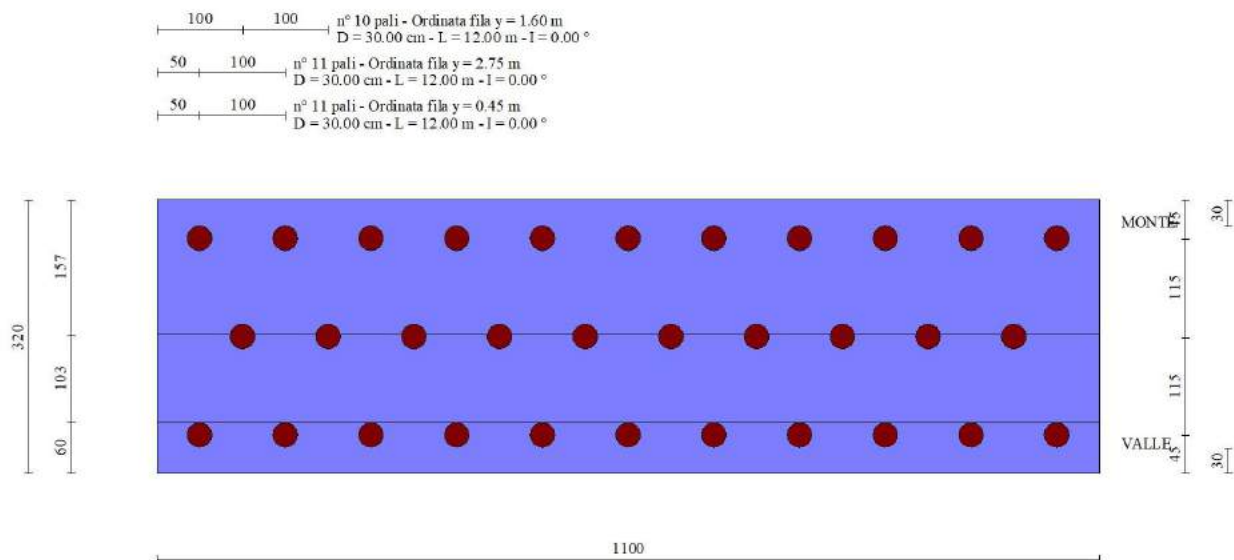


Fig. 2 - Pianta pali

## Descrizione terreni

## Parametri di resistenza

## Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	riempimento	20.0000	20.0000	38.000	25.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
2	Coltre eluvio-colluviale	20.0000	20.0000	25.000	16.670	10	0	1.000	10	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
3	Basalto alterato	20.0000	20.0000	34.000	0.000	0	0	1.000	200	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
4	Basalto	22.0000	22.0000	40.000	0.000	50	0	1.000	250	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	6.30	0.000	riempimento	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
2	5.00	0.000	Coltre eluvio-colluviale	0.000	0.000	10.800	0.000	1.000	---	---
3	5.00	0.000	Basalto alterato	0.000	0.000	27.500	0.000	1.000	---	---
4	5.00	0.000	Basalto	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---

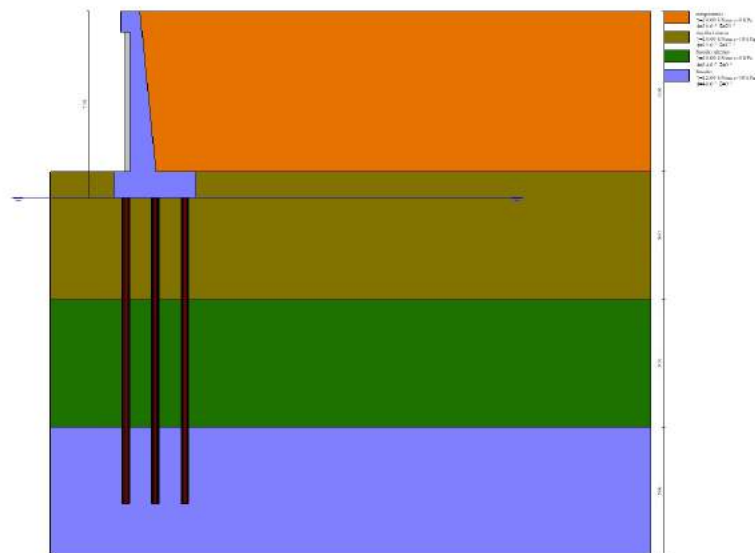


Fig. 3 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Variabile) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40 - \Psi_1=0.40 - \Psi_2=0.00$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	20.00	20.0000	20.0000

## Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALE

## Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	8.3000	0.0000	8.3000				

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

## Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

## Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_s$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 2

$$\zeta_3=1.65 \quad \zeta_4=1.55$$

## Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Abbasanta
Provincia	Oristano
Regione	Sardegna
Latitudine	40.127815
Longitudine	8.819074
Indice punti di interpolazione	-1 - -1 - -1 - -1



Vita nominale 50 anni  
 Classe d'uso IV  
 Tipo costruzione Normali affollamenti  
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.589	0.304
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.060	0.031
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.976	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.371	0.307
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	9.600	4.800
Ultimo - Ribaltamento	1.000	9.600	4.800
Esercizio	1.000	4.958	2.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

- Ic      Indice della combinazione
- A      Tipo azione
- I      Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V      Valore dell'azione, espressa in [kN]
- C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub>      Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub>      Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	306.59	23.02	282.17	119.91	2.20	-4.51
	Peso/Inerzia muro			0.00	195.75/0.00	0.21	-4.78
	Peso/Inerzia rivestimento			0.00	18.90	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	296.90/0.00	1.22	-2.95
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-5426.37		
2	Spinta statica	197.46	23.03	181.72	77.25	2.20	-4.59
	Incremento di spinta sismica		59.19	54.47	23.16	2.20	-3.65
	Peso/Inerzia muro			18.79	195.75/9.40	0.21	-4.78
	Peso/Inerzia rivestimento			1.81	18.90	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			22.80	237.51/11.40	1.25	-2.97
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-5376.93		

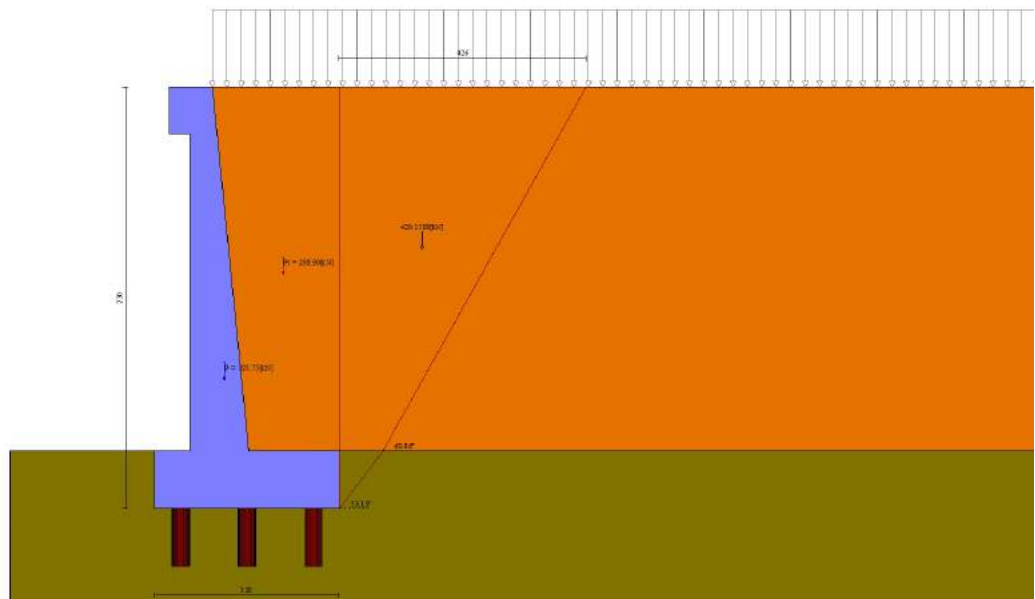


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

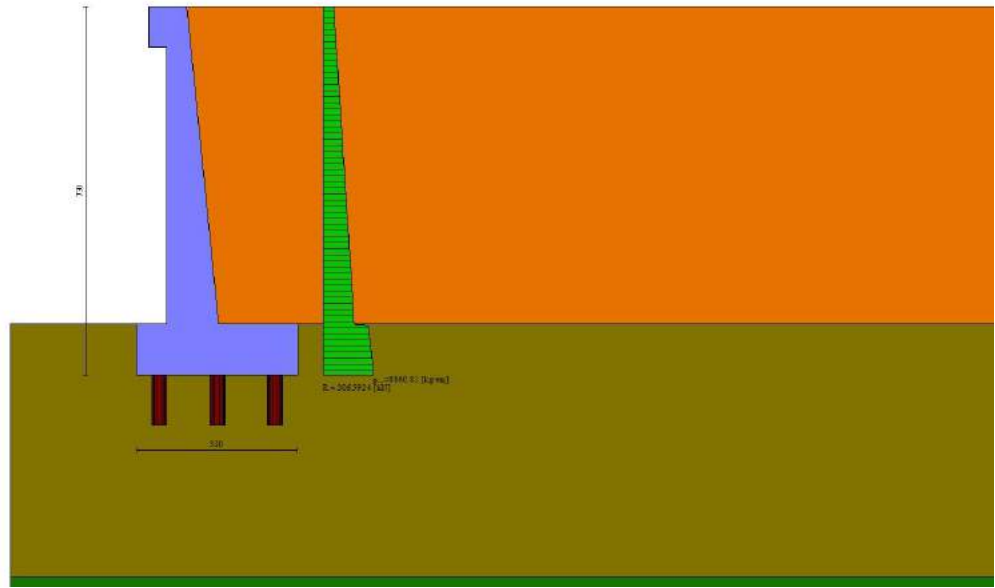


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

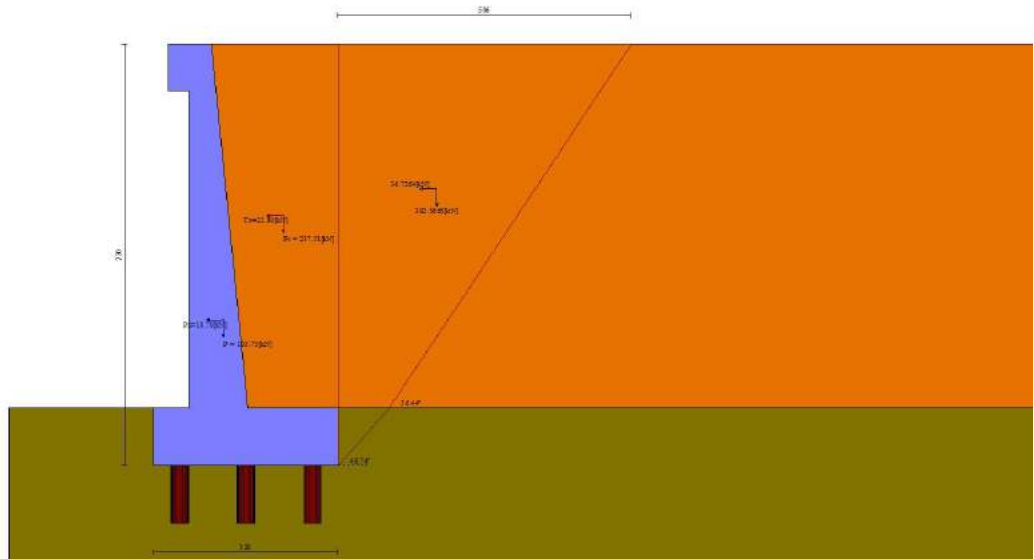


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

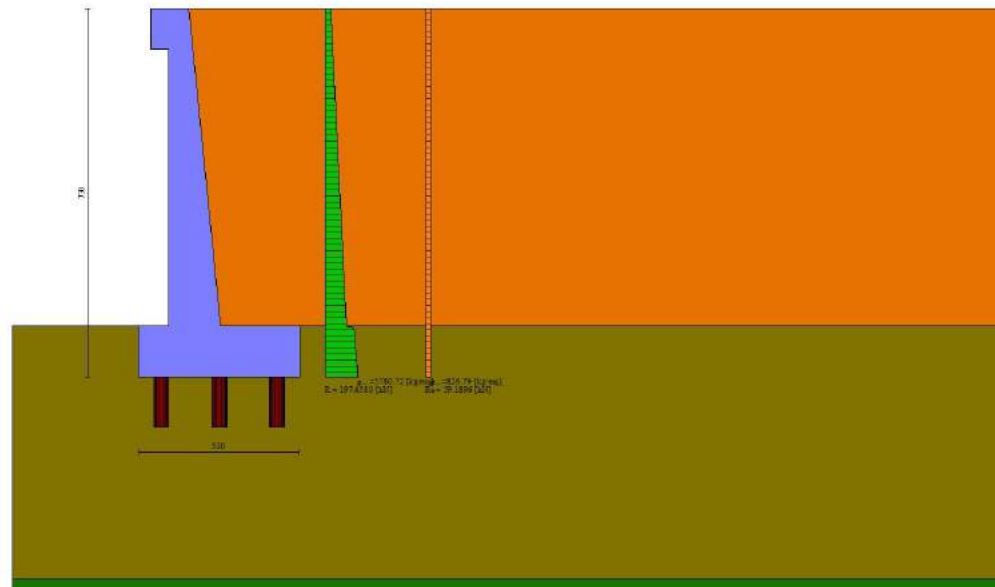


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-56.57	-46.51	-97.00
	2	490.69	-46.51	-97.00
	3	217.06	-46.51	-97.00
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-120.71	-42.28	-96.11
	2	514.89	-42.28	-96.11
	3	197.09	-42.28	-96.11

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	19.231					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	19.231					
4 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
5 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
6 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
7 - GEO (A2-M2-R2)					4.171		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.211		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.000		

*Verifiche portanza trasversale (scorrimento)*

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kN]	Td [kN]	FS <sub>o</sub>
6 - STR (A1-M1-R3)	1	-97.00	5155.70	53.152
	2	-97.00	5155.70	53.152
	3	-97.00	5155.70	53.152
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-89.90	5155.70	57.349
	2	-89.90	5155.70	57.349
	3	-89.90	5155.70	57.349

*Verifiche portanza verticale*

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kN]	Pd [kN]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-56.57	774.29	13.688
	2	490.69	789.09	1.608
	3	217.06	789.09	3.635
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-120.71	774.29	6.415
	2	514.89	789.09	1.533
	3	197.09	789.09	4.004
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-120.71	774.29	6.415
	2	514.89	789.09	1.533
	3	197.09	789.09	4.004
4 - STR (A1-M1-R3)	1	-1.63	723.95	442.783
	2	529.02	789.09	1.492
	3	263.69	789.09	2.992

**Dettagli calcolo portanza verticale**

## Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]
Wp	Peso palo, espresso in [kN]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc [m]	Pp [kN]	Pl [kN]	A [kN]	Wp [kN]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1687.04 1451.42	0.00	25.17
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1687.04 1451.42	0.00	25.17
3	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1687.04 1451.42	0.00	25.17

*Verifica stabilità globale muro + terreno*

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-2.04; 2.29	21.93	4.171

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.29; 2.29	21.97	4.000

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	107.21	38.64	19.77 - 1.68	75.254	32.007	0	0.0	
2	267.50	38.64	1.68	62.005	20.458	8	6.5	
3	358.88	38.64	1.68	53.621	20.458	8	33.2	
4	427.14	38.64	1.68	46.715	28.352	0	53.1	
5	481.30	38.64	1.68	40.619	28.352	0	68.9	
6	525.29	38.64	1.68	35.044	28.352	0	81.7	
7	562.63	38.64	1.68	29.832	33.873	40	92.2	
8	594.82	38.64	1.68	24.881	33.873	40	100.8	
9	620.58	38.64	1.68	20.122	33.873	40	107.6	
10	640.57	38.64	1.68	15.506	33.873	40	112.9	
11	649.50	38.64	1.68	10.991	33.873	40	116.8	
12	692.24	29.83	1.68	6.545	33.873	40	119.4	
13	465.63	0.00	1.68	2.138	33.873	40	120.6	
14	457.80	0.00	1.68	-2.256	33.873	40	120.6	
15	452.95	0.00	1.68	-6.664	33.873	40	119.3	
16	443.23	0.00	1.68	-11.111	33.873	40	116.7	
17	428.45	0.00	1.68	-15.628	33.873	40	112.8	
18	408.32	0.00	1.68	-20.248	33.873	40	107.5	
19	382.39	0.00	1.68	-25.011	33.873	40	100.6	
20	350.03	0.00	1.68	-29.968	33.873	40	92.0	
21	312.56	0.00	1.68	-35.189	28.352	0	81.4	
22	268.33	0.00	1.68	-40.775	28.352	0	68.5	
23	213.86	0.00	1.68	-46.888	28.352	0	52.6	
24	145.13	0.00	1.68	-53.822	20.458	8	32.6	
25	52.88	0.00	-22.22 - 1.68	-62.091	20.458	8	5.7	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	107.73	0.00	19.57 - 1.68	75.262	38.000	0	0.0	
2	268.78	0.00	1.68	62.006	25.000	10	6.7	
3	360.56	0.00	1.68	53.621	25.000	10	33.4	
4	429.12	0.00	1.68	46.714	34.000	0	53.4	
5	483.51	0.00	1.68	40.618	34.000	0	69.2	
6	527.69	0.00	1.68	35.043	34.000	0	82.1	
7	565.32	0.00	1.68	29.830	40.000	50	92.6	
8	597.65	0.00	1.68	24.878	40.000	50	101.2	
9	623.53	0.00	1.68	20.120	40.000	50	108.0	
10	643.59	0.00	1.68	15.503	40.000	50	113.4	
11	653.54	0.00	1.68	10.988	40.000	50	117.3	
12	662.23	0.00	1.68	6.541	40.000	50	119.8	
13	462.19	0.00	1.68	2.134	40.000	50	121.1	
14	460.47	0.00	1.68	-2.261	40.000	50	121.0	
15	455.60	0.00	1.68	-6.669	40.000	50	119.7	
16	445.83	0.00	1.68	-11.117	40.000	50	117.2	
17	430.98	0.00	1.68	-15.634	40.000	50	113.2	
18	410.75	0.00	1.68	-20.255	40.000	50	107.9	
19	384.70	0.00	1.68	-25.018	40.000	50	101.0	
20	352.18	0.00	1.68	-29.976	40.000	50	92.4	
21	314.42	0.00	1.68	-35.198	34.000	0	81.8	
22	269.98	0.00	1.68	-40.786	34.000	0	68.8	
23	215.25	0.00	1.68	-46.900	34.000	0	52.9	
24	146.19	0.00	1.68	-53.837	25.000	10	32.8	
25	53.47	0.00	-22.52 - 1.68	-62.181	25.000	10	5.8	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

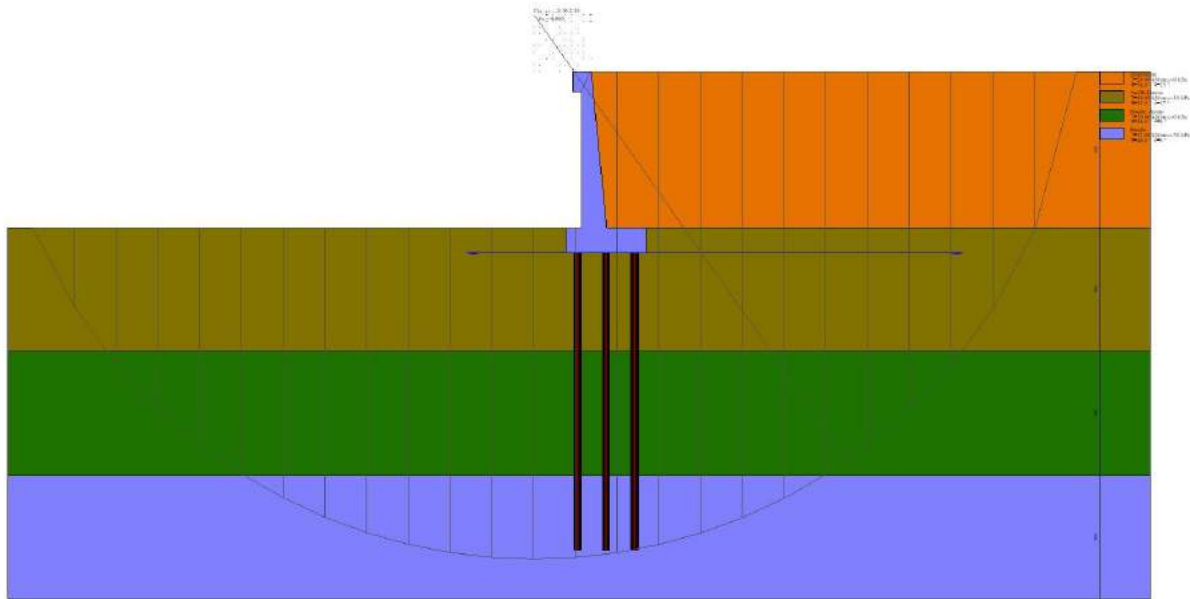


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 9)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

- Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	8.30	1.20	9.50
2	-0.10	7.86	10.22	0.88	9.18	1.25	10.38
3	-0.20	8.88	11.54	1.80	10.10	1.39	11.35
4	-0.30	9.92	12.89	2.77	11.07	1.63	12.42
5	-0.40	10.98	14.28	3.78	12.08	1.97	13.59
6	-0.50	12.07	15.70	4.84	13.14	2.43	14.88
7	-0.60	13.19	17.15	5.94	14.24	3.00	16.28
8	-0.70	14.33	18.63	7.08	15.38	3.68	17.79
9	-0.80	15.49	20.14	8.27	16.57	4.49	19.43
10	-0.90	16.68	21.69	9.50	17.80	5.42	21.19
11	-1.00	17.90	23.27	10.78	19.07	6.49	23.09
12	-1.10	19.14	24.88	12.10	20.39	7.69	25.12
13	-1.20	20.40	26.52	13.46	21.76	9.03	27.29
14	-1.30	21.69	28.19	14.87	23.17	10.52	29.61
15	-1.40	23.00	29.90	16.32	24.62	12.16	32.08
16	-1.50	24.33	31.63	17.82	26.11	13.95	34.70
17	-1.60	25.69	33.40	19.36	27.64	15.90	37.48
18	-1.70	27.08	35.20	20.95	29.21	18.01	40.42
19	-1.80	28.49	37.03	22.58	30.82	20.29	43.53
20	-1.90	29.92	38.90	24.25	32.47	22.74	46.81
21	-2.00	31.38	40.80	25.97	34.16	25.37	50.27
22	-2.10	32.86	42.72	27.73	35.89	28.18	53.91
23	-2.20	34.37	44.68	29.54	37.66	31.18	57.74
24	-2.30	35.90	46.68	31.39	39.47	34.37	61.76
25	-2.40	37.46	48.70	33.28	41.32	37.75	66.25

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
26	-2.50	39.04	50.76	35.22	60.69	41.33	72.36
27	-2.60	40.65	52.84	37.20	63.87	45.11	78.80
28	-2.70	42.28	54.96	39.23	67.10	49.11	85.58
29	-2.80	43.93	57.11	41.30	70.39	53.32	92.69
30	-2.90	45.61	59.30	43.42	73.73	57.74	100.14
31	-3.00	47.32	61.51	45.58	77.14	62.39	107.94
32	-3.10	49.05	63.76	47.78	80.60	67.26	116.09
33	-3.20	50.80	66.04	50.03	84.12	72.37	124.61
34	-3.30	52.58	68.35	52.32	87.69	77.71	133.49
35	-3.40	54.38	70.69	54.66	91.33	83.29	142.74
36	-3.50	56.20	73.06	57.04	95.02	89.12	152.38
37	-3.60	58.05	75.47	59.46	98.77	95.19	162.39
38	-3.70	59.93	77.91	61.93	102.57	101.52	172.80
39	-3.80	61.83	80.38	64.44	106.44	108.11	183.60
40	-3.90	63.75	82.88	67.00	110.36	114.96	194.80
41	-4.00	65.70	85.41	69.60	114.33	122.08	206.41
42	-4.10	67.68	87.98	72.25	118.37	129.47	218.43
43	-4.20	69.68	90.58	74.94	122.46	137.14	230.88
44	-4.30	71.70	93.21	77.67	126.61	145.09	243.75
45	-4.40	73.74	95.87	80.45	130.82	153.33	257.04
46	-4.50	75.82	98.56	83.27	135.09	161.85	270.78
47	-4.60	77.91	101.29	86.14	139.41	170.67	284.96
48	-4.70	80.03	104.04	89.05	143.79	179.79	299.59
49	-4.80	82.18	106.83	92.00	148.23	189.21	314.67
50	-4.90	84.35	109.65	95.00	152.72	198.95	330.21
51	-5.00	86.54	112.50	98.05	157.27	208.99	346.22
52	-5.10	88.76	115.39	101.13	161.88	219.35	362.71
53	-5.20	91.00	118.30	104.26	166.55	230.04	379.67
54	-5.30	93.27	121.25	107.44	171.27	241.05	397.11
55	-5.40	95.56	124.23	110.66	176.06	252.39	415.05
56	-5.50	97.88	127.24	113.92	180.90	264.07	433.48
57	-5.60	100.22	130.29	117.23	185.79	276.09	452.41
58	-5.70	102.59	133.36	120.58	190.75	288.45	471.85
59	-5.80	104.98	136.47	123.98	195.76	301.16	491.81
60	-5.90	107.39	139.61	127.42	200.83	314.23	512.28
61	-6.00	109.83	142.78	130.90	205.95	327.65	533.28
62	-6.10	112.30	145.98	134.43	211.14	341.44	554.81
63	-6.20	114.78	149.22	138.01	216.38	355.59	576.88
64	-6.30	117.30	152.49	141.62	221.68	370.12	599.49

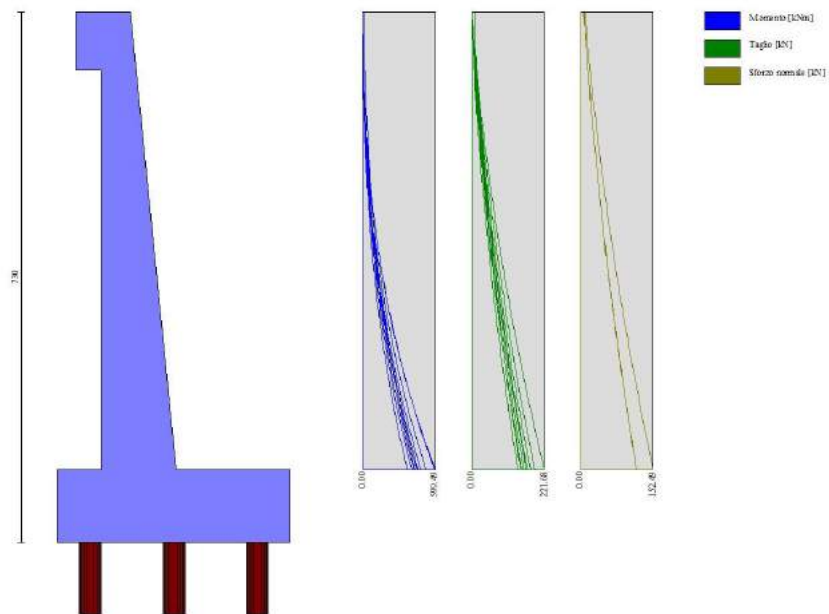


Fig. 9 - Paramento

Mensola valle



n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	0.00	1.72	2.23	0.08	0.10
3	-0.57	0.00	0.00	3.43	4.46	0.30	0.39
4	-0.49	0.00	0.00	5.15	6.69	0.68	0.88
5	-0.40	0.00	0.00	6.86	8.92	1.20	1.56

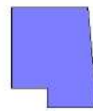


Fig. 10 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>xy</sub>	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
355	<b>22.02</b> (2)	78.29 (2)	-1.15 (2)	5.28 (2)	-268.54 (2)	MAX
135	<b>-92.44</b> (2)	-308.12 (2)	59.01 (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MIN
355	12.37 (5)	<b>99.73</b> (5)	-0.75 (5)	1.22 (5)	-173.79 (5)	MAX
135	-92.44 (2)	<b>-308.12</b> (2)	59.01 (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MIN
135	-92.44 (2)	-308.12 (2)	<b>59.01</b> (2)	0.00 (2)	-251.02 (2)	MAX
2077	-92.43 (2)	-308.11 (2)	<b>-59.01</b> (2)	0.00 (2)	-250.99 (2)	MIN
1953	-15.80 (4)	-25.27 (4)	-30.57 (4)	<b>252.13</b> (4)	-304.92 (4)	MAX
29	-19.12 (4)	-26.84 (4)	30.87 (4)	<b>-251.59</b> (4)	-307.33 (4)	MIN
1410	-15.27 (4)	16.79 (4)	-0.19 (4)	-0.35 (4)	<b>80.77</b> (4)	MAX
34	-21.87 (4)	-72.88 (4)	-4.66 (4)	0.18 (4)	<b>-508.33</b> (4)	MIN

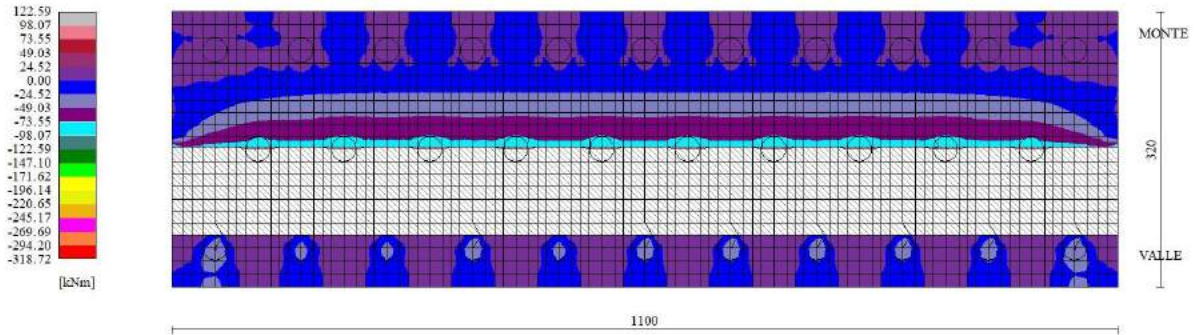


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momento  $M_x$  (Combinazione n° 2)

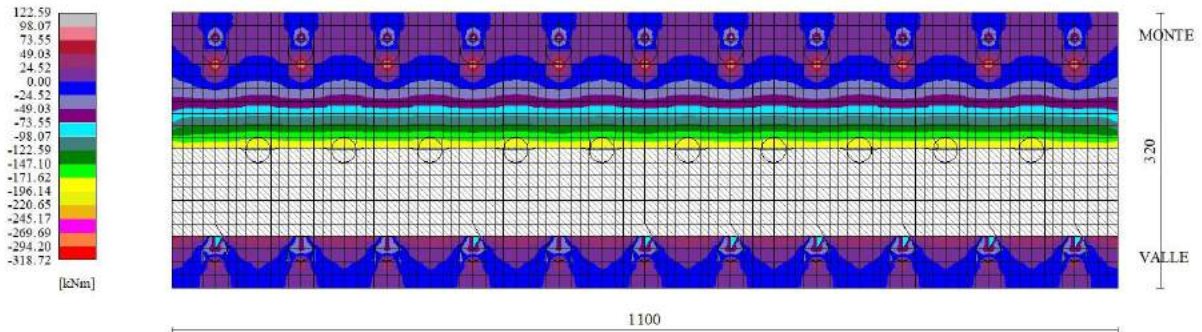


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 5)

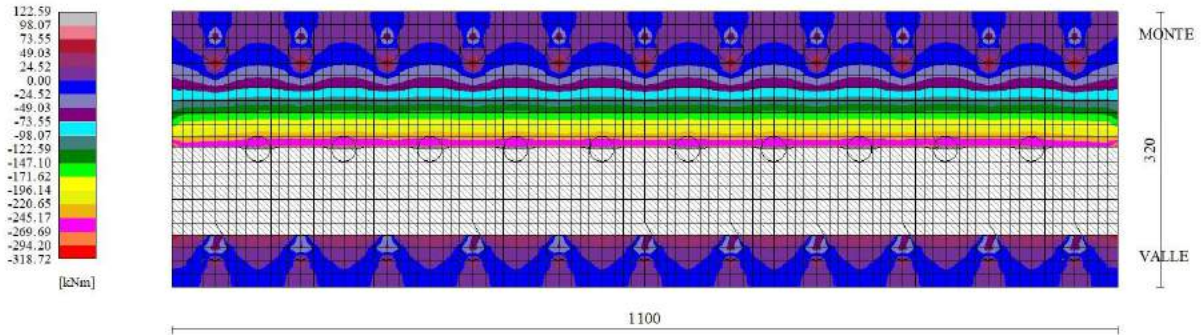


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 2)

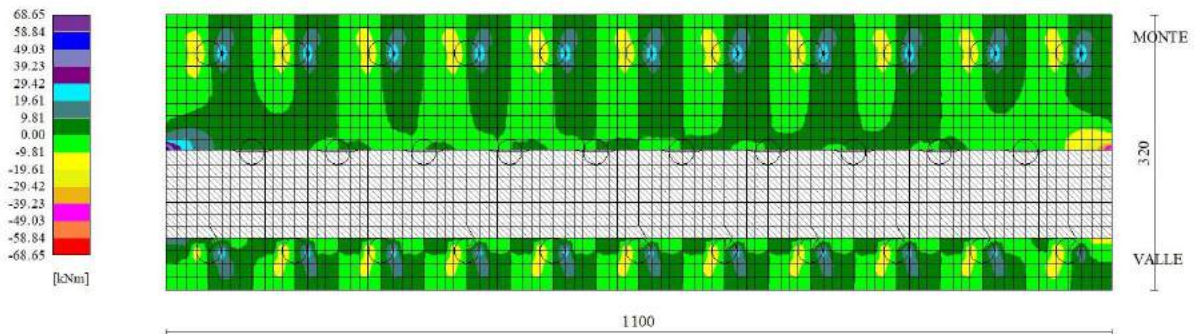


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 2)

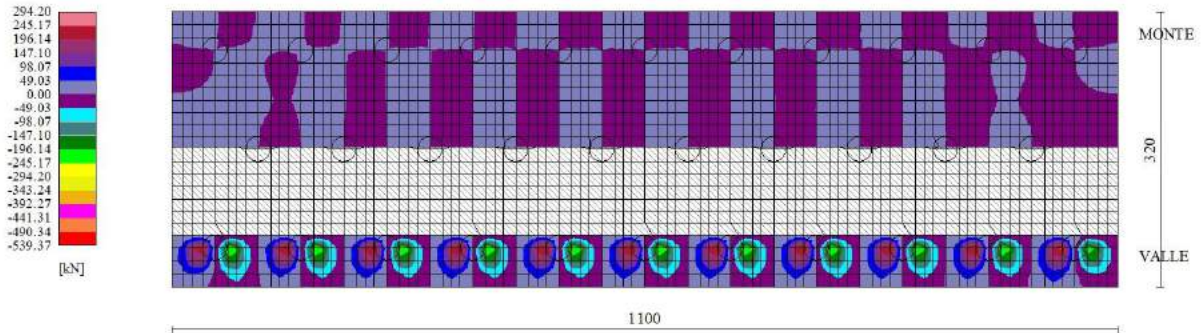


Fig. 15 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 4)

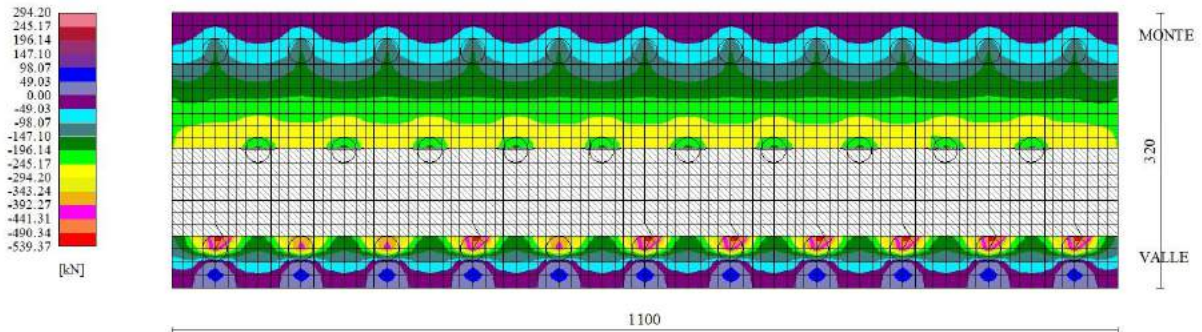


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 4)

**Sollecitazioni pali**

**Simbologia adottata**

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-56.57	-1413.62	-97.00	-2424.91	-46.51	-1162.77
16	1.80	-52.48	-1396.61	1.18	29.53	20.87	521.85
25	2.88	-50.02	-1386.41	9.56	239.12	13.85	346.33
101	12.00	0.00	-11.02	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	490.69	1680.05	-97.00	-2424.91	-46.51	-1162.77
16	1.80	489.28	1663.09	1.18	29.53	20.87	521.85
25	2.88	488.43	1652.91	9.56	239.12	13.85	346.33
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	217.06	1680.06	-97.00	-2424.91	-46.51	-1162.77
16	1.80	218.40	1663.09	1.18	29.53	20.87	521.85
25	2.88	219.21	1652.91	9.56	239.12	13.85	346.33
34	3.96	220.01	1642.73	7.42	185.38	4.26	106.53
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	-120.71	-1680.02	-96.11	-2402.81	-42.28	-1056.93
15	1.68	-116.29	-1664.18	0.25	6.16	22.08	551.97
25	2.88	-113.13	-1652.88	10.10	252.38	13.97	349.31
101	12.00	0.00	-14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	514.89	1680.07	-96.11	-2402.81	-42.28	-1056.93
15	1.68	513.35	1664.24	0.25	6.16	22.08	551.97
25	2.88	512.24	1652.93	10.10	252.38	13.97	349.31
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	197.09	1680.02	-96.11	-2402.81	-42.28	-1056.93
15	1.68	198.53	1664.19	0.25	6.16	22.08	551.97
25	2.88	199.56	1652.88	10.10	252.38	13.97	349.31
34	3.96	200.48	1642.70	7.52	187.92	4.05	101.32
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	-114.26	-1680.02	-89.90	-2247.60	-39.77	-994.37
15	1.68	-109.91	-1664.19	0.14	3.56	20.56	514.00
25	2.88	-106.79	-1652.88	9.41	235.15	13.05	326.37
101	12.00	0.00	-14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	474.67	1680.07	-89.90	-2247.60	-39.77	-994.37
15	1.68	473.50	1664.24	0.14	3.56	20.56	514.00
25	2.88	472.67	1652.93	9.41	235.15	13.05	326.37
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	180.20	1680.05	-89.90	-2247.60	-39.77	-994.37
15	1.68	181.80	1664.21	0.14	3.56	20.56	514.00
25	2.88	182.94	1652.90	9.41	235.15	13.05	326.37
34	3.96	183.97	1642.72	7.02	175.53	3.80	95.03
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00



Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-1.63	-40.86	-97.00	-2424.91	-47.19	-1179.72
16	1.80	2.38	-40.32	0.93	23.35	20.63	515.78
26	3.00	5.05	-39.98	9.46	236.52	12.68	316.88
101	12.00	47.07	-0.32	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	529.02	1679.89	-97.00	-2424.91	-47.19	-1179.72
16	1.80	527.22	1662.92	0.93	23.35	20.63	515.78
26	3.00	526.02	1651.61	9.46	236.52	12.68	316.88
101	12.00	0.00	14.11	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	263.69	1680.05	-97.00	-2424.91	-47.19	-1179.72
16	1.80	264.56	1663.08	0.93	23.35	20.63	515.78
26	3.00	265.14	1651.77	9.46	236.52	12.68	316.88
34	3.96	265.61	1642.73	7.39	184.63	4.29	107.28
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-13.86	-346.31	-97.00	-2424.91	-48.00	-1199.96
16	1.80	-9.97	-341.73	0.64	15.97	20.34	508.53
26	3.00	-7.38	-338.86	9.34	233.62	12.64	315.97
101	12.00	22.62	-2.70	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	496.97	1680.00	-97.00	-2424.91	-48.00	-1199.96
16	1.80	495.49	1663.04	0.64	15.97	20.34	508.53
26	3.00	494.51	1651.73	9.34	233.62	12.64	315.97
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	241.55	1680.03	-97.00	-2424.91	-48.00	-1199.96
16	1.80	242.65	1663.07	0.64	15.97	20.34	508.53
26	3.00	243.38	1651.76	9.34	233.62	12.64	315.97
34	3.96	243.96	1642.71	7.35	183.73	4.33	108.18
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-44.34	-1108.08	-97.00	-2424.91	-45.70	-1142.54
16	1.80	-40.38	-1093.40	1.48	36.92	21.16	529.10
25	2.88	-37.99	-1085.13	9.70	242.40	13.91	347.63
101	12.00	0.00	-8.63	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	522.74	1679.96	-97.00	-2424.91	-45.70	-1142.54
16	1.80	521.00	1662.99	1.48	36.92	21.16	529.10
25	2.88	519.96	1652.82	9.70	242.40	13.91	347.63
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	239.20	1679.99	-97.00	-2424.91	-45.70	-1142.54
16	1.80	240.31	1663.02	1.48	36.92	21.16	529.10
25	2.88	240.98	1652.84	9.70	242.40	13.91	347.63
34	3.96	241.65	1642.66	7.45	186.28	4.23	105.63
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-16.34	-408.24	-65.33	-1633.15	-30.18	-754.50
16	1.80	-12.47	-402.83	1.21	30.33	14.47	361.71
25	2.88	-10.15	-399.79	6.63	165.68	9.40	235.09
101	12.00	17.66	-3.18	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	380.27	1680.04	-65.33	-1633.15	-30.18	-754.50
16	1.80	379.97	1663.07	1.21	30.33	14.47	361.71
25	2.88	379.78	1652.89	6.63	165.68	9.40	235.09
101	12.00	0.00	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	181.97	1680.05	-65.33	-1633.15	-30.18	-754.50
16	1.80	183.66	1663.09	1.21	30.33	14.47	361.71
25	2.88	184.67	1652.91	6.63	165.68	9.40	235.09
34	3.96	185.69	1642.73	5.04	126.12	2.82	70.47
101	12.00	0.00	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-0.19	-4.66	-73.33	-1833.15	-35.56	-888.92
16	1.80	3.84	-4.60	0.75	18.71	15.64	390.95
26	3.00	6.52	-4.56	7.17	179.22	9.59	239.68
101	12.00	49.96	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	403.82	1680.00	-73.33	-1833.15	-35.56	-888.92
16	1.80	403.28	1663.04	0.75	18.71	15.64	390.95
26	3.00	402.92	1651.73	7.17	179.22	9.59	239.68
101	12.00	0.00	14.12	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	201.81	1680.02	-73.33	-1833.15	-35.56	-888.92
16	1.80	203.31	1663.05	0.75	18.71	15.64	390.95
26	3.00	204.30	1651.74	7.17	179.22	9.59	239.68
34	3.96	205.10	1642.69	5.59	139.70	3.24	80.97
101	12.00	0.00	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	7.80	195.02	-66.81	-1670.35	-32.56	-813.98
16	1.80	11.25	192.43	0.62	15.59	14.19	354.80
26	3.00	13.54	190.82	6.51	162.73	8.73	218.21
34	3.96	15.38	189.59	5.08	127.12	2.96	73.96
101	12.00	0.00	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	372.01	1680.00	-66.81	-1670.35	-32.56	-813.98
16	1.80	371.79	1663.03	0.62	15.59	14.19	354.80
26	3.00	371.64	1651.73	6.51	162.73	8.73	218.21
101	12.00	0.00	14.12	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	189.91	1680.09	-66.81	-1670.35	-32.56	-813.98
16	1.80	191.52	1663.13	0.62	15.59	14.19	354.80
26	3.00	192.59	1651.82	6.51	162.73	8.73	218.21
34	3.96	193.45	1642.77	5.08	127.12	2.96	73.96
101	12.00	0.00	14.12	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	13.13	328.18	-62.47	-1561.82	-30.56	-764.03
16	1.80	16.52	323.83	0.54	13.51	13.23	330.70
26	3.00	18.78	321.12	6.07	151.73	8.16	203.90
34	3.96	20.59	319.05	4.75	118.73	2.77	69.28
101	12.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	350.80	1679.97	-62.47	-1561.82	-30.56	-764.03
16	1.80	350.79	1663.01	0.54	13.51	13.23	330.70
26	3.00	350.79	1651.70	6.07	151.73	8.16	203.90
101	12.00	0.00	14.11	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	181.97	1680.05	-62.47	-1561.82	-30.56	-764.03
16	1.80	183.66	1663.09	0.54	13.51	13.23	330.70
26	3.00	184.79	1651.78	6.07	151.73	8.16	203.90
34	3.96	185.69	1642.73	4.75	118.73	2.77	69.28
101	12.00	0.00	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-54.51	-1362.13	-79.45	-1986.37	-36.47	-911.72
16	1.80	-50.44	-1345.12	1.56	39.07	17.68	442.09
25	2.88	-48.00	-1335.00	8.10	202.48	11.45	286.32
101	12.00	0.00	-10.62	0.00	-0.01	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	433.73	1680.14	-79.45	-1986.37	-36.47	-911.72
16	1.80	432.89	1663.17	1.56	39.07	17.68	442.09
25	2.88	432.39	1652.99	8.10	202.48	11.45	286.32
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	189.61	1680.01	-79.45	-1986.37	-36.47	-911.72
16	1.80	191.23	1663.05	1.56	39.07	17.68	442.09
25	2.88	192.20	1652.87	8.10	202.48	11.45	286.32
34	3.96	193.16	1642.69	6.15	153.67	3.42	85.45
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

**Palo n° 1**



n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-50.95	-1273.23	-76.19	-1904.69	-35.15	-878.85
16	1.80	-46.92	-1256.46	1.43	35.77	16.89	422.25
25	2.88	-44.50	-1246.96	7.74	193.41	10.97	274.25
101	12.00	0.00	-9.92	0.00	-0.01	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	412.68	1679.96	-76.19	-1904.69	-35.15	-878.85
16	1.80	412.05	1663.00	1.43	35.77	16.89	422.25
25	2.88	411.67	1652.82	7.74	193.41	10.97	274.25
101	12.00	0.00	14.12	0.00	-0.01	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	180.86	1680.04	-76.19	-1904.69	-35.15	-878.85
16	1.80	182.57	1663.08	1.43	35.77	16.89	422.25
25	2.88	183.59	1652.90	7.74	193.41	10.97	274.25
34	3.96	184.61	1642.72	5.89	147.14	3.29	82.14
101	12.00	0.00	14.13	0.00	-0.01	0.00	0.00

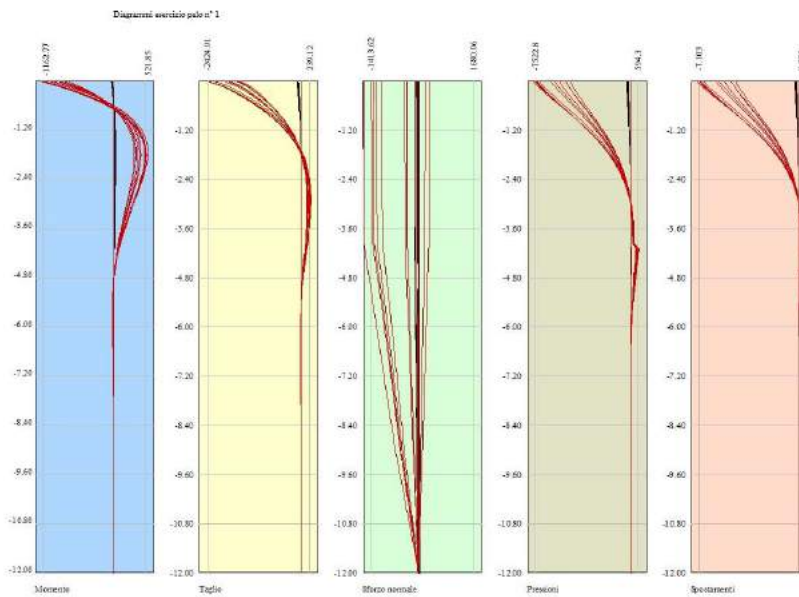


Fig. 17 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Involuppo)

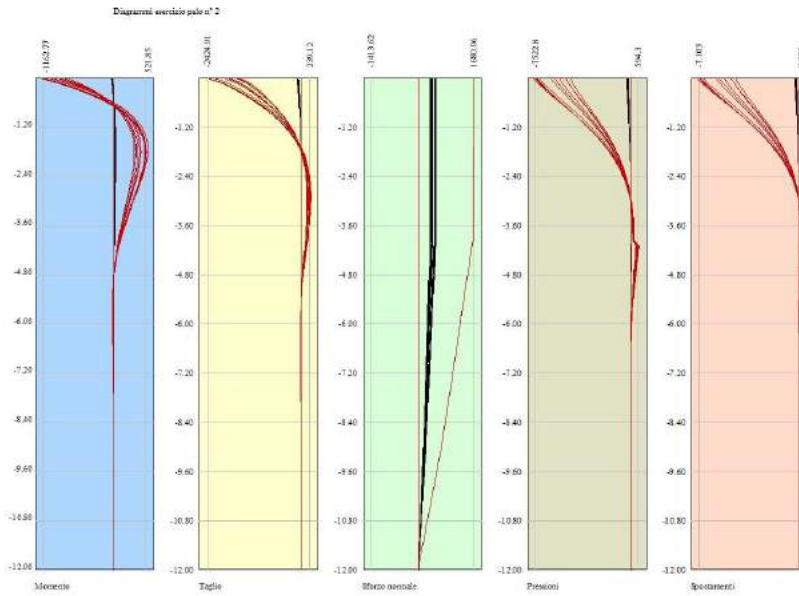


Fig. 18 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Involuppo)

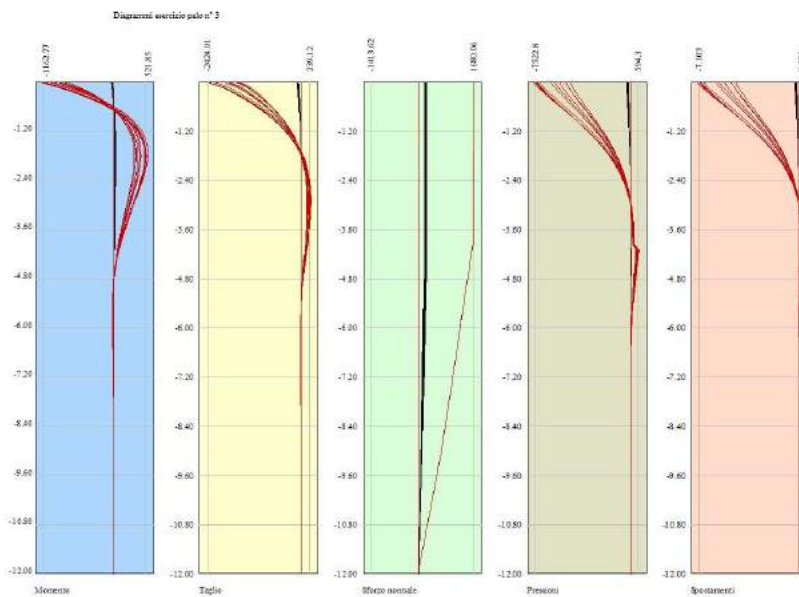


Fig. 19 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Involuppo)

**Verifiche strutturali**

*Verifiche a flessione*

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espressa in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]
- Mu momento ultimo espressa in [kNm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

n° indice sezione  
 Y ordinata sezione espressa in [m]  
 B larghezza sezione espresso in [cm]  
 H altezza sezione espressa in [cm]  
 Afi, Afs area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]  
 Mp, Mn momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]  
 Mu momento ultimi espresso in [kNm]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	6.03	12.06	9.50	6.86	184.73	6.86	21.565
2	100	41	6.03	12.06	10.38	7.86	190.19	7.86	20.136
3	100	42	6.03	12.06	11.35	8.88	195.67	8.88	18.778
4	100	43	6.03	12.06	12.42	9.92	201.18	9.92	17.502
5	100	44	6.03	12.06	13.59	10.98	206.70	10.98	16.309
6	100	45	6.03	12.06	14.88	12.07	212.24	12.07	15.201
7	100	46	6.03	12.06	16.28	13.19	217.81	13.19	14.176
8	100	47	6.03	12.06	17.79	14.33	223.39	14.33	13.231
9	100	48	6.03	12.06	19.43	15.49	228.99	15.49	12.360
10	100	49	6.03	12.06	21.19	16.68	234.61	16.68	11.559
11	100	50	6.03	12.06	23.09	17.90	240.25	17.90	10.823
12	100	51	6.03	12.06	25.12	19.14	245.92	19.14	10.147
13	100	52	6.03	12.06	27.29	20.40	251.60	20.40	9.525
14	100	53	6.03	12.06	29.61	21.69	257.30	21.69	8.953
15	100	54	6.03	12.06	32.08	23.00	263.02	23.00	8.427
16	100	55	6.03	12.06	34.70	24.33	268.76	24.33	7.942
17	100	56	6.03	12.06	37.48	25.69	274.53	25.69	7.496
18	100	57	6.03	12.06	40.42	27.08	280.31	27.08	7.083
19	100	58	6.03	12.06	43.53	28.49	286.12	28.49	6.702
20	100	59	6.03	12.06	46.81	29.92	291.94	29.92	6.349
21	100	60	6.03	12.06	44.91	40.80	260.79	40.80	5.914
22	100	61	6.03	12.06	49.78	42.72	266.12	42.72	5.433
23	100	62	6.03	12.06	54.96	44.68	271.48	44.68	5.011
24	100	63	6.03	12.06	60.45	46.68	276.87	46.68	4.639
25	100	64	6.03	12.06	66.25	48.70	282.28	48.70	4.310
26	100	65	6.03	12.06	72.36	50.76	287.73	50.76	4.017
27	100	66	6.03	12.06	78.80	52.84	293.20	52.84	3.755
28	100	67	6.03	12.06	84.56	42.28	295.01	42.28	3.518
29	100	68	6.03	12.06	91.61	43.93	300.34	43.93	3.303
30	100	69	6.03	12.06	99.01	45.61	305.70	45.61	3.108
31	100	70	6.03	12.06	106.75	47.32	311.07	47.32	2.932
32	100	71	6.03	12.06	114.84	49.05	316.47	49.05	2.771
33	100	72	6.03	12.06	123.29	50.80	321.90	50.80	2.624
34	100	73	6.03	12.06	132.11	52.58	327.35	52.58	2.489
35	100	74	6.03	12.06	141.29	54.38	332.82	54.38	2.365
36	100	75	6.03	12.06	150.85	56.20	338.32	56.20	2.251
37	100	76	6.03	12.06	160.79	58.05	343.84	58.05	2.145
38	100	77	6.03	12.06	171.12	59.93	349.40	59.93	2.048
39	100	78	6.03	12.06	181.84	61.83	354.97	61.83	1.957
40	100	79	6.03	12.06	192.96	63.75	360.58	63.75	1.873
41	100	80	6.03	12.06	204.48	65.70	366.21	65.70	1.795
42	100	81	6.03	12.06	216.42	67.68	371.87	67.68	1.722
43	100	82	6.03	12.06	228.77	69.68	377.55	69.68	1.653
44	100	83	6.03	12.06	241.54	71.70	383.26	71.70	1.589
45	100	84	6.03	12.06	254.74	73.74	389.00	73.74	1.529
46	100	85	6.03	12.06	268.37	75.82	394.77	75.82	1.473
47	100	86	6.03	12.06	282.45	77.91	400.57	77.91	1.420
48	100	87	6.03	12.06	296.97	80.03	406.40	80.03	1.370
49	100	88	6.03	12.06	311.94	82.18	412.25	82.18	1.323
50	100	89	6.03	12.06	327.37	84.35	418.14	84.35	1.278
51	100	90	6.03	12.06	343.26	86.54	424.05	86.54	1.236
52	100	91	6.03	12.06	359.62	88.76	430.00	88.76	1.196
53	100	92	6.03	12.06	376.46	91.00	435.98	91.00	1.159
54	100	93	6.03	12.06	393.77	93.27	441.98	93.27	1.123
55	100	94	6.03	12.06	411.58	95.56	448.02	95.56	1.089
56	100	95	6.03	12.06	429.87	97.88	454.09	97.88	1.056
57	100	96	6.03	30.91	448.67	100.22	1092.80	100.22	2.439
58	100	97	6.03	30.91	467.97	102.59	1106.14	102.59	2.367
59	100	98	6.03	30.91	487.78	104.98	1119.51	104.98	2.298
60	100	99	6.03	18.85	508.10	107.39	716.37	107.39	1.411
61	100	100	6.03	18.85	528.95	109.83	725.20	109.83	1.372
62	100	101	6.03	18.85	550.32	112.30	734.07	112.30	1.334
63	100	102	6.03	18.85	572.23	114.78	742.97	114.78	1.299

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
64	100	103	6.03	18.85	594.68	117.30	751.90	117.30	1.265

**Mensola valle**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	12.06	12.06	-0.10	0.00	-342.90	0.00	318.912
3	100	80	12.06	12.06	-0.39	0.00	-342.90	0.00	250.803
4	100	80	12.06	12.06	-0.88	0.00	-342.90	0.00	184.965
5	100	80	12.06	12.06	-1.56	0.00	-342.90	0.00	135.257

**Fondazione**

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-43-P	2.26	2.26	0.02	-21.39	-82.77	5.537 (4)
4-13-P	3.39	3.39	0.00	-37.46	-123.94	5.653 (2)
5-3-P	3.39	3.39	11.86	0.00	123.94	33.723 (2)
6-5-S	15.27	15.27	0.00	-272.06	-547.63	3.228 (2)
7-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.47	-637.41	3.731 (2)
8-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.28	-637.41	3.737 (2)
9-5-S	15.27	15.27	0.00	-274.99	-547.63	3.223 (2)
10-5-S	17.81	17.81	0.00	-274.24	-637.41	3.759 (2)
11-5-S	17.81	17.81	0.00	-273.97	-637.41	3.763 (2)
12-5-S	15.27	15.27	0.00	-274.21	-547.63	3.231 (2)
13-5-S	17.81	17.81	0.00	-274.87	-637.41	3.754 (2)
14-5-S	17.81	17.81	0.00	-276.45	-637.41	3.734 (2)
15-5-S	15.27	15.27	0.00	-276.43	-547.63	3.206 (2)
16-5-S	17.81	17.81	0.00	-272.01	-637.41	3.759 (2)

**Micropali**

Ip	Is	Ar	M	N	Mu	Nu	FS
		[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	1	81.13	48.00	-13.86	179.40	-13.86	3.795
2	1	81.13	48.00	496.97	180.09	496.97	3.809
3	1	81.13	48.00	241.55	181.95	241.55	3.849

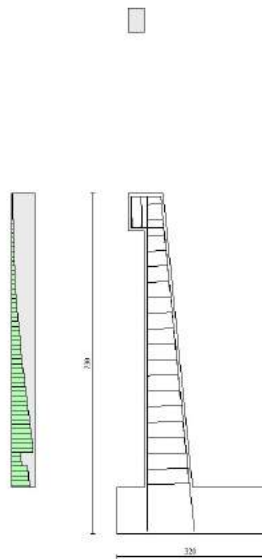


Fig. 20 - Paramento (Inviluppo)

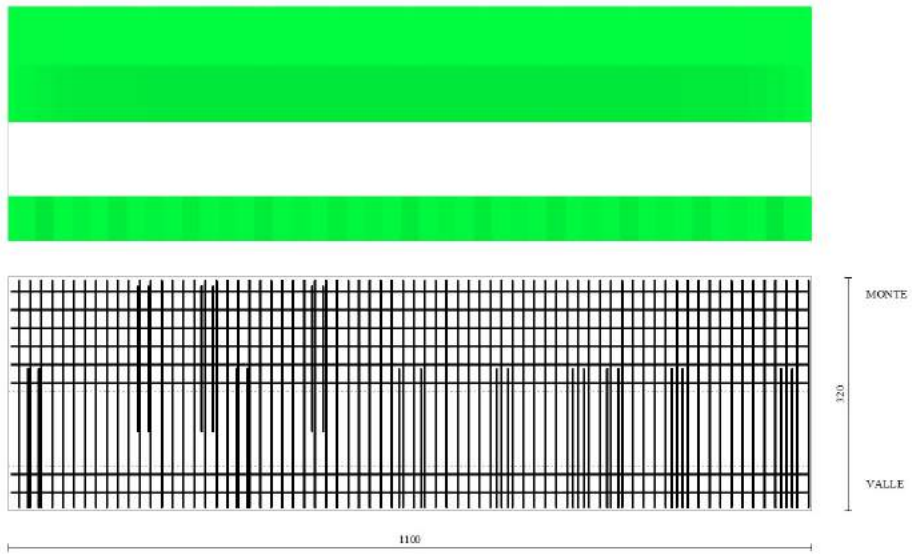


Fig. 21 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

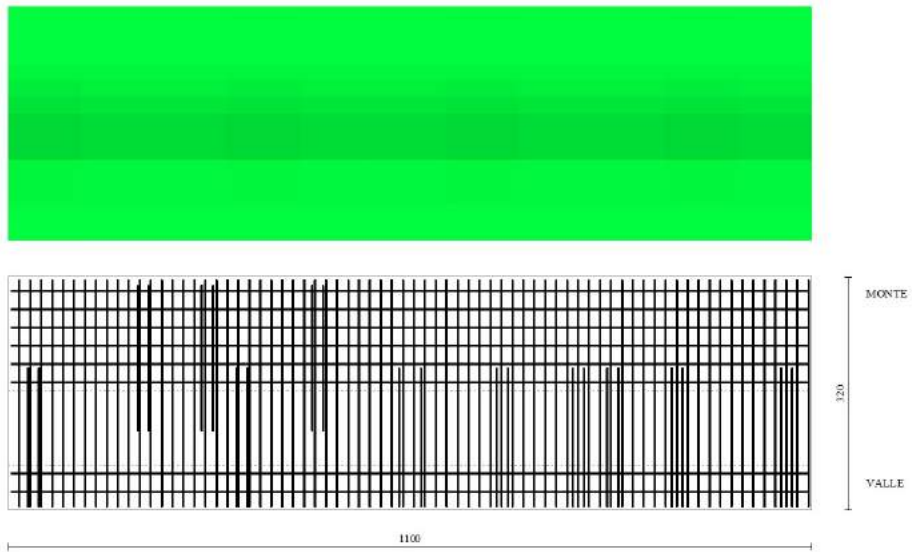


Fig. 22 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

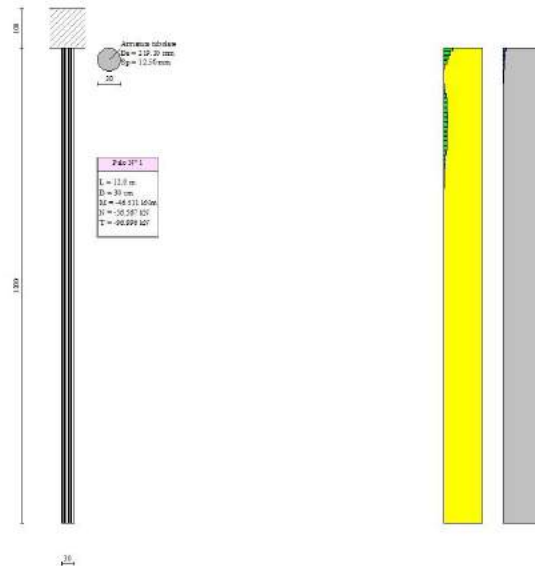


Fig. 23 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

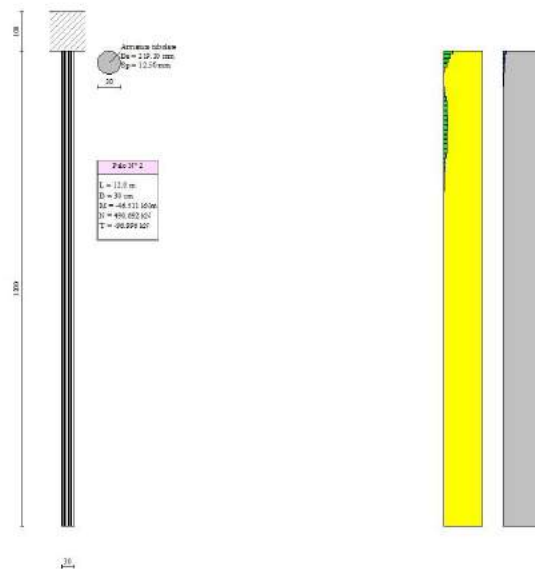


Fig. 24 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

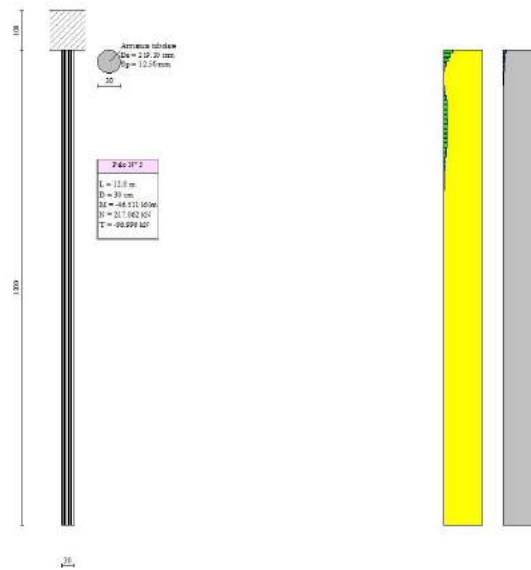


Fig. 25 - Pali (Palo n° 3) (Involuppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

- Is indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- A<sub>sw</sub> area ferri a taglio espresso in [cmq]
- cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
- V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
- V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).
- T taglio agente espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	192.52	8.30	23.195
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	195.11	9.18	21.256
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	197.67	10.10	19.566
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	200.22	11.07	18.086
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	202.74	12.08	16.780
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	205.24	13.14	15.623
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	207.72	14.24	14.590
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	210.18	15.38	13.666
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	212.63	16.57	12.833
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	215.05	17.80	12.081
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	217.46	19.07	10.888
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	219.85	20.39	9.865
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	222.23	21.76	9.013
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	224.59	23.18	8.293
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	226.94	24.66	7.675
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	229.27	26.19	7.140
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	231.60	27.77	6.672
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	233.90	29.40	6.259
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	236.20	31.08	5.893
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	238.48	32.81	5.565
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	240.75	34.58	5.270
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	243.01	36.40	5.003
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	245.26	38.27	4.761
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	247.50	40.19	4.540
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	249.73	42.16	4.337
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	251.95	44.18	4.151
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	254.16	46.25	3.979
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	256.36	48.37	3.821

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	258.55	70.39	3.673
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.74	73.73	3.536
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.36	77.14	3.414
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.50	80.60	3.306
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	269.63	84.12	3.205
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	272.77	87.69	3.110
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	275.89	91.33	3.021
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.02	95.02	2.936
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.15	98.77	2.857
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	102.57	2.781
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	288.39	106.44	2.710
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	291.51	110.36	2.642
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	294.63	114.33	2.577
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	297.74	118.37	2.515
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	300.86	122.46	2.457
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	303.97	126.61	2.401
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	307.08	130.82	2.347
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	310.19	135.09	2.296
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	313.30	139.41	2.247
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	316.41	143.79	2.201
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	319.52	148.23	2.156
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	322.62	152.72	2.113
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	325.73	157.27	2.071
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	328.83	161.88	2.031
53	100	92	0.00	--	0.00	0.00	331.94	166.55	1.993
54	100	93	0.00	--	0.00	0.00	335.04	171.27	1.956
55	100	94	0.00	--	0.00	0.00	338.14	176.06	1.921
56	100	95	0.00	--	0.00	0.00	341.25	180.90	1.886
57	100	96	0.00	--	0.00	0.00	398.71	185.79	2.146
58	100	97	0.00	--	0.00	0.00	401.19	190.75	2.103
59	100	98	0.00	--	0.00	0.00	403.67	195.76	2.062
60	100	99	0.00	--	0.00	0.00	357.89	200.83	1.782
61	100	100	0.00	--	0.00	0.00	360.09	205.95	1.748
62	100	101	0.00	--	0.00	0.00	362.30	211.14	1.716
63	100	102	0.00	--	0.00	0.00	364.50	216.38	1.685
64	100	103	0.00	--	0.00	0.00	366.69	221.68	1.654

### Mensola valle

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	2.23	135.686
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	4.46	67.843
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	6.69	45.229
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	8.92	33.921

### Fondazione

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	60	100	0.00	2.000	0.00	0.00	177.25	70.56	2.512 (1)
4-36-P	79	100	0.00	2.000	0.00	0.00	231.90	5.74	40.420 (1)
5-1-P	79	100	0.00	2.000	0.00	0.00	231.90	31.27	7.416 (1)
6-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	281.47	1.050 (1)
7-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	294.10	1.004 (1)
8-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	291.97	1.012 (1)
9-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	290.34	1.017 (1)
10-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.68	1.020 (1)
11-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.53	1.020 (1)
12-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	289.67	1.020 (1)
13-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	290.37	1.017 (1)
14-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	291.93	1.012 (1)
15-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	294.11	1.004 (1)
16-7-S	100	100	0.00	2.000	0.00	0.00	295.42	281.48	1.050 (1)

### Micropali

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica ( $A_{eff}$ ) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per  $2 / \pi$ .



<b>Ip</b>	<b>Is</b>	<b>A<sub>sw</sub></b> [cm]	<b>V<sub>rd</sub></b> [kN]	<b>T</b> [kN]	<b>FS</b>
1	1	51.65	1008.20	97.00	10.394
2	1	51.65	1008.20	97.00	10.394
3	1	51.65	1008.20	97.00	10.394

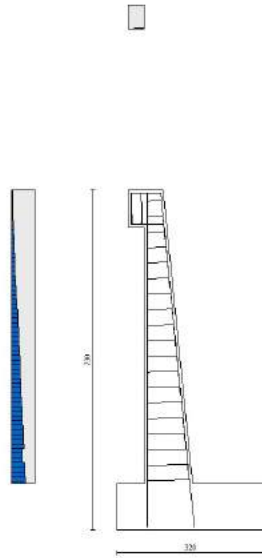


Fig. 26 - Paramento (Inviluppo)

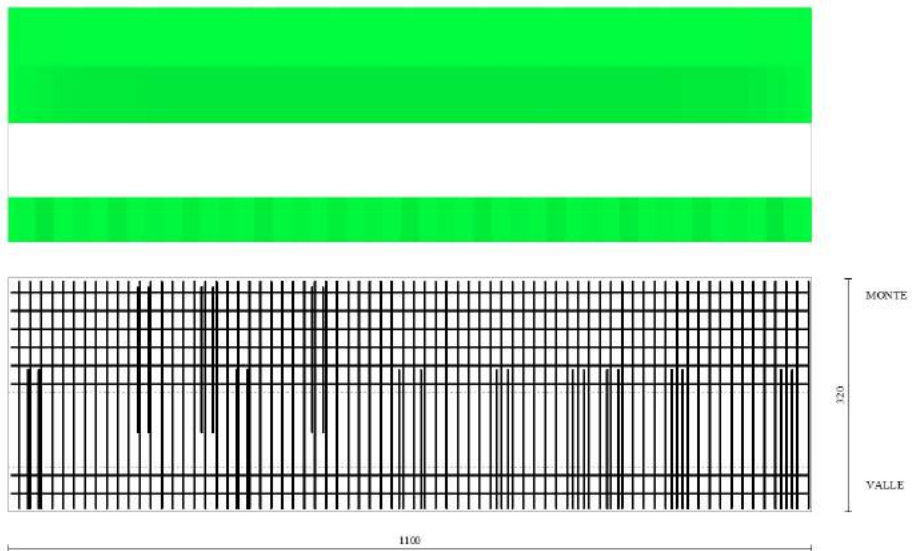


Fig. 27 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

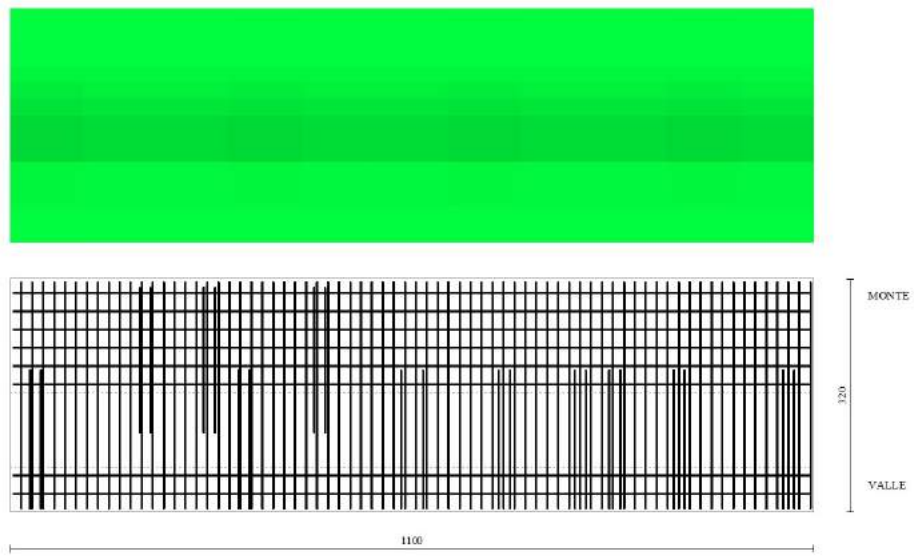


Fig. 28 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

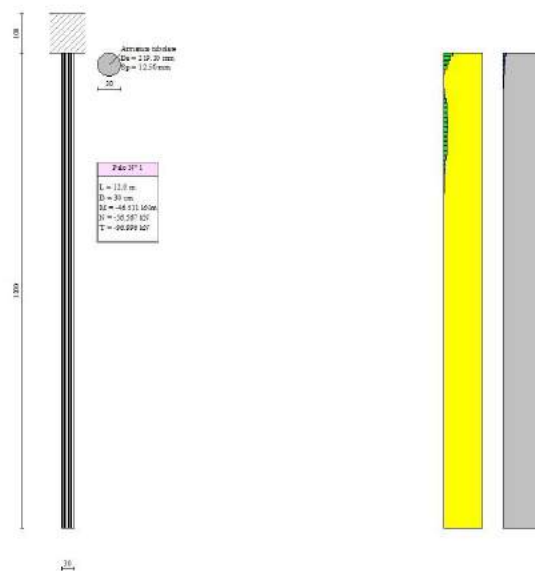


Fig. 29 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

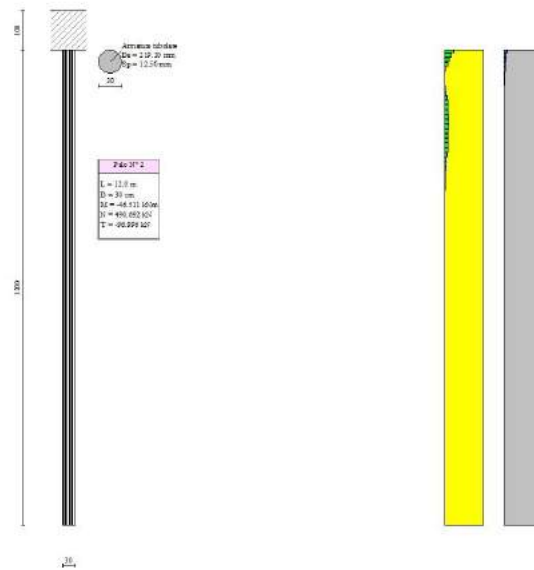


Fig. 30 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

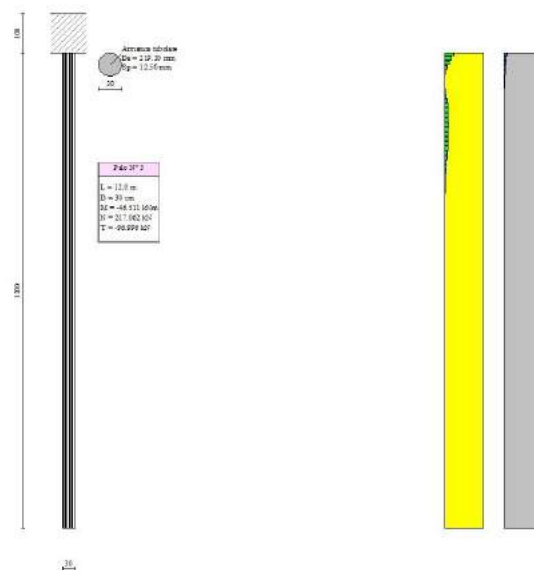


Fig. 31 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

### Verifica a punzonamento

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ <sub>y</sub> , ρ <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
d <sub>pc</sub> , d <sub>uc</sub>	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture

FS Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti  $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$ ,  $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$  e  $V_{Rd,cs}/V_{Ed,i}$ )

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (11)	818 (11)	825 (11)
2	100	41	6.03	12.06	1.27	7.86	73 (11)	671 (11)	850 (11)
3	100	42	6.03	12.06	1.48	8.88	81 (11)	763 (11)	949 (11)
4	100	43	6.03	12.06	1.83	9.92	97 (11)	1081 (11)	1119 (11)
5	100	44	6.03	12.06	2.33	10.98	120 (11)	1649 (11)	1353 (11)
6	100	45	6.03	12.06	2.98	12.07	149 (11)	2491 (11)	1644 (11)
7	100	46	6.03	12.06	3.79	13.19	184 (11)	3609 (11)	1984 (11)
8	100	47	6.03	12.06	4.76	14.33	224 (11)	4999 (11)	2367 (11)
9	100	48	6.03	12.06	5.90	15.49	269 (11)	6648 (11)	2791 (11)
10	100	49	6.03	12.06	7.21	16.68	318 (11)	8546 (11)	3254 (11)
11	100	50	6.03	12.06	8.70	17.90	370 (11)	10683 (11)	3752 (11)
12	100	51	6.03	12.06	10.36	19.14	427 (11)	13048 (11)	4286 (11)
13	100	52	6.03	12.06	12.21	20.40	486 (11)	15636 (11)	4853 (11)
14	100	53	6.03	12.06	14.25	21.69	549 (11)	18437 (11)	5452 (11)
15	100	54	6.03	12.06	16.48	23.00	614 (11)	21445 (11)	6082 (11)
16	100	55	6.03	12.06	18.92	24.33	682 (11)	24656 (11)	6743 (11)
17	100	56	6.03	12.06	21.55	25.69	753 (11)	28063 (11)	7432 (11)
18	100	57	6.03	12.06	24.39	27.08	826 (11)	31661 (11)	8149 (11)
19	100	58	6.03	12.06	27.44	28.49	901 (11)	35447 (11)	8894 (11)
20	100	59	6.03	12.06	30.71	29.92	978 (11)	39417 (11)	9665 (11)
21	100	60	6.03	12.06	34.20	31.38	1058 (11)	43566 (11)	10461 (11)
22	100	61	6.03	12.06	37.92	32.86	1139 (11)	47891 (11)	11281 (11)
23	100	62	6.03	12.06	41.87	34.37	1222 (11)	52389 (11)	12126 (11)
24	100	63	6.03	12.06	46.05	35.90	1307 (11)	57057 (11)	12993 (11)
25	100	64	6.03	12.06	50.47	37.46	1393 (11)	61892 (11)	13883 (11)
26	100	65	6.03	12.06	55.13	39.04	1481 (11)	66893 (11)	14795 (11)
27	100	66	6.03	12.06	60.04	40.65	1571 (11)	72056 (11)	15728 (11)
28	100	67	6.03	12.06	65.21	42.28	1662 (11)	77379 (11)	16681 (11)
29	100	68	6.03	12.06	70.63	43.93	1755 (11)	82860 (11)	17655 (11)
30	100	69	6.03	12.06	76.32	45.61	1849 (11)	88498 (11)	18649 (11)
31	100	70	6.03	12.06	82.27	47.32	1944 (11)	94291 (11)	19661 (11)
32	100	71	6.03	12.06	88.49	49.05	2040 (11)	100236 (11)	20692 (11)
33	100	72	6.03	12.06	94.98	50.80	2138 (11)	106332 (11)	21742 (11)
34	100	73	6.03	12.06	101.76	52.58	2237 (11)	112579 (11)	22809 (11)
35	100	74	6.03	12.06	108.82	54.38	2337 (11)	118973 (11)	23893 (11)
36	100	75	6.03	12.06	116.17	56.20	2438 (11)	125515 (11)	24995 (11)
37	100	76	6.03	12.06	123.82	58.05	2541 (11)	132203 (11)	26113 (11)
38	100	77	6.03	12.06	131.76	59.93	2644 (11)	139035 (11)	27248 (11)
39	100	78	6.03	12.06	140.00	61.83	2748 (11)	146011 (11)	28399 (11)
40	100	79	6.03	12.06	148.55	63.75	2854 (11)	153129 (11)	29565 (11)
41	100	80	6.03	12.06	157.42	65.70	2960 (11)	160389 (11)	30747 (11)
42	100	81	6.03	12.06	166.60	67.68	3067 (11)	167789 (11)	31944 (11)
43	100	82	6.03	12.06	176.10	69.68	3176 (11)	175330 (11)	33156 (11)
44	100	83	6.03	12.06	185.93	71.70	3285 (11)	183009 (11)	34382 (11)
45	100	84	6.03	12.06	196.08	73.74	3395 (11)	190826 (11)	35623 (11)
46	100	85	6.03	12.06	206.57	75.82	3506 (11)	198780 (11)	36878 (11)
47	100	86	6.03	12.06	217.40	77.91	3618 (11)	206871 (11)	38147 (11)
48	100	87	6.03	12.06	228.58	80.03	3731 (11)	215098 (11)	39429 (11)
49	100	88	6.03	12.06	240.10	82.18	3844 (11)	223461 (11)	40725 (11)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
50	100	89	6.03	12.06	251.97	84.35	3958 (11)	231958 (11)	42034 (11)
51	100	90	6.03	12.06	264.20	86.54	4074 (11)	240589 (11)	43357 (11)
52	100	91	6.03	12.06	276.80	88.76	4190 (11)	249353 (11)	44692 (11)
53	100	92	6.03	12.06	289.75	91.00	4306 (11)	258251 (11)	46040 (11)
54	100	93	6.03	12.06	303.08	93.27	4424 (11)	267281 (11)	47401 (11)
55	100	94	6.03	12.06	316.79	95.56	4542 (11)	276443 (11)	48774 (11)
56	100	95	6.03	12.06	330.88	97.88	4661 (11)	285736 (11)	50159 (11)
57	100	96	6.03	30.91	345.35	100.22	3343 (11)	120305 (11)	40783 (11)
58	100	97	6.03	30.91	360.20	102.59	3426 (11)	124166 (11)	41842 (11)
59	100	98	6.03	30.91	375.46	104.98	3508 (11)	128079 (11)	42907 (11)
60	100	99	6.03	18.85	391.11	107.39	4315 (11)	211314 (11)	50043 (11)
61	100	100	6.03	18.85	407.16	109.83	4417 (11)	217772 (11)	51305 (11)
62	100	101	6.03	18.85	423.62	112.30	4519 (11)	224313 (11)	52575 (11)
63	100	102	6.03	18.85	440.49	114.78	4622 (11)	230937 (11)	53855 (11)
64	100	103	6.03	18.85	457.78	117.30	4726 (11)	237644 (11)	55144 (11)

### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (11)	13 (11)	88 (11)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (11)	51 (11)	354 (11)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (11)	114 (11)	796 (11)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (11)	203 (11)	1416 (11)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	100	2.26	2.26	0.01	-17.27	593 (14)	4247 (14)	79499 (14)
4-13-P	79	100	3.39	3.39	0.00	-27.15	690 (14)	5256 (14)	86343 (14)
5-32-P	79	100	3.39	3.39	2.15	-3.70	93 (14)	8218 (14)	11680 (14)
6-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.30	2207 (14)	23543 (14)	148635 (14)
7-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.52	2067 (14)	22571 (14)	129225 (14)
8-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.27	2065 (14)	22545 (14)	129076 (14)
9-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-206.40	2220 (14)	23677 (14)	149481 (14)
10-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.91	2051 (14)	22398 (14)	128231 (14)
11-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.72	2049 (14)	22377 (14)	128113 (14)
12-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.88	2214 (14)	23617 (14)	149104 (14)
13-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-206.29	2055 (14)	22439 (14)	128465 (14)
14-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.42	2066 (14)	22561 (14)	129165 (14)
15-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-207.48	2231 (14)	23800 (14)	150259 (14)
16-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.24	2044 (14)	22318 (14)	127773 (14)

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (12)	818 (12)	825 (12)
2	100	41	6.03	12.06	1.26	7.86	72 (12)	648 (12)	843 (12)
3	100	42	6.03	12.06	1.42	8.88	78 (12)	676 (12)	920 (12)
4	100	43	6.03	12.06	1.71	9.92	90 (12)	877 (12)	1055 (12)
5	100	44	6.03	12.06	2.12	10.98	108 (12)	1263 (12)	1244 (12)
6	100	45	6.03	12.06	2.65	12.07	131 (12)	1857 (12)	1483 (12)
7	100	46	6.03	12.06	3.31	13.19	159 (12)	2673 (12)	1766 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
8	100	47	6.03	12.06	4.11	14.33	192 (12)	3712 (12)	2089 (12)
9	100	48	6.03	12.06	5.05	15.49	228 (12)	4971 (12)	2448 (12)
10	100	49	6.03	12.06	6.14	16.68	269 (12)	6442 (12)	2840 (12)
11	100	50	6.03	12.06	7.37	17.90	312 (12)	8119 (12)	3263 (12)
12	100	51	6.03	12.06	8.76	19.14	359 (12)	9994 (12)	3717 (12)
13	100	52	6.03	12.06	10.30	20.40	409 (12)	12063 (12)	4200 (12)
14	100	53	6.03	12.06	12.01	21.69	462 (12)	14318 (12)	4712 (12)
15	100	54	6.03	12.06	13.89	23.00	517 (12)	16756 (12)	5251 (12)
16	100	55	6.03	12.06	15.93	24.33	574 (12)	19373 (12)	5816 (12)
17	100	56	6.03	12.06	18.16	25.69	634 (12)	22164 (12)	6407 (12)
18	100	57	6.03	12.06	20.56	27.08	696 (12)	25125 (12)	7024 (12)
19	100	58	6.03	12.06	23.15	28.49	760 (12)	28255 (12)	7665 (12)
20	100	59	6.03	12.06	25.93	29.92	827 (12)	31549 (12)	8329 (12)
21	100	60	6.03	12.06	28.90	31.38	895 (12)	35005 (12)	9017 (12)
22	100	61	6.03	12.06	32.08	32.86	964 (12)	38622 (12)	9727 (12)
23	100	62	6.03	12.06	35.45	34.37	1036 (12)	42395 (12)	10459 (12)
24	100	63	6.03	12.06	39.04	35.90	1109 (12)	46324 (12)	11213 (12)
25	100	64	6.03	12.06	42.84	37.46	1184 (12)	50407 (12)	11987 (12)
26	100	65	6.03	12.06	46.85	39.04	1261 (12)	54640 (12)	12782 (12)
27	100	66	6.03	12.06	51.09	40.65	1339 (12)	59024 (12)	13597 (12)
28	100	67	6.03	12.06	55.55	42.28	1418 (12)	63557 (12)	14432 (12)
29	100	68	6.03	12.06	60.24	43.93	1499 (12)	68236 (12)	15285 (12)
30	100	69	6.03	12.06	65.17	45.61	1581 (12)	73061 (12)	16158 (12)
31	100	70	6.03	12.06	70.34	47.32	1665 (12)	78030 (12)	17048 (12)
32	100	71	6.03	12.06	75.75	49.05	1750 (12)	83142 (12)	17957 (12)
33	100	72	6.03	12.06	81.41	50.80	1836 (12)	88396 (12)	18883 (12)
34	100	73	6.03	12.06	87.33	52.58	1923 (12)	93791 (12)	19826 (12)
35	100	74	6.03	12.06	93.50	54.38	2011 (12)	99325 (12)	20786 (12)
36	100	75	6.03	12.06	99.94	56.20	2101 (12)	104999 (12)	21763 (12)
37	100	76	6.03	12.06	106.64	58.05	2192 (12)	110811 (12)	22756 (12)
38	100	77	6.03	12.06	113.62	59.93	2284 (12)	116760 (12)	23765 (12)
39	100	78	6.03	12.06	120.87	61.83	2376 (12)	122846 (12)	24790 (12)
40	100	79	6.03	12.06	128.40	63.75	2470 (12)	129067 (12)	25831 (12)
41	100	80	6.03	12.06	136.22	65.70	2565 (12)	135424 (12)	26886 (12)
42	100	81	6.03	12.06	144.32	67.68	2661 (12)	141915 (12)	27957 (12)
43	100	82	6.03	12.06	152.72	69.68	2758 (12)	148539 (12)	29043 (12)
44	100	83	6.03	12.06	161.42	71.70	2856 (12)	155297 (12)	30143 (12)
45	100	84	6.03	12.06	170.43	73.74	2955 (12)	162187 (12)	31257 (12)
46	100	85	6.03	12.06	179.74	75.82	3055 (12)	169210 (12)	32386 (12)
47	100	86	6.03	12.06	189.36	77.91	3156 (12)	176363 (12)	33528 (12)
48	100	87	6.03	12.06	199.30	80.03	3258 (12)	183648 (12)	34685 (12)
49	100	88	6.03	12.06	209.57	82.18	3360 (12)	191064 (12)	35855 (12)
50	100	89	6.03	12.06	220.16	84.35	3464 (12)	198610 (12)	37038 (12)
51	100	90	6.03	12.06	231.08	86.54	3568 (12)	206285 (12)	38235 (12)
52	100	91	6.03	12.06	242.33	88.76	3673 (12)	214090 (12)	39444 (12)
53	100	92	6.03	12.06	253.92	91.00	3779 (12)	222023 (12)	40667 (12)
54	100	93	6.03	12.06	265.86	93.27	3886 (12)	230085 (12)	41902 (12)
55	100	94	6.03	12.06	278.15	95.56	3994 (12)	238276 (12)	43150 (12)
56	100	95	6.03	12.06	290.79	97.88	4102 (12)	246594 (12)	44410 (12)
57	100	96	6.03	30.91	303.79	100.22	2951 (12)	104162 (12)	36111 (12)
58	100	97	6.03	30.91	317.15	102.59	3026 (12)	107630 (12)	37078 (12)
59	100	98	6.03	30.91	330.88	104.98	3102 (12)	111149 (12)	38052 (12)
60	100	99	6.03	18.85	344.98	107.39	3814 (12)	183392 (12)	44417 (12)
61	100	100	6.03	18.85	359.45	109.83	3908 (12)	189208 (12)	45571 (12)
62	100	101	6.03	18.85	374.31	112.30	4002 (12)	195106 (12)	46736 (12)
63	100	102	6.03	18.85	389.55	114.78	4096 (12)	201085 (12)	47909 (12)
64	100	103	6.03	18.85	405.18	117.30	4191 (12)	207146 (12)	49092 (12)

Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo  
Tensione massima di trazione dell'acciaio

33200 [kPa]  
450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (12)	13 (12)	88 (12)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (12)	51 (12)	354 (12)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (12)	114 (12)	796 (12)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (12)	203 (12)	1416 (12)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	100	2.26	2.26	0.01	-17.27	593 (14)	4247 (14)	79499 (14)
4-13-P	79	100	3.39	3.39	0.00	-27.15	690 (14)	5256 (14)	86343 (14)
5-32-P	79	100	3.39	3.39	2.15	-3.70	93 (14)	8218 (14)	11680 (14)
6-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.30	2207 (14)	23543 (14)	148635 (14)
7-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.52	2067 (14)	22571 (14)	129225 (14)
8-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.27	2065 (14)	22545 (14)	129076 (14)
9-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-206.40	2220 (14)	23677 (14)	149481 (14)
10-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.91	2051 (14)	22398 (14)	128231 (14)
11-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.72	2049 (14)	22377 (14)	128113 (14)
12-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.88	2214 (14)	23617 (14)	149104 (14)
13-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-206.29	2055 (14)	22439 (14)	128465 (14)
14-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.42	2066 (14)	22561 (14)	129165 (14)
15-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-207.48	2231 (14)	23800 (14)	150259 (14)
16-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.24	2044 (14)	22318 (14)	127773 (14)

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.23	7.03	75 (14)	838 (14)	846 (14)
2	100	41	6.03	12.06	1.30	8.03	75 (14)	682 (14)	868 (14)
3	100	42	6.03	12.06	1.49	9.05	82 (14)	754 (14)	960 (14)
4	100	43	6.03	12.06	1.82	10.09	96 (14)	1034 (14)	1118 (14)
5	100	44	6.03	12.06	2.29	11.15	118 (14)	1545 (14)	1339 (14)
6	100	45	6.03	12.06	2.91	12.24	145 (14)	2310 (14)	1614 (14)
7	100	46	6.03	12.06	3.68	13.36	178 (14)	3337 (14)	1937 (14)
8	100	47	6.03	12.06	4.60	14.50	216 (14)	4622 (14)	2303 (14)
9	100	48	6.03	12.06	5.68	15.66	258 (14)	6157 (14)	2709 (14)
10	100	49	6.03	12.06	6.93	16.85	305 (14)	7931 (14)	3151 (14)
11	100	50	6.03	12.06	8.34	18.07	355 (14)	9936 (14)	3629 (14)
12	100	51	6.03	12.06	9.93	19.31	409 (14)	12163 (14)	4140 (14)
13	100	52	6.03	12.06	11.70	20.57	465 (14)	14605 (14)	4684 (14)
14	100	53	6.03	12.06	13.64	21.86	525 (14)	17255 (14)	5259 (14)
15	100	54	6.03	12.06	15.78	23.17	588 (14)	20107 (14)	5864 (14)
16	100	55	6.03	12.06	18.11	24.50	653 (14)	23156 (14)	6499 (14)
17	100	56	6.03	12.06	20.63	25.86	721 (14)	26397 (14)	7162 (14)
18	100	57	6.03	12.06	23.35	27.25	791 (14)	29826 (14)	7853 (14)
19	100	58	6.03	12.06	26.28	28.66	863 (14)	33439 (14)	8570 (14)
20	100	59	6.03	12.06	29.43	30.09	938 (14)	37233 (14)	9313 (14)
21	100	60	6.03	12.06	32.78	31.55	1014 (14)	41203 (14)	10081 (14)
22	100	61	6.03	12.06	36.36	33.03	1092 (14)	45347 (14)	10874 (14)
23	100	62	6.03	12.06	40.16	34.54	1173 (14)	49662 (14)	11690 (14)
24	100	63	6.03	12.06	44.19	36.07	1255 (14)	54146 (14)	12529 (14)
25	100	64	6.03	12.06	48.45	37.63	1338 (14)	58795 (14)	13390 (14)
26	100	65	6.03	12.06	52.96	39.21	1424 (14)	63608 (14)	14274 (14)
27	100	66	6.03	12.06	57.70	40.82	1511 (14)	68583 (14)	15178 (14)
28	100	67	6.03	12.06	62.70	42.45	1599 (14)	73717 (14)	16104 (14)
29	100	68	6.03	12.06	67.94	44.10	1689 (14)	79009 (14)	17049 (14)
30	100	69	6.03	12.06	73.45	45.78	1780 (14)	84457 (14)	18015 (14)
31	100	70	6.03	12.06	79.21	47.49	1873 (14)	90060 (14)	18999 (14)
32	100	71	6.03	12.06	85.24	49.22	1966 (14)	95815 (14)	20003 (14)
33	100	72	6.03	12.06	91.55	50.97	2062 (14)	101722 (14)	21025 (14)
34	100	73	6.03	12.06	98.12	52.75	2158 (14)	107778 (14)	22064 (14)
35	100	74	6.03	12.06	104.98	54.55	2256 (14)	113984 (14)	23122 (14)
36	100	75	6.03	12.06	112.13	56.37	2354 (14)	120338 (14)	24197 (14)
37	100	76	6.03	12.06	119.56	58.22	2454 (14)	126838 (14)	25289 (14)
38	100	77	6.03	12.06	127.29	60.10	2555 (14)	133483 (14)	26397 (14)
39	100	78	6.03	12.06	135.32	62.00	2657 (14)	140273 (14)	27522 (14)
40	100	79	6.03	12.06	143.65	63.92	2761 (14)	147207 (14)	28663 (14)
41	100	80	6.03	12.06	152.29	65.87	2865 (14)	154283 (14)	29820 (14)
42	100	81	6.03	12.06	161.24	67.85	2970 (14)	161501 (14)	30992 (14)
43	100	82	6.03	12.06	170.51	69.85	3076 (14)	168861 (14)	32179 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
44	100	83	6.03	12.06	180.11	71.87	3183 (14)	176360 (14)	33382 (14)
45	100	84	6.03	12.06	190.03	73.91	3291 (14)	183999 (14)	34599 (14)
46	100	85	6.03	12.06	200.28	75.99	3400 (14)	191778 (14)	35831 (14)
47	100	86	6.03	12.06	210.87	78.08	3510 (14)	199694 (14)	37077 (14)
48	100	87	6.03	12.06	221.80	80.20	3621 (14)	207748 (14)	38337 (14)
49	100	88	6.03	12.06	233.07	82.35	3733 (14)	215939 (14)	39611 (14)
50	100	89	6.03	12.06	244.70	84.52	3845 (14)	224267 (14)	40898 (14)
51	100	90	6.03	12.06	256.68	86.71	3959 (14)	232731 (14)	42200 (14)
52	100	91	6.03	12.06	269.02	88.93	4073 (14)	241330 (14)	43514 (14)
53	100	92	6.03	12.06	281.72	91.17	4188 (14)	250064 (14)	44842 (14)
54	100	93	6.03	12.06	294.80	93.44	4304 (14)	258933 (14)	46182 (14)
55	100	94	6.03	12.06	308.25	95.73	4421 (14)	267936 (14)	47536 (14)
56	100	95	6.03	12.06	322.07	98.05	4539 (14)	277072 (14)	48902 (14)
57	100	96	6.03	30.91	336.28	100.39	3258 (14)	116759 (14)	39768 (14)
58	100	97	6.03	30.91	350.88	102.76	3339 (14)	120559 (14)	40813 (14)
59	100	98	6.03	30.91	365.87	105.15	3421 (14)	124413 (14)	41867 (14)
60	100	99	6.03	18.85	381.25	107.56	4208 (14)	205308 (14)	48846 (14)
61	100	100	6.03	18.85	397.04	110.00	4309 (14)	211672 (14)	50093 (14)
62	100	101	6.03	18.85	413.23	112.47	4410 (14)	218121 (14)	51350 (14)
63	100	102	6.03	18.85	429.84	114.95	4512 (14)	224654 (14)	52616 (14)
64	100	103	6.03	18.85	446.86	117.47	4615 (14)	231272 (14)	53892 (14)

### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (14)	13 (14)	91 (14)
3	100	80	12.06	12.06	-0.31	0.00	5 (14)	52 (14)	363 (14)
4	100	80	12.06	12.06	-0.69	0.00	12 (14)	117 (14)	816 (14)
5	100	80	12.06	12.06	-1.23	0.00	22 (14)	208 (14)	1451 (14)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	100	2.26	2.26	0.01	-17.27	593 (14)	4247 (14)	79499 (14)
4-13-P	79	100	3.39	3.39	0.00	-27.15	690 (14)	5256 (14)	86343 (14)
5-32-P	79	100	3.39	3.39	2.15	-3.70	93 (14)	8218 (14)	11680 (14)
6-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.30	2207 (14)	23543 (14)	148635 (14)
7-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.52	2067 (14)	22571 (14)	129225 (14)
8-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.27	2065 (14)	22545 (14)	129076 (14)
9-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-206.40	2220 (14)	23677 (14)	149481 (14)
10-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.91	2051 (14)	22398 (14)	128231 (14)
11-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.72	2049 (14)	22377 (14)	128113 (14)
12-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-205.88	2214 (14)	23617 (14)	149104 (14)
13-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-206.29	2055 (14)	22439 (14)	128465 (14)
14-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-207.42	2066 (14)	22561 (14)	129165 (14)
15-5-S	100	100	15.27	15.27	0.00	-207.48	2231 (14)	23800 (14)	150259 (14)
16-5-S	100	100	17.81	17.81	0.00	-205.24	2044 (14)	22318 (14)	127773 (14)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]



## Combinazioni SLEF

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	12.06	1250.00	1.26	174.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	12.06	1250.00	1.42	186.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	12.06	1250.00	1.71	188.21	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	12.06	1250.00	2.12	185.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	12.06	1250.00	2.65	182.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	12.06	1250.00	3.31	179.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	12.06	1250.00	4.11	179.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	12.06	1250.00	5.05	179.63	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	12.06	1250.00	6.14	181.26	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	12.06	1250.00	7.37	183.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	12.06	1250.00	8.76	187.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	12.06	1250.00	10.30	190.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	12.06	1250.00	12.01	195.11	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	12.06	1250.00	13.89	199.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	12.06	1250.00	15.93	204.81	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	12.06	1250.00	18.16	210.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	12.06	1250.00	20.56	215.70	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	12.06	1250.00	23.15	221.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	12.06	1250.00	25.93	227.53	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	12.06	1250.00	28.90	233.75	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	12.06	1250.00	32.08	240.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	12.06	1250.00	35.45	246.73	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	12.06	1250.00	39.04	253.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	12.06	1250.00	42.84	260.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	12.06	1250.00	46.85	267.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	12.06	1250.00	51.09	274.57	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	67	12.06	1250.00	55.55	281.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	12.06	1250.00	60.24	289.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	12.06	1250.00	65.17	296.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	12.06	1250.00	70.34	304.67	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	12.06	1250.00	75.75	312.52	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	12.06	1250.00	81.41	320.49	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	12.06	1250.00	87.33	328.59	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	12.06	1250.00	93.50	336.81	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	12.06	1250.00	99.94	345.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	12.06	1250.00	106.64	353.61	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	12.06	1250.00	113.62	362.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	78	12.06	1250.00	120.87	370.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	12.06	1250.00	128.40	379.69	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	12.06	1250.00	136.22	388.62	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	12.06	1250.00	144.32	397.66	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	12.06	1250.00	152.72	406.82	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	161.42	416.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	170.43	425.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	179.74	434.97	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	189.36	444.58	0.0000	0.00	0.000 (12)
48	100	87	12.06	1250.00	199.30	454.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
49	100	88	12.06	1250.00	209.57	464.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
50	100	89	12.06	1250.00	220.16	474.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
51	100	90	12.06	1250.00	231.08	484.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
52	100	91	12.06	1250.00	242.33	494.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
53	100	92	12.06	1250.00	253.92	504.59	0.0000	0.00	0.000 (12)
54	100	93	12.06	1250.00	265.86	514.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
55	100	94	12.06	1250.00	278.15	525.48	0.0000	0.00	0.000 (12)
56	100	95	12.06	1250.00	290.79	536.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
57	100	96	30.91	1250.00	303.79	595.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
58	100	97	30.91	1250.00	317.15	607.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
59	100	98	30.91	1250.00	330.88	618.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
60	100	99	18.85	1250.00	344.98	598.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
61	100	100	18.85	1250.00	359.45	609.39	0.0000	0.00	0.000 (12)
62	100	101	18.85	1250.00	374.31	620.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
63	100	102	18.85	1250.00	389.55	632.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
64	100	103	18.85	1250.00	405.18	644.17	0.0000	0.00	0.000 (12)

Mensola valleApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)

Piastra fondazioneApertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$ 

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	100	2.26	750.00	1.47	265.33	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	79	100	3.39	981.25	-3.25	348.51	0.0000	0.00	0.000
5-1-P	79	100	3.39	981.25	-0.35	348.51	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	100	15.27	1250.00	-1.21	478.30	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.54	486.28	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.52	478.30	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.54	486.28	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.51	478.30	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.51	486.28	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.48	478.30	0.0000	0.00	0.000
16-1-S	100	100	17.81	1250.00	-1.22	486.28	0.0000	0.00	0.000

**Combinazioni SLEQ**ParamentoApertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	12.06	1250.00	1.25	175.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	12.06	1250.00	1.39	190.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	12.06	1250.00	1.63	195.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	12.06	1250.00	1.97	194.24	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	12.06	1250.00	2.43	191.41	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	12.06	1250.00	3.00	188.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	12.06	1250.00	3.68	187.58	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	12.06	1250.00	4.49	187.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	12.06	1250.00	5.42	188.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	12.06	1250.00	6.49	190.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	12.06	1250.00	7.69	193.31	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	12.06	1250.00	9.03	196.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	12.06	1250.00	10.52	200.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	12.06	1250.00	12.16	205.04	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	12.06	1250.00	13.95	209.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	12.06	1250.00	15.90	214.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	12.06	1250.00	18.01	220.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	12.06	1250.00	20.29	225.93	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	12.06	1250.00	22.74	231.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	12.06	1250.00	25.37	237.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	12.06	1250.00	28.18	244.18	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	12.06	1250.00	31.18	250.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	12.06	1250.00	34.37	257.30	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	12.06	1250.00	37.75	264.11	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	12.06	1250.00	41.33	271.08	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	12.06	1250.00	45.11	278.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	12.06	1250.00	49.11	285.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	12.06	1250.00	53.32	292.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	12.06	1250.00	57.74	300.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	12.06	1250.00	62.39	308.10	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	12.06	1250.00	67.26	315.91	0.0000	0.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
33	100	72	12.06	1250.00	72.37	323.85	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	12.06	1250.00	77.71	331.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	12.06	1250.00	83.29	340.11	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	12.06	1250.00	89.12	348.43	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	12.06	1250.00	95.19	356.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	12.06	1250.00	101.52	365.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	12.06	1250.00	108.11	374.10	0.0000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	12.06	1250.00	114.96	382.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	12.06	1250.00	122.08	391.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	12.06	1250.00	129.47	400.85	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	12.06	1250.00	137.14	409.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	145.09	419.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	153.33	428.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	161.85	438.13	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	170.67	447.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	179.79	457.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	12.06	1250.00	189.21	467.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	12.06	1250.00	198.95	477.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	12.06	1250.00	208.99	487.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	12.06	1250.00	219.35	497.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
53	100	92	12.06	1250.00	230.04	507.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
54	100	93	12.06	1250.00	241.05	518.12	0.0000	0.00	0.000 (13)
55	100	94	12.06	1250.00	252.39	528.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
56	100	95	12.06	1250.00	264.07	539.24	0.0000	0.00	0.000 (13)
57	100	96	30.91	1250.00	276.09	599.35	0.0000	0.00	0.000 (13)
58	100	97	30.91	1250.00	288.45	610.79	0.0000	0.00	0.000 (13)
59	100	98	30.91	1250.00	301.16	622.33	0.0000	0.00	0.000 (13)
60	100	99	18.85	1250.00	314.23	601.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
61	100	100	18.85	1250.00	327.65	612.64	0.0000	0.00	0.000 (13)
62	100	101	18.85	1250.00	341.44	624.13	0.0000	0.00	0.000 (13)
63	100	102	18.85	1250.00	355.59	635.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
64	100	103	18.85	1250.00	370.12	647.44	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (13)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	100	2.26	750.00	1.38	265.33	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	79	100	3.39	981.25	-3.16	348.51	0.0000	0.00	0.000
5-1-P	79	100	3.39	981.25	-0.32	348.51	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	100	15.27	1250.00	-1.14	478.30	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.45	486.28	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.43	478.30	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.45	486.28	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.42	478.30	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	100	17.81	1250.00	1.42	486.28	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	100	15.27	1250.00	1.39	478.30	0.0000	0.00	0.000
16-1-S	100	100	17.81	1250.00	-1.15	486.28	0.0000	0.00	0.000

## 10.2 Allegato 2 – Sezione tipo A

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**ALLEGATO 2**

***SEZIONE TIPO A***

**Indice**

Dati	4
Materiali	4
Calcestruzzo armato	4
Acciai	4
Tipologie pali	4
Geometria profilo terreno a monte del muro	4
Falda	4
Geometria muro	5
Geometria paramento e fondazione	5
Descrizione pali di fondazione	5
Descrizione terreni	6
Stratigrafia	7
Condizioni di carico	7
Normativa	8
Descrizione combinazioni di carico	8
Dati sismici	10
Risultati per involuppo	12
Spinta e forze	12
Scarichi in testa ai pali	14
Verifiche geotecniche	14
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	14
Verifiche portanza trasversale (scorrimento)	15
Verifiche portanza verticale	15
Dettagli calcolo portanza verticale	15
Verifica stabilità globale muro + terreno	15
Dettagli strisce verifiche stabilità	16
Sollecitazioni	17
Paramento	17
Mensola valle	18
Piastra fondazione	19
Sollecitazioni pali	23
Verifiche strutturali	29
Verifiche a flessione	29
Paramento	29
Mensola valle	30

Fondazione	30
Micropali	30
Verifiche a taglio	33
Paramento	33
Mensola valle	34
Fondazione	34
Micropali	35
Verifica a punzonamento	38
Verifica delle tensioni	38
Combinazioni SLER	38
Paramento	38
Mensola valle	39
Piastra fondazione	39
Combinazioni SLEF	40
Paramento	40
Mensola valle	41
Piastra fondazione	41
Combinazioni SLEQ	41
Paramento	41
Mensola valle	42
Piastra fondazione	42
Verifica a fessurazione	43
Combinazioni SLEF	43
Paramento	43
Mensola valle	44
Piastra fondazione	44
Combinazioni SLEQ	44
Paramento	44
Mensola valle	45
Piastra fondazione	45

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30-Fondazioni	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
2	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
5	C25/30-Pali	C25/30	S355	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
S355	355000	510000

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	Micropalo	Laterale	Trivellato	Incastro	5	SI	NO	--	--

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]



n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-6.05	0.000
2	-0.40	-6.05	0.000
3	10.00	-6.05	0.000
4	15.00	-6.05	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	5.15	[m]
Altezza paramento libero	5.15	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.91	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]
Spessore rivestimento	0.15	[m]
Peso sp. rivestimento	20.0000	[kN/mc]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.35	[m]
Spessore all'estremità libera	0.80	[m]
Spessore all'incastro	0.80	[m]

#### Fondazione

Materiale	C25/30-Fondazioni	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.69	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.90	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

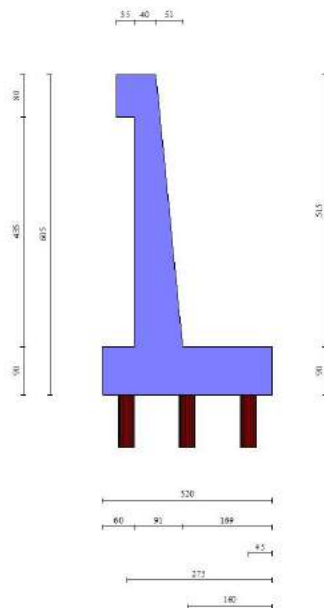


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	Micropalo	0.45	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
2	Micropalo	2.75	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
3	Micropalo	1.60	1.00	0.50	10	30.00	10.00	0.00	Sfalsati

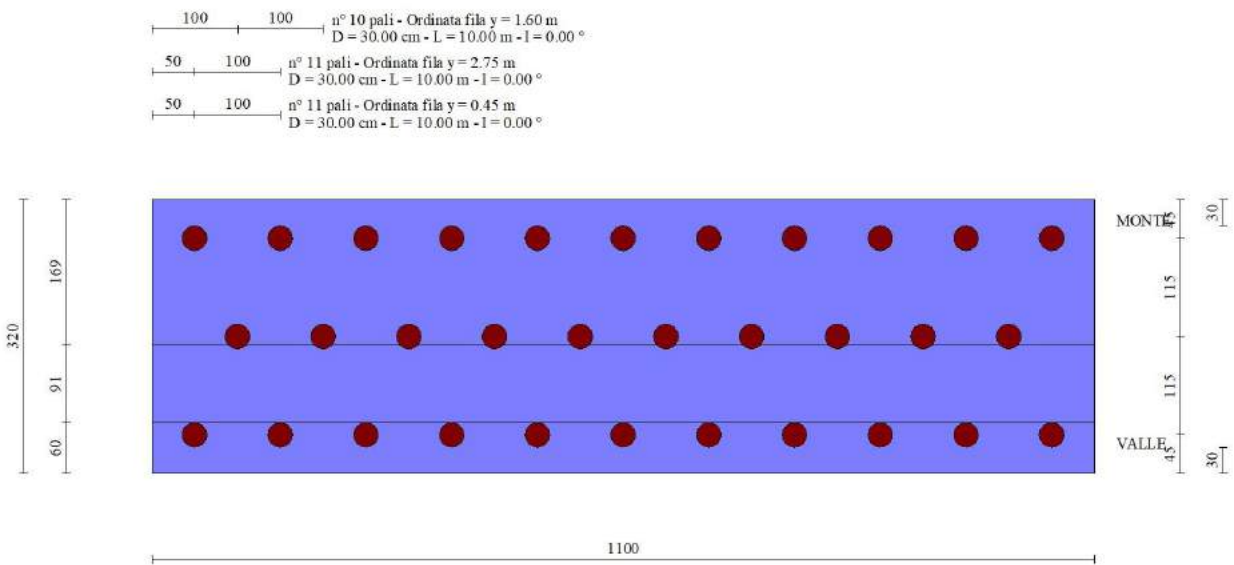


Fig. 2 - Pianta pali

**Descrizione terreni**

**Parametri di resistenza**

**Simbologia adottata**

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- γ<sub>s</sub> Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
- φ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kPa]
- c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]
- Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
- τ<sub>l</sub> Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	riempimento	20.0000	20.0000	38.000	25.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
2	Coltre eluvio-colluviale	20.0000	20.0000	25.000	16.670	10	0	1.000	10	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
3	Basalto alterato	20.0000	20.0000	34.000	0.000	0	0	1.000	200	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
4	Basalto	22.0000	22.0000	40.000	0.000	50	0	1.000	250	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)

**Stratigrafia**

**Simbologia adottata**

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato
- Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm
- Per calcolo pali (solo se presenti)
- Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm
- Ks Coefficiente di spinta
- Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	5.15	0.000	riempimento	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
2	5.00	0.000	Coltre eluvio-colluviale	0.000	0.000	10.800	0.000	1.000	---	---
3	5.00	0.000	Basalto alterato	0.000	0.000	27.500	0.000	1.000	---	---
4	5.00	0.000	Basalto	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---

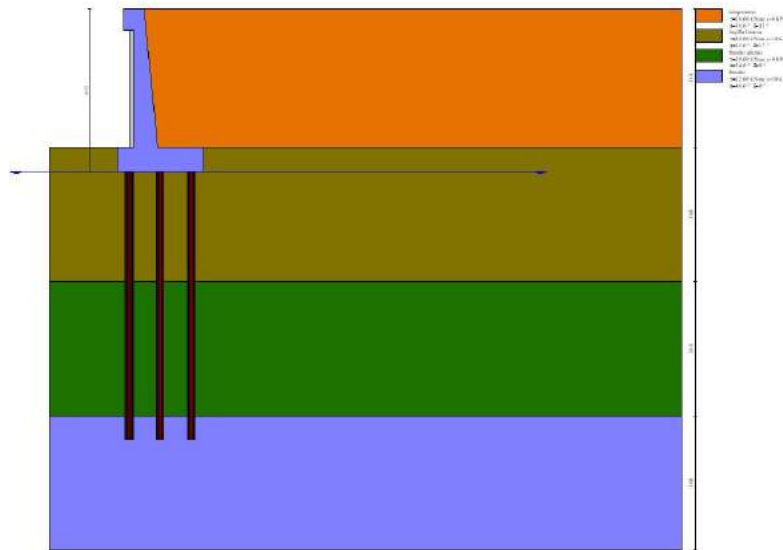


Fig. 3 - Stratigrafia

**Condizioni di carico**

**Simbologia adottata**

- Carichi verticali positivi verso il basso.
- Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
- Momento positivo senso antiorario.
- X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
- F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- M Momento espresso in [kNm]
- X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]
- Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (Variabile) - VARIABILE TF**

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40 - \Psi_1=0.40 - \Psi_2=0.00$

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	20.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALECarichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	10.0000	0.0000	10.0000				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.15	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 2

$$\zeta_3=1.65 \quad \zeta_4=1.55$$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Abbasanta
Provincia	Oristano
Regione	Sardegna
Latitudine	40.127815
Longitudine	8.819074

Indice punti di interpolazione -1 - -1 - -1 - -1  
 Vita nominale 50 anni  
 Classe d'uso IV  
 Tipo costruzione Normali affollamenti  
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.589	0.304
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.060	0.031
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.976	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.371	0.307
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	9.600	4.800
Ultimo - Ribaltamento	1.000	9.600	4.800
Esercizio	1.000	4.958	2.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	216.59	22.92	199.49	84.35	2.20	-3.72
	Peso/Inerzia muro			0.00	160.60/0.00	0.21	-3.99
	Peso/Inerzia rivestimento			0.00	15.45	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	260.12/0.00	1.20	-2.44
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-3836.28		
2	Spinta statica	134.41	22.92	123.79	52.35	2.20	-3.79
	Incremento di spinta sismica		40.71	37.49	15.86	2.20	-3.03
	Peso/Inerzia muro			15.42	160.60/7.71	0.21	-3.99
	Peso/Inerzia rivestimento			1.48	15.45	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			19.26	200.59/9.63	1.23	-2.46
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-3796.93		

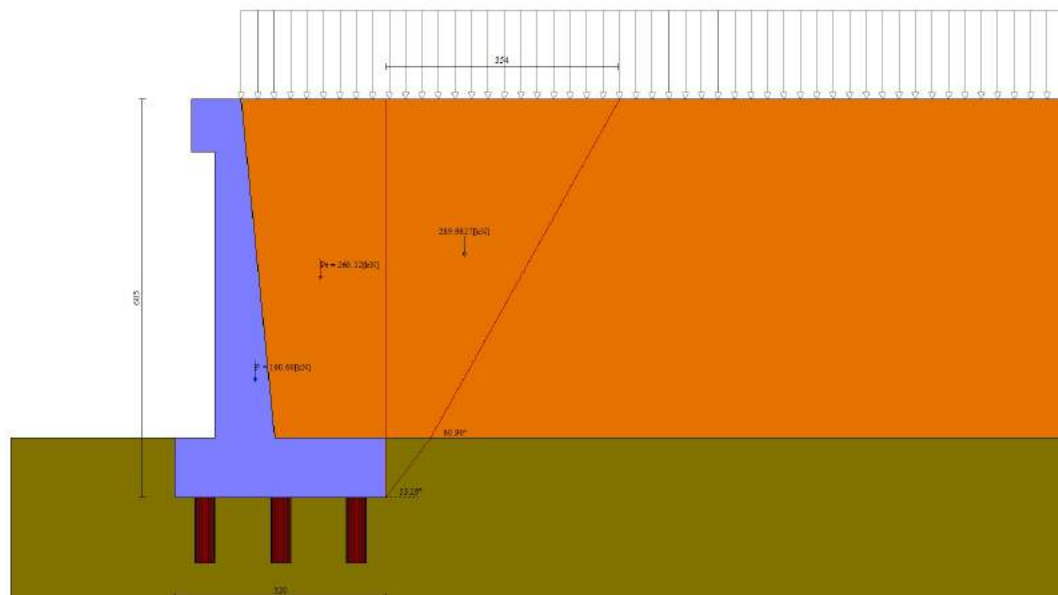


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



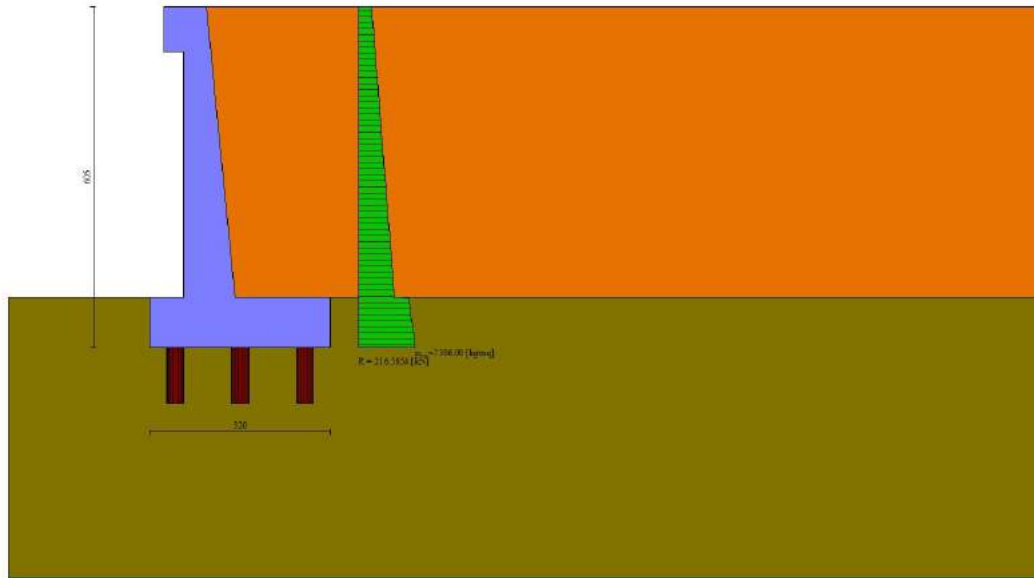


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

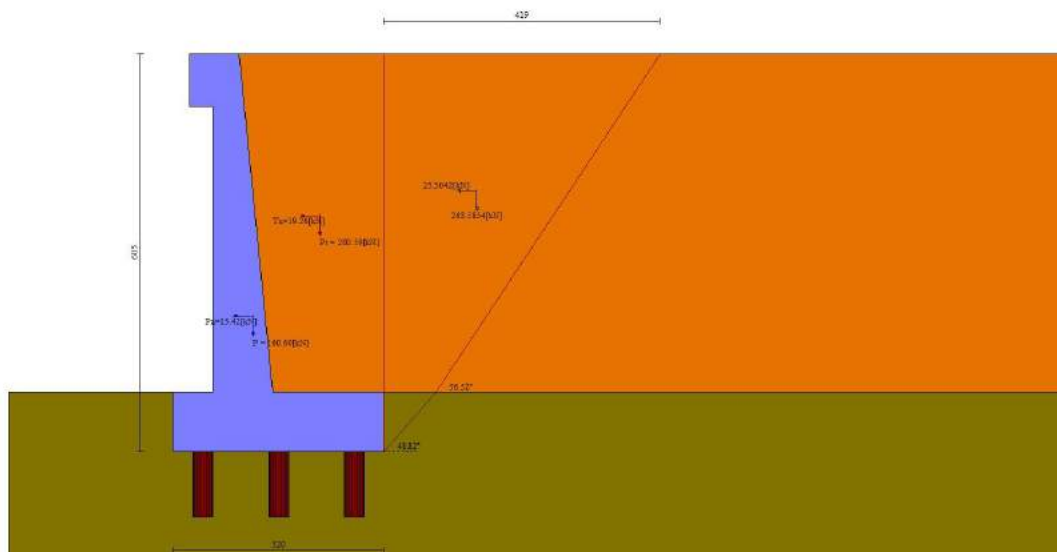


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

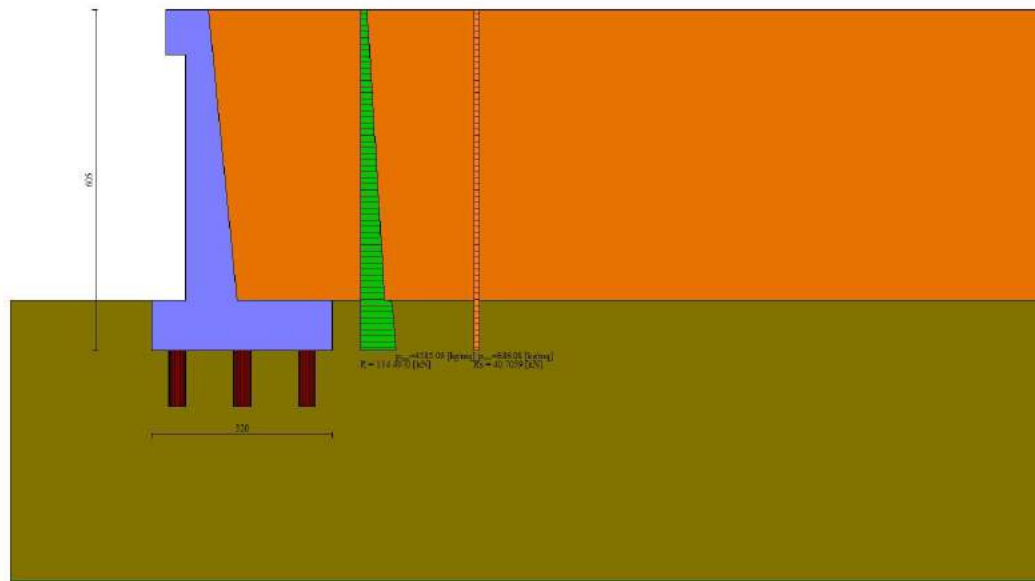


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	31.19	-32.82	-68.57
	2	326.66	-32.82	-68.57
	3	178.93	-32.82	-68.57
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-21.51	-29.12	-67.87
	2	339.26	-29.12	-67.87
	3	158.88	-29.12	-67.87

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	19.231					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	19.231					
4 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
5 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
6 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
7 - GEO (A2-M2-R2)					3.747		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.844		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.631		

### Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kN]	Td [kN]	FS <sub>o</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	-68.57	1640.90	23,930
	2	-68.57	1640.90	23,930
	3	-68.57	1640.90	23,930
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-63.56	1640.90	28.817
	2	-63.56	1640.90	28.817
	3	-63.56	1640.90	28.817

### Verifiche portanza verticale

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kN]	Pd [kN]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	31.19	572.57	18.358
	2	326.66	572.57	1.753
	3	178.93	572.57	3.200
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-21.51	565.45	26.291
	2	339.26	572.57	1.688
	3	158.88	572.57	3.604
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-21.51	565.45	26.291
	2	339.26	572.57	1.688
	3	158.88	572.57	3.604
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-22.69	565.45	24.923
	2	313.04	572.57	1.829
	3	145.17	572.57	3.944
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-22.69	565.45	24.923
	2	313.04	572.57	1.829
	3	145.17	572.57	3.944
4 - STR (A1-M1-R3)	1	76.46	572.57	7.489
	2	359.07	572.57	1.595
	3	217.77	572.57	2.629

### Dettagli calcolo portanza verticale

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
N <sub>c</sub> , N <sub>q</sub>	Coeff. di capacità portante
N' <sub>c</sub> , N' <sub>q</sub>	Coeff. di capacità portante corretti
Z <sub>c</sub>	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
P <sub>p</sub> , P <sub>l</sub>	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]
W <sub>p</sub>	Peso palo, espresso in [kN]

n°	N <sub>c</sub>	N' <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N' <sub>q</sub>	Z <sub>c</sub> [m]	P <sub>p</sub> [kN]	P <sub>l</sub> [kN]	A [kN]	W <sub>p</sub> [kN]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
3	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15

### Verifica stabilità globale muro + terreno

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-1.02; 2.29	18.55	3.747
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1.02; 2.29	18.55	3.631

## Dettagli strisce verifiche stabilità

## Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario) $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	72.66	32.59	17.40 - 1.42	74.552	32.007	0	0.0	
2	182.74	32.59	1.42	61.785	20.458	8	3.9	
3	247.27	32.59	1.42	53.474	20.458	8	26.2	
4	295.62	32.59	1.42	46.609	28.352	0	43.0	
5	334.03	32.59	1.42	40.542	28.352	0	56.3	
6	365.26	32.59	1.42	34.990	28.352	0	67.1	
7	390.81	32.59	1.42	29.796	28.352	0	75.9	
8	411.62	32.59	1.42	24.862	28.352	0	83.1	
9	428.41	32.59	1.42	20.119	28.352	0	88.9	
10	442.39	32.59	1.42	15.517	33.873	40	93.3	
11	452.28	32.59	1.42	11.017	33.873	40	96.6	
12	465.75	32.59	1.42	6.584	33.873	40	98.8	
13	426.77	9.14	1.42	2.191	33.873	40	99.8	
14	317.12	0.00	1.42	-2.189	33.873	40	99.8	
15	313.72	0.00	1.42	-6.582	33.873	40	98.8	
16	306.88	0.00	1.42	-11.015	33.873	40	96.6	
17	296.45	0.00	1.42	-15.516	33.873	40	93.3	
18	282.47	0.00	1.42	-20.118	28.352	0	88.9	
19	265.67	0.00	1.42	-24.860	28.352	0	83.1	
20	244.87	0.00	1.42	-29.794	28.352	0	75.9	
21	219.32	0.00	1.42	-34.988	28.352	0	67.1	
22	188.10	0.00	1.42	-40.540	28.352	0	56.3	
23	149.69	0.00	1.42	-46.606	28.352	0	43.0	
24	101.34	0.00	1.42	-53.471	20.458	8	26.2	
25	36.82	0.00	-18.02 - 1.42	-61.589	20.458	8	4.0	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	72.66	0.00	17.40 - 1.42	74.552	38.000	0	0.0	
2	182.74	0.00	1.42	61.785	25.000	10	3.9	
3	247.27	0.00	1.42	53.474	25.000	10	26.2	
4	295.62	0.00	1.42	46.609	34.000	0	43.0	
5	334.03	0.00	1.42	40.542	34.000	0	56.3	
6	365.26	0.00	1.42	34.990	34.000	0	67.1	
7	390.81	0.00	1.42	29.796	34.000	0	75.9	
8	411.62	0.00	1.42	24.862	34.000	0	83.1	
9	428.41	0.00	1.42	20.119	34.000	0	88.9	
10	442.39	0.00	1.42	15.517	40.000	50	93.3	
11	452.28	0.00	1.42	11.017	40.000	50	96.6	
12	465.75	0.00	1.42	6.584	40.000	50	98.8	
13	426.77	0.00	1.42	2.191	40.000	50	99.8	
14	317.12	0.00	1.42	-2.189	40.000	50	99.8	
15	313.72	0.00	1.42	-6.582	40.000	50	98.8	
16	306.88	0.00	1.42	-11.015	40.000	50	96.6	
17	296.45	0.00	1.42	-15.516	40.000	50	93.3	
18	282.47	0.00	1.42	-20.118	34.000	0	88.9	
19	265.67	0.00	1.42	-24.860	34.000	0	83.1	
20	244.87	0.00	1.42	-29.794	34.000	0	75.9	
21	219.32	0.00	1.42	-34.988	34.000	0	67.1	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
22	188.10	0.00	1.42	-40.540	34.000	0	56.3	
23	149.69	0.00	1.42	-46.606	34.000	0	43.0	
24	101.34	0.00	1.42	-53.471	25.000	10	26.2	
25	36.82	0.00	-18.02 - 1.42	-61.589	25.000	10	4.0	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

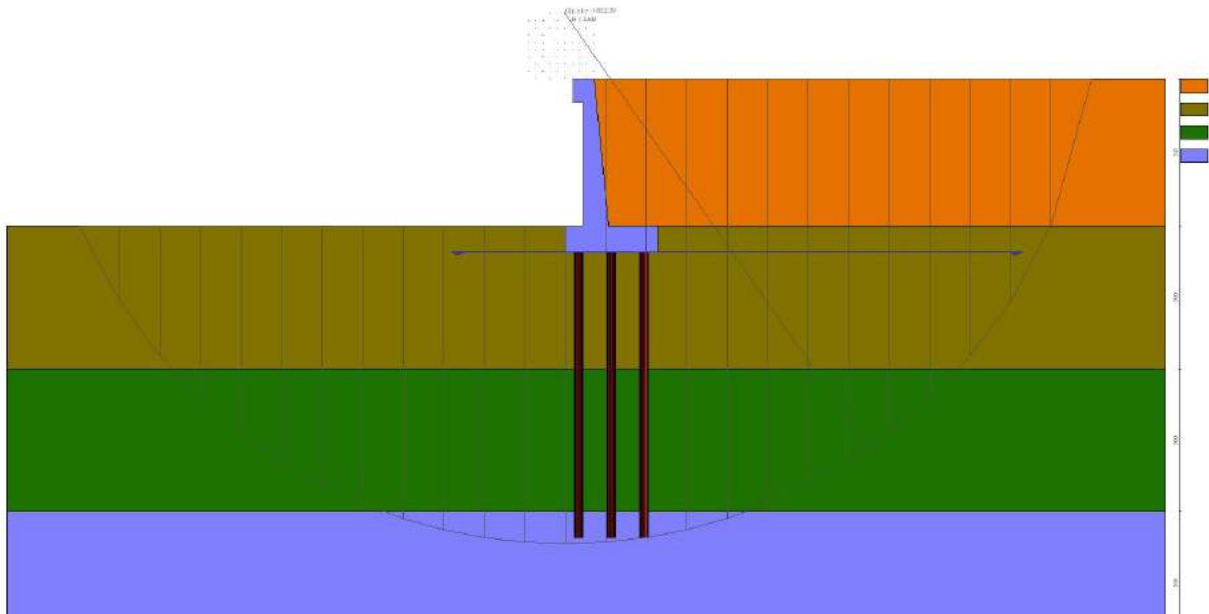


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 9)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

- Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	10.00	1.20	11.20
2	-0.10	7.85	10.20	0.72	10.72	1.24	12.23
3	-0.20	8.86	11.51	1.47	11.47	1.35	13.34
4	-0.30	9.89	12.85	2.28	12.28	1.55	14.52
5	-0.40	10.94	14.22	3.12	13.12	1.84	15.80
6	-0.50	12.02	15.63	4.01	14.01	2.21	17.16
7	-0.59	13.13	17.06	4.94	14.94	2.68	18.63
8	-0.69	14.25	18.53	5.92	15.92	3.26	20.19
9	-0.79	15.40	20.03	6.94	16.94	3.93	21.85
10	-0.89	16.58	21.55	8.00	18.00	4.72	23.63
11	-0.99	17.78	23.11	9.10	19.10	5.61	25.52
12	-1.09	19.00	24.70	10.25	20.25	6.63	27.52
13	-1.19	20.25	26.33	11.44	21.96	7.76	29.65
14	-1.29	21.52	27.98	12.68	24.16	9.03	31.90
15	-1.39	22.82	29.66	13.96	26.41	10.42	34.29
16	-1.49	24.14	31.38	15.28	28.72	11.95	36.81



n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
2	-0.66	0.00	0.00	1.72	2.23	0.08	0.10
3	-0.57	0.00	0.00	3.43	4.46	0.30	0.39
4	-0.49	0.00	0.00	5.15	6.69	0.68	0.88
5	-0.40	0.00	0.00	6.86	8.92	1.20	1.56

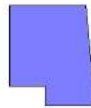
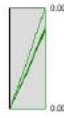


Fig. 10 - Mensola valle

*Piastra fondazione*

In	Mx	My	Mxy	Tx	Ty	
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
776	<b>38.51</b> (5)	128.35 (5)	0.00 (5)	0.00 (5)	46.96 (5)	MAX
2125	<b>-57.79</b> (3)	-192.62 (3)	-39.51 (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
776	38.51 (5)	<b>128.35</b> (5)	0.00 (5)	0.00 (5)	46.96 (5)	MAX
2125	-57.79 (3)	<b>-192.62</b> (3)	-39.51 (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
113	-57.54 (3)	-191.80 (3)	<b>39.26</b> (3)	0.00 (3)	-152.26 (3)	MAX
2125	-57.79 (3)	-192.62 (3)	<b>-39.51</b> (3)	0.00 (3)	-152.98 (3)	MIN
1998	-11.56 (4)	-18.82 (4)	-21.16 (4)	<b>167.05</b> (4)	-206.46 (4)	MAX
29	-13.10 (4)	-18.65 (4)	21.22 (4)	<b>-166.10</b> (4)	-207.08 (4)	MIN
142	35.57 (4)	118.57 (4)	3.47 (4)	0.00 (4)	<b>104.19</b> (4)	MAX
25	-25.62 (4)	-85.40 (4)	-4.49 (4)	0.00 (4)	<b>-521.97</b> (4)	MIN

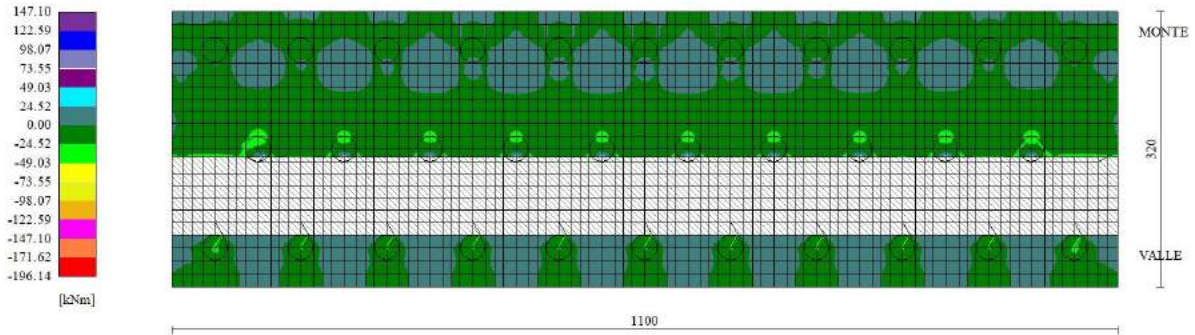


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momento  $M_{X_{MAX}}$  (Combinazione n° 5)

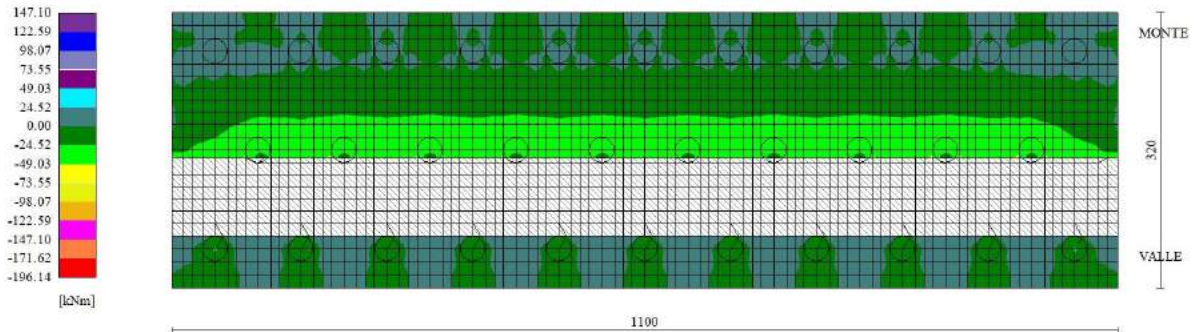


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento  $M_{X_{MIN}}$  (Combinazione n° 3)



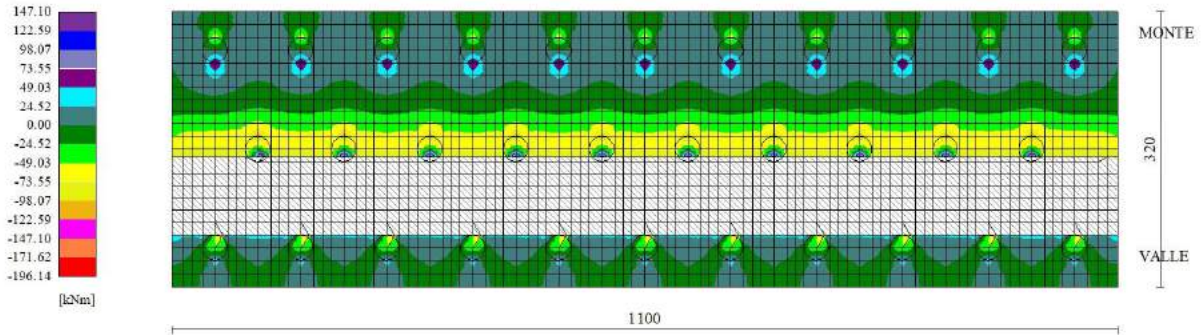


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MAX}}$  (Combinazione n° 5)

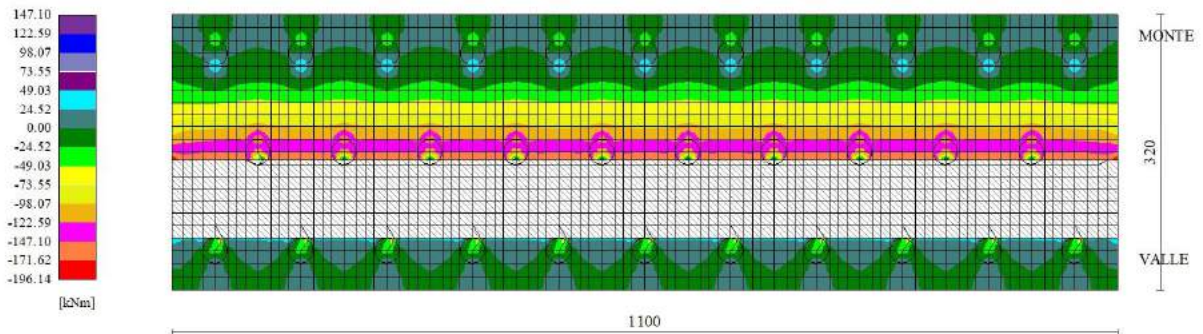


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento  $M_{y_{MIN}}$  (Combinazione n° 3)

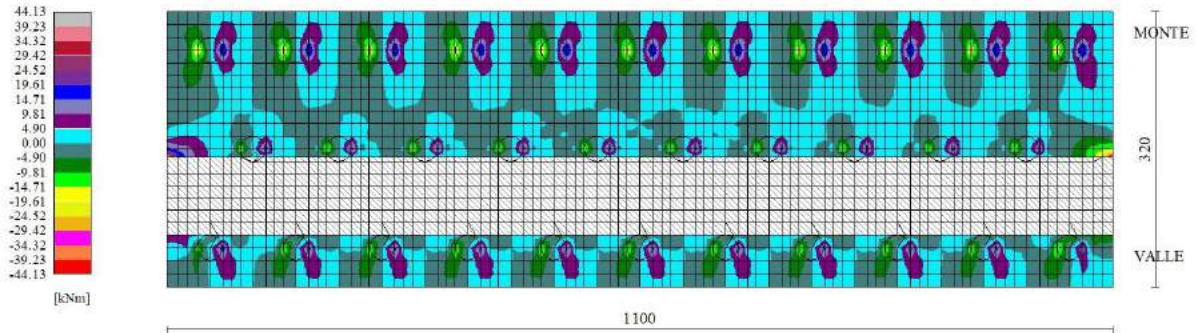


Fig. 15 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)

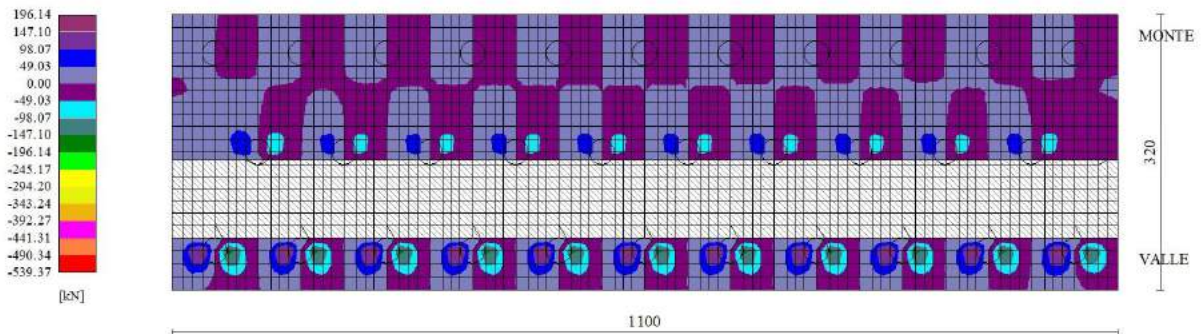


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio  $T_x$  (Combinazione n° 4)

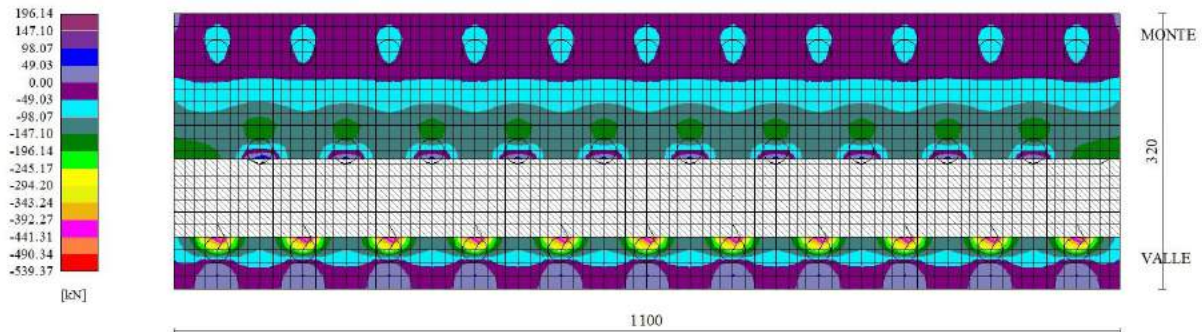


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 4)

## Sollecitazioni pali

### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	31.19	779.35	-68.57	-1714.34	-32.82	-820.39
19	1.80	34.09	765.72	1.07	26.84	14.01	350.28
30	2.90	35.86	757.82	6.53	163.33	8.82	220.42
42	4.10	37.79	749.58	4.42	110.38	1.95	48.65
101	10.00	0.00	7.41	0.01	0.17	0.00	0.00

#### Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	326.66	1181.38	-68.57	-1714.34	-32.82	-820.39
19	1.80	325.36	1164.41	1.07	26.84	14.01	350.28
30	2.90	324.56	1154.05	6.53	163.33	8.82	220.42
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

#### Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	178.93	1181.35	-68.57	-1714.34	-32.82	-820.39
19	1.80	179.72	1164.38	1.07	26.84	14.01	350.28
30	2.90	180.21	1154.01	6.53	163.33	8.82	220.42
42	4.10	180.74	1142.70	4.42	110.38	1.95	48.65
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-21.51	-537.40	-67.87	-1696.75	-29.12	-727.98
18	1.70	-18.06	-528.51	1.00	25.07	15.11	377.65
29	2.80	-15.84	-523.05	7.02	175.45	9.59	239.75
101	10.00	0.00	-5.11	0.01	0.17	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	339.26	1181.37	-67.87	-1696.75	-29.12	-727.98
18	1.70	337.86	1165.35	1.00	25.07	15.11	377.65
29	2.80	336.95	1154.98	7.02	175.45	9.59	239.75
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	158.88	1181.36	-67.87	-1696.75	-29.12	-727.98
18	1.70	159.90	1165.33	1.00	25.07	15.11	377.65
29	2.80	160.56	1154.97	7.02	175.45	9.59	239.75
42	4.10	161.34	1142.71	4.45	111.27	1.77	44.13
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	-22.69	-566.90	-63.56	-1588.97	-27.37	-684.35
18	1.70	-19.23	-557.52	0.90	22.47	14.11	352.68
29	2.80	-16.99	-551.76	6.55	163.87	8.97	224.35
101	10.00	0.00	-5.39	0.01	0.16	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	313.04	1181.37	-63.56	-1588.97	-27.37	-684.35
18	1.70	311.99	1165.34	0.90	22.47	14.11	352.68
29	2.80	311.31	1154.98	6.55	163.87	8.97	224.35
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.16	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	145.17	1181.40	-63.56	-1588.97	-27.37	-684.35
18	1.70	146.38	1165.38	0.90	22.47	14.11	352.68
29	2.80	147.16	1155.01	6.55	163.87	8.97	224.35
42	4.10	148.08	1142.76	4.17	104.14	1.66	41.45
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.16	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	76.46	1181.39	-68.57	-1714.34	-33.45	-836.19
19	1.80	78.71	1164.43	0.84	21.03	13.80	344.92
30	2.90	80.09	1154.06	6.44	160.97	8.79	219.66
42	4.10	81.59	1142.75	4.40	110.00	1.98	49.41
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.16	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	359.07	1181.39	-68.57	-1714.34	-33.45	-836.19
19	1.80	357.31	1164.42	0.84	21.03	13.80	344.92
30	2.90	356.23	1154.06	6.44	160.97	8.79	219.66
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.16	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	217.77	1181.33	-68.57	-1714.34	-33.45	-836.19
19	1.80	218.01	1164.37	0.84	21.03	13.80	344.92
30	2.90	218.16	1154.00	6.44	160.97	8.79	219.66
42	4.10	218.32	1142.69	4.40	110.00	1.98	49.41
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.16	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	66.32	1181.40	-68.57	-1714.34	-34.24	-855.90
19	1.80	68.71	1164.44	0.55	13.80	13.53	338.25
30	2.90	70.18	1154.07	6.32	158.04	8.75	218.71
42	4.10	71.78	1142.76	4.38	109.52	2.01	50.36
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.16	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	332.91	1181.35	-68.57	-1714.34	-34.24	-855.90
19	1.80	331.51	1164.38	0.55	13.80	13.53	338.25
30	2.90	330.66	1154.01	6.32	158.04	8.75	218.71
101	10.00	0.00	11.76	0.01	0.16	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	199.61	1181.37	-68.57	-1714.34	-34.24	-855.90
19	1.80	200.11	1164.40	0.55	13.80	13.53	338.25
30	2.90	200.42	1154.03	6.32	158.04	8.75	218.71
42	4.10	200.75	1142.72	4.38	109.52	2.01	50.36
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.16	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	41.33	1032.81	-68.57	-1714.34	-32.03	-800.69
18	1.70	43.93	1016.79	0.01	0.13	14.28	356.97
29	2.80	45.61	1006.42	6.66	166.46	9.52	238.02
42	4.10	47.60	994.55	4.43	110.85	1.91	47.71
101	10.00	0.00	9.83	0.01	0.17	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	352.83	1181.37	-68.57	-1714.34	-32.03	-800.69
18	1.70	351.25	1165.35	0.01	0.13	14.28	356.97
29	2.80	350.22	1154.98	6.66	166.46	9.52	238.02
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	197.08	1181.40	-68.57	-1714.34	-32.03	-800.69
18	1.70	197.59	1165.37	0.01	0.13	14.28	356.97
29	2.80	197.92	1155.00	6.66	166.46	9.52	238.02
42	4.10	198.31	1142.75	4.43	110.85	1.91	47.71
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.17	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	29.92	747.60	-45.99	-1149.76	-20.19	-504.82
18	1.70	32.67	735.23	0.50	12.53	10.06	251.56
29	2.80	34.45	727.63	4.68	116.98	6.47	161.72
42	4.10	36.56	719.05	3.00	75.12	1.22	30.45
101	10.00	0.00	7.11	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	265.01	1181.31	-45.99	-1149.76	-20.19	-504.82
18	1.70	264.61	1165.28	0.50	12.53	10.06	251.56

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
29	2.80	264.34	1154.92	4.68	116.98	6.47	161.72
101	10.00	0.00	11.76	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	147.46	1181.38	-45.99	-1149.76	-20.19	-504.82
18	1.70	148.64	1165.35	0.50	12.53	10.06	251.56
29	2.80	149.40	1154.99	4.68	116.98	6.47	161.72
42	4.10	150.30	1142.73	3.00	75.12	1.22	30.45
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	59.25	1181.39	-51.62	-1290.48	-25.09	-627.17
19	1.80	61.75	1164.42	0.67	16.67	10.42	260.41
30	2.90	63.27	1154.06	4.86	121.51	6.62	165.46
42	4.10	64.94	1142.75	3.31	82.86	1.48	37.08
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	273.84	1181.32	-51.62	-1290.48	-25.09	-627.17
19	1.80	273.29	1164.36	0.67	16.67	10.42	260.41
30	2.90	272.95	1153.99	4.86	121.51	6.62	165.46
101	10.00	0.00	11.76	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	166.54	1181.34	-51.62	-1290.48	-25.09	-627.17
19	1.80	167.52	1164.38	0.67	16.67	10.42	260.41
30	2.90	168.11	1154.01	4.86	121.51	6.62	165.46
42	4.10	168.76	1142.70	3.31	82.86	1.48	37.08
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	59.61	1181.39	-46.18	-1154.48	-22.49	-562.31
19	1.80	62.10	1164.42	0.58	14.46	9.30	232.55
30	2.90	63.62	1154.05	4.34	108.52	5.92	147.96
42	4.10	65.29	1142.74	2.96	74.10	1.33	33.24
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.11	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	250.58	1181.39	-46.18	-1154.48	-22.49	-562.31
19	1.80	250.36	1164.42	0.58	14.46	9.30	232.55
30	2.90	250.23	1154.05	4.34	108.52	5.92	147.96
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.11	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	155.10	1181.41	-46.18	-1154.48	-22.49	-562.31
19	1.80	156.23	1164.45	0.58	14.46	9.30	232.55
30	2.90	156.93	1154.08	4.34	108.52	5.92	147.96
42	4.10	157.68	1142.77	2.96	74.10	1.33	33.24
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.11	0.00	0.00

Palo n° 1



n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	59.85	1181.38	-42.55	-1063.82	-20.76	-519.08
19	1.80	62.34	1164.42	0.52	12.98	8.56	213.98
30	2.90	63.86	1154.05	3.99	99.86	5.45	136.30
42	4.10	65.52	1142.74	2.73	68.25	1.23	30.67
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	235.08	1181.35	-42.55	-1063.82	-20.76	-519.08
19	1.80	235.08	1164.39	0.52	12.98	8.56	213.98
30	2.90	235.08	1154.02	3.99	99.86	5.45	136.30
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	147.46	1181.38	-42.55	-1063.82	-20.76	-519.08
19	1.80	148.71	1164.41	0.52	12.98	8.56	213.98
30	2.90	149.47	1154.04	3.99	99.86	5.45	136.30
42	4.10	150.30	1142.73	2.73	68.25	1.23	30.67
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	18.64	465.66	-55.36	-1384.00	-24.98	-624.59
18	1.70	21.54	457.96	0.34	8.54	11.86	296.42
29	2.80	23.42	453.22	5.52	138.00	7.74	193.57
42	4.10	25.64	447.88	3.60	90.02	1.50	37.47
101	10.00	0.00	4.43	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	287.85	1181.31	-55.36	-1384.00	-24.98	-624.59
18	1.70	287.14	1165.28	0.34	8.54	11.86	296.42
29	2.80	286.68	1154.92	5.52	138.00	7.74	193.57
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	153.25	1181.43	-55.36	-1384.00	-24.98	-624.59
18	1.70	154.34	1165.41	0.34	8.54	11.86	296.42
29	2.80	155.05	1155.04	5.52	138.00	7.74	193.57
42	4.10	155.89	1142.79	3.60	90.02	1.50	37.47
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	18.15	453.40	-53.09	-1327.32	-24.07	-601.69
18	1.70	21.06	445.90	0.29	7.16	11.33	283.27
29	2.80	22.94	441.29	5.28	131.91	7.42	185.47
42	4.10	25.17	436.08	3.45	86.27	1.44	36.06
101	10.00	0.00	4.31	0.01	0.13	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	274.16	1181.40	-53.09	-1327.32	-24.07	-601.69
18	1.70	273.63	1165.38	0.29	7.16	11.33	283.27
29	2.80	273.29	1155.01	5.28	131.91	7.42	185.47
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.13	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	146.15	1181.35	-53.09	-1327.32	-24.07	-601.69
18	1.70	147.34	1165.33	0.29	7.16	11.33	283.27
29	2.80	148.11	1154.96	5.28	131.91	7.42	185.47
42	4.10	149.03	1142.71	3.45	86.27	1.44	36.06
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.13	0.00	0.00

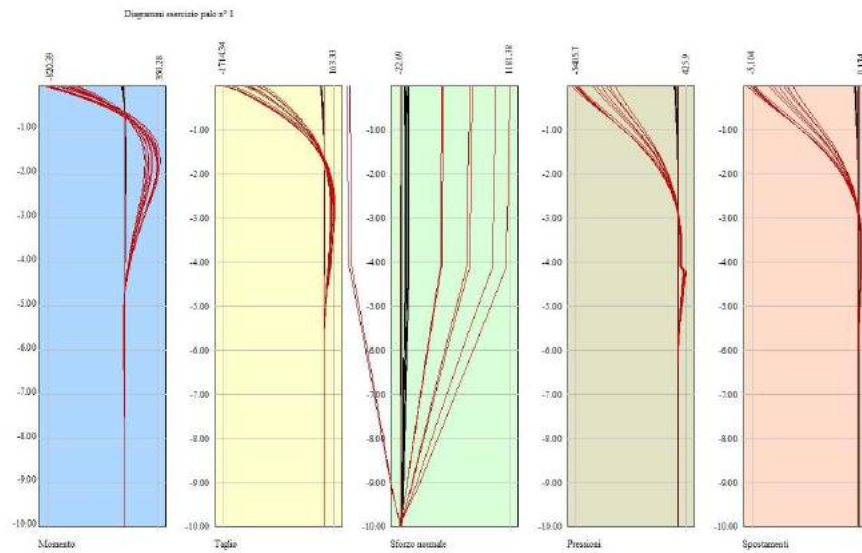


Fig. 18 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Involuppo)

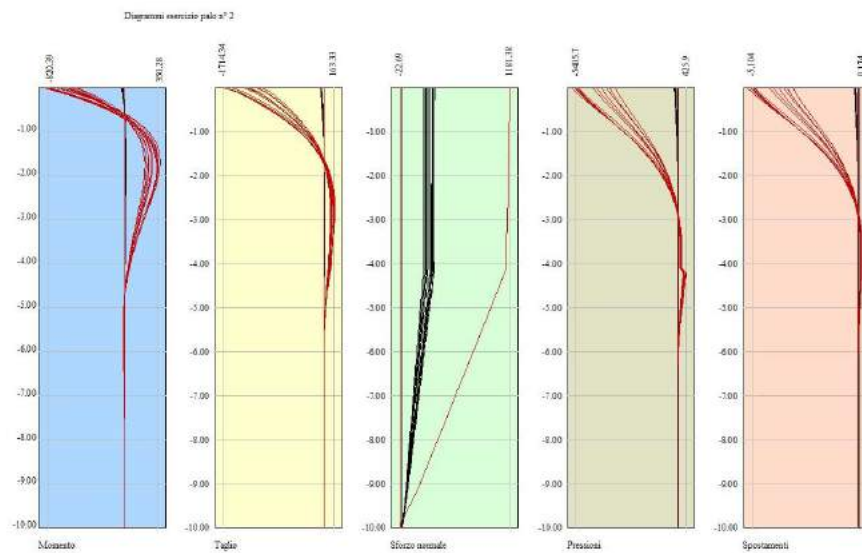


Fig. 19 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Involuppo)



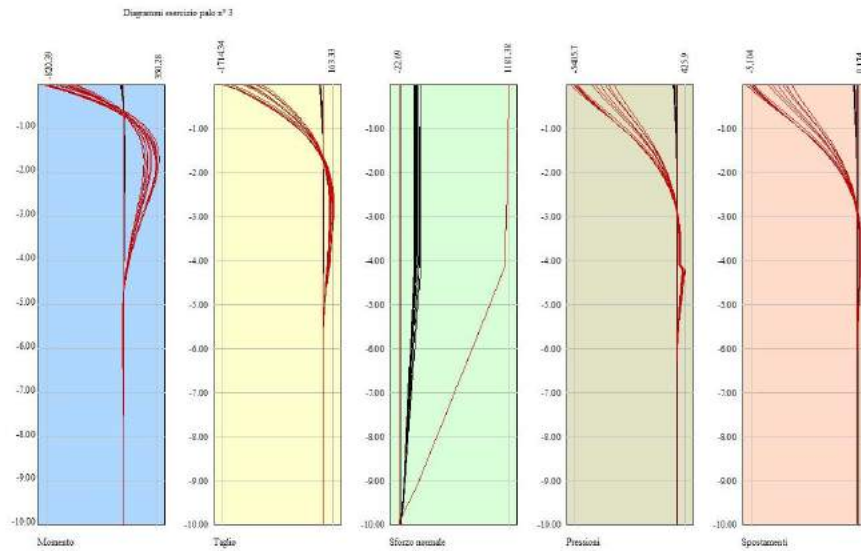


Fig. 20 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Inviluppo)

**Verifiche strutturali**

*Verifiche a flessione*

**Elementi calcolati a trave**

**Simbologia adottata**

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Elementi calcolati a piastra**

**Simbologia adottata**

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi, Afs area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
- Mp, Mn momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	6.03	12.06	11.20	6.86	184.73	6.86	17.978
2	100	41	6.03	12.06	12.23	7.85	190.14	7.85	16.816
3	100	42	6.03	12.06	13.34	8.86	195.57	8.86	15.751
4	100	43	6.03	12.06	14.52	9.89	201.02	9.89	14.771
5	100	44	6.03	12.06	15.80	10.94	206.49	10.94	13.869
6	100	45	6.03	12.06	17.16	12.02	211.98	12.02	13.038
7	100	46	6.03	12.06	18.63	13.13	217.49	13.13	12.270
8	100	47	6.03	12.06	20.19	14.25	223.01	14.25	11.560
9	100	48	6.03	12.06	21.85	15.40	228.56	15.40	10.903
10	100	49	6.03	12.06	23.63	16.58	234.13	16.58	10.294
11	100	50	6.03	12.06	25.52	17.78	239.71	17.78	9.730
12	100	51	6.03	12.06	27.52	19.00	245.32	19.00	9.206
13	100	52	6.03	12.06	29.65	20.25	250.94	20.25	8.719
14	100	53	6.03	12.06	31.90	21.52	256.59	21.52	8.266
15	100	54	6.03	12.06	34.29	22.82	262.25	22.82	7.844

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
16	100	55	6.03	12.06	36.81	24.14	267.93	24.14	7.451
17	100	56	6.03	12.06	39.47	25.48	273.64	25.48	7.084
18	100	57	6.03	12.06	42.27	26.85	279.36	26.85	6.742
19	100	58	6.03	12.06	45.22	28.24	285.11	28.24	6.422
20	100	59	6.03	12.06	48.33	29.66	290.88	29.66	6.123
21	100	60	6.03	12.06	51.59	31.10	296.67	31.10	5.842
22	100	61	6.03	12.06	55.02	32.56	302.47	32.56	5.580
23	100	62	6.03	12.06	58.61	34.05	308.31	34.05	5.333
24	100	63	6.03	12.06	62.37	35.56	314.16	35.56	5.102
25	100	64	6.03	12.06	59.14	48.23	281.03	48.23	4.816
26	100	65	6.03	12.06	64.63	50.26	286.42	50.26	4.484
27	100	66	6.03	12.06	70.42	52.32	291.83	52.32	4.188
28	100	67	6.03	12.06	76.52	54.41	297.28	54.41	3.922
29	100	68	6.03	12.06	82.92	56.53	302.75	56.53	3.683
30	100	69	6.03	12.06	88.53	45.14	304.20	45.14	3.463
31	100	70	6.03	12.06	95.51	46.82	309.52	46.82	3.264
32	100	71	6.03	12.06	102.81	48.53	314.86	48.53	3.082
33	100	72	6.03	12.06	110.45	50.26	320.22	50.26	2.916
34	100	73	6.03	12.06	118.42	52.01	325.61	52.01	2.764
35	100	74	6.03	12.06	126.73	53.79	331.03	53.79	2.625
36	100	75	6.03	12.06	135.38	55.59	336.47	55.59	2.496
37	100	76	6.03	12.06	144.39	57.41	341.93	57.41	2.377
38	100	77	6.03	12.06	153.75	59.26	347.42	59.26	2.268
39	100	78	6.03	12.06	163.48	61.13	352.93	61.13	2.166
40	100	79	6.03	12.06	173.58	63.03	358.47	63.03	2.071
41	100	80	6.03	12.06	184.05	64.95	364.04	64.95	1.983
42	100	81	6.03	12.06	194.90	66.90	369.63	66.90	1.901
43	100	82	6.03	12.06	206.14	68.87	375.25	68.87	1.824
44	100	83	6.03	12.06	217.77	70.86	380.90	70.86	1.752
45	100	84	6.03	12.06	229.80	72.88	386.57	72.88	1.685
46	100	85	6.03	12.06	242.23	74.92	392.27	74.92	1.622
47	100	86	6.03	12.06	255.07	76.98	398.00	76.98	1.563
48	100	87	6.03	12.06	268.33	79.07	403.76	79.07	1.507
49	100	88	6.03	15.27	282.00	81.18	508.00	81.18	1.804
50	100	89	6.03	15.27	296.10	83.32	515.03	83.32	1.742
51	100	90	6.03	15.27	310.64	85.48	522.09	85.48	1.683
52	100	91	6.03	15.27	325.61	87.67	529.19	87.67	1.627
53	100	91	6.03	15.27	341.02	89.88	536.31	89.88	1.574

## Mensola valle

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	12.06	12.06	-0.10	0.00	-342.90	0.00	318.912
3	100	80	12.06	12.06	-0.39	0.00	-342.90	0.00	250.803
4	100	80	12.06	12.06	-0.88	0.00	-342.90	0.00	184.965
5	100	80	12.06	12.06	-1.56	0.00	-342.90	0.00	135.257

## Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-12.86	-74.03	8.159 (4)
3-36-P	3.39	3.39	0.00	-23.64	-110.95	7.627 (3)
4-7-P	3.39	3.39	0.15	-4.01	-110.95	45.323 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-157.17	-387.58	3.750 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.00	-136.31	-450.98	5.015 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.00	-139.65	-450.98	5.141 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.00	-138.75	-387.58	4.442 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.31	-450.98	5.179 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.19	-450.98	5.182 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.00	-138.32	-387.58	4.451 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.00	-138.80	-450.98	5.166 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.00	-139.85	-450.98	5.129 (3)
14-5-S	12.06	12.06	0.00	-141.35	-387.58	4.337 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-154.23	-450.98	4.445 (3)

## Micropali

<b>Ip</b>	<b>Is</b>	<b>A<sub>r</sub></b> [cm <sup>2</sup> ]	<b>M</b> [kNm]	<b>N</b> [kN]	<b>M<sub>u</sub></b> [kNm]	<b>N<sub>u</sub></b> [kN]	<b>FS</b>
1	1	65.69	34.24	66.32	151.94	66.32	4.539
2	1	65.69	34.24	332.91	154.63	332.91	4.620
3	1	65.69	34.24	199.61	153.54	199.61	4.587

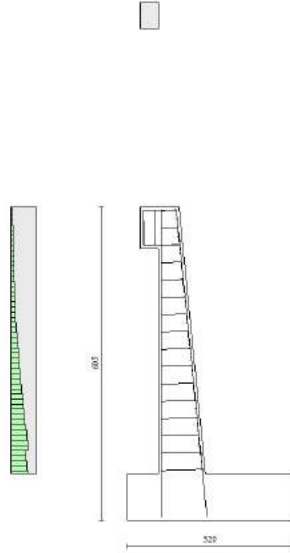


Fig. 21 - Paramento (Inviluppo)



Fig. 22 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

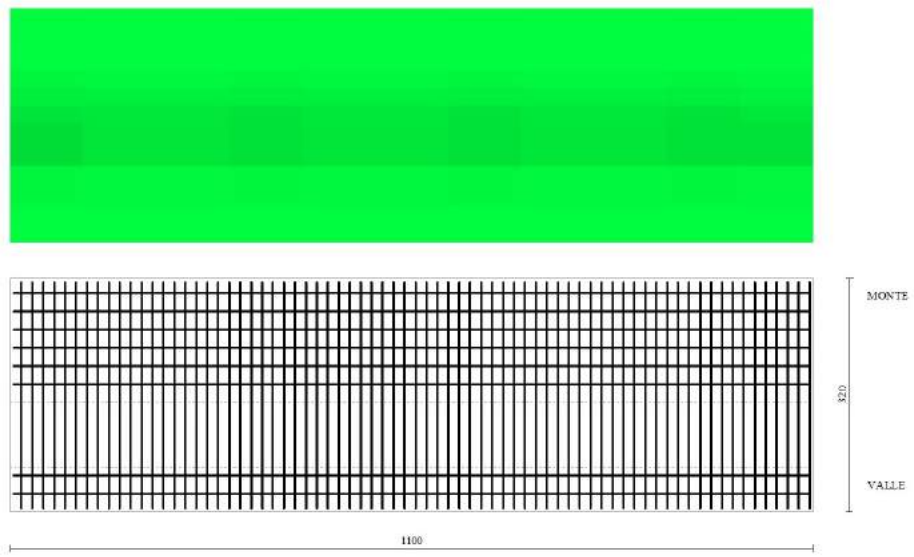


Fig. 23 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

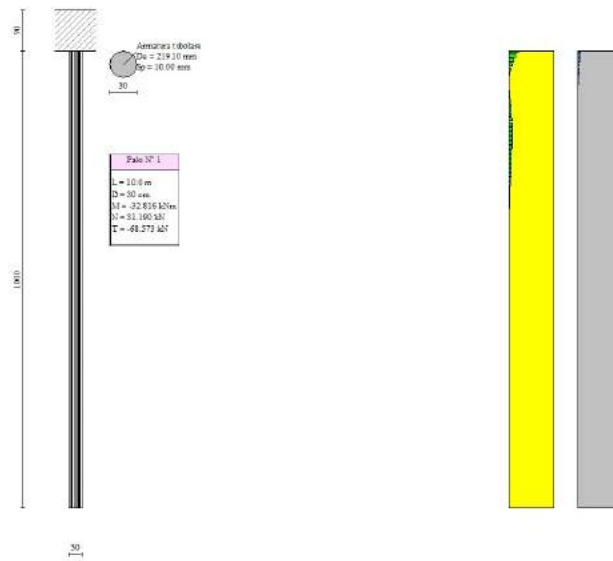


Fig. 24 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

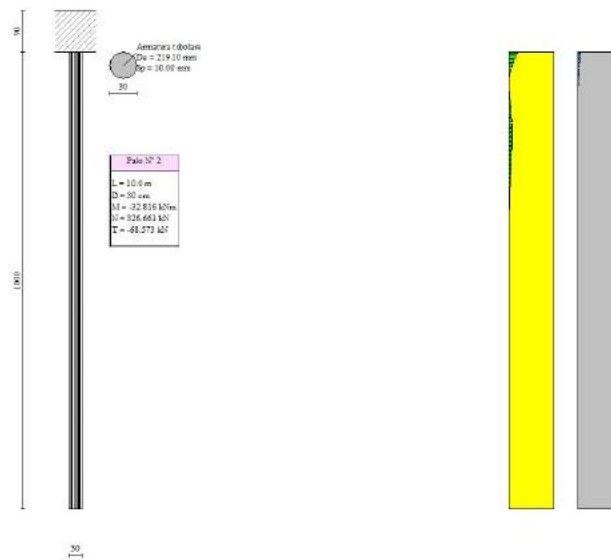


Fig. 25 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

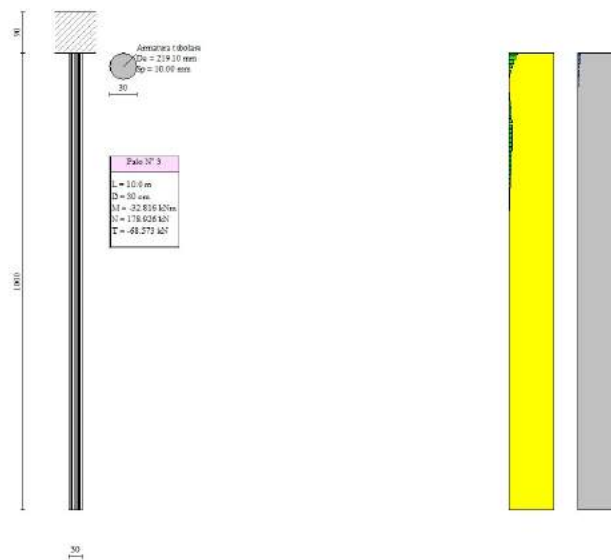


Fig. 26 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

$I_s$	indice sezione
$Y$	ordinata sezione espressa in [m]
$B$	larghezza sezione espressa in [cm]
$H$	altezza sezione espressa in [cm]
$A_{sw}$	area ferri a taglio espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\cotg\theta$	inclinazione delle bielle compresse, $\theta$ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
$V_{Rcd}$	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
$V_{Rsd}$	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
$V_{Rd}$	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ( $A_{sw} > 0.0$ ) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ .
$T$	taglio agente espressa in [kN]
$FS$	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	192.52	10.00	19.252
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	195.08	10.72	18.206
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	197.62	11.47	17.223
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	200.14	12.28	16.302
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	202.64	13.12	15.442
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	205.12	14.01	14.640
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	207.58	14.94	13.891
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	210.02	15.92	13.194
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	212.44	16.94	12.543
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	214.84	18.00	11.937
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	217.23	19.10	11.371
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	219.60	20.25	10.844
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	221.96	21.46	10.356
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	224.30	22.72	9.904
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	226.63	24.04	9.484
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	228.94	25.42	9.091
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	231.24	26.86	8.723
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	233.53	28.36	8.377
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	235.80	29.92	8.051
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	238.07	31.54	7.743
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	240.32	33.22	7.451
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	242.56	34.96	7.173
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	244.79	36.76	6.909
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	247.01	38.62	6.659
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	249.22	40.54	6.421
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	251.42	42.52	6.193
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	253.61	44.56	5.975
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	255.79	46.66	5.767
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.97	48.82	5.569
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.13	51.04	5.381
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	262.45	53.32	5.193
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	265.56	55.66	5.015
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	268.67	58.06	4.847
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	271.77	60.52	4.689
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	274.87	63.04	4.541
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	277.97	65.62	4.403
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	281.07	68.26	4.275
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	284.16	70.96	4.157
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	287.25	73.72	4.049
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	290.34	76.54	3.951
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	293.43	79.42	3.863
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	296.52	82.36	3.785
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	299.60	85.36	3.717
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	302.68	88.42	3.659
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	305.77	91.54	3.611
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	308.85	94.72	3.573
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	311.93	97.96	3.545
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	315.01	101.26	3.527
49	100	88	0.00	--	0.00	0.00	318.08	104.62	3.519
50	100	89	0.00	--	0.00	0.00	321.16	108.04	3.521
51	100	90	0.00	--	0.00	0.00	324.24	111.52	3.533
52	100	91	0.00	--	0.00	0.00	327.31	115.06	3.555
53	100	91	0.00	--	0.00	0.00	330.39	118.76	3.587

## Mensola valle

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	2.23	135.686
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	4.46	67.843
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	6.69	45.229
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	8.92	33.921

## Fondazione

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	47.83	3.406 (1)
3-37-P	85	90	0.00	2.000	0.00	0.00	229.40	4.34	52.802 (1)
4-39-P	84	90	0.00	2.000	0.00	0.00	229.40	3.08	74.532 (1)
5-5-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	167.46	1.621 (1)

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
6-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.97	1.860 (1)
7-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	144.54	1.878 (1)
8-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.84	1.887 (1)
9-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.57	1.891 (1)
10-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.51	1.892 (1)
11-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.57	1.891 (1)
12-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	143.86	1.887 (1)
13-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	144.68	1.876 (1)
14-4-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.87	1.861 (1)
15-5-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	173.92	1.561 (1)

### Micropali

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica ( $A_{eff}$ ) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per  $2 / \pi$ .

Ip	Is	A <sub>sw</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
		[cm]	[kN]	[kN]	
1	1	41.82	816.32	68.57	11.904
2	1	41.82	816.32	68.57	11.904
3	1	41.82	816.32	68.57	11.904

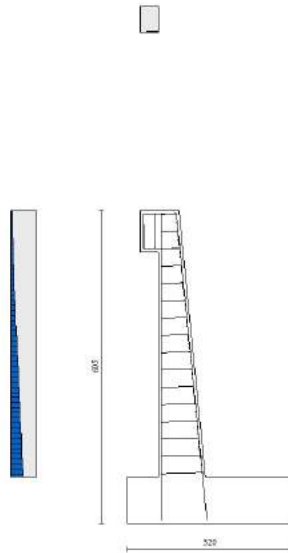


Fig. 27 - Paramento (Inviluppo)

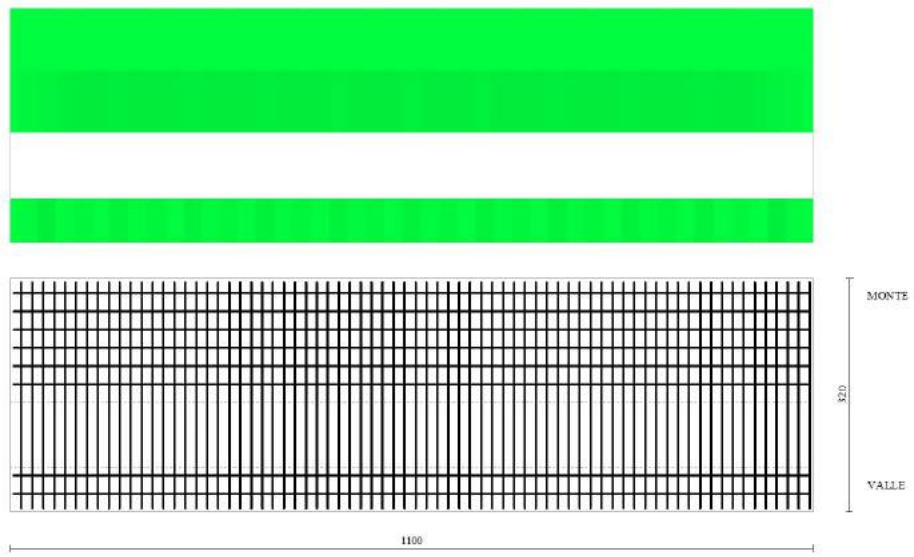


Fig. 28 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

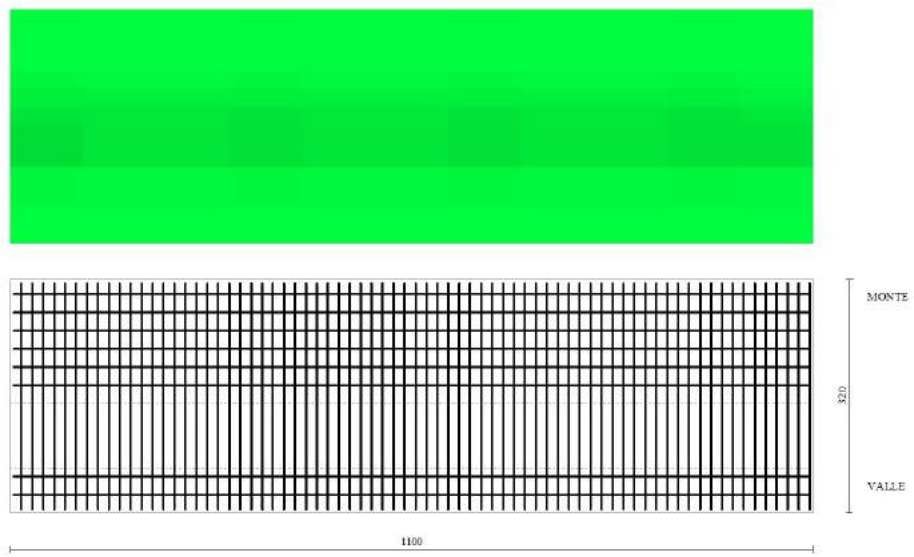


Fig. 29 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)



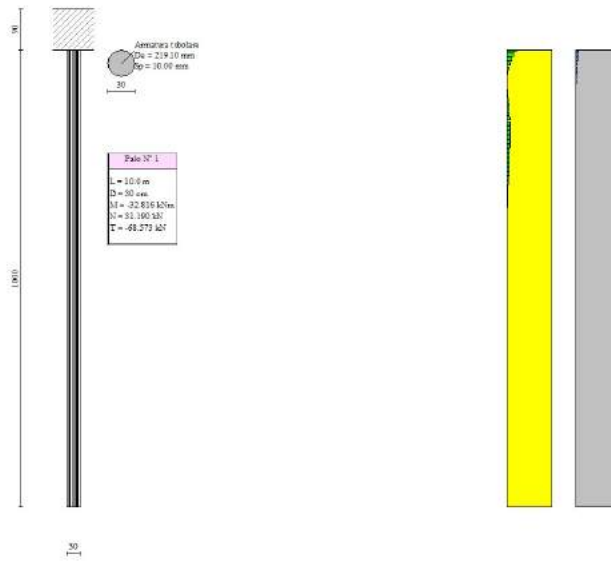


Fig. 30 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

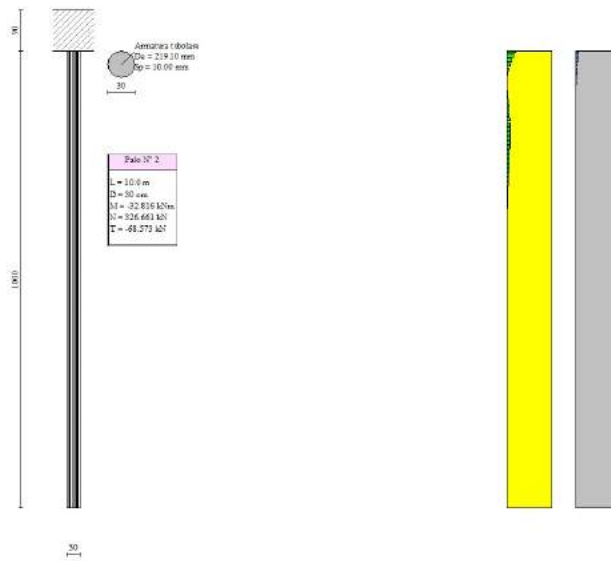


Fig. 31 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

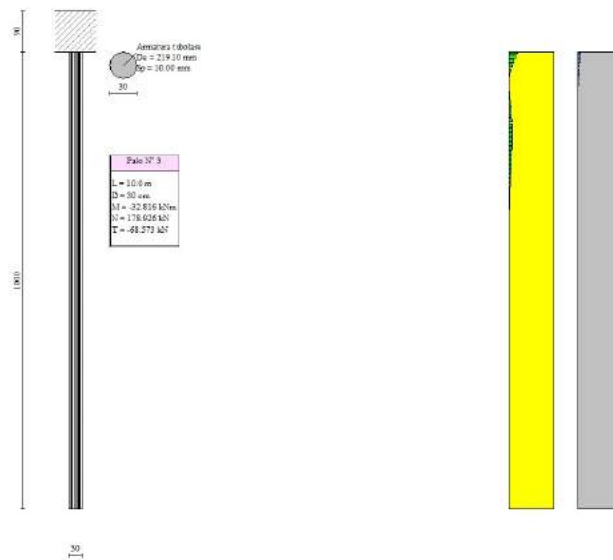


Fig. 32 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

**Verifica a punzonamento**

**Simbologia adottata**

- OP Oggetto che viene punzonato
- P Oggetto che punzona
- C1, C2 Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
- d Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
- u0 Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
- u1 Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
- $\rho_y, \rho_z$  Percentuali di armatura piastra in zona tesa
- dpc, duc distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
- VEd,i Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
- VRd,max Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
- VEd,f Tensione di taglio sul perimetro di verifica u1, espresso in [kPa]
- VRd,cf Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u1, espresso in [kPa]
- VRd,cs Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
- nsc Numero di serie di cuciture
- nc Numero di cuciture
- FS Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti  $VRd,max/VEd,i$ ,  $VRd,cf/VEd,f$  e  $VRd,cs/VEd,f$ )

**Verifica delle tensioni**

**Simbologia adottata**

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione, espressa in [m]
- B larghezza sezione, espresso in [cm]
- H altezza sezione, espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori, espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori, espressa in [cmq]
- M momento agente, espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente, espressa in [kN]
- $\sigma_c$  tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
- $\sigma_{fi}$  tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
- $\sigma_{fs}$  tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

**Combinazioni SLER**

**Paramento**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (11)	818 (11)	825 (11)
2	100	41	6.03	12.06	1.26	7.85	73 (11)	657 (11)	845 (11)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
3	100	42	6.03	12.06	1.44	8.86	79 (11)	709 (11)	930 (11)
4	100	43	6.03	12.06	1.75	9.89	92 (11)	949 (11)	1076 (11)
5	100	44	6.03	12.06	2.18	10.94	112 (11)	1396 (11)	1280 (11)
6	100	45	6.03	12.06	2.75	12.02	137 (11)	2073 (11)	1536 (11)
7	100	46	6.03	12.06	3.46	13.13	167 (11)	2990 (11)	1838 (11)
8	100	47	6.03	12.06	4.32	14.25	202 (11)	4147 (11)	2180 (11)
9	100	48	6.03	12.06	5.32	15.40	242 (11)	5536 (11)	2559 (11)
10	100	49	6.03	12.06	6.47	16.58	285 (11)	7148 (11)	2974 (11)
11	100	50	6.03	12.06	7.78	17.78	332 (11)	8976 (11)	3421 (11)
12	100	51	6.03	12.06	9.25	19.00	382 (11)	11012 (11)	3899 (11)
13	100	52	6.03	12.06	10.88	20.25	434 (11)	13250 (11)	4409 (11)
14	100	53	6.03	12.06	12.69	21.52	490 (11)	15682 (11)	4947 (11)
15	100	54	6.03	12.06	14.67	22.82	549 (11)	18304 (11)	5514 (11)
16	100	55	6.03	12.06	16.83	24.14	610 (11)	21111 (11)	6109 (11)
17	100	56	6.03	12.06	19.17	25.48	673 (11)	24098 (11)	6731 (11)
18	100	57	6.03	12.06	21.70	26.85	738 (11)	27263 (11)	7378 (11)
19	100	58	6.03	12.06	24.42	28.24	806 (11)	30600 (11)	8050 (11)
20	100	59	6.03	12.06	27.33	29.66	876 (11)	34106 (11)	8747 (11)
21	100	60	6.03	12.06	30.45	31.10	947 (11)	37780 (11)	9468 (11)
22	100	61	6.03	12.06	33.77	32.56	1021 (11)	41617 (11)	10212 (11)
23	100	62	6.03	12.06	37.30	34.05	1096 (11)	45615 (11)	10978 (11)
24	100	63	6.03	12.06	41.05	35.56	1173 (11)	49772 (11)	11766 (11)
25	100	64	6.03	12.06	45.01	37.10	1252 (11)	54085 (11)	12575 (11)
26	100	65	6.03	12.06	49.20	38.66	1332 (11)	58553 (11)	13405 (11)
27	100	66	6.03	12.06	53.61	40.24	1413 (11)	63174 (11)	14255 (11)
28	100	67	6.03	12.06	58.25	41.85	1496 (11)	67945 (11)	15125 (11)
29	100	68	6.03	12.06	63.13	43.49	1581 (11)	72866 (11)	16014 (11)
30	100	69	6.03	12.06	68.25	45.14	1667 (11)	77934 (11)	16922 (11)
31	100	70	6.03	12.06	73.62	46.82	1754 (11)	83148 (11)	17848 (11)
32	100	71	6.03	12.06	79.23	48.53	1842 (11)	88507 (11)	18792 (11)
33	100	72	6.03	12.06	85.10	50.26	1932 (11)	94009 (11)	19754 (11)
34	100	73	6.03	12.06	91.23	52.01	2022 (11)	99653 (11)	20733 (11)
35	100	74	6.03	12.06	97.62	53.79	2114 (11)	105438 (11)	21729 (11)
36	100	75	6.03	12.06	104.27	55.59	2207 (11)	111363 (11)	22742 (11)
37	100	76	6.03	12.06	111.20	57.41	2302 (11)	117427 (11)	23771 (11)
38	100	77	6.03	12.06	118.40	59.26	2397 (11)	123629 (11)	24816 (11)
39	100	78	6.03	12.06	125.88	61.13	2493 (11)	129968 (11)	25876 (11)
40	100	79	6.03	12.06	133.65	63.03	2591 (11)	136443 (11)	26952 (11)
41	100	80	6.03	12.06	141.70	64.95	2689 (11)	143053 (11)	28043 (11)
42	100	81	6.03	12.06	150.05	66.90	2788 (11)	149799 (11)	29149 (11)
43	100	82	6.03	12.06	158.70	68.87	2888 (11)	156677 (11)	30270 (11)
44	100	83	6.03	12.06	167.64	70.86	2990 (11)	163690 (11)	31405 (11)
45	100	84	6.03	12.06	176.90	72.88	3092 (11)	170834 (11)	32554 (11)
46	100	85	6.03	12.06	186.46	74.92	3195 (11)	178111 (11)	33717 (11)
47	100	86	6.03	12.06	196.34	76.98	3299 (11)	185519 (11)	34894 (11)
48	100	87	6.03	12.06	206.54	79.07	3403 (11)	193057 (11)	36084 (11)
49	100	88	6.03	15.27	217.07	81.18	3201 (11)	160233 (11)	35392 (11)
50	100	89	6.03	15.27	227.92	83.32	3297 (11)	166444 (11)	36532 (11)
51	100	90	6.03	15.27	239.11	85.48	3394 (11)	172758 (11)	37684 (11)
52	100	91	6.03	15.27	250.63	87.67	3493 (11)	179174 (11)	38847 (11)
53	100	91	6.03	15.27	262.49	89.88	3591 (11)	185692 (11)	40022 (11)

**Mensola valle**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (11)	13 (11)	88 (11)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (11)	51 (11)	354 (11)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (11)	114 (11)	796 (11)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (11)	203 (11)	1416 (11)

**Piastra fondazione**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-10.13	414 (14)	2766 (14)	52254 (14)
3-37-P	85	90	3.39	3.39	0.03	-16.05	496 (15)	3430 (15)	60722 (15)
4-3-P	84	90	3.39	3.39	0.08	-3.68	45 (13)	5501 (13)	5301 (13)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.00	-112.45	1635 (15)	16231 (15)	116430 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	2.00	-90.75	1386 (14)	14178 (14)	91592 (14)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-95.62	1424 (15)	14566 (15)	94101 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.84	-95.11	1528 (15)	15173 (15)	108841 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.91	1413 (15)	14458 (15)	93402 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.86	1413 (15)	14450 (15)	93353 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.86	-94.92	1525 (15)	15142 (15)	108618 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.83	-95.16	1417 (15)	14496 (15)	93649 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.76	-95.80	1427 (15)	14594 (15)	94281 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.62	-97.15	1561 (15)	15499 (15)	111180 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.26	-110.25	1560 (15)	15955 (15)	103072 (15)

## Combinazioni SLEF

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.20	6.86	73 (12)	818 (12)	825 (12)
2	100	41	6.03	12.06	1.25	7.85	72 (12)	635 (12)	838 (12)
3	100	42	6.03	12.06	1.39	8.86	76 (12)	625 (12)	901 (12)
4	100	43	6.03	12.06	1.63	9.89	85 (12)	757 (12)	1013 (12)
5	100	44	6.03	12.06	1.98	10.94	100 (12)	1036 (12)	1172 (12)
6	100	45	6.03	12.06	2.43	12.02	119 (12)	1479 (12)	1375 (12)
7	100	46	6.03	12.06	3.00	13.13	142 (12)	2104 (12)	1618 (12)
8	100	47	6.03	12.06	3.68	14.25	170 (12)	2919 (12)	1899 (12)
9	100	48	6.03	12.06	4.49	15.40	201 (12)	3923 (12)	2212 (12)
10	100	49	6.03	12.06	5.42	16.58	236 (12)	5114 (12)	2556 (12)
11	100	50	6.03	12.06	6.48	17.78	274 (12)	6488 (12)	2928 (12)
12	100	51	6.03	12.06	7.68	19.00	315 (12)	8040 (12)	3328 (12)
13	100	52	6.03	12.06	9.01	20.25	358 (12)	9765 (12)	3755 (12)
14	100	53	6.03	12.06	10.49	21.52	404 (12)	11658 (12)	4207 (12)
15	100	54	6.03	12.06	12.12	22.82	452 (12)	13717 (12)	4684 (12)
16	100	55	6.03	12.06	13.90	24.14	503 (12)	15938 (12)	5185 (12)
17	100	56	6.03	12.06	15.84	25.48	555 (12)	18317 (12)	5710 (12)
18	100	57	6.03	12.06	17.94	26.85	610 (12)	20853 (12)	6258 (12)
19	100	58	6.03	12.06	20.20	28.24	667 (12)	23542 (12)	6828 (12)
20	100	59	6.03	12.06	22.64	29.66	726 (12)	26383 (12)	7420 (12)
21	100	60	6.03	12.06	25.25	31.10	786 (12)	29373 (12)	8034 (12)
22	100	61	6.03	12.06	28.04	32.56	848 (12)	32510 (12)	8669 (12)
23	100	62	6.03	12.06	31.01	34.05	912 (12)	35794 (12)	9325 (12)
24	100	63	6.03	12.06	34.17	35.56	978 (12)	39221 (12)	10000 (12)
25	100	64	6.03	12.06	37.52	37.10	1045 (12)	42791 (12)	10695 (12)
26	100	65	6.03	12.06	41.07	38.66	1113 (12)	46503 (12)	11410 (12)
27	100	66	6.03	12.06	44.82	40.24	1183 (12)	50355 (12)	12144 (12)
28	100	67	6.03	12.06	48.78	41.85	1255 (12)	54346 (12)	12896 (12)
29	100	68	6.03	12.06	52.94	43.49	1328 (12)	58474 (12)	13666 (12)
30	100	69	6.03	12.06	57.32	45.14	1402 (12)	62739 (12)	14454 (12)
31	100	70	6.03	12.06	61.92	46.82	1477 (12)	67140 (12)	15260 (12)
32	100	71	6.03	12.06	66.74	48.53	1554 (12)	71677 (12)	16083 (12)
33	100	72	6.03	12.06	71.79	50.26	1632 (12)	76347 (12)	16923 (12)
34	100	73	6.03	12.06	77.07	52.01	1711 (12)	81150 (12)	17780 (12)
35	100	74	6.03	12.06	82.59	53.79	1792 (12)	86086 (12)	18653 (12)
36	100	75	6.03	12.06	88.35	55.59	1873 (12)	91154 (12)	19542 (12)
37	100	76	6.03	12.06	94.35	57.41	1956 (12)	96353 (12)	20447 (12)
38	100	77	6.03	12.06	100.61	59.26	2040 (12)	101683 (12)	21368 (12)
39	100	78	6.03	12.06	107.11	61.13	2125 (12)	107143 (12)	22304 (12)
40	100	79	6.03	12.06	113.88	63.03	2211 (12)	112732 (12)	23255 (12)
41	100	80	6.03	12.06	120.91	64.95	2298 (12)	118450 (12)	24222 (12)
42	100	81	6.03	12.06	128.20	66.90	2386 (12)	124296 (12)	25203 (12)
43	100	82	6.03	12.06	135.77	68.87	2475 (12)	130271 (12)	26198 (12)
44	100	83	6.03	12.06	143.61	70.86	2565 (12)	136372 (12)	27208 (12)
45	100	84	6.03	12.06	151.74	72.88	2656 (12)	142601 (12)	28232 (12)
46	100	85	6.03	12.06	160.14	74.92	2748 (12)	148957 (12)	29270 (12)
47	100	86	6.03	12.06	168.84	76.98	2841 (12)	155438 (12)	30322 (12)
48	100	87	6.03	12.06	177.83	79.07	2935 (12)	162046 (12)	31387 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
49	100	88	6.03	15.27	187.12	81.18	2765 (12)	134823 (12)	30797 (12)
50	100	89	6.03	15.27	196.71	83.32	2852 (12)	140287 (12)	31820 (12)
51	100	90	6.03	15.27	206.61	85.48	2940 (12)	145850 (12)	32856 (12)
52	100	91	6.03	15.27	216.82	87.67	3028 (12)	151512 (12)	33903 (12)
53	100	91	6.03	15.27	227.35	89.88	3117 (12)	157273 (12)	34961 (12)

### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (12)	13 (12)	88 (12)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (12)	51 (12)	354 (12)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (12)	114 (12)	796 (12)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (12)	203 (12)	1416 (12)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-10.13	414 (14)	2766 (14)	52254 (14)
3-37-P	85	90	3.39	3.39	0.03	-16.05	496 (15)	3430 (15)	60722 (15)
4-3-P	84	90	3.39	3.39	0.08	-3.68	45 (13)	5501 (13)	5301 (13)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.00	-112.45	1635 (15)	16231 (15)	116430 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	2.00	-90.75	1386 (14)	14178 (14)	91592 (14)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-95.62	1424 (15)	14566 (15)	94101 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.84	-95.11	1528 (15)	15173 (15)	108841 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.91	1413 (15)	14458 (15)	93402 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.86	1413 (15)	14450 (15)	93353 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.86	-94.92	1525 (15)	15142 (15)	108618 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.83	-95.16	1417 (15)	14496 (15)	93649 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.76	-95.80	1427 (15)	14594 (15)	94281 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.62	-97.15	1561 (15)	15499 (15)	111180 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.26	-110.25	1560 (15)	15955 (15)	103072 (15)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	6.03	12.06	1.23	7.03	75 (14)	838 (14)	846 (14)
2	100	41	6.03	12.06	1.28	8.02	74 (14)	664 (14)	861 (14)
3	100	42	6.03	12.06	1.44	9.03	79 (14)	682 (14)	934 (14)
4	100	43	6.03	12.06	1.72	10.06	90 (14)	864 (14)	1062 (14)
5	100	44	6.03	12.06	2.11	11.11	107 (14)	1221 (14)	1242 (14)
6	100	45	6.03	12.06	2.62	12.19	129 (14)	1775 (14)	1471 (14)
7	100	46	6.03	12.06	3.25	13.30	156 (14)	2540 (14)	1744 (14)
8	100	47	6.03	12.06	4.02	14.42	187 (14)	3521 (14)	2055 (14)
9	100	48	6.03	12.06	4.92	15.57	223 (14)	4714 (14)	2401 (14)
10	100	49	6.03	12.06	5.97	16.75	262 (14)	6114 (14)	2781 (14)
11	100	50	6.03	12.06	7.15	17.95	304 (14)	7714 (14)	3191 (14)
12	100	51	6.03	12.06	8.49	19.17	349 (14)	9508 (14)	3631 (14)
13	100	52	6.03	12.06	9.98	20.42	397 (14)	11492 (14)	4099 (14)
14	100	53	6.03	12.06	11.62	21.69	448 (14)	13659 (14)	4595 (14)
15	100	54	6.03	12.06	13.43	22.99	502 (14)	16005 (14)	5118 (14)
16	100	55	6.03	12.06	15.40	24.31	558 (14)	18526 (14)	5668 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
17	100	56	6.03	12.06	17.55	25.65	616 (14)	21219 (14)	6243 (14)
18	100	57	6.03	12.06	19.87	27.02	676 (14)	24081 (14)	6842 (14)
19	100	58	6.03	12.06	22.37	28.41	739 (14)	27107 (14)	7466 (14)
20	100	59	6.03	12.06	25.06	29.83	803 (14)	30297 (14)	8113 (14)
21	100	60	6.03	12.06	27.93	31.27	870 (14)	33646 (14)	8783 (14)
22	100	61	6.03	12.06	31.00	32.73	938 (14)	37154 (14)	9476 (14)
23	100	62	6.03	12.06	34.27	34.22	1008 (14)	40818 (14)	10190 (14)
24	100	63	6.03	12.06	37.74	35.73	1079 (14)	44635 (14)	10926 (14)
25	100	64	6.03	12.06	41.42	37.27	1153 (14)	48605 (14)	11682 (14)
26	100	65	6.03	12.06	45.31	38.83	1227 (14)	52724 (14)	12459 (14)
27	100	66	6.03	12.06	49.42	40.41	1304 (14)	56993 (14)	13256 (14)
28	100	67	6.03	12.06	53.75	42.02	1382 (14)	61410 (14)	14073 (14)
29	100	68	6.03	12.06	58.30	43.66	1461 (14)	65972 (14)	14908 (14)
30	100	69	6.03	12.06	63.08	45.31	1542 (14)	70679 (14)	15763 (14)
31	100	70	6.03	12.06	68.10	46.99	1624 (14)	75530 (14)	16636 (14)
32	100	71	6.03	12.06	73.36	48.70	1707 (14)	80524 (14)	17526 (14)
33	100	72	6.03	12.06	78.86	50.43	1791 (14)	85659 (14)	18435 (14)
34	100	73	6.03	12.06	84.61	52.18	1877 (14)	90934 (14)	19360 (14)
35	100	74	6.03	12.06	90.61	53.96	1964 (14)	96349 (14)	20303 (14)
36	100	75	6.03	12.06	96.87	55.76	2052 (14)	101903 (14)	21263 (14)
37	100	76	6.03	12.06	103.39	57.58	2142 (14)	107595 (14)	22239 (14)
38	100	77	6.03	12.06	110.18	59.43	2232 (14)	113424 (14)	23231 (14)
39	100	78	6.03	12.06	117.24	61.30	2324 (14)	119389 (14)	24239 (14)
40	100	79	6.03	12.06	124.57	63.20	2416 (14)	125490 (14)	25263 (14)
41	100	80	6.03	12.06	132.19	65.12	2510 (14)	131727 (14)	26302 (14)
42	100	81	6.03	12.06	140.08	67.07	2605 (14)	138097 (14)	27356 (14)
43	100	82	6.03	12.06	148.27	69.04	2701 (14)	144602 (14)	28426 (14)
44	100	83	6.03	12.06	156.75	71.03	2797 (14)	151240 (14)	29510 (14)
45	100	84	6.03	12.06	165.53	73.05	2895 (14)	158010 (14)	30608 (14)
46	100	85	6.03	12.06	174.61	75.09	2994 (14)	164913 (14)	31721 (14)
47	100	86	6.03	12.06	184.00	77.15	3093 (14)	171948 (14)	32849 (14)
48	100	87	6.03	12.06	193.70	79.24	3194 (14)	179114 (14)	33990 (14)
49	100	88	6.03	15.27	203.71	81.36	3007 (14)	148848 (14)	33349 (14)
50	100	89	6.03	15.27	214.05	83.49	3099 (14)	154765 (14)	34444 (14)
51	100	90	6.03	15.27	224.71	85.65	3193 (14)	160785 (14)	35551 (14)
52	100	91	6.03	15.27	235.70	87.84	3288 (14)	166908 (14)	36670 (14)
53	100	91	6.03	15.27	247.03	90.05	3383 (14)	173133 (14)	37801 (14)

Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (14)	13 (14)	91 (14)
3	100	80	12.06	12.06	-0.31	0.00	5 (14)	52 (14)	363 (14)
4	100	80	12.06	12.06	-0.69	0.00	12 (14)	117 (14)	816 (14)
5	100	80	12.06	12.06	-1.23	0.00	22 (14)	208 (14)	1451 (14)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-10.13	414 (14)	2766 (14)	52254 (14)
3-37-P	85	90	3.39	3.39	0.03	-16.05	496 (15)	3430 (15)	60722 (15)
4-3-P	84	90	3.39	3.39	0.08	-3.68	45 (13)	5501 (13)	5301 (13)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.00	-112.45	1635 (15)	16231 (15)	116430 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	2.00	-90.75	1386 (15)	14178 (14)	91592 (14)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-95.62	1424 (15)	14566 (15)	94101 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.84	-95.11	1528 (15)	15173 (15)	108841 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.91	1413 (15)	14458 (15)	93402 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.86	-94.86	1413 (15)	14450 (15)	93353 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.86	-94.92	1525 (15)	15142 (15)	108618 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.83	-95.16	1417 (15)	14496 (15)	93649 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.76	-95.80	1427 (15)	14594 (15)	94281 (15)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.62	-97.15	1561 (15)	15499 (15)	111180 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.26	-110.25	1560 (15)	15955 (15)	103072 (15)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\epsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\epsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	12.06	1250.00	1.25	175.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	12.06	1250.00	1.39	189.52	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	12.06	1250.00	1.63	194.28	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	12.06	1250.00	1.98	193.22	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	12.06	1250.00	2.43	190.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	12.06	1250.00	3.00	187.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	12.06	1250.00	3.68	186.50	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	12.06	1250.00	4.49	186.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	12.06	1250.00	5.42	187.44	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	12.06	1250.00	6.48	189.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	12.06	1250.00	7.68	192.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	12.06	1250.00	9.01	195.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	12.06	1250.00	10.49	199.40	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	12.06	1250.00	12.12	203.73	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	12.06	1250.00	13.90	208.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	12.06	1250.00	15.84	213.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	12.06	1250.00	17.94	218.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	12.06	1250.00	20.20	224.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	12.06	1250.00	22.64	230.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	12.06	1250.00	25.25	236.16	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	12.06	1250.00	28.04	242.37	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	12.06	1250.00	31.01	248.75	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	12.06	1250.00	34.17	255.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	12.06	1250.00	37.52	262.03	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	12.06	1250.00	41.07	268.91	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	12.06	1250.00	44.82	275.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	67	12.06	1250.00	48.78	283.10	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	12.06	1250.00	52.94	290.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	12.06	1250.00	57.32	297.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	12.06	1250.00	61.92	305.42	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	12.06	1250.00	66.74	313.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	12.06	1250.00	71.79	320.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	12.06	1250.00	77.07	328.91	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	12.06	1250.00	82.59	336.99	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	12.06	1250.00	88.35	345.19	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	12.06	1250.00	94.35	353.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	12.06	1250.00	100.61	361.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	78	12.06	1250.00	107.11	370.50	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	12.06	1250.00	113.88	379.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	12.06	1250.00	120.91	387.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	12.06	1250.00	128.20	396.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	12.06	1250.00	135.77	405.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	143.61	415.01	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	151.74	424.25	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	160.14	433.60	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	168.84	443.07	0.0000	0.00	0.000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
48	100	87	12.06	1250.00	177.83	452.65	0.0000	0.00	0.000 (12)
49	100	88	15.27	1250.00	187.12	469.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
50	100	89	15.27	1250.00	196.71	479.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
51	100	90	15.27	1250.00	206.61	489.80	0.0000	0.00	0.000 (12)
52	100	91	15.27	1250.00	216.82	499.92	0.0000	0.00	0.000 (12)
53	100	91	15.27	1250.00	227.35	510.14	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.90	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	85	90	3.39	1056.25	-1.55	303.93	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	84	90	3.39	1056.25	-0.31	303.93	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.83	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.01	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.02	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.02	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	1.02	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	1.00	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.83	387.39	0.0000	0.00	0.000

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	12.06	1250.00	1.20	153.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	12.06	1250.00	1.24	176.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	12.06	1250.00	1.35	193.62	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	12.06	1250.00	1.55	202.30	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	12.06	1250.00	1.84	204.04	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	12.06	1250.00	2.21	202.34	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	12.06	1250.00	2.68	199.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	12.06	1250.00	3.26	198.03	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	12.06	1250.00	3.93	197.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	12.06	1250.00	4.72	197.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	12.06	1250.00	5.61	198.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	12.06	1250.00	6.63	200.81	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	12.06	1250.00	7.76	203.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	12.06	1250.00	9.03	207.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	12.06	1250.00	10.42	210.90	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	12.06	1250.00	11.95	215.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	12.06	1250.00	13.62	219.94	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	12.06	1250.00	15.44	224.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	12.06	1250.00	17.40	230.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	12.06	1250.00	19.51	235.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	12.06	1250.00	21.78	241.68	0.0000	0.00	0.000 (13)



n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
22	100	61	12.06	1250.00	24.22	247.72	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	12.06	1250.00	26.82	253.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	12.06	1250.00	29.59	260.37	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	12.06	1250.00	32.53	266.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	12.06	1250.00	35.66	273.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	12.06	1250.00	38.97	280.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	12.06	1250.00	42.46	287.74	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	12.06	1250.00	46.15	294.96	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	12.06	1250.00	50.04	302.33	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	12.06	1250.00	54.12	309.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	12.06	1250.00	58.42	317.48	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	12.06	1250.00	62.92	325.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	12.06	1250.00	67.64	333.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	12.06	1250.00	72.57	341.19	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	12.06	1250.00	77.74	349.35	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	12.06	1250.00	83.12	357.63	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	12.06	1250.00	88.74	366.03	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	12.06	1250.00	94.60	374.56	0.0000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	12.06	1250.00	100.70	383.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	12.06	1250.00	107.04	391.96	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	12.06	1250.00	113.64	400.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	12.06	1250.00	120.48	409.83	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	127.59	418.94	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	134.96	428.16	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	142.60	437.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	150.51	446.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	158.69	456.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
49	100	88	15.27	1250.00	167.16	473.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
50	100	89	15.27	1250.00	175.91	483.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
51	100	90	15.27	1250.00	184.95	493.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
52	100	91	15.27	1250.00	194.29	503.80	0.0000	0.00	0.000 (13)
53	100	91	15.27	1250.00	203.92	514.02	0.0000	0.00	0.000 (13)

**Mensola valle**Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (13)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)

**Piastra fondazione**Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.84	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	85	90	3.39	1056.25	-1.58	303.93	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	84	90	3.39	1056.25	-0.27	303.93	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.77	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.95	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.95	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.95	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.93	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.77	387.39	0.0000	0.00	0.000

### 10.3 Allegato 3 – Sezione tipo B

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**ALLEGATO 3**  
***SEZIONE TIPO B***

**Indice**

Dati	5
Materiali	5
Calcestruzzo armato	5
Acciai	5
Tipologie pali	5
Geometria profilo terreno a monte del muro	5
Falda	5
Geometria muro	6
Geometria paramento e fondazione	6
Descrizione pali di fondazione	6
Descrizione terreni	7
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Risultati per inviluppo	13
Spinta e forze	13
Scarichi in testa ai pali	15
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifiche portanza trasversale (scorrimento)	16
Verifiche portanza verticale	16
Dettagli calcolo portanza verticale	16
Verifica stabilità globale muro + terreno	16
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	18
Paramento	18
Mensola valle	19
Piastra fondazione	20
Sollecitazioni pali	23

Verifiche strutturali	29
Verifiche a flessione	29
Paramento	30
Mensola valle	30
Fondazione	31
Micropali	31
Verifiche a taglio	34
Paramento	34
Mensola valle	35
Fondazione	35
Micropali	35
Verifica a punzonamento	38
Verifica delle tensioni	39
Combinazioni SLER	39
Paramento	39
Mensola valle	40
Piastra fondazione	40
Combinazioni SLEF	40
Paramento	40
Mensola valle	41
Piastra fondazione	41
Combinazioni SLEQ	41
Paramento	41
Mensola valle	42
Piastra fondazione	42
Verifica a fessurazione	43
Combinazioni SLEF	43
Paramento	43
Mensola valle	44
Piastra fondazione	44
Combinazioni SLEQ	44
Paramento	44

---

Mensola valle	45
Piastra fondazione	45

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30-Fondazioni	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
2	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
5	C25/30-Pali	C25/30	S355	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
S355	355000	510000

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, PI	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	PI
1	Micropalo	Laterale	Trivellato	Incastro	5	SI	NO	--	--

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-5.60	0.000
2	-0.40	-5.60	0.000
3	10.00	-5.60	0.000
4	15.00	-5.60	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	4.70	[m]
Altezza paramento libero	4.70	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.87	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]
Spessore rivestimento	0.15	[m]
Peso sp. rivestimento	20.0000	[kN/mc]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.35	[m]
Spessore all'estremità libera	0.80	[m]
Spessore all'incastro	0.80	[m]

#### Fondazione

Materiale	C25/30-Fondazioni	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.73	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.90	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

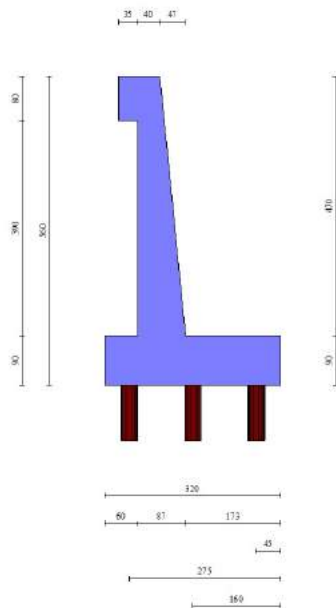


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione



**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- $\alpha$  inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	$\alpha$ [°]	ALL
1	Micropalo	0.45	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
2	Micropalo	2.75	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
3	Micropalo	1.60	1.00	0.50	10	30.00	10.00	0.00	Sfalsati

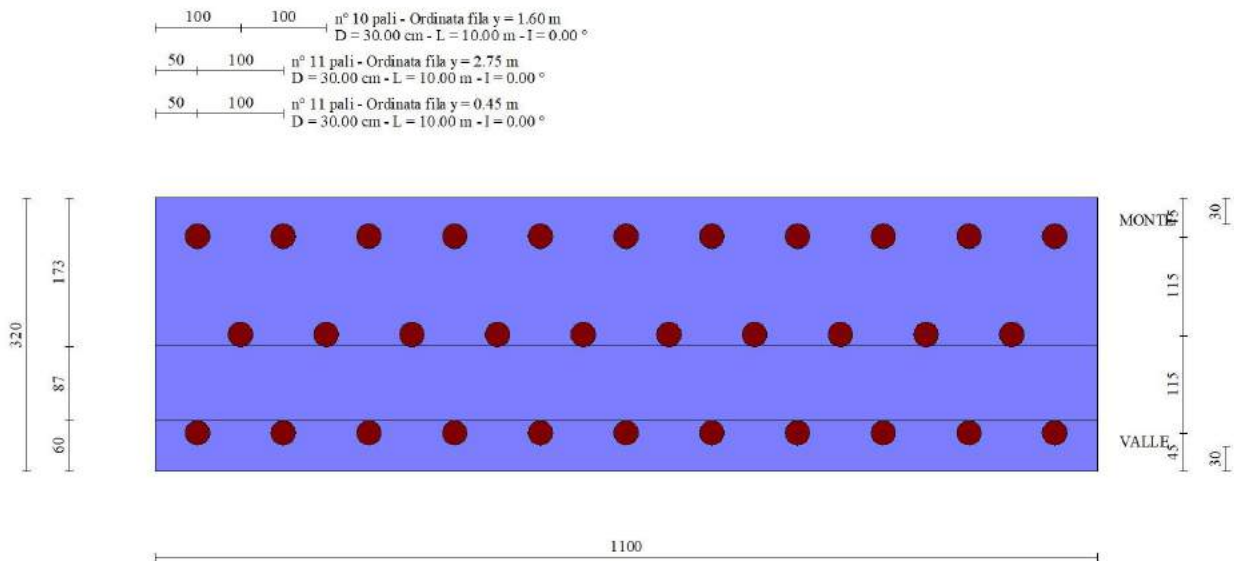


Fig. 2 - Pianta pali

**Descrizione terreni**

**Parametri di resistenza**

**Simbologia adottata**

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
- $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kPa]
- $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]
- Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
- $\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]	
1	riempimento	20.0000	20.0000	38.000	25.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
2	Coltre eluvio-colluviale	20.0000	20.0000	25.000	16.670	10	0	1.000	10	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
3	Basalto alterato	20.0000	20.0000	34.000	0.000	0	0	1.000	200	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
4	Basalto	22.0000	22.0000	40.000	0.000	50	0	1.000	250	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	4.70	0.000	riempimento	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
2	5.00	0.000	Coltre eluvio-colluviale	0.000	0.000	10.800	0.000	1.000	---	---
3	5.00	0.000	Basalto alterato	0.000	0.000	27.500	0.000	1.000	---	---
4	5.00	0.000	Basalto	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---

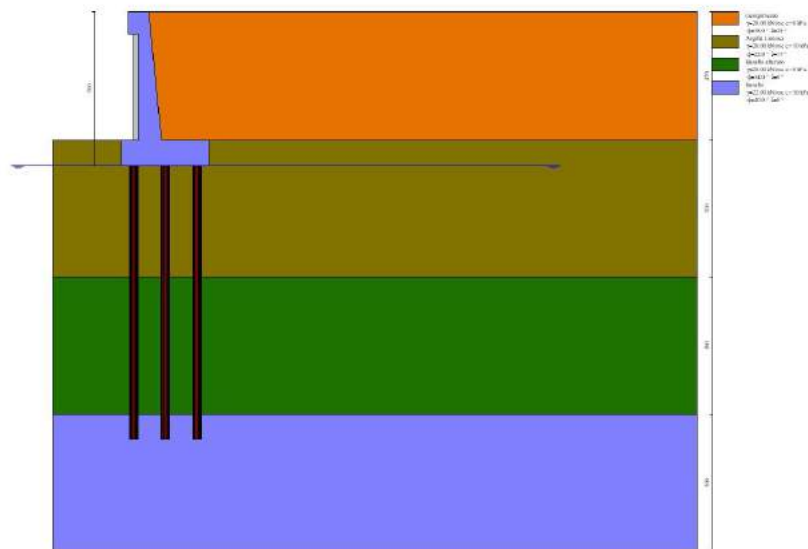


Fig. 3 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Variabile) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40$  -  $\Psi_1=0.40$  -  $\Psi_2=0.00$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	20.00	20.0000	20.0000

## Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALE

## Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	10.7000	0.0000	10.7000				

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

## Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

## Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_s$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 2

$$\zeta_3=1.65 \quad \zeta_4=1.55$$

## Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Abbasanta
Provincia	Oristano
Regione	Sardegna
Latitudine	40.127815
Longitudine	8.819074
Indice punti di interpolazione	-1 - -1 - -1 - -1

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.589	0.304
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.060	0.031
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.976	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.371	0.307
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	9.600	4.800
Ultimo - Ribaltamento	1.000	9.600	4.800
Esercizio	1.000	4.958	2.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	188.38	22.79	173.67	72.95	2.20	-3.44
	Peso/Inerzia muro			0.00	150.64/0.00	0.22	-3.71
	Peso/Inerzia rivestimento			0.00	14.10	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	244.11/0.00	1.19	-2.24
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-3339.90		
2	Spinta statica	114.73	22.79	105.78	44.44	2.20	-3.50
	Incremento di spinta sismica		34.95	32.23	13.54	2.20	-2.80
	Peso/Inerzia muro			14.46	150.64/7.23	0.22	-3.71
	Peso/Inerzia rivestimento			1.35	14.10	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			17.73	184.71/8.87	1.21	-2.26
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-3299.00		

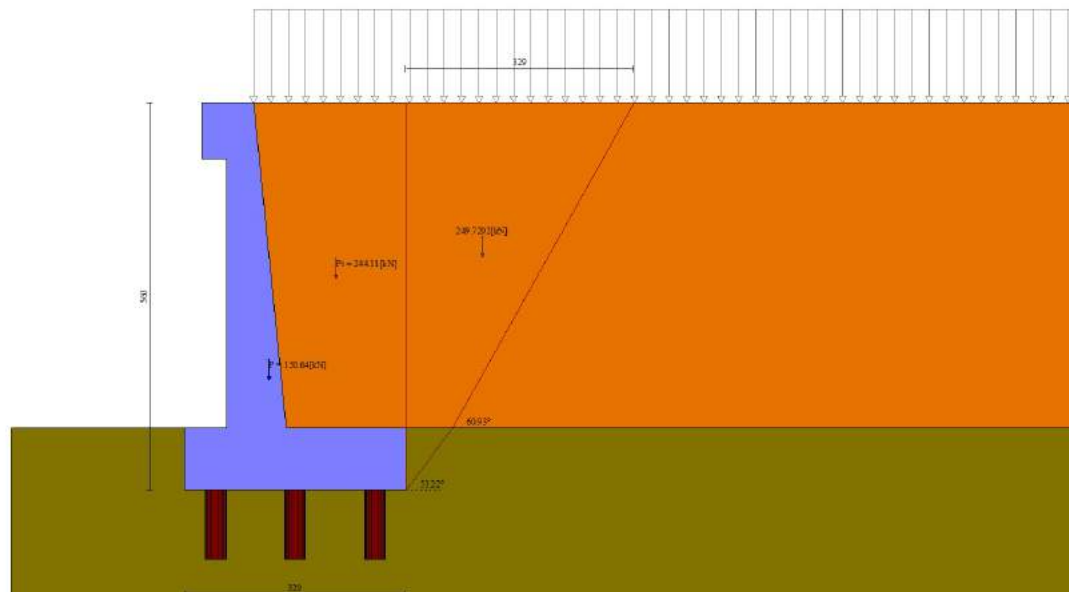


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)



Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

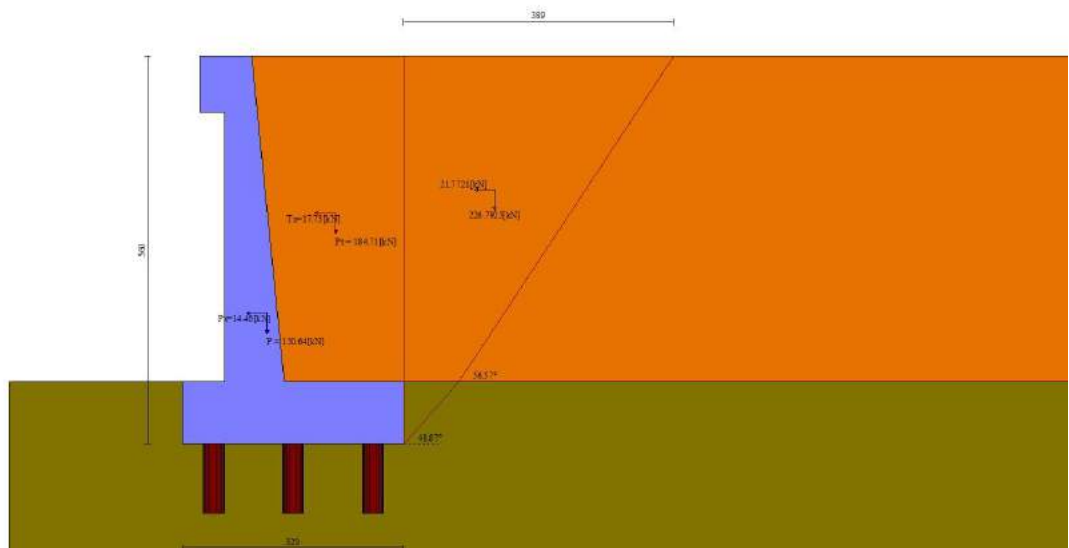


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)



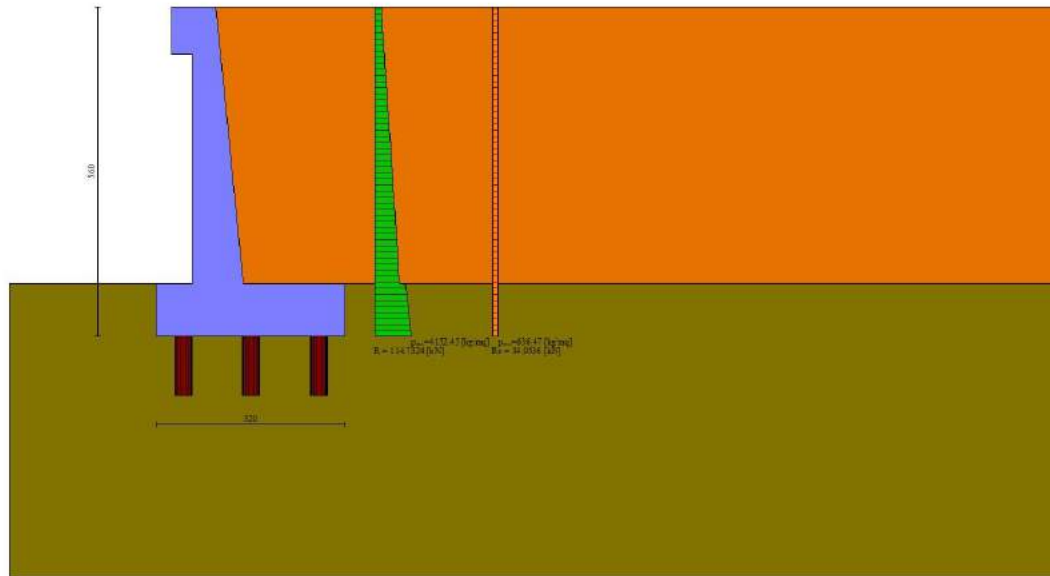


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

### Scarichi in testa ai pali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	50.57	-29.91	-59.70
	2	280.66	-29.91	-59.70
	3	165.62	-29.91	-59.70
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1.13	-26.51	-58.97
	2	290.05	-26.51	-58.97
	3	145.59	-26.51	-58.97

### Verifiche geotecniche

#### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	19.231					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	19.231					
4 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
5 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
6 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
7 - GEO (A2-M2-R2)					3.963		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.044		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.813		

*Verifiche portanza trasversale (scorrimento)*

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kN]	Td [kN]	FS <sub>o</sub>
5 - STR (A1-M1-R3)	1	-59.70	1640.90	27.486
	2	-59.70	1640.90	27.486
	3	-59.70	1640.90	27.486
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-55.24	1640.90	29.705
	2	-55.24	1640.90	29.705
	3	-55.24	1640.90	29.705

*Verifiche portanza verticale*

## Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kN]	Pd [kN]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	50.57	572.57	11.321
	2	280.66	572.57	2.040
	3	165.62	572.57	3.457
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1.13	572.57	506.785
	2	290.05	572.57	1.974
	3	145.59	572.57	3.933
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	1.13	572.57	506.785
	2	290.05	572.57	1.974
	3	145.59	572.57	3.933
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-1.66	525.15	317.173
	2	267.64	572.57	2.139
	3	132.99	572.57	4.305
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	-1.66	525.15	317.173
	2	267.64	572.57	2.139
	3	132.99	572.57	4.305
4 - STR (A1-M1-R3)	1	92.52	572.57	6.189
	2	310.79	572.57	1.842
	3	201.65	572.57	2.839

**Dettagli calcolo portanza verticale**

## Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]
Wp	Peso palo, espresso in [kN]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc [m]	Pp [kN]	Pl [kN]	A [kN]	Wp [kN]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
3	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15

*Verifica stabilità globale muro + terreno*

## Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0.76; 2.29	18.07	3.963
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.76; 2.29	18.07	3.813

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	68.66	31.84	17.17 - 1.38	74.408	32.007	0	0.0	
2	172.90	31.84	1.38	61.695	20.458	8	6.3	
3	234.26	31.84	1.38	53.381	20.458	8	28.1	
4	280.24	31.84	1.38	46.509	28.352	0	44.4	
5	316.77	31.84	1.38	40.435	28.352	0	57.3	
6	346.45	31.84	1.38	34.875	28.352	0	67.8	
7	370.72	31.84	1.38	29.673	28.352	0	76.4	
8	390.46	31.84	1.38	24.730	28.352	0	83.4	
9	406.39	31.84	1.38	19.977	28.352	0	89.0	
10	419.63	31.84	1.38	15.365	33.873	40	93.3	
11	428.46	31.84	1.38	10.854	33.873	40	96.5	
12	441.50	31.84	1.38	6.410	33.873	40	98.6	
13	424.98	12.86	1.38	2.005	33.873	40	99.6	
14	309.44	0.00	1.38	-2.388	33.873	40	99.5	
15	305.33	0.00	1.38	-6.795	33.873	40	98.4	
16	298.63	0.00	1.38	-11.244	33.873	40	96.3	
17	288.49	0.00	1.38	-15.762	33.873	40	93.0	
18	275.00	0.00	1.38	-20.385	28.352	0	88.6	
19	258.79	0.00	1.38	-25.151	28.352	0	82.8	
20	238.68	0.00	1.38	-30.114	28.352	0	75.7	
21	213.98	0.00	1.38	-35.343	28.352	0	67.0	
22	183.77	0.00	1.38	-40.940	28.352	0	56.3	
23	146.55	0.00	1.38	-47.070	28.352	0	43.1	
24	99.55	0.00	1.38	-54.033	20.458	8	26.4	
25	36.28	0.00	-17.44 - 1.38	-62.350	20.458	8	4.1	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

n°	W	Qy	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	68.66	0.00	17.17 - 1.38	74.408	38.000	0	0.0	
2	172.90	0.00	1.38	61.695	25.000	10	6.3	
3	234.26	0.00	1.38	53.381	25.000	10	28.1	
4	280.24	0.00	1.38	46.509	34.000	0	44.4	
5	316.77	0.00	1.38	40.435	34.000	0	57.3	
6	346.45	0.00	1.38	34.875	34.000	0	67.8	
7	370.72	0.00	1.38	29.673	34.000	0	76.4	
8	390.46	0.00	1.38	24.730	34.000	0	83.4	
9	406.39	0.00	1.38	19.977	34.000	0	89.0	
10	419.63	0.00	1.38	15.365	40.000	50	93.3	
11	428.46	0.00	1.38	10.854	40.000	50	96.5	
12	441.50	0.00	1.38	6.410	40.000	50	98.6	
13	424.98	0.00	1.38	2.005	40.000	50	99.6	
14	309.44	0.00	1.38	-2.388	40.000	50	99.5	
15	305.33	0.00	1.38	-6.795	40.000	50	98.4	
16	298.63	0.00	1.38	-11.244	40.000	50	96.3	
17	288.49	0.00	1.38	-15.762	40.000	50	93.0	
18	275.00	0.00	1.38	-20.385	34.000	0	88.6	
19	258.79	0.00	1.38	-25.151	34.000	0	82.8	
20	238.68	0.00	1.38	-30.114	34.000	0	75.7	
21	213.98	0.00	1.38	-35.343	34.000	0	67.0	
22	183.77	0.00	1.38	-40.940	34.000	0	56.3	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
23	146.55	0.00	1.38	-47.070	34.000	0	43.1	
24	99.55	0.00	1.38	-54.033	25.000	10	26.4	
25	36.28	0.00	-17.44 - 1.38	-62.350	25.000	10	4.1	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

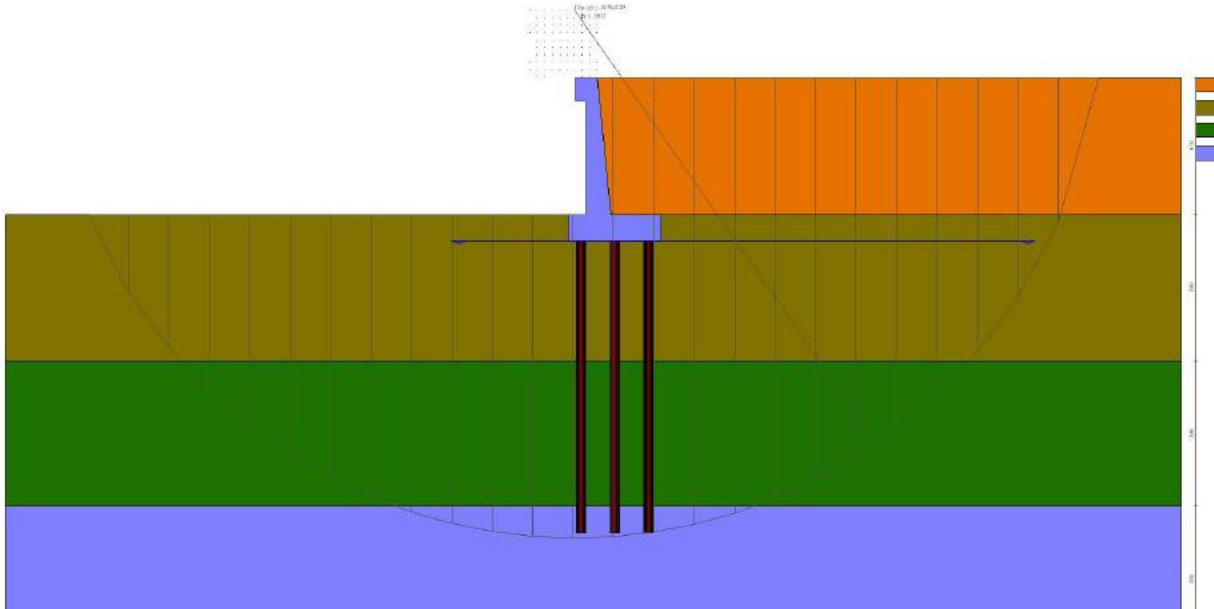


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 9)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	10.70	1.20	11.90
2	-0.10	7.86	10.22	0.66	11.36	1.24	13.01
3	-0.20	8.88	11.54	1.37	12.07	1.35	14.19
4	-0.30	9.92	12.89	2.12	12.82	1.53	15.44
5	-0.40	10.98	14.28	2.91	13.61	1.80	16.78
6	-0.50	12.07	15.70	3.75	14.45	2.16	18.21
7	-0.60	13.19	17.15	4.63	15.33	2.60	19.72
8	-0.70	14.33	18.63	5.56	16.26	3.15	21.34
9	-0.80	15.49	20.14	6.53	17.23	3.79	23.05
10	-0.90	16.68	21.69	7.54	18.24	4.54	24.87
11	-1.00	17.90	23.27	8.60	19.30	5.40	26.80
12	-1.10	19.14	24.88	9.70	20.40	6.37	28.84
13	-1.20	20.40	26.52	10.85	21.55	7.47	31.01
14	-1.30	21.69	28.19	12.04	23.41	8.68	33.29
15	-1.40	23.00	29.90	13.28	25.61	10.02	35.70
16	-1.50	24.33	31.63	14.56	27.87	11.50	38.25
17	-1.60	25.69	33.40	15.88	30.19	13.11	40.93
18	-1.70	27.08	35.20	17.25	32.56	14.86	43.75

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
19	-1.80	28.49	37.03	18.66	34.99	16.76	46.72
20	-1.90	29.92	38.90	20.12	37.48	18.81	49.84
21	-2.00	31.38	40.80	21.62	40.03	21.02	53.12
22	-2.10	32.86	42.72	23.16	42.63	23.38	56.55
23	-2.20	34.37	44.68	24.75	45.29	25.91	60.15
24	-2.30	35.90	46.68	26.38	48.01	28.61	63.92
25	-2.40	37.46	48.70	28.06	50.79	31.48	67.86
26	-2.50	39.04	50.76	29.78	53.62	34.53	71.98
27	-2.60	40.65	52.84	31.55	56.51	37.76	76.28
28	-2.70	42.28	54.96	33.36	59.46	41.18	80.77
29	-2.80	43.93	57.11	35.21	62.47	44.79	85.45
30	-2.90	45.61	59.30	37.11	65.53	48.59	90.32
31	-3.00	47.32	61.51	39.05	68.65	52.60	95.40
32	-3.10	49.05	63.76	41.04	71.83	56.81	102.50
33	-3.20	50.80	66.04	43.07	75.07	61.23	110.13
34	-3.30	52.58	68.35	45.14	78.36	65.86	118.09
35	-3.40	54.38	70.69	47.26	81.71	70.72	126.40
36	-3.50	56.20	73.06	49.42	85.12	75.79	135.05
37	-3.60	58.05	75.47	51.63	88.59	81.10	144.06
38	-3.70	59.93	77.91	53.88	92.11	86.63	153.44
39	-3.80	61.83	80.38	56.18	95.69	92.40	163.18
40	-3.90	63.75	82.88	58.52	99.33	98.42	173.29
41	-4.00	65.70	85.41	60.90	103.02	104.68	183.79
42	-4.10	67.68	87.98	63.33	106.77	111.19	194.66
43	-4.20	69.68	90.58	65.80	110.59	117.95	205.93
44	-4.30	71.70	93.21	68.32	114.45	124.98	217.60
45	-4.40	73.74	95.87	70.88	118.38	132.27	229.67
46	-4.50	75.82	98.56	73.48	122.36	139.82	242.15
47	-4.60	77.91	101.29	76.13	126.40	147.65	255.04
48	-4.70	80.03	104.04	78.82	130.50	155.76	268.35

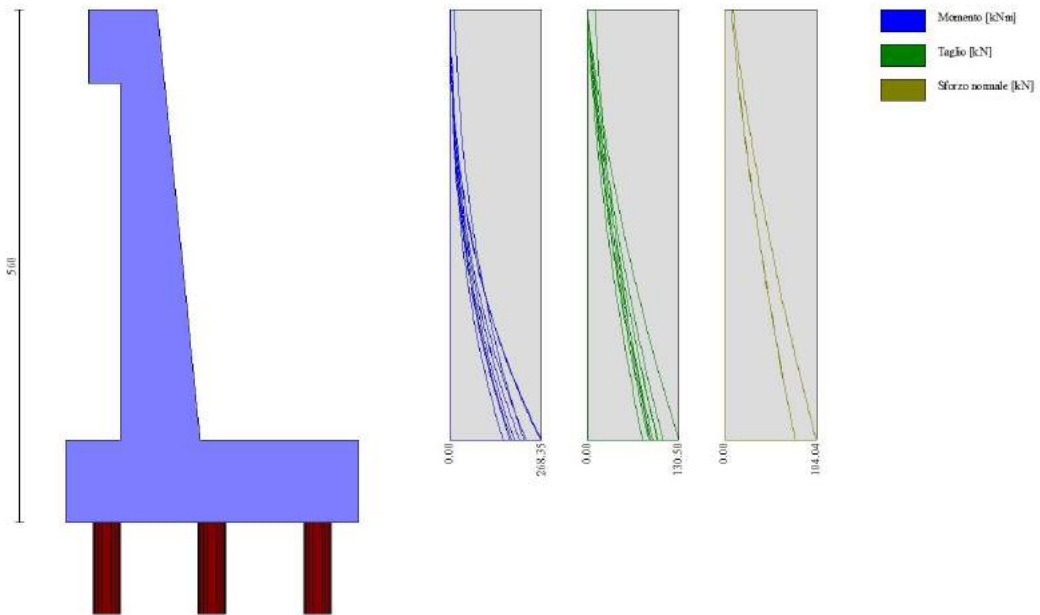


Fig. 9 - Paramento

Mensola valle

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	0.00	1.72	2.23	0.08	0.10
3	-0.57	0.00	0.00	3.43	4.46	0.30	0.39
4	-0.49	0.00	0.00	5.15	6.69	0.68	0.88
5	-0.40	0.00	0.00	6.86	8.92	1.20	1.56

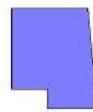
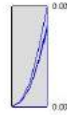
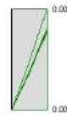


Fig. 10 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
755	<b>33.30</b> (4)	111.00 (4)	0.02 (4)	0.00 (4)	89.70 (4)	MAX
2056	<b>-45.36</b> (3)	-151.18 (3)	-26.20 (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
755	33.30 (4)	<b>111.00</b> (4)	0.02 (4)	0.00 (4)	89.70 (4)	MAX
2056	-45.36 (3)	<b>-151.18</b> (3)	-26.20 (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
113	-45.34 (3)	-151.14 (3)	<b>26.19</b> (3)	0.00 (3)	-135.18 (3)	MAX
2056	-45.36 (3)	-151.18 (3)	<b>-26.20</b> (3)	0.00 (3)	-135.22 (3)	MIN
1933	-9.74 (4)	-17.29 (4)	-19.44 (4)	<b>148.62</b> (4)	-173.98 (4)	MAX
29	-12.05 (4)	-18.31 (4)	19.66 (4)	<b>-148.26</b> (4)	-175.92 (4)	MIN
569	33.30 (4)	110.99 (4)	-0.09 (4)	0.00 (4)	<b>90.25</b> (4)	MAX
34	-15.37 (4)	-51.24 (4)	-2.85 (4)	0.08 (4)	<b>-301.91</b> (4)	MIN

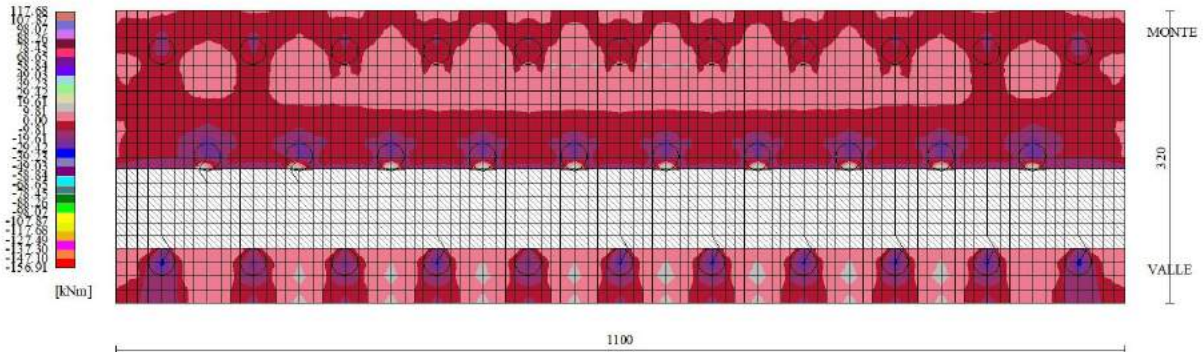


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momento M<sub>XMAX</sub> (Combinazione n° 4)

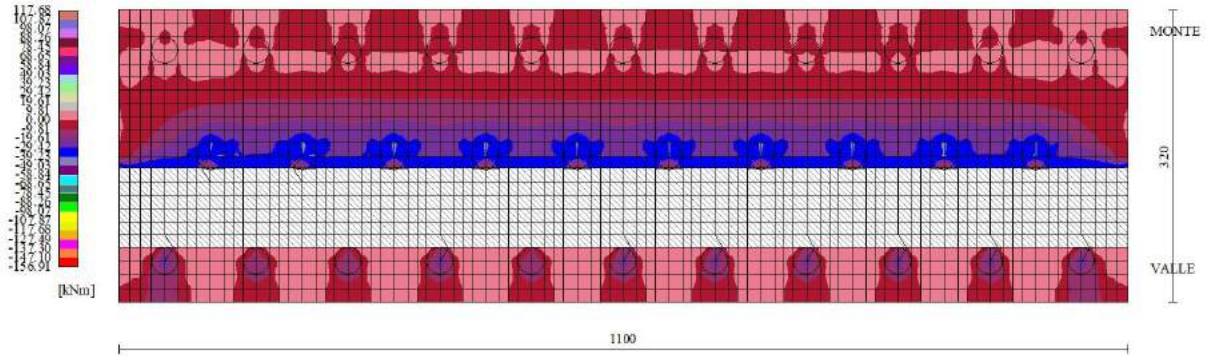


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 3)

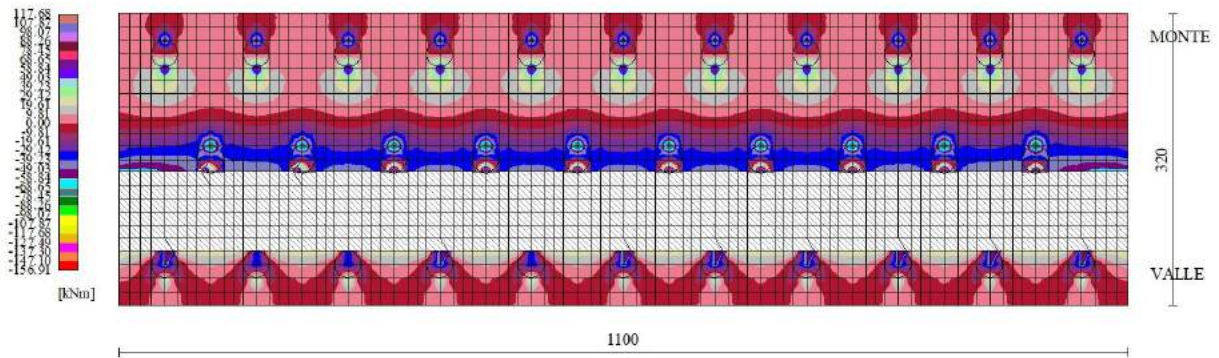


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 4)



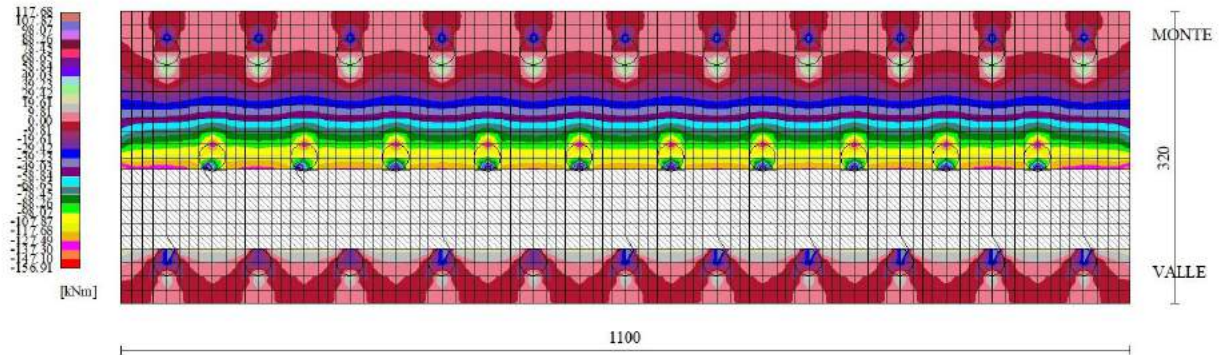


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 3)

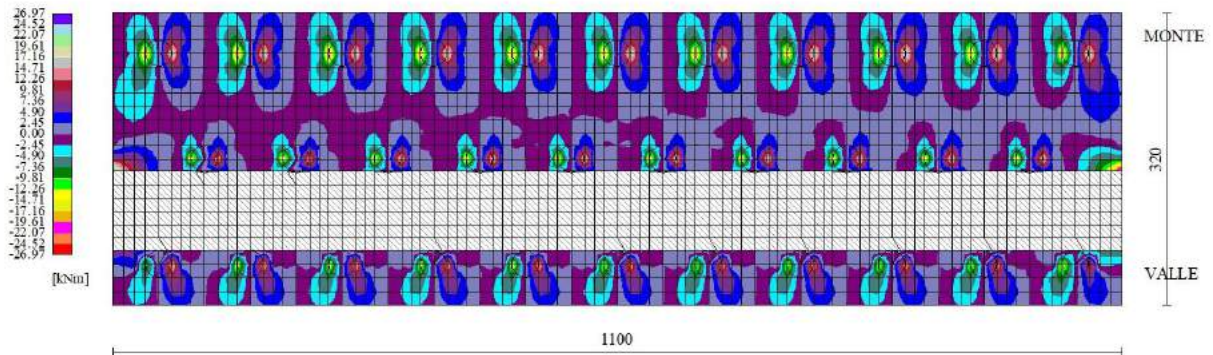


Fig. 15 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 3)



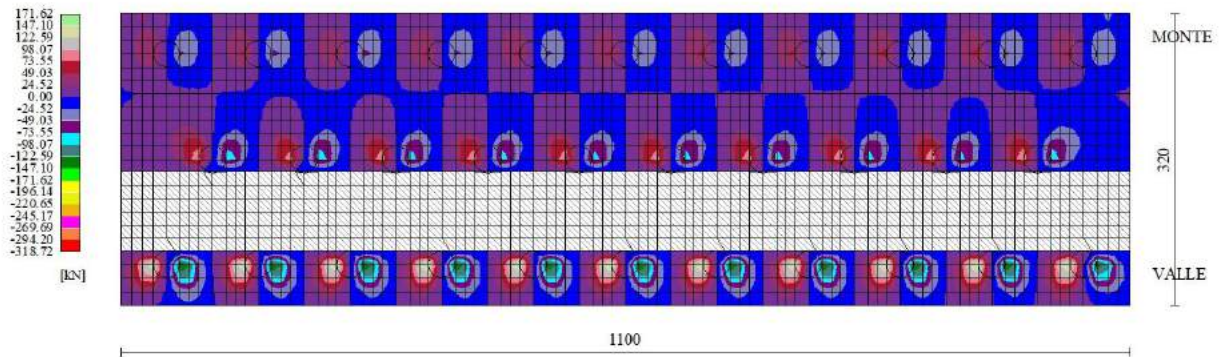


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 4)

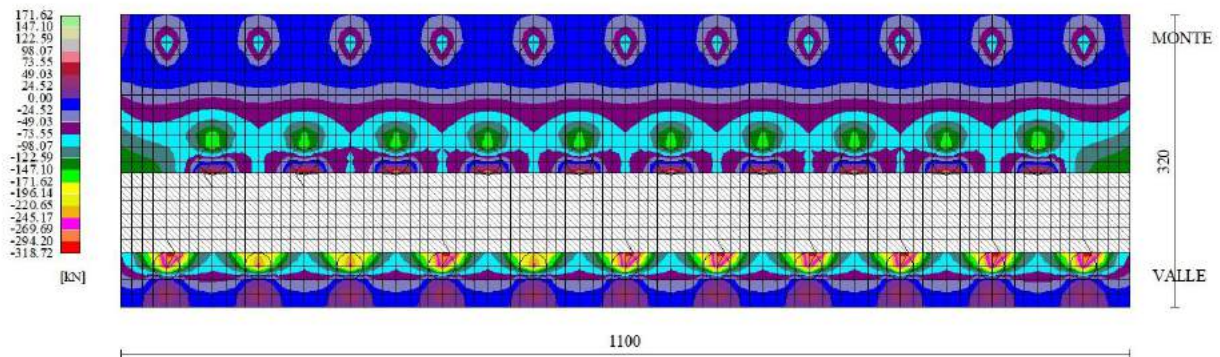


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 4)

**Sollecitazioni pali**

**Simbologia adottata**

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	50.57	1181.40	-59.70	-1492.52	-29.91	-747.63
19	1.80	53.20	1164.44	0.44	11.10	11.75	293.64
30	2.90	54.80	1154.07	5.49	137.22	7.61	190.29
42	4.10	56.55	1142.76	3.81	95.29	1.76	43.96

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	280.66	1181.36	-59.70	-1492.52	-29.91	-747.63
19	1.80	280.01	1164.40	0.44	11.10	11.75	293.64
30	2.90	279.61	1154.03	5.49	137.22	7.61	190.29
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	165.62	1181.36	-59.70	-1492.52	-29.91	-747.63
19	1.80	166.60	1164.39	0.44	11.10	11.75	293.64
30	2.90	167.20	1154.03	5.49	137.22	7.61	190.29
42	4.10	167.86	1142.72	3.81	95.29	1.76	43.96
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	1.13	28.23	-58.97	-1474.24	-26.51	-662.68
18	1.70	4.27	27.76	0.40	10.12	12.67	316.74
29	2.80	6.30	27.48	5.90	147.44	8.25	206.36
42	4.10	8.70	27.15	3.84	95.95	1.59	39.79
101	10.00	0.00	0.27	0.01	0.15	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	290.05	1181.46	-58.97	-1474.24	-26.51	-662.68
18	1.70	289.31	1165.44	0.40	10.12	12.67	316.74
29	2.80	288.83	1155.07	5.90	147.44	8.25	206.36
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.15	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	145.59	1181.35	-58.97	-1474.24	-26.51	-662.68
18	1.70	146.79	1165.33	0.40	10.12	12.67	316.74
29	2.80	147.56	1154.96	5.90	147.44	8.25	206.36
42	4.10	148.48	1142.71	3.84	95.95	1.59	39.79
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.15	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	-1.66	-41.37	-55.24	-1380.92	-24.89	-622.37
18	1.70	2.02	-40.69	0.35	8.84	11.84	296.07
29	2.80	4.39	-40.27	5.51	137.83	7.73	193.19
101	10.00	36.98	-0.39	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	267.64	1181.33	-55.24	-1380.92	-24.89	-622.37
18	1.70	267.20	1165.30	0.35	8.84	11.84	296.07
29	2.80	266.92	1154.94	5.51	137.83	7.73	193.19
101	10.00	0.00	11.76	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	132.99	1181.39	-55.24	-1380.92	-24.89	-622.37

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
18	1.70	134.36	1165.37	0.35	8.84	11.84	296.07
29	2.80	135.25	1155.00	5.51	137.83	7.73	193.19
42	4.10	136.29	1142.75	3.59	89.84	1.49	37.35
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	92.52	1181.46	-59.70	-1492.52	-30.49	-762.15
19	1.80	94.54	1164.50	0.23	5.77	11.55	288.72
30	2.90	95.78	1154.13	5.40	135.06	7.58	189.59
42	4.10	97.13	1142.82	3.80	94.94	1.79	44.66
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	310.79	1181.37	-59.70	-1492.52	-30.49	-762.15
19	1.80	309.71	1164.41	0.23	5.77	11.55	288.72
30	2.90	309.05	1154.04	5.40	135.06	7.58	189.59
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	201.65	1181.41	-59.70	-1492.52	-30.49	-762.15
19	1.80	202.13	1164.44	0.23	5.77	11.55	288.72
30	2.90	202.42	1154.07	5.40	135.06	7.58	189.59
42	4.10	202.73	1142.76	3.80	94.94	1.79	44.66
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	82.75	1181.39	-59.70	-1492.52	-31.20	-779.91
20	1.90	85.04	1163.48	1.05	26.25	11.31	282.78
30	2.90	86.24	1154.06	5.30	132.41	7.55	188.74
42	4.10	87.68	1142.75	3.78	94.52	1.82	45.51
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	286.58	1181.32	-59.70	-1492.52	-31.20	-779.91
20	1.90	285.80	1163.41	1.05	26.25	11.31	282.78
30	2.90	285.39	1153.98	5.30	132.41	7.55	188.74
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	184.66	1181.38	-59.70	-1492.52	-31.20	-779.91
20	1.90	185.42	1163.47	1.05	26.25	11.31	282.78
30	2.90	185.82	1154.05	5.30	132.41	7.55	188.74
42	4.10	186.29	1142.74	3.78	94.52	1.82	45.51
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	60.34	1181.45	-59.70	-1492.52	-29.19	-729.87
19	1.80	62.82	1164.48	0.70	17.62	11.99	299.66
30	2.90	64.34	1154.12	5.59	139.87	7.65	191.15
42	4.10	65.99	1142.81	3.83	95.72	1.72	43.11
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

## Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	304.87	1181.38	-59.70	-1492.52	-29.19	-729.87
19	1.80	303.88	1164.41	0.70	17.62	11.99	299.66
30	2.90	303.27	1154.05	5.59	139.87	7.65	191.15
101	10.00	0.00	11.77	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	182.61	1181.40	-59.70	-1492.52	-29.19	-729.87
19	1.80	183.35	1164.44	0.70	17.62	11.99	299.66
30	2.90	183.80	1154.07	5.59	139.87	7.65	191.15
42	4.10	184.30	1142.76	3.83	95.72	1.72	43.11
101	10.00	0.00	11.78	0.01	0.14	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	38.29	956.80	-40.04	-1000.90	-18.09	-452.28
18	1.70	40.93	941.00	0.24	5.95	8.57	214.15
29	2.80	42.64	931.27	3.99	99.71	5.60	139.95
42	4.10	44.66	920.29	2.60	65.09	1.08	27.12
101	10.00	0.00	9.09	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	232.52	1181.37	-40.04	-1000.90	-18.09	-452.28
18	1.70	232.55	1165.35	0.24	5.95	8.57	214.15
29	2.80	232.57	1154.98	3.99	99.71	5.60	139.95
42	4.10	232.60	1142.73	2.60	65.09	1.08	27.12
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	135.40	1181.35	-40.04	-1000.90	-18.09	-452.28
18	1.70	136.74	1165.33	0.24	5.95	8.57	214.15
29	2.80	137.61	1154.96	3.99	99.71	5.60	139.95
42	4.10	138.63	1142.71	2.60	65.09	1.08	27.12
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	71.46	1181.39	-44.82	-1120.44	-22.81	-570.23
19	1.80	73.78	1164.43	0.20	5.03	8.70	217.39
30	2.90	75.20	1154.06	4.07	101.67	5.70	142.42
42	4.10	76.75	1142.75	2.85	71.32	1.34	33.43
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	236.87	1181.37	-44.82	-1120.44	-22.81	-570.23
19	1.80	236.84	1164.41	0.20	5.03	8.70	217.39
30	2.90	236.82	1154.04	4.07	101.67	5.70	142.42
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	154.16	1181.40	-44.82	-1120.44	-22.81	-570.23
19	1.80	155.31	1164.44	0.20	5.03	8.70	217.39
30	2.90	156.01	1154.07	4.07	101.67	5.70	142.42
42	4.10	156.78	1142.76	2.85	71.32	1.34	33.43
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	69.66	1181.38	-39.74	-993.54	-20.23	-505.86
19	1.80	72.01	1164.42	0.18	4.38	7.71	192.70
30	2.90	73.44	1154.05	3.61	90.13	5.05	126.28
42	4.10	75.01	1142.74	2.53	63.24	1.19	29.65
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	216.16	1181.40	-39.74	-993.54	-20.23	-505.86
19	1.80	216.43	1164.43	0.18	4.38	7.71	192.70
30	2.90	216.59	1154.07	3.61	90.13	5.05	126.28
42	4.10	216.77	1142.76	2.53	63.24	1.19	29.65
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	142.91	1181.36	-39.74	-993.54	-20.23	-505.86
19	1.80	144.22	1164.40	0.18	4.38	7.71	192.70
30	2.90	145.02	1154.03	3.61	90.13	5.05	126.28
42	4.10	145.89	1142.72	2.53	63.24	1.19	29.65
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.09	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	68.46	1181.40	-36.36	-908.95	-18.52	-462.95
19	1.80	70.82	1164.43	0.16	3.95	7.05	176.24
30	2.90	72.27	1154.06	3.30	82.43	4.62	115.52
42	4.10	73.85	1142.75	2.31	57.85	1.09	27.14
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	202.35	1181.40	-36.36	-908.95	-18.52	-462.95
19	1.80	202.82	1164.43	0.16	3.95	7.05	176.24
30	2.90	203.10	1154.06	3.30	82.43	4.62	115.52
42	4.10	203.41	1142.75	2.31	57.85	1.09	27.14
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	135.40	1181.35	-36.36	-908.95	-18.52	-462.95
19	1.80	136.82	1164.39	0.16	3.95	7.05	176.24
30	2.90	137.68	1154.02	3.30	82.43	4.62	115.52
42	4.10	138.63	1142.71	2.31	57.85	1.09	27.14
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	34.32	857.49	-47.81	-1195.15	-22.56	-563.93
19	1.80	37.17	842.50	0.87	21.65	9.88	246.91
29	2.80	38.75	834.59	4.60	115.10	6.62	165.56
42	4.10	40.81	824.74	3.09	77.14	1.34	33.53
101	10.00	0.00	8.15	0.00	0.12	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	246.82	1181.36	-47.81	-1195.15	-22.56	-563.93

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
19	1.80	246.65	1164.40	0.87	21.65	9.88	246.91
29	2.80	246.55	1154.97	4.60	115.10	6.62	165.56
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.12	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	140.57	1181.39	-47.81	-1195.15	-22.56	-563.93
19	1.80	141.91	1164.43	0.87	21.65	9.88	246.91
29	2.80	142.65	1155.00	4.60	115.10	6.62	165.56
42	4.10	143.62	1142.75	3.09	77.14	1.34	33.53
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.12	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	32.97	823.82	-45.84	-1146.10	-21.71	-542.78
19	1.80	35.84	809.41	0.80	20.03	9.44	236.10
29	2.80	37.44	801.81	4.40	110.04	6.35	158.64
42	4.10	39.51	792.36	2.96	73.93	1.29	32.25
101	10.00	0.00	7.83	0.00	0.11	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	235.12	1181.40	-45.84	-1146.10	-21.71	-542.78
19	1.80	235.12	1164.43	0.80	20.03	9.44	236.10
29	2.80	235.12	1155.01	4.40	110.04	6.35	158.64
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.11	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	134.05	1181.40	-45.84	-1146.10	-21.71	-542.78
19	1.80	135.48	1164.43	0.80	20.03	9.44	236.10
29	2.80	136.28	1155.01	4.40	110.04	6.35	158.64
42	4.10	137.31	1142.75	2.96	73.93	1.29	32.25
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.11	0.00	0.00

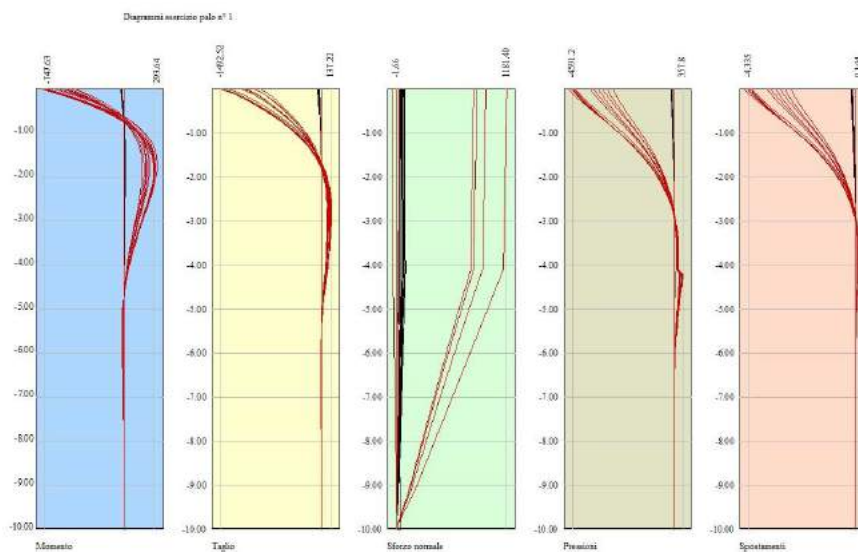


Fig. 18 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Involuppo)

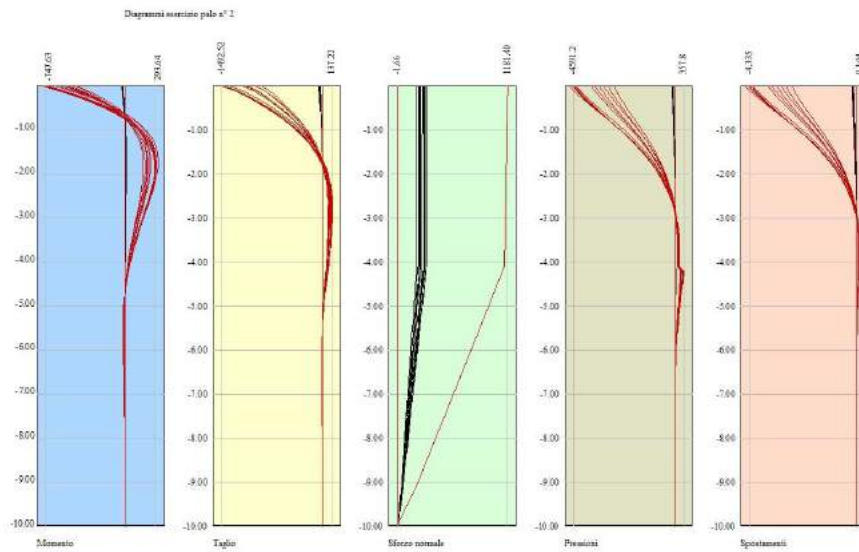


Fig. 19 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Involuppo)

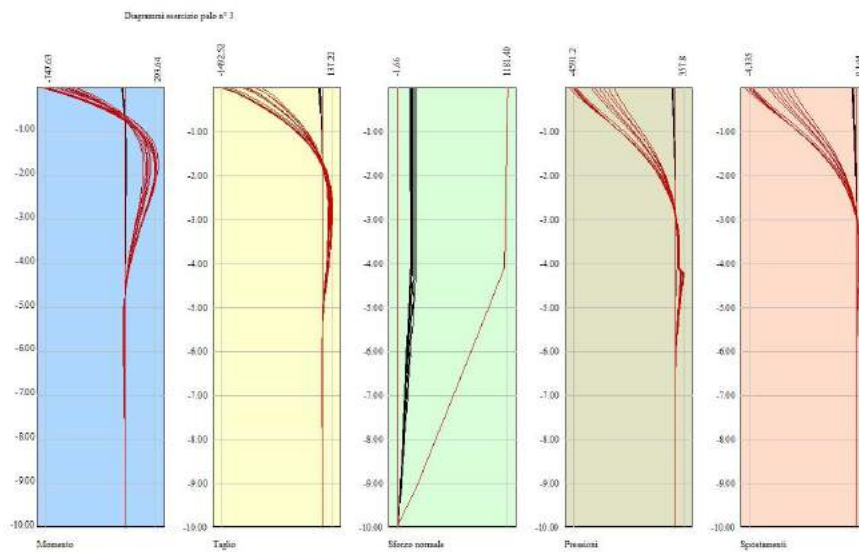


Fig. 20 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Involuppo)

Verifiche strutturali

*Verifiche a flessione*

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espressa in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]

Mu momento ultimi espresso in [kNm]  
 Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Elementi calcolati a piastra****Simbologia adottata**

n° indice sezione  
 Y ordinata sezione espressa in [m]  
 B larghezza sezione espressa in [cm]  
 H altezza sezione espressa in [cm]  
 Afi, Afs area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]  
 Mp, Mn momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]  
 Mu momento ultimi espresso in [kNm]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	4.62	9.24	11.90	6.86	143.08	6.86	13.012
2	100	41	4.62	9.24	13.01	7.86	147.30	7.86	12.167
3	100	42	4.62	9.24	14.19	8.88	151.55	8.88	11.403
4	100	43	4.62	9.24	15.44	9.92	155.81	9.92	10.707
5	100	44	4.62	9.24	16.78	10.98	160.09	10.98	10.070
6	100	45	4.62	9.24	18.21	12.07	164.39	12.07	9.486
7	100	46	4.62	9.24	19.72	13.19	168.71	13.19	8.948
8	100	47	4.62	9.24	21.34	14.33	173.04	14.33	8.452
9	100	48	4.62	9.24	23.05	15.49	177.40	15.49	7.993
10	100	49	4.62	9.24	24.87	16.68	181.78	16.68	7.568
11	100	50	4.62	9.24	26.80	17.90	186.17	17.90	7.173
12	100	51	4.62	9.24	28.84	19.14	190.59	19.14	6.805
13	100	52	4.62	9.24	31.01	20.40	195.02	20.40	6.463
14	100	53	4.62	9.24	33.29	21.69	199.48	21.69	6.144
15	100	54	4.62	9.24	35.70	23.00	203.95	23.00	5.846
16	100	55	4.62	9.24	38.25	24.33	208.45	24.33	5.567
17	100	56	4.62	9.24	40.93	25.69	212.96	25.69	5.306
18	100	57	4.62	9.24	43.75	27.08	217.50	27.08	5.062
19	100	58	4.62	9.24	46.72	28.49	222.06	28.49	4.833
20	100	59	4.62	9.24	49.84	29.92	226.64	29.92	4.618
21	100	60	4.62	9.24	53.12	31.38	231.24	31.38	4.416
22	100	61	4.62	9.24	56.55	32.86	235.86	32.86	4.226
23	100	62	4.62	9.24	60.15	34.37	240.50	34.37	4.048
24	100	63	4.62	9.24	63.92	35.90	245.17	35.90	3.880
25	100	64	4.62	9.24	67.86	37.46	249.85	37.46	3.721
26	100	65	4.62	9.24	71.98	39.04	254.56	39.04	3.572
27	100	66	4.62	9.24	68.28	40.65	225.85	40.65	3.341
28	100	67	4.62	9.24	74.25	42.28	230.07	42.28	3.127
29	100	68	4.62	9.24	80.53	43.93	234.31	43.93	2.933
30	100	69	4.62	9.24	87.12	45.61	238.58	45.61	2.758
31	100	70	4.62	9.24	94.02	47.32	242.87	47.32	2.600
32	100	71	4.62	9.24	101.25	49.05	247.18	49.05	2.455
33	100	72	4.62	9.24	108.81	50.80	251.52	50.80	2.323
34	100	73	4.62	9.24	116.71	52.58	255.88	52.58	2.203
35	100	74	4.62	9.24	124.95	54.38	260.27	54.38	2.092
36	100	75	4.62	9.24	133.53	56.20	264.68	56.20	1.989
37	100	76	4.62	9.24	142.47	58.05	269.12	58.05	1.895
38	100	77	4.62	9.24	151.76	59.93	273.58	59.93	1.808
39	100	78	4.62	9.24	161.42	61.83	278.07	61.83	1.727
40	100	79	4.62	9.24	171.45	63.75	282.59	63.75	1.652
41	100	80	4.62	9.24	181.86	65.70	287.13	65.70	1.582
42	100	81	4.62	9.24	192.64	67.68	291.70	67.68	1.517
43	100	82	9.24	9.24	203.82	69.68	296.17	69.68	1.455
44	100	83	4.62	12.06	215.39	71.70	383.33	71.70	1.783
45	100	84	4.62	12.06	227.36	73.74	389.07	73.74	1.714
46	100	85	4.62	12.06	239.74	75.82	394.84	75.82	1.650
47	100	86	4.62	12.06	252.53	77.91	400.64	77.91	1.589
48	100	87	4.62	12.06	265.73	80.03	406.46	80.03	1.532

**Mensola valle**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	12.06	12.06	-0.10	0.00	-342.90	0.00	318.912
3	100	80	12.06	12.06	-0.39	0.00	-342.90	0.00	250.803
4	100	80	12.06	12.06	-0.88	0.00	-342.90	0.00	184.965
5	100	80	12.06	12.06	-1.56	0.00	-342.90	0.00	135.257



### Fondazione

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-12.73	-74.03	8.233 (4)
3-9-P	4.52	4.52	0.00	-20.83	-147.35	10.215 (3)
4-3-P	3.39	3.39	0.05	-6.01	-110.98	48.411 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-121.85	-387.58	4.667 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.00	-111.61	-450.98	6.184 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.00	-113.12	-450.98	6.126 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.00	-108.59	-387.58	5.506 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.21	-450.98	6.423 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.12	-450.98	6.426 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.00	-108.22	-387.58	5.520 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.00	-108.61	-450.98	6.405 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.00	-109.59	-450.98	6.346 (3)
14-5-S	12.06	12.06	0.00	-111.52	-387.58	5.316 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-125.32	-450.98	5.267 (3)

### Micropali

Ip	Is	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	1	65.69	31.20	82.75	152.14	82.75	5.003
2	1	65.69	31.20	286.58	154.58	286.58	5.083
3	1	65.69	31.20	184.66	153.36	184.66	5.043

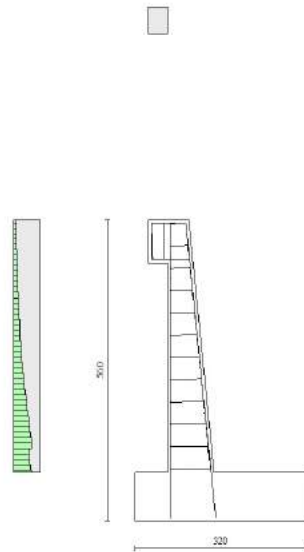


Fig. 21 - Paramento (Inviluppo)

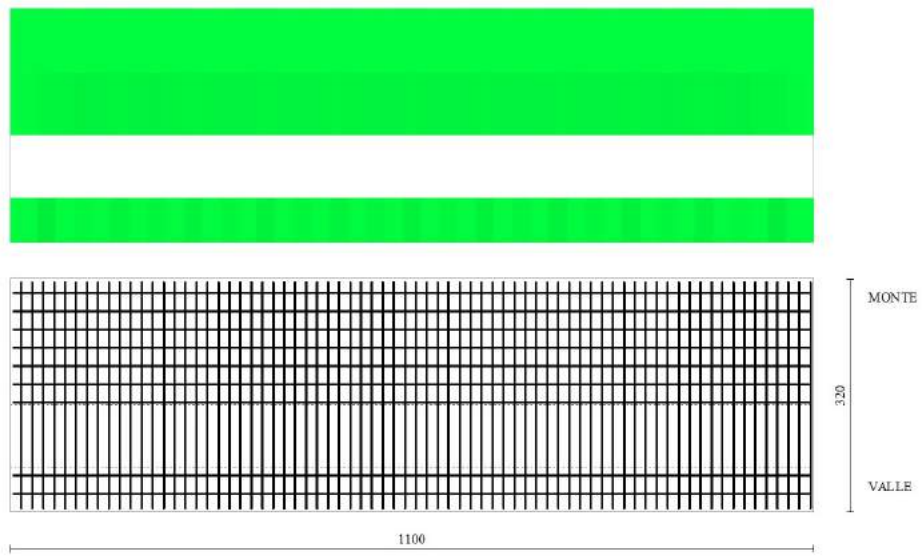


Fig. 22 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

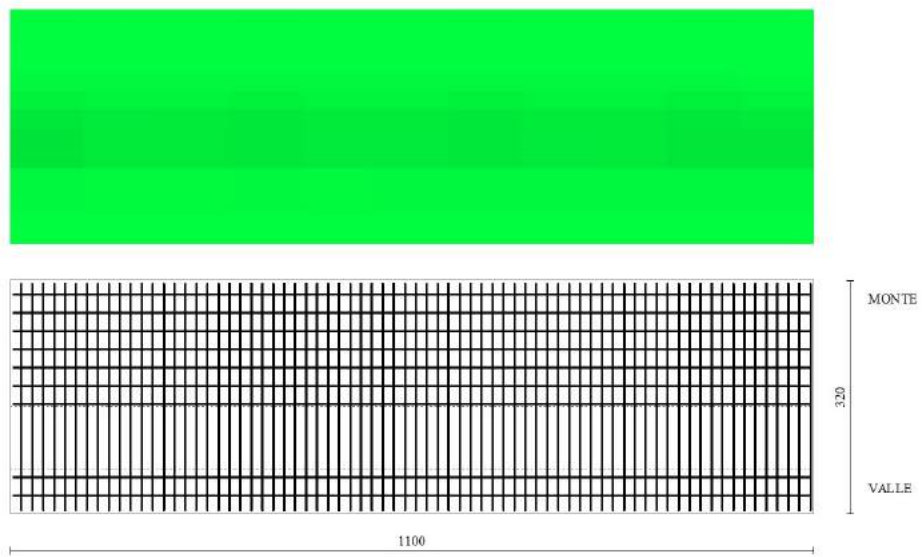


Fig. 23 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

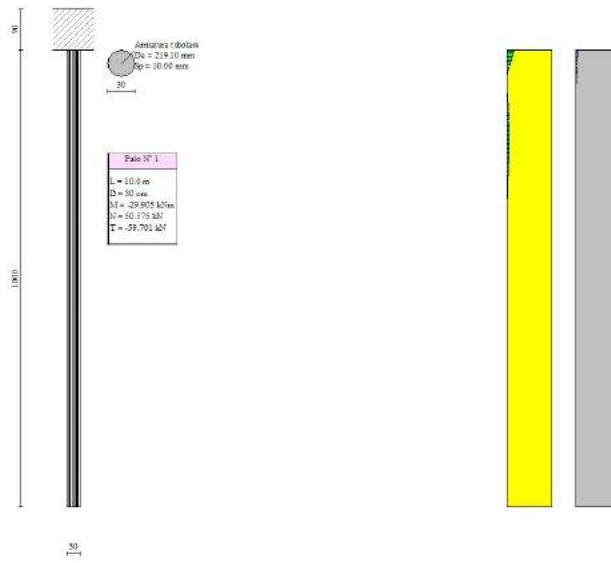


Fig. 24 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

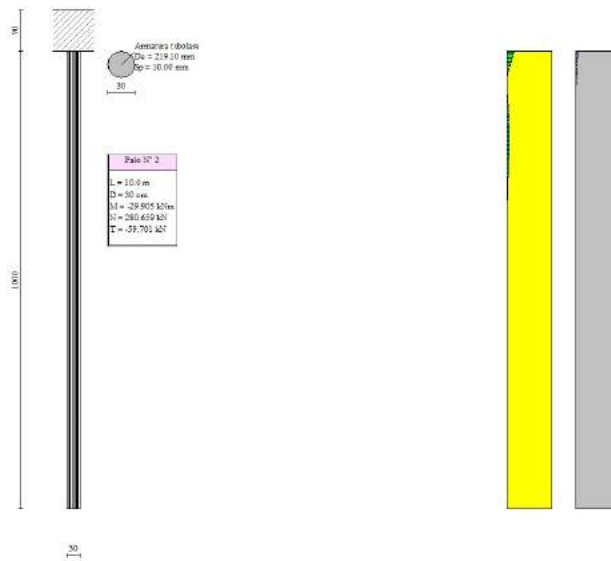


Fig. 25 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

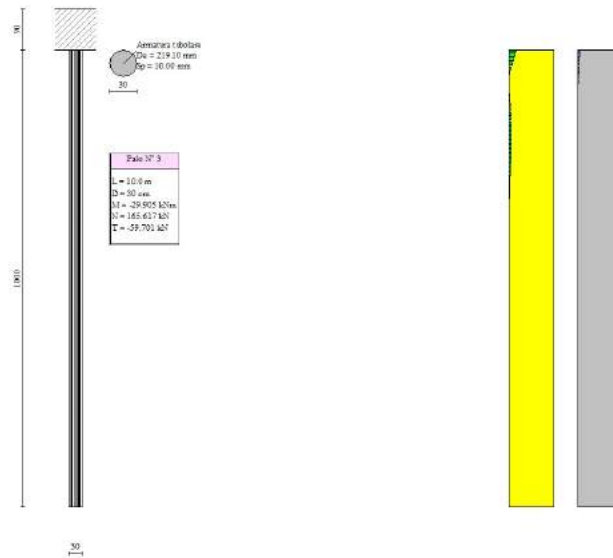


Fig. 26 - Pali (Palo n° 3) (Involuppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

- Is indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Asw area ferri a taglio espressa in [cmq]
- cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
- V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
- V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).
- T taglio agente espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	176.20	10.70	16.467
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	178.58	11.36	15.718
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	180.94	12.07	14.994
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	183.28	12.82	14.299
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	185.60	13.61	13.635
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	187.90	14.45	13.004
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	190.18	15.33	12.404
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	192.44	16.26	11.837
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	194.69	17.23	11.301
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	196.93	18.24	10.795
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	199.73	19.30	10.348
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	202.96	20.40	9.947
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	206.19	21.55	9.568
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	209.41	23.41	8.947
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	212.63	25.61	8.303
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	215.84	27.87	7.745
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	219.04	30.19	7.256
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	222.23	32.56	6.825
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	225.43	34.99	6.442
20	100	59	0.00	--	0.00	0.00	228.61	37.48	6.099
21	100	60	0.00	--	0.00	0.00	231.79	40.03	5.791
22	100	61	0.00	--	0.00	0.00	234.97	42.63	5.511
23	100	62	0.00	--	0.00	0.00	238.14	45.29	5.258
24	100	63	0.00	--	0.00	0.00	241.30	48.01	5.026
25	100	64	0.00	--	0.00	0.00	244.46	50.79	4.813
26	100	65	0.00	--	0.00	0.00	247.62	53.62	4.618
27	100	66	0.00	--	0.00	0.00	250.78	56.51	4.437
28	100	67	0.00	--	0.00	0.00	253.93	59.46	4.270

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
29	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.07	62.47	4.115
30	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.22	65.53	3.971
31	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.36	68.65	3.836
32	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.50	71.83	3.710
33	100	72	0.00	--	0.00	0.00	269.63	75.07	3.592
34	100	73	0.00	--	0.00	0.00	272.77	78.36	3.481
35	100	74	0.00	--	0.00	0.00	275.89	81.71	3.376
36	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.02	85.12	3.278
37	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.15	88.59	3.185
38	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	92.11	3.097
39	100	78	0.00	--	0.00	0.00	288.39	95.69	3.014
40	100	79	0.00	--	0.00	0.00	291.51	99.33	2.935
41	100	80	0.00	--	0.00	0.00	294.63	103.02	2.860
42	100	81	0.00	--	0.00	0.00	297.74	106.77	2.789
43	100	82	0.00	--	0.00	0.00	300.86	110.59	2.721
44	100	83	0.00	--	0.00	0.00	303.97	114.45	2.656
45	100	84	0.00	--	0.00	0.00	307.08	118.38	2.594
46	100	85	0.00	--	0.00	0.00	310.19	122.36	2.535
47	100	86	0.00	--	0.00	0.00	313.30	126.40	2.479
48	100	87	0.00	--	0.00	0.00	316.41	130.50	2.425

### Mensola valle

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	2.23	135.686
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	4.46	67.843
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	6.69	45.229
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	8.92	33.921

### Fondazione

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-2-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	41.62	3.914 (1)
3-5-P	87	90	0.00	2.000	0.00	0.00	234.83	6.39	36.755 (1)
4-37-P	86	90	0.00	2.000	0.00	0.00	234.82	2.58	91.158 (1)
5-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	154.08	1.762 (1)
6-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	150.31	1.806 (1)
7-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	146.79	1.849 (1)
8-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.91	1.861 (1)
9-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.73	1.863 (1)
10-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.70	1.863 (1)
11-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.73	1.863 (1)
12-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	145.94	1.860 (1)
13-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	146.87	1.848 (1)
14-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	150.41	1.805 (1)
15-6-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	154.13	1.761 (1)

### Micropali

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica ( $A_{\text{eff}}$ ) viene determinata come area lorda (A) della sezione tubolare moltiplicata per  $2 / \pi$ .

Ip	Is	A <sub>sw</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
		[cm]	[kN]	[kN]	
1	1	41.82	816.32	59.70	13.674
2	1	41.82	816.32	59.70	13.674
3	1	41.82	816.32	59.70	13.674

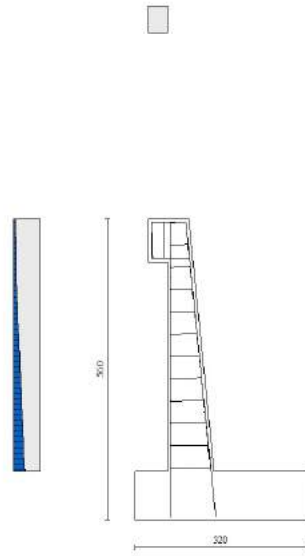


Fig. 27 - Paramento (Inviluppo)

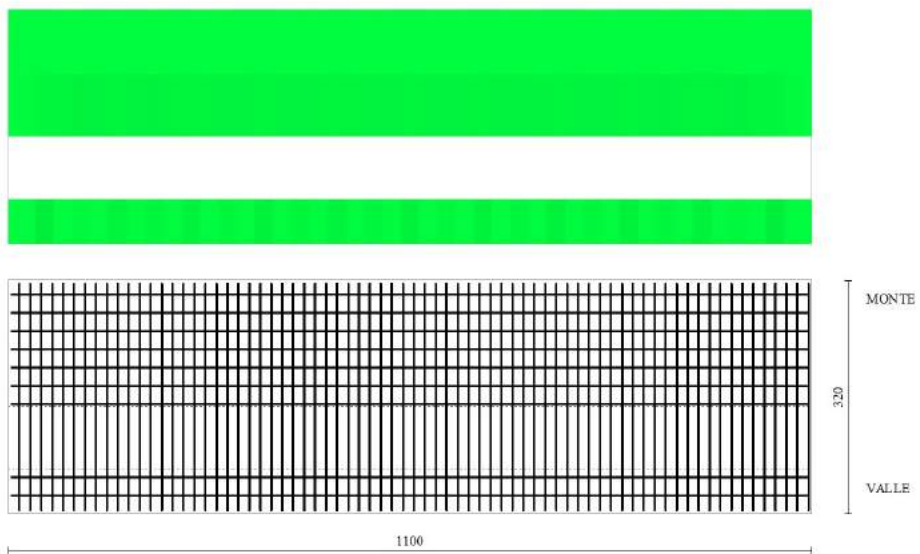


Fig. 28 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

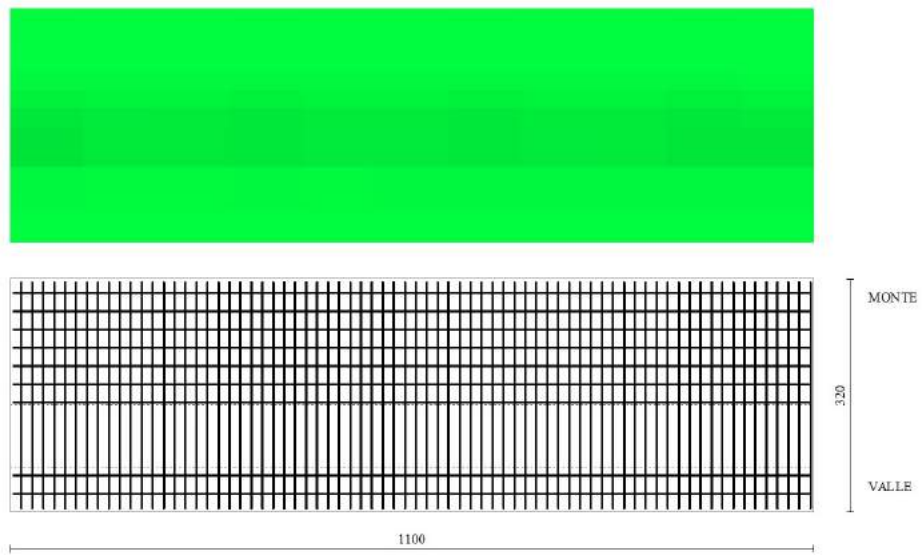


Fig. 29 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

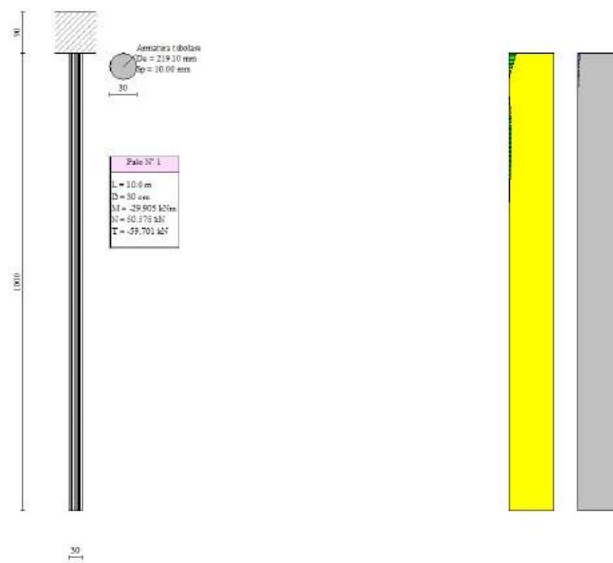


Fig. 30 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

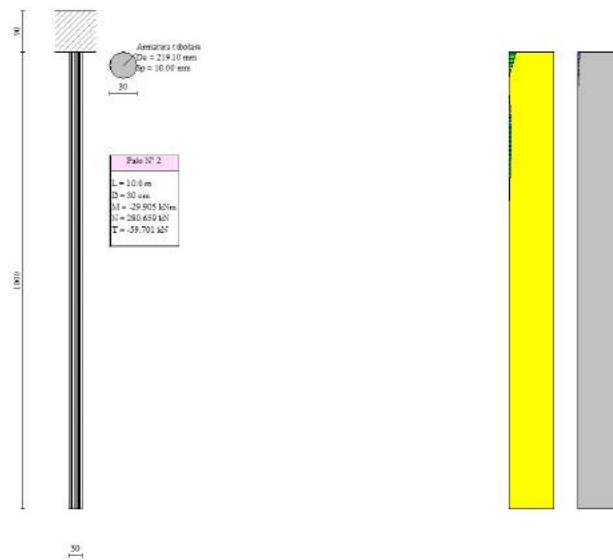


Fig. 31 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

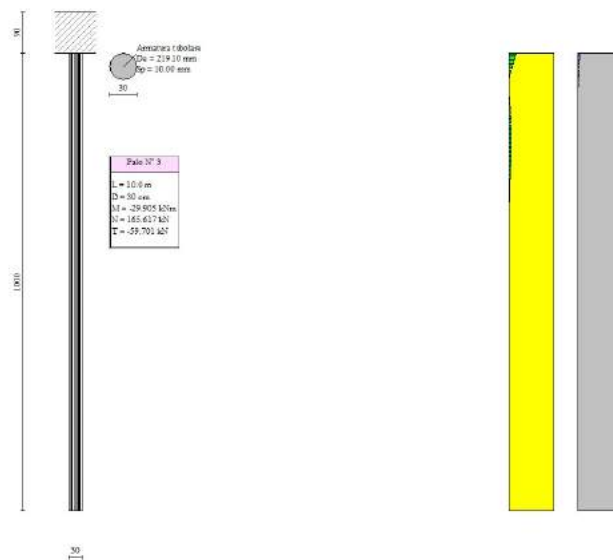


Fig. 32 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

**Verifica a punzonamento**

**Simbologia adottata**

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ <sub>yr</sub> , ρ <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
d <sub>pc</sub> , d <sub>uc</sub>	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [kPa]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture



FS Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti  $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$ ,  $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$  e  $V_{Rd,cs}/V_{Ed,i}$ )

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (11)	976 (11)	857 (11)
2	100	41	4.62	9.24	1.26	7.86	76 (11)	763 (11)	873 (11)
3	100	42	4.62	9.24	1.43	8.88	82 (11)	807 (11)	956 (11)
4	100	43	4.62	9.24	1.73	9.92	96 (11)	1074 (11)	1105 (11)
5	100	44	4.62	9.24	2.15	10.98	116 (11)	1591 (11)	1316 (11)
6	100	45	4.62	9.24	2.71	12.07	143 (11)	2392 (11)	1581 (11)
7	100	46	4.62	9.24	3.40	13.19	176 (11)	3496 (11)	1894 (11)
8	100	47	4.62	9.24	4.23	14.33	214 (11)	4904 (11)	2248 (11)
9	100	48	4.62	9.24	5.21	15.49	257 (11)	6608 (11)	2640 (11)
10	100	49	4.62	9.24	6.33	16.68	304 (11)	8597 (11)	3068 (11)
11	100	50	4.62	9.24	7.61	17.90	355 (11)	10861 (11)	3529 (11)
12	100	51	4.62	9.24	9.05	19.14	410 (11)	13390 (11)	4022 (11)
13	100	52	4.62	9.24	10.65	20.40	468 (11)	16176 (11)	4547 (11)
14	100	53	4.62	9.24	12.41	21.69	529 (11)	19212 (11)	5103 (11)
15	100	54	4.62	9.24	14.35	23.00	593 (11)	22490 (11)	5689 (11)
16	100	55	4.62	9.24	16.47	24.33	660 (11)	26005 (11)	6303 (11)
17	100	56	4.62	9.24	18.76	25.69	729 (11)	29751 (11)	6947 (11)
18	100	57	4.62	9.24	21.25	27.08	801 (11)	33724 (11)	7617 (11)
19	100	58	4.62	9.24	23.92	28.49	875 (11)	37920 (11)	8315 (11)
20	100	59	4.62	9.24	26.79	29.92	952 (11)	42333 (11)	9040 (11)
21	100	60	4.62	9.24	29.85	31.38	1031 (11)	46962 (11)	9790 (11)
22	100	61	4.62	9.24	33.12	32.86	1112 (11)	51801 (11)	10565 (11)
23	100	62	4.62	9.24	36.60	34.37	1195 (11)	56849 (11)	11365 (11)
24	100	63	4.62	9.24	40.29	35.90	1280 (11)	62101 (11)	12188 (11)
25	100	64	4.62	9.24	44.20	37.46	1367 (11)	67556 (11)	13035 (11)
26	100	65	4.62	9.24	48.33	39.04	1455 (11)	73212 (11)	13905 (11)
27	100	66	4.62	9.24	52.69	40.65	1545 (11)	79065 (11)	14798 (11)
28	100	67	4.62	9.24	57.28	42.28	1637 (11)	85113 (11)	15712 (11)
29	100	68	4.62	9.24	62.10	43.93	1731 (11)	91355 (11)	16648 (11)
30	100	69	4.62	9.24	67.17	45.61	1826 (11)	97789 (11)	17605 (11)
31	100	70	4.62	9.24	72.48	47.32	1922 (11)	104412 (11)	18583 (11)
32	100	71	4.62	9.24	78.03	49.05	2020 (11)	111224 (11)	19581 (11)
33	100	72	4.62	9.24	83.84	50.80	2120 (11)	118222 (11)	20598 (11)
34	100	73	4.62	9.24	89.91	52.58	2220 (11)	125406 (11)	21635 (11)
35	100	74	4.62	9.24	96.25	54.38	2323 (11)	132773 (11)	22691 (11)
36	100	75	4.62	9.24	102.85	56.20	2426 (11)	140323 (11)	23766 (11)
37	100	76	4.62	9.24	109.72	58.05	2531 (11)	148055 (11)	24860 (11)
38	100	77	4.62	9.24	116.87	59.93	2637 (11)	155966 (11)	25971 (11)
39	100	78	4.62	9.24	124.30	61.83	2744 (11)	164057 (11)	27101 (11)
40	100	79	4.62	9.24	132.01	63.75	2852 (11)	172326 (11)	28247 (11)
41	100	80	4.62	9.24	140.01	65.70	2962 (11)	180772 (11)	29412 (11)
42	100	81	4.62	9.24	148.31	67.68	3072 (11)	189394 (11)	30593 (11)
43	100	82	9.24	9.24	156.91	69.68	3078 (11)	197770 (11)	30334 (11)
44	100	83	4.62	12.06	165.81	71.70	2963 (11)	160406 (11)	31317 (11)
45	100	84	4.62	12.06	175.02	73.74	3065 (11)	167468 (11)	32467 (11)
46	100	85	4.62	12.06	184.55	75.82	3168 (11)	174663 (11)	33631 (11)
47	100	86	4.62	12.06	194.39	77.91	3272 (11)	181990 (11)	34810 (11)
48	100	87	4.62	12.06	204.55	80.03	3376 (11)	189450 (11)	36002 (11)

Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (11)	13 (11)	88 (11)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (11)	51 (11)	354 (11)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (11)	114 (11)	796 (11)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (11)	203 (11)	1416 (11)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-9.92	405 (14)	2708 (14)	51171 (14)
3-37-P	87	90	4.52	4.52	0.02	-13.82	367 (15)	2861 (15)	39386 (15)
4-21-P	86	90	3.39	3.39	3.47	-0.15	32 (11)	3907 (11)	1691 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.32	-80.71	1221 (14)	12123 (14)	86959 (14)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.14	-72.96	983 (15)	10056 (15)	64963 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.24	-74.16	1049 (15)	10732 (15)	69334 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.49	-70.65	1135 (15)	11271 (15)	80853 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.51	-70.48	1050 (15)	10737 (15)	69366 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.52	-70.45	1049 (15)	10733 (15)	69335 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.51	-70.49	1133 (15)	11245 (15)	80665 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.49	-70.67	1052 (15)	10766 (15)	69551 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.42	-71.28	1061 (15)	10859 (15)	70153 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.23	-72.99	1173 (15)	11645 (15)	83531 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.38	-83.94	1173 (14)	11997 (14)	77506 (14)

**Combinazioni SLEF**Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (12)	976 (12)	857 (12)
2	100	41	4.62	9.24	1.25	7.86	75 (12)	735 (12)	864 (12)
3	100	42	4.62	9.24	1.38	8.88	79 (12)	704 (12)	924 (12)
4	100	43	4.62	9.24	1.61	9.92	88 (12)	837 (12)	1035 (12)
5	100	44	4.62	9.24	1.94	10.98	103 (12)	1140 (12)	1195 (12)
6	100	45	4.62	9.24	2.38	12.07	122 (12)	1638 (12)	1402 (12)
7	100	46	4.62	9.24	2.92	13.19	147 (12)	2356 (12)	1652 (12)
8	100	47	4.62	9.24	3.58	14.33	177 (12)	3311 (12)	1940 (12)
9	100	48	4.62	9.24	4.36	15.49	210 (12)	4505 (12)	2263 (12)
10	100	49	4.62	9.24	5.26	16.68	248 (12)	5937 (12)	2617 (12)
11	100	50	4.62	9.24	6.28	17.90	288 (12)	7600 (12)	3000 (12)
12	100	51	4.62	9.24	7.44	19.14	332 (12)	9489 (12)	3412 (12)
13	100	52	4.62	9.24	8.74	20.40	379 (12)	11599 (12)	3850 (12)
14	100	53	4.62	9.24	10.17	21.69	429 (12)	13924 (12)	4315 (12)
15	100	54	4.62	9.24	11.75	23.00	482 (12)	16459 (12)	4806 (12)
16	100	55	4.62	9.24	13.49	24.33	537 (12)	19202 (12)	5323 (12)
17	100	56	4.62	9.24	15.37	25.69	594 (12)	22147 (12)	5864 (12)
18	100	57	4.62	9.24	17.42	27.08	654 (12)	25292 (12)	6429 (12)
19	100	58	4.62	9.24	19.63	28.49	716 (12)	28635 (12)	7019 (12)
20	100	59	4.62	9.24	22.00	29.92	780 (12)	32172 (12)	7632 (12)
21	100	60	4.62	9.24	24.55	31.38	846 (12)	35900 (12)	8269 (12)
22	100	61	4.62	9.24	27.28	32.86	914 (12)	39819 (12)	8928 (12)
23	100	62	4.62	9.24	30.19	34.37	984 (12)	43926 (12)	9609 (12)
24	100	63	4.62	9.24	33.28	35.90	1056 (12)	48218 (12)	10313 (12)
25	100	64	4.62	9.24	36.57	37.46	1129 (12)	52695 (12)	11038 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
26	100	65	4.62	9.24	40.05	39.04	1205 (12)	57355 (12)	11784 (12)
27	100	66	4.62	9.24	43.73	40.65	1282 (12)	62197 (12)	12551 (12)
28	100	67	4.62	9.24	47.62	42.28	1360 (12)	67218 (12)	13339 (12)
29	100	68	4.62	9.24	51.71	43.93	1441 (12)	72418 (12)	14147 (12)
30	100	69	4.62	9.24	56.02	45.61	1522 (12)	77796 (12)	14975 (12)
31	100	70	4.62	9.24	60.55	47.32	1606 (12)	83350 (12)	15822 (12)
32	100	71	4.62	9.24	65.30	49.05	1691 (12)	89080 (12)	16688 (12)
33	100	72	4.62	9.24	70.28	50.80	1777 (12)	94984 (12)	17574 (12)
34	100	73	4.62	9.24	75.48	52.58	1864 (12)	101062 (12)	18478 (12)
35	100	74	4.62	9.24	80.93	54.38	1953 (12)	107313 (12)	19401 (12)
36	100	75	4.62	9.24	86.61	56.20	2044 (12)	113736 (12)	20342 (12)
37	100	76	4.62	9.24	92.54	58.05	2135 (12)	120330 (12)	21301 (12)
38	100	77	4.62	9.24	98.73	59.93	2228 (12)	127094 (12)	22277 (12)
39	100	78	4.62	9.24	105.16	61.83	2323 (12)	134029 (12)	23271 (12)
40	100	79	4.62	9.24	111.85	63.75	2418 (12)	141132 (12)	24282 (12)
41	100	80	4.62	9.24	118.81	65.70	2515 (12)	148405 (12)	25310 (12)
42	100	81	4.62	9.24	126.04	67.68	2612 (12)	155845 (12)	26355 (12)
43	100	82	9.24	9.24	133.54	69.68	2622 (12)	163058 (12)	26181 (12)
44	100	83	4.62	12.06	141.31	71.70	2529 (12)	132701 (12)	27001 (12)
45	100	84	4.62	12.06	149.37	73.74	2620 (12)	138835 (12)	28024 (12)
46	100	85	4.62	12.06	157.71	75.82	2711 (12)	145097 (12)	29060 (12)
47	100	86	4.62	12.06	166.35	77.91	2804 (12)	151487 (12)	30111 (12)
48	100	87	4.62	12.06	175.28	80.03	2897 (12)	158004 (12)	31176 (12)

### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (12)	13 (12)	88 (12)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (12)	51 (12)	354 (12)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (12)	114 (12)	796 (12)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (12)	203 (12)	1416 (12)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-9.92	405 (14)	2708 (14)	51171 (14)
3-37-P	87	90	4.52	4.52	0.02	-13.82	367 (15)	2861 (15)	39386 (15)
4-21-P	86	90	3.39	3.39	3.47	-0.15	32 (11)	3907 (11)	1691 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.32	-80.71	1221 (14)	12123 (14)	86959 (14)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.14	-72.96	983 (15)	10056 (15)	64963 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.24	-74.16	1049 (15)	10732 (15)	69334 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.49	-70.65	1135 (15)	11271 (15)	80853 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.51	-70.48	1050 (15)	10737 (15)	69366 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.52	-70.45	1049 (15)	10733 (15)	69335 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.51	-70.49	1133 (15)	11245 (15)	80665 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.49	-70.67	1052 (15)	10766 (15)	69551 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.42	-71.28	1061 (15)	10859 (15)	70153 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.23	-72.99	1173 (15)	11645 (15)	83531 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.38	-83.94	1173 (14)	11997 (14)	77506 (14)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.23	7.03	79 (14)	1000 (14)	878 (14)
2	100	41	4.62	9.24	1.28	8.03	77 (14)	768 (14)	888 (14)
3	100	42	4.62	9.24	1.43	9.05	82 (14)	764 (14)	957 (14)
4	100	43	4.62	9.24	1.69	10.09	93 (14)	948 (14)	1082 (14)
5	100	44	4.62	9.24	2.06	11.15	110 (14)	1331 (14)	1262 (14)
6	100	45	4.62	9.24	2.54	12.24	132 (14)	1947 (14)	1493 (14)
7	100	46	4.62	9.24	3.15	13.36	160 (14)	2817 (14)	1769 (14)
8	100	47	4.62	9.24	3.87	14.50	193 (14)	3954 (14)	2085 (14)
9	100	48	4.62	9.24	4.73	15.66	231 (14)	5355 (14)	2437 (14)
10	100	49	4.62	9.24	5.73	16.85	272 (14)	7016 (14)	2822 (14)
11	100	50	4.62	9.24	6.86	18.07	317 (14)	8928 (14)	3238 (14)
12	100	51	4.62	9.24	8.13	19.31	366 (14)	11085 (14)	3684 (14)
13	100	52	4.62	9.24	9.56	20.57	417 (14)	13479 (14)	4160 (14)
14	100	53	4.62	9.24	11.13	21.86	472 (14)	16105 (14)	4663 (14)
15	100	54	4.62	9.24	12.87	23.17	529 (14)	18957 (14)	5195 (14)
16	100	55	4.62	9.24	14.77	24.50	589 (14)	22031 (14)	5754 (14)
17	100	56	4.62	9.24	16.83	25.86	652 (14)	25323 (14)	6339 (14)
18	100	57	4.62	9.24	19.06	27.25	717 (14)	28828 (14)	6951 (14)
19	100	58	4.62	9.24	21.48	28.66	785 (14)	32543 (14)	7588 (14)
20	100	59	4.62	9.24	24.07	30.09	854 (14)	36466 (14)	8250 (14)
21	100	60	4.62	9.24	26.84	31.55	926 (14)	40593 (14)	8937 (14)
22	100	61	4.62	9.24	29.81	33.03	1000 (14)	44922 (14)	9648 (14)
23	100	62	4.62	9.24	32.98	34.54	1076 (14)	49450 (14)	10382 (14)
24	100	63	4.62	9.24	36.34	36.07	1153 (14)	54176 (14)	11140 (14)
25	100	64	4.62	9.24	39.90	37.63	1233 (14)	59096 (14)	11921 (14)
26	100	65	4.62	9.24	43.68	39.21	1315 (14)	64210 (14)	12723 (14)
27	100	66	4.62	9.24	47.67	40.82	1398 (14)	69516 (14)	13548 (14)
28	100	67	4.62	9.24	51.88	42.45	1483 (14)	75012 (14)	14395 (14)
29	100	68	4.62	9.24	56.30	44.10	1569 (14)	80696 (14)	15262 (14)
30	100	69	4.62	9.24	60.96	45.78	1657 (14)	86567 (14)	16150 (14)
31	100	70	4.62	9.24	65.85	47.49	1747 (14)	92623 (14)	17059 (14)
32	100	71	4.62	9.24	70.98	49.22	1838 (14)	98864 (14)	17988 (14)
33	100	72	4.62	9.24	76.35	50.97	1930 (14)	105289 (14)	18936 (14)
34	100	73	4.62	9.24	81.96	52.75	2024 (14)	111895 (14)	19904 (14)
35	100	74	4.62	9.24	87.82	54.55	2120 (14)	118683 (14)	20892 (14)
36	100	75	4.62	9.24	93.94	56.37	2217 (14)	125651 (14)	21898 (14)
37	100	76	4.62	9.24	100.32	58.22	2315 (14)	132798 (14)	22922 (14)
38	100	77	4.62	9.24	106.97	60.10	2414 (14)	140124 (14)	23965 (14)
39	100	78	4.62	9.24	113.88	62.00	2515 (14)	147627 (14)	25026 (14)
40	100	79	4.62	9.24	121.07	63.92	2617 (14)	155307 (14)	26105 (14)
41	100	80	4.62	9.24	128.54	65.87	2720 (14)	163163 (14)	27201 (14)
42	100	81	4.62	9.24	136.29	67.85	2824 (14)	171195 (14)	28314 (14)
43	100	82	9.24	9.24	144.33	69.85	2833 (14)	178993 (14)	28107 (14)
44	100	83	4.62	12.06	152.66	71.87	2731 (14)	145464 (14)	29008 (14)
45	100	84	4.62	12.06	161.29	73.91	2827 (14)	152070 (14)	30096 (14)
46	100	85	4.62	12.06	170.22	75.99	2924 (14)	158810 (14)	31198 (14)
47	100	86	4.62	12.06	179.46	78.08	3023 (14)	165682 (14)	32315 (14)
48	100	87	4.62	12.06	189.01	80.20	3122 (14)	172686 (14)	33447 (14)

### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (14)	13 (14)	91 (14)
3	100	80	12.06	12.06	-0.31	0.00	5 (14)	52 (14)	363 (14)
4	100	80	12.06	12.06	-0.69	0.00	12 (14)	117 (14)	816 (14)
5	100	80	12.06	12.06	-1.23	0.00	22 (14)	208 (14)	1451 (14)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-43-P	60	90	2.26	2.26	0.01	-9.92	405 (14)	2708 (14)	51171 (14)
3-37-P	87	90	4.52	4.52	0.02	-13.82	367 (15)	2861 (15)	39386 (15)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
4-21-P	86	90	3.39	3.39	3.47	-0.15	32 (11)	3907 (11)	1691 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.32	-80.71	1221 (14)	12123 (14)	86959 (14)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.14	-72.96	983 (15)	10056 (15)	64963 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	0.24	-74.16	1049 (15)	10732 (15)	69334 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	0.49	-70.65	1135 (15)	11271 (15)	80853 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.51	-70.48	1050 (15)	10737 (15)	69366 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	0.52	-70.45	1049 (15)	10733 (15)	69335 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	0.51	-70.49	1133 (15)	11245 (15)	80665 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	0.49	-70.67	1052 (15)	10766 (15)	69551 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	0.42	-71.28	1061 (15)	10859 (15)	70153 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	0.23	-72.99	1173 (15)	11645 (15)	83531 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.38	-83.94	1173 (14)	11997 (14)	77506 (14)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	9.24	1250.00	1.25	170.79	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	9.24	1250.00	1.38	185.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	9.24	1250.00	1.61	191.18	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	9.24	1250.00	1.94	190.89	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	9.24	1250.00	2.38	188.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	9.24	1250.00	2.92	186.08	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	9.24	1250.00	3.58	184.74	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	9.24	1250.00	4.36	184.58	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	9.24	1250.00	5.26	185.51	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	9.24	1250.00	6.28	187.38	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	9.24	1250.00	7.44	190.01	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	9.24	1250.00	8.74	193.29	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	9.24	1250.00	10.17	197.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	9.24	1250.00	11.75	201.34	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	9.24	1250.00	13.49	205.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	9.24	1250.00	15.37	210.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	9.24	1250.00	17.42	216.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	9.24	1250.00	19.63	221.71	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	59	9.24	1250.00	22.00	227.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	60	9.24	1250.00	24.55	233.43	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	61	9.24	1250.00	27.28	239.60	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	62	9.24	1250.00	30.19	245.95	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	63	9.24	1250.00	33.28	252.48	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	64	9.24	1250.00	36.57	259.17	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	65	9.24	1250.00	40.05	266.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	66	9.24	1250.00	43.73	273.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	67	9.24	1250.00	47.62	280.17	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	68	9.24	1250.00	51.71	287.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	69	9.24	1250.00	56.02	294.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	70	9.24	1250.00	60.55	302.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	71	9.24	1250.00	65.30	310.16	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	72	9.24	1250.00	70.28	317.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	73	9.24	1250.00	75.48	325.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	74	9.24	1250.00	80.93	334.02	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	75	9.24	1250.00	86.61	342.22	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	76	9.24	1250.00	92.54	350.54	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	77	9.24	1250.00	98.73	358.99	0.0000	0.00	0.000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
39	100	78	9.24	1250.00	105.16	367.55	0.0000	0.00	0.000 (12)
40	100	79	9.24	1250.00	111.85	376.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
41	100	80	9.24	1250.00	118.81	385.04	0.0000	0.00	0.000 (12)
42	100	81	9.24	1250.00	126.04	393.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
43	100	82	9.24	1250.00	133.54	408.30	0.0000	0.00	0.000 (12)
44	100	83	12.06	1250.00	141.31	418.42	0.0000	0.00	0.000 (12)
45	100	84	12.06	1250.00	149.37	427.77	0.0000	0.00	0.000 (12)
46	100	85	12.06	1250.00	157.71	437.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
47	100	86	12.06	1250.00	166.35	446.82	0.0000	0.00	0.000 (12)
48	100	87	12.06	1250.00	175.28	456.52	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.9233	1000.00	0.000 (12)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.78	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	87	90	4.52	1081.25	-1.35	314.02	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	86	90	3.39	1081.19	-0.28	310.88	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.73	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.91	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.93	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.91	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.91	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.89	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.73	387.39	0.0000	0.00	0.000

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	9.24	1250.00	1.24	171.74	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	9.24	1250.00	1.35	189.62	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	9.24	1250.00	1.53	199.53	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	9.24	1250.00	1.80	202.40	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	9.24	1250.00	2.16	201.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	9.24	1250.00	2.60	199.23	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	9.24	1250.00	3.15	197.39	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	9.24	1250.00	3.79	196.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	9.24	1250.00	4.54	196.58	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	9.24	1250.00	5.40	197.65	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	9.24	1250.00	6.37	199.57	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	9.24	1250.00	7.47	202.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	9.24	1250.00	8.68	205.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	9.24	1250.00	10.02	209.22	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	9.24	1250.00	11.50	213.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	9.24	1250.00	13.11	218.03	0.0000	0.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
18	100	57	9.24	1250.00	14.86	222.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	9.24	1250.00	16.76	228.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	59	9.24	1250.00	18.81	233.71	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	60	9.24	1250.00	21.02	239.45	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	61	9.24	1250.00	23.38	245.42	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	62	9.24	1250.00	25.91	251.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	63	9.24	1250.00	28.61	257.97	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	64	9.24	1250.00	31.48	264.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	65	9.24	1250.00	34.53	271.25	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	66	9.24	1250.00	37.76	278.14	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	67	9.24	1250.00	41.18	285.18	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	68	9.24	1250.00	44.79	292.38	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	69	9.24	1250.00	48.59	299.73	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	70	9.24	1250.00	52.60	307.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	71	9.24	1250.00	56.81	314.84	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	72	9.24	1250.00	61.23	322.60	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	73	9.24	1250.00	65.86	330.50	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	74	9.24	1250.00	70.72	338.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	75	9.24	1250.00	75.79	346.67	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	76	9.24	1250.00	81.10	354.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	77	9.24	1250.00	86.63	363.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	78	9.24	1250.00	92.40	371.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
40	100	79	9.24	1250.00	98.42	380.54	0.0000	0.00	0.000 (13)
41	100	80	9.24	1250.00	104.68	389.31	0.0000	0.00	0.000 (13)
42	100	81	9.24	1250.00	111.19	398.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
43	100	82	9.24	1250.00	117.95	412.68	0.0000	0.00	0.000 (13)
44	100	83	12.06	1250.00	124.98	422.66	0.0000	0.00	0.000 (13)
45	100	84	12.06	1250.00	132.27	431.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
46	100	85	12.06	1250.00	139.82	441.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
47	100	86	12.06	1250.00	147.65	451.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
48	100	87	12.06	1250.00	155.76	460.68	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (13)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.73	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	87	90	4.52	1081.25	-1.37	314.02	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	86	90	3.39	1081.19	-0.29	310.88	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.67	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.85	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.84	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.85	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.84	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.84	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.82	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.67	387.39	0.0000	0.00	0.000

## 10.4 Allegato 4 – Sezione tipo C

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it



**ALLEGATO 4**  
***SEZIONE TIPO C***

**Indice**

Dati	5
Materiali	5
Calcestruzzo armato	5
Acciai	5
Tipologie pali	5
Geometria profilo terreno a monte del muro	5
Falda	5
Geometria muro	6
Geometria paramento e fondazione	6
Descrizione pali di fondazione	6
Descrizione terreni	7
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	8
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	9
Dati sismici	11
Risultati per inviluppo	13
Spinta e forze	13
Scarichi in testa ai pali	15
Verifiche geotecniche	15
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	15
Verifiche portanza trasversale (scorrimento)	16
Verifiche portanza verticale	16
Dettagli calcolo portanza verticale	16
Verifica stabilità globale muro + terreno	16
Dettagli strisce verifiche stabilità	17
Sollecitazioni	18
Paramento	18
Mensola valle	19
Piastra fondazione	20
Sollecitazioni pali	23

Verifiche strutturali	30
Verifiche a flessione	30
Paramento	30
Mensola valle	31
Fondazione	31
Micropali	31
Verifiche a taglio	34
Paramento	34
Mensola valle	35
Fondazione	35
Micropali	35
Verifica a punzonamento	38
Verifica delle tensioni	39
Combinazioni SLER	39
Paramento	39
Mensola valle	39
Piastra fondazione	40
Combinazioni SLEF	40
Paramento	40
Mensola valle	41
Piastra fondazione	41
Combinazioni SLEQ	41
Paramento	41
Mensola valle	42
Piastra fondazione	42
Verifica a fessurazione	42
Combinazioni SLEF	43
Paramento	43
Mensola valle	43
Piastra fondazione	43
Combinazioni SLEQ	44
Paramento	44

---

Mensola valle	44
Piastra fondazione	45

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesato/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30-Fondazioni	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50
2	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
5	C25/30-Pali	C25/30	S355	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000
S355	355000	510000

### Tipologie pali

#### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia palo
Descr	Descrizione tipologia palo
P	Contributo portanza palo (laterale e/o punta)
T	Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)
V	Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)
Imat	Indice materiale che lo costituisce
BD	usa metodo di Bustamante-Doix
PN	Portanza nota
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espressa in [kN]

n°	Descr	P	T	V	Imat	BD	PN	Pp	Pl
1	Micropalo	Laterale	Trivellato	Incastro	5	SI	NO	--	--

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	20.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-5.00	-4.60	0.000
2	-0.40	-4.60	0.000
3	10.00	-4.60	0.000
4	15.00	-4.60	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3.70	[m]
Altezza paramento libero	3.70	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.77	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.71	[°]
Spessore rivestimento	0.15	[m]
Peso sp. rivestimento	20.0000	[kN/mc]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.35	[m]
Spessore all'estremità libera	0.80	[m]
Spessore all'incastro	0.80	[m]

#### Fondazione

Materiale	C25/30-Fondazioni	
Lunghezza mensola di valle	0.60	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.63	[m]
Lunghezza totale	3.00	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.90	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

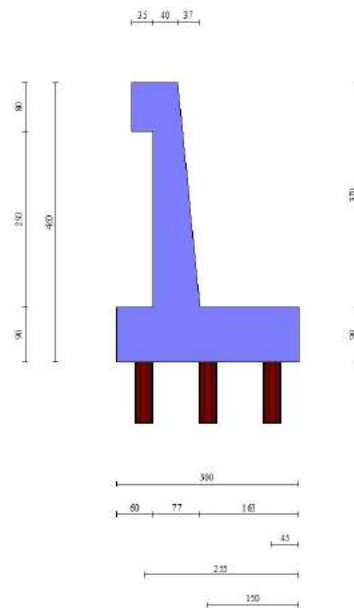


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### Descrizione pali di fondazione

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine della fila
- X ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
- I interasse tra i pali, espressa in [m]
- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	Micropalo	0.45	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
2	Micropalo	2.55	1.00	0.00	11	30.00	10.00	0.00	Centrati
3	Micropalo	1.50	1.00	0.50	10	30.00	10.00	0.00	Sfalsati

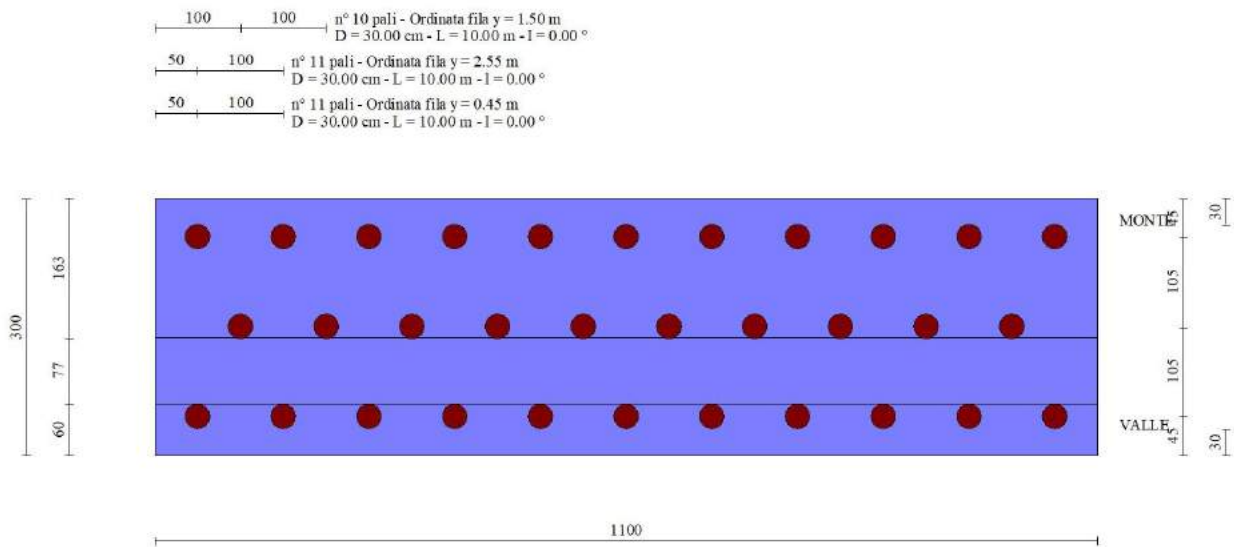


Fig. 2 - Pianta pali

**Descrizione terreni**

**Parametri di resistenza**

**Simbologia adottata**

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- γ<sub>s</sub> Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
- φ Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kPa]
- c<sub>a</sub> Adesione terra-muro espressa in [kPa]
- Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
- τ<sub>l</sub> Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	δ [°]	c [kPa]	c <sub>a</sub> [kPa]	Cesp	τ <sub>l</sub> [kPa]	
1	riempimento	20.0000	20.0000	38.000	25.330	0	0	1.000	0	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
2	Coltre eluvio-colluviale	20.0000	20.0000	25.000	16.670	10	0	1.000	10	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
3	Basalto alterato	20.0000	20.0000	34.000	0.000	0	0	1.000	200	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)
4	Basalto	22.0000	22.0000	40.000	0.000	50	0	1.000	250	(CAR)
				0.000	0.000	0	0			(MIN)
				0.000	0.000	0	0			(MED)

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

#### Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

#### Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	3.70	0.000	riempimento	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---
2	5.00	0.000	Coltre eluvio-colluviale	0.000	0.000	10.800	0.000	1.000	---	---
3	5.00	0.000	Basalto alterato	0.000	0.000	27.500	0.000	1.000	---	---
4	5.00	0.000	Basalto	0.000	0.000	100.000	0.000	1.000	---	---

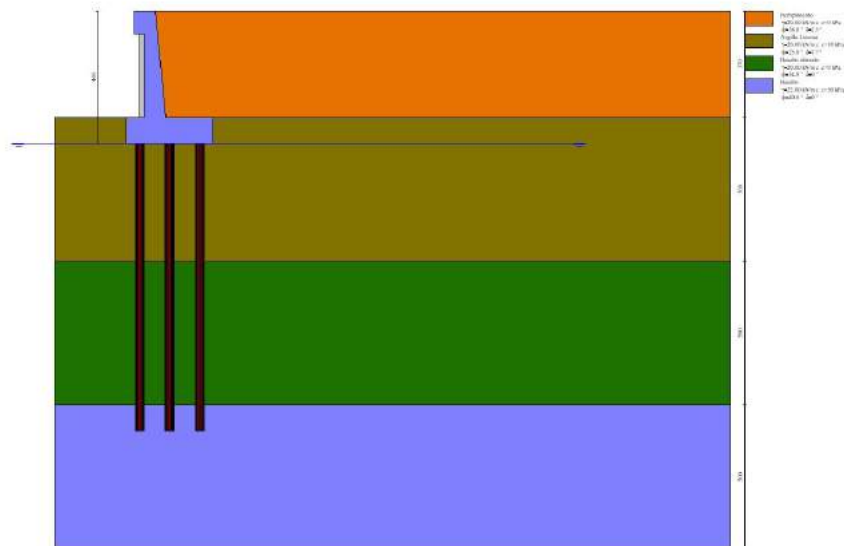


Fig. 3 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
 Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Variabile) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40 - \Psi_1=0.40 - \Psi_2=0.00$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0.00	20.00	20.0000	20.0000



Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALECarichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	13.5000	0.0000	13.5000				

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.15	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coazione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Carichi verticali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	$\gamma_s$	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	$\gamma_t$	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione  $\zeta$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 2

$$\zeta_3=1.65 \quad \zeta_4=1.55$$

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

$$G_1 + G_2 + A_d + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Variabile	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Variabile	1.00	0.40	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Abbasanta
Provincia	Oristano
Regione	Sardegna
Latitudine	40.127815
Longitudine	8.819074

Indice punti di interpolazione -1 - -1 - -1 - -1  
 Vita nominale 50 anni  
 Classe d'uso IV  
 Tipo costruzione Normali affollamenti  
 Vita di riferimento 100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.589	0.304
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.060	0.031
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.976	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.371	0.307
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		E	1.600
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	9.600	4.800
Ultimo - Ribaltamento	1.000	9.600	4.800
Esercizio	1.000	4.958	2.479

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub>	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub>	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	132.29	22.42	122.28	50.46	2.00	-2.81
	Peso/Inerzia muro			0.00	126.13/0.00	0.19	-3.06
	Peso/Inerzia rivestimento			0.00	11.10	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	188.31/0.00	1.07	-1.77
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-2351.63		
2	Spinta statica	76.09	22.43	70.33	29.03	2.00	-2.86
	Incremento di spinta sismica		23.71	21.91	9.05	2.00	-2.30
	Peso/Inerzia muro			12.11	126.13/6.05	0.19	-3.06
	Peso/Inerzia rivestimento			1.07	11.10	0.00	0.00
	Peso/Inerzia terrapieno			12.89	134.31/6.45	1.09	-1.79
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
	Resistenza pali				-2275.25		

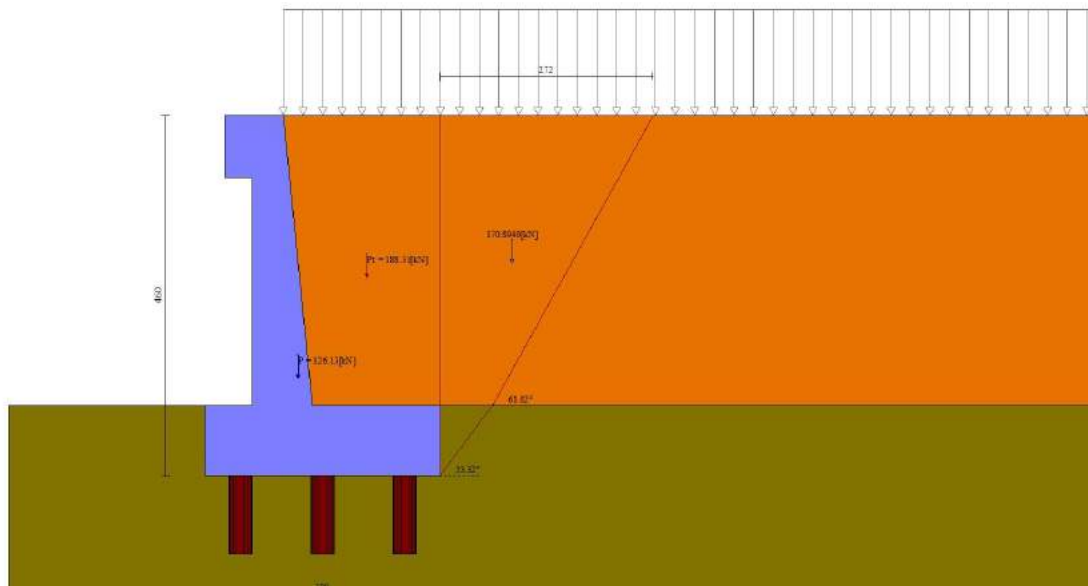


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

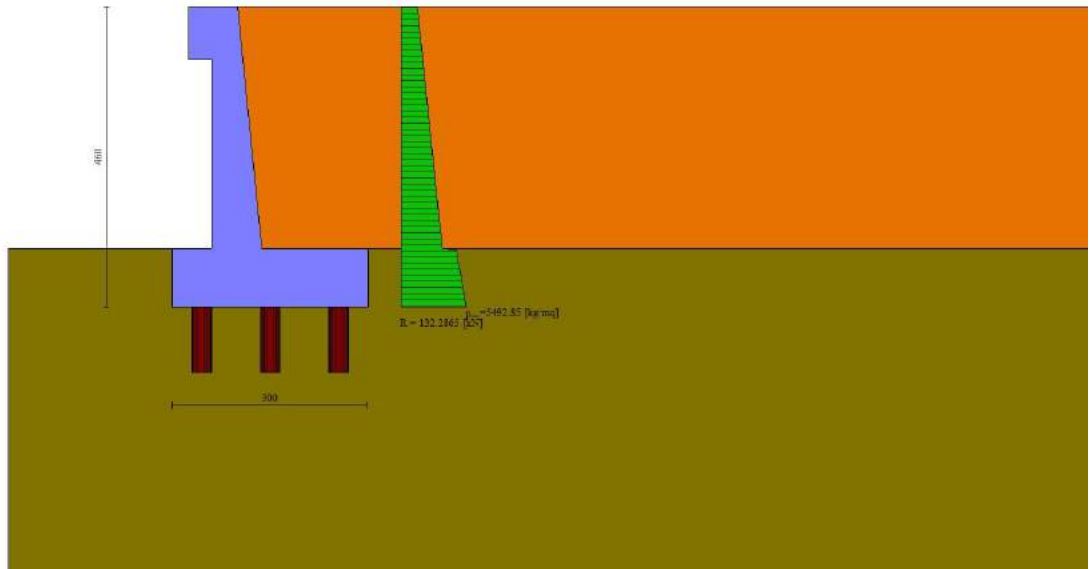


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

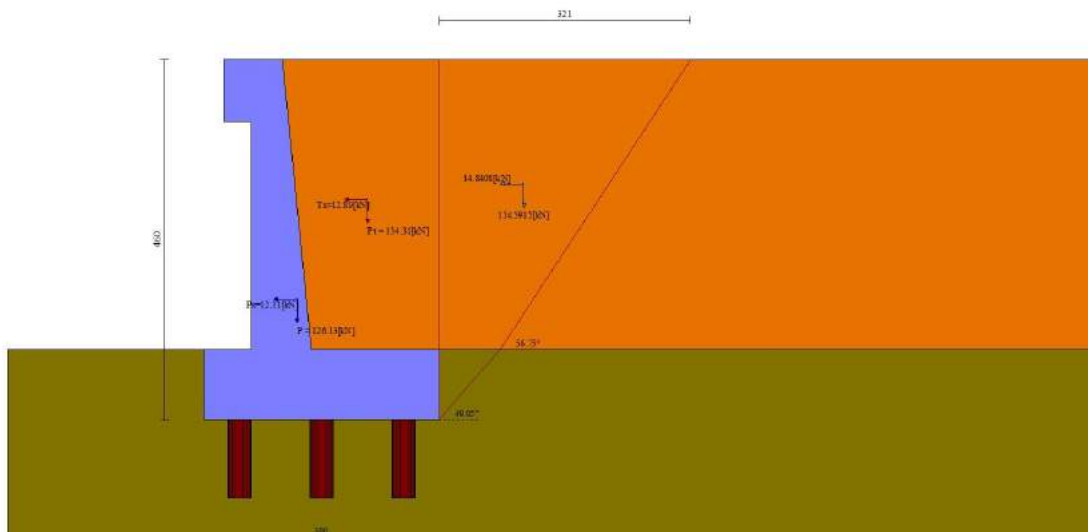


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

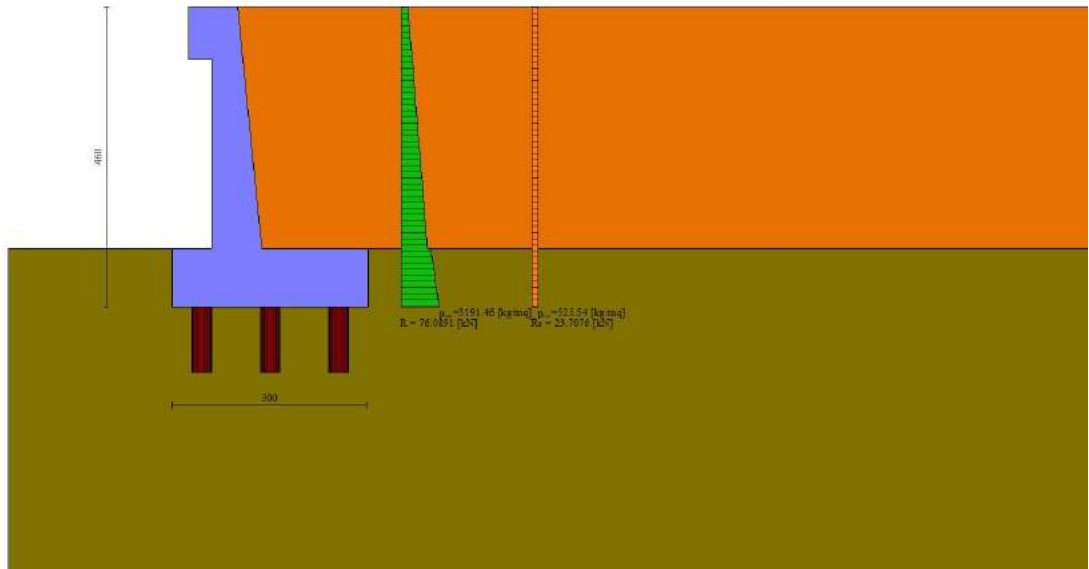


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

**Scarichi in testa ai pali**

**Simbologia adottata**

- Cmb      Indice/Tipo combinazione
- Ip        Indice palo
- N        Sforzo normale, espresso in [kN]
- M        Momento, espresso in [kNm]
- T        Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	61.38	-21.71	-42.04
	2	197.11	-21.71	-42.04
	3	129.25	-21.71	-42.04
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	21.36	-18.45	-40.67
	2	200.09	-18.45	-40.67
	3	110.73	-18.45	-40.67

**Verifiche geotecniche**

*Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati*

**Simbologia adottata**

- Cmb      Indice/Tipo combinazione
- S        Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
- FS<sub>SCO</sub>    Coeff. di sicurezza allo scorrimento
- FS<sub>RIB</sub>    Coeff. di sicurezza al ribaltamento
- FS<sub>QLIM</sub>    Coeff. di sicurezza a carico limite
- FS<sub>STAB</sub>    Coeff. di sicurezza a stabilità globale
- FS<sub>HYD</sub>    Coeff. di sicurezza a sifonamento
- FS<sub>UPL</sub>    Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	19.231					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	19.231					
4 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
5 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
6 - STR (A1-M1-R3)		19.231					
7 - GEO (A2-M2-R2)					4.569		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.596		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.310		

### Verifiche portanza trasversale (scorrimento)

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>o</sub>	Fattore di sicurezza (Td/T)

Ic	Ip	T [kN]	Td [kN]	FS <sub>o</sub>
5 - STR (A1-M1-R3)	1	-42.04	1640.90	39.032
	2	-42.04	1640.90	39.032
	3	-42.04	1640.90	39.032
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	-40.67	1640.90	40.347
	2	-40.67	1640.90	40.347
	3	-40.67	1640.90	40.347

### Verifiche portanza verticale

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)

Ic	Ip	N [kN]	Pd [kN]	FS <sub>v</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	1	61.38	572.57	9.329
	2	197.11	572.57	2.905
	3	129.25	572.57	4.430
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	21.36	572.57	26.801
	2	200.09	572.57	2.862
	3	110.73	572.57	5.171
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	21.36	572.57	26.801
	2	200.09	572.57	2.862
	3	110.73	572.57	5.171
4 - STR (A1-M1-R3)	1	93.93	572.57	6.096
	2	220.56	572.57	2.596
	3	157.25	572.57	3.641

### Dettagli calcolo portanza verticale

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Massima profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]
Wp	Peso palo, espresso in [kN]

n°	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc [m]	Pp [kN]	Pl [kN]	A [kN]	Wp [kN]
1	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
2	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15
3	0.000	0.000	0.000	0.000	--	0.00 0.00	1193.18 1056.52	0.00	20.15

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0.25; 2.29	16.99	4.569



Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.25; 2.29	16.99	4.310

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	60.08	30.13	16.59 - 1.31	74.057	32.007	0	0.0	
2	151.74	30.13	1.31	61.479	20.458	8	11.7	
3	206.23	30.13	1.31	53.162	20.458	8	32.1	
4	247.09	30.13	1.31	46.277	28.352	0	47.4	
5	279.53	30.13	1.31	40.187	28.352	0	59.5	
6	305.87	30.13	1.31	34.610	28.352	0	69.4	
7	327.38	30.13	1.31	29.389	28.352	0	77.4	
8	344.85	30.13	1.31	24.427	28.352	0	84.0	
9	358.92	30.13	1.31	19.654	28.352	0	89.2	
10	370.56	30.13	1.31	15.020	33.873	40	93.2	
11	379.12	30.13	1.31	10.486	33.873	40	96.1	
12	386.87	30.13	1.31	6.017	33.873	40	98.0	
13	395.31	20.00	1.31	1.585	33.873	40	98.8	
14	292.03	0.00	1.31	-2.837	33.873	40	98.7	
15	286.41	0.00	1.31	-7.277	33.873	40	97.5	
16	280.07	0.00	1.31	-11.761	33.873	40	95.4	
17	270.61	0.00	1.31	-16.320	33.873	40	92.2	
18	258.25	0.00	1.31	-20.988	28.352	0	87.8	
19	243.34	0.00	1.31	-25.809	28.352	0	82.3	
20	224.79	0.00	1.31	-30.837	28.352	0	75.3	
21	202.01	0.00	1.31	-36.147	28.352	0	66.8	
22	174.10	0.00	1.31	-41.850	28.352	0	56.3	
23	139.58	0.00	1.31	-48.127	28.352	0	43.4	
24	95.63	0.00	1.31	-55.324	20.458	8	27.0	
25	35.14	0.00	-16.16 - 1.31	-64.141	20.458	8	4.4	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	60.08	0.00	16.59 - 1.31	74.057	38.000	0	0.0	
2	151.74	0.00	1.31	61.479	25.000	10	11.7	
3	206.23	0.00	1.31	53.162	25.000	10	32.1	
4	247.09	0.00	1.31	46.277	34.000	0	47.4	
5	279.53	0.00	1.31	40.187	34.000	0	59.5	
6	305.87	0.00	1.31	34.610	34.000	0	69.4	
7	327.38	0.00	1.31	29.389	34.000	0	77.4	
8	344.85	0.00	1.31	24.427	34.000	0	84.0	
9	358.92	0.00	1.31	19.654	34.000	0	89.2	
10	370.56	0.00	1.31	15.020	40.000	50	93.2	
11	379.12	0.00	1.31	10.486	40.000	50	96.1	
12	386.87	0.00	1.31	6.017	40.000	50	98.0	
13	395.31	0.00	1.31	1.585	40.000	50	98.8	
14	292.03	0.00	1.31	-2.837	40.000	50	98.7	
15	286.41	0.00	1.31	-7.277	40.000	50	97.5	
16	280.07	0.00	1.31	-11.761	40.000	50	95.4	
17	270.61	0.00	1.31	-16.320	40.000	50	92.2	
18	258.25	0.00	1.31	-20.988	34.000	0	87.8	
19	243.34	0.00	1.31	-25.809	34.000	0	82.3	
20	224.79	0.00	1.31	-30.837	34.000	0	75.3	
21	202.01	0.00	1.31	-36.147	34.000	0	66.8	
22	174.10	0.00	1.31	-41.850	34.000	0	56.3	
23	139.58	0.00	1.31	-48.127	34.000	0	43.4	
24	95.63	0.00	1.31	-55.324	25.000	10	27.0	
25	35.14	0.00	-16.16 - 1.31	-64.141	25.000	10	4.4	

Resistenza al taglio pali 0.00 [kN]

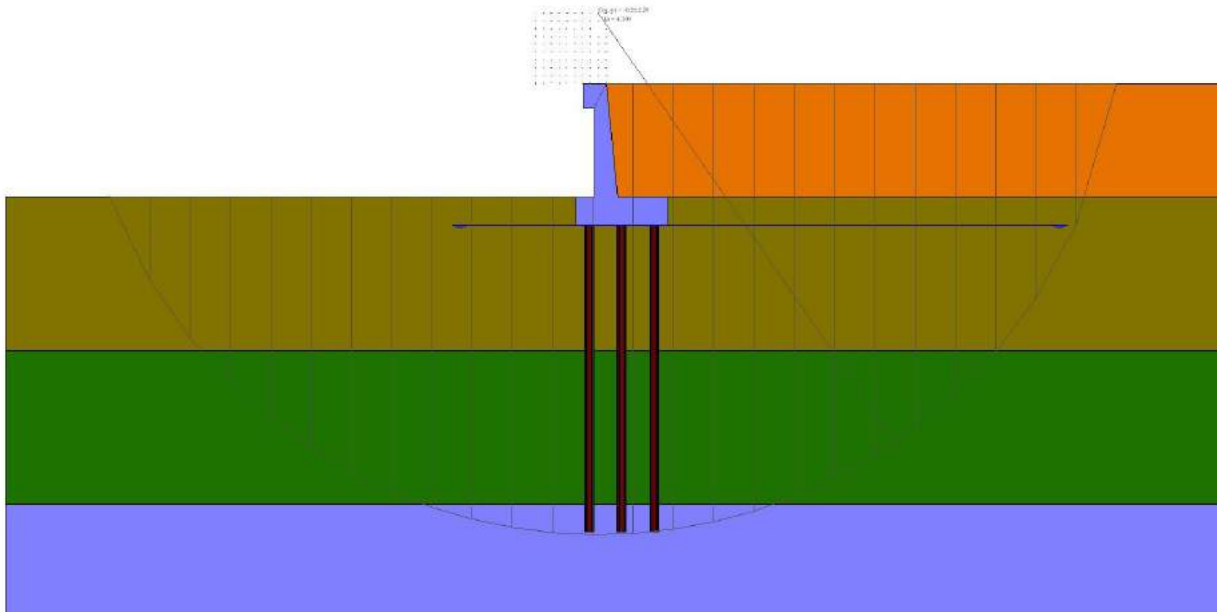


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 9)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Elementi calcolati a piastra

#### Simbologia adottata

- Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]  
 Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)  
 I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

## Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	6.86	8.92	0.00	13.50	1.20	14.70
2	-0.10	7.83	10.18	0.51	14.01	1.23	16.04
3	-0.19	8.82	11.47	1.06	14.56	1.31	17.44
4	-0.29	9.83	12.78	1.66	15.16	1.46	18.90
5	-0.39	10.87	14.13	2.30	15.80	1.67	20.42
6	-0.49	11.93	15.51	2.97	16.47	1.94	22.02
7	-0.58	13.01	16.92	3.69	17.19	2.30	23.68
8	-0.68	14.12	18.35	4.46	17.96	2.72	25.43
9	-0.78	15.25	19.82	5.26	18.76	3.24	27.25
10	-0.88	16.40	21.32	6.11	19.61	3.83	29.16
11	-0.97	17.58	22.85	6.99	20.49	4.52	31.16
12	-1.07	18.77	24.41	7.92	21.42	5.30	33.26
13	-1.17	20.00	26.00	8.90	22.40	6.18	35.45
14	-1.27	21.24	27.61	9.91	23.41	7.16	37.75
15	-1.36	22.51	29.26	10.96	24.46	8.25	40.15
16	-1.46	23.80	30.94	12.06	25.56	9.45	42.67
17	-1.56	25.12	32.65	13.20	26.70	10.76	45.30
18	-1.66	26.46	34.39	14.38	28.57	12.20	48.05
19	-1.75	27.82	36.16	15.60	30.74	13.76	50.92
20	-1.85	29.20	37.96	16.87	32.96	15.44	53.92
21	-1.95	30.61	39.79	18.17	35.24	17.26	57.05
22	-2.04	32.04	41.65	19.52	37.57	19.22	60.32
23	-2.14	33.50	43.55	20.91	39.96	21.31	63.73
24	-2.24	34.97	45.47	22.34	42.40	23.55	67.28
25	-2.34	36.48	47.42	23.82	44.90	25.94	70.98

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
26	-2.43	38.00	49.40	25.33	47.45	28.48	74.84
27	-2.53	39.55	51.41	26.89	50.06	31.17	78.85
28	-2.63	41.12	53.45	28.49	52.72	34.03	83.02
29	-2.73	42.71	55.53	30.13	55.43	37.06	87.36
30	-2.82	44.33	57.63	31.82	58.20	40.25	91.87
31	-2.92	45.97	59.76	33.54	61.02	43.62	96.55
32	-3.02	47.63	61.92	35.31	63.90	47.17	101.41
33	-3.12	49.32	64.12	37.12	66.83	50.89	106.46
34	-3.21	51.03	66.34	38.97	69.82	54.81	111.69
35	-3.31	52.76	68.59	40.86	72.86	58.91	117.11
36	-3.41	54.52	70.88	42.80	75.96	63.21	122.72
37	-3.51	56.30	73.19	44.77	79.11	67.71	128.53
38	-3.60	58.10	75.53	46.79	82.31	72.42	134.55
39	-3.70	59.93	77.91	48.85	85.57	77.32	141.34

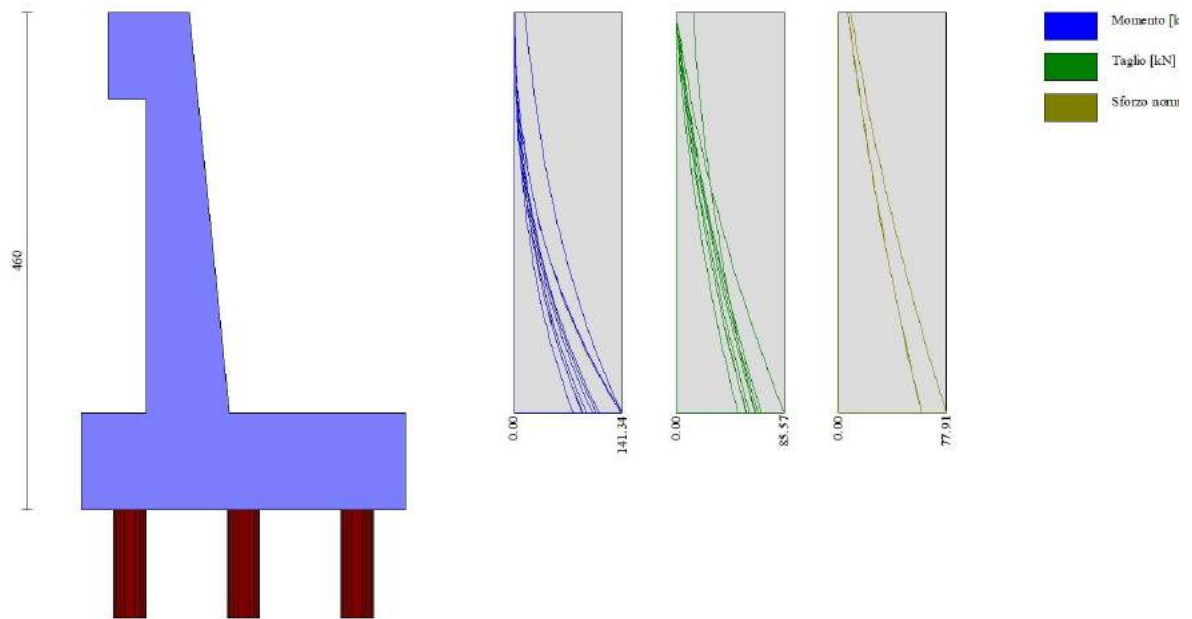


Fig. 9 - Paramento

Mensola valle

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.66	0.00	0.00	1.72	2.23	0.08	0.10
3	-0.57	0.00	0.00	3.43	4.46	0.30	0.39
4	-0.49	0.00	0.00	5.15	6.69	0.68	0.88
5	-0.40	0.00	0.00	6.86	8.92	1.20	1.56

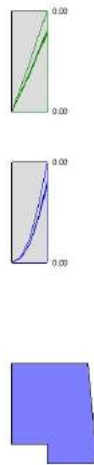


Fig. 10 - Mensola valle

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
520	<b>31.79</b> (4)	105.98 (4)	-0.04 (4)	0.00 (4)	94.53 (4)	MAX
1879	<b>-26.18</b> (3)	-87.27 (3)	-13.92 (3)	0.00 (3)	-101.46 (3)	MIN
520	31.79 (4)	<b>105.98</b> (4)	-0.04 (4)	0.00 (4)	94.53 (4)	MAX
1879	-26.18 (3)	<b>-87.27</b> (3)	-13.92 (3)	0.00 (3)	-101.46 (3)	MIN
1732	-6.94 (5)	-9.72 (5)	<b>18.67</b> (5)	-58.11 (5)	-7.10 (5)	MAX
322	-5.29 (5)	0.61 (5)	<b>-18.24</b> (5)	46.28 (5)	-10.76 (5)	MIN
1767	-7.19 (4)	-13.47 (4)	-14.17 (4)	<b>105.49</b> (4)	-119.61 (4)	MAX
29	-8.90 (4)	-14.21 (4)	14.35 (4)	<b>-105.25</b> (4)	-121.07 (4)	MIN
270	31.60 (4)	105.32 (4)	-0.52 (4)	0.00 (4)	<b>94.83</b> (4)	MAX
34	-11.71 (4)	-39.04 (4)	-1.97 (4)	0.05 (4)	<b>-211.80</b> (4)	MIN

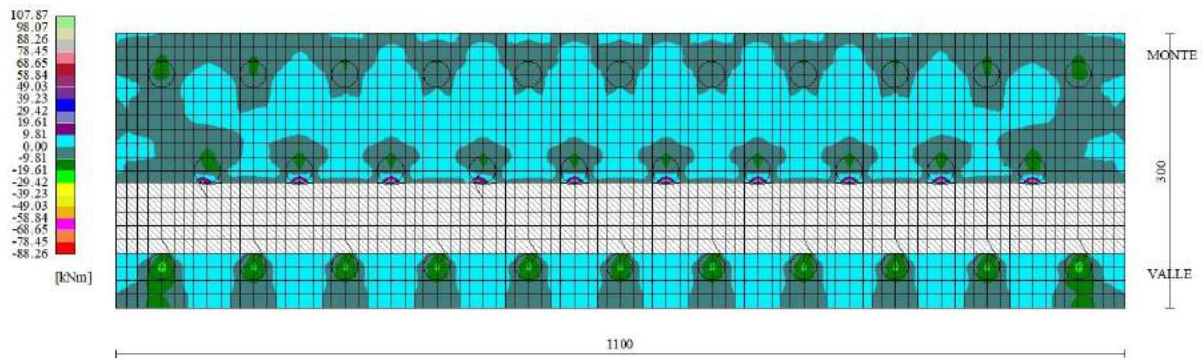


Fig. 11 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMAX}$  (Combinazione n° 4)

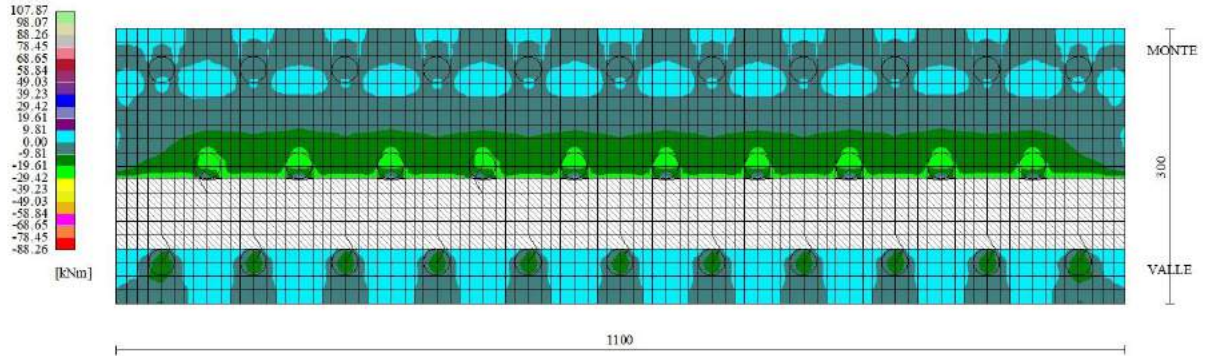


Fig. 12 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xMIN}$  (Combinazione n° 3)

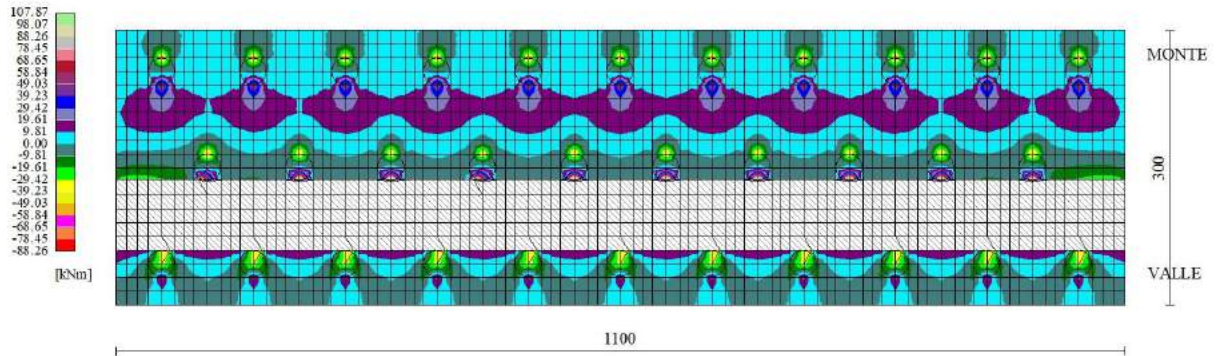


Fig. 13 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMAX}$  (Combinazione n° 4)



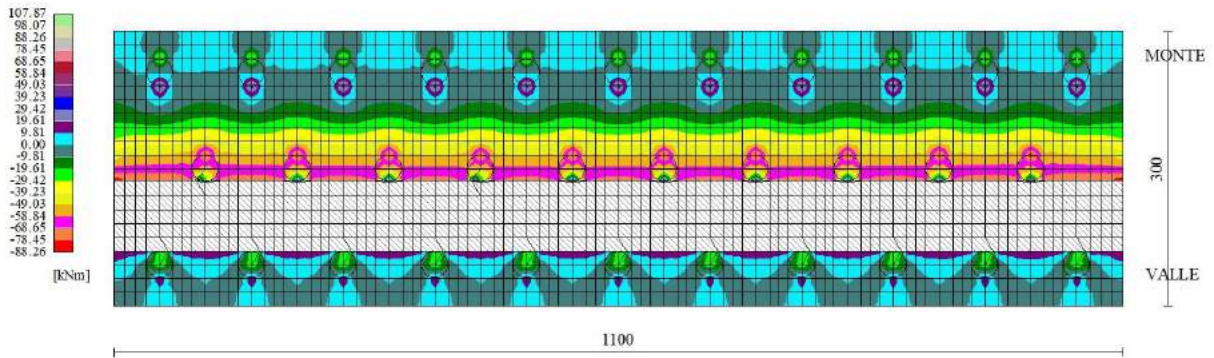


Fig. 14 - Piastra fondazione - Momento  $M_{yMIN}$  (Combinazione n° 3)

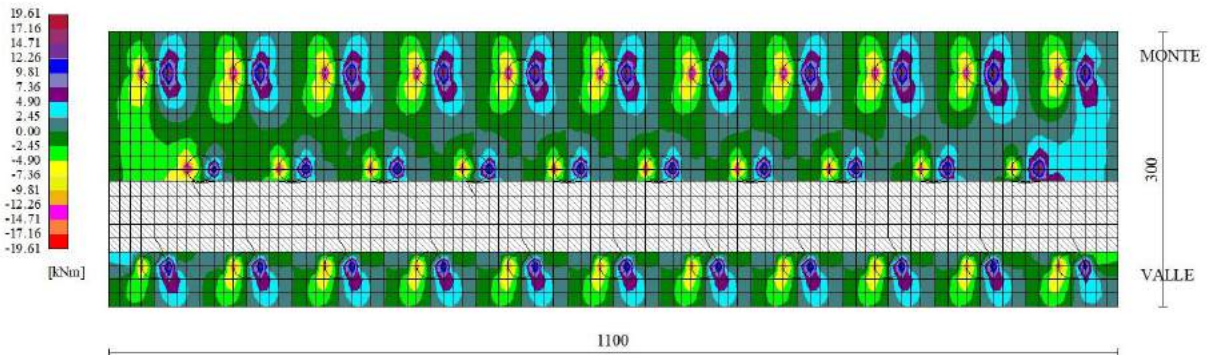


Fig. 15 - Piastra fondazione - Momento  $M_{xy}$  (Combinazione n° 5)

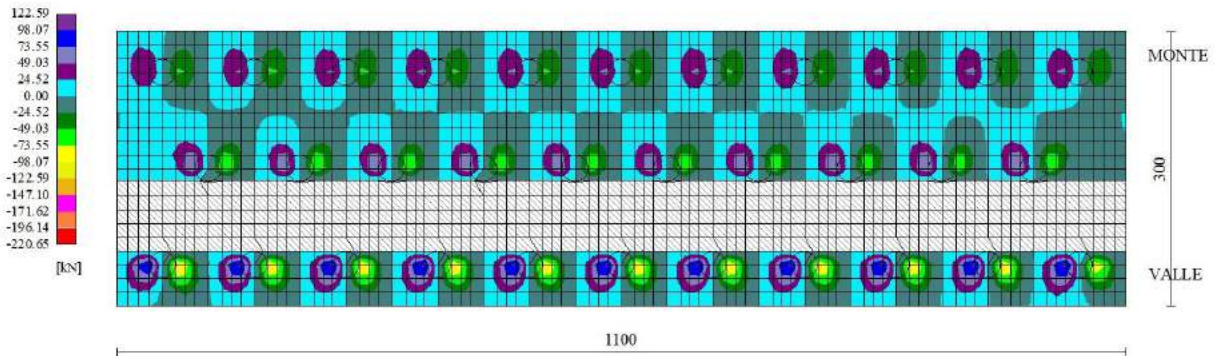


Fig. 16 - Piastra fondazione - Taglio Tx (Combinazione n° 4)

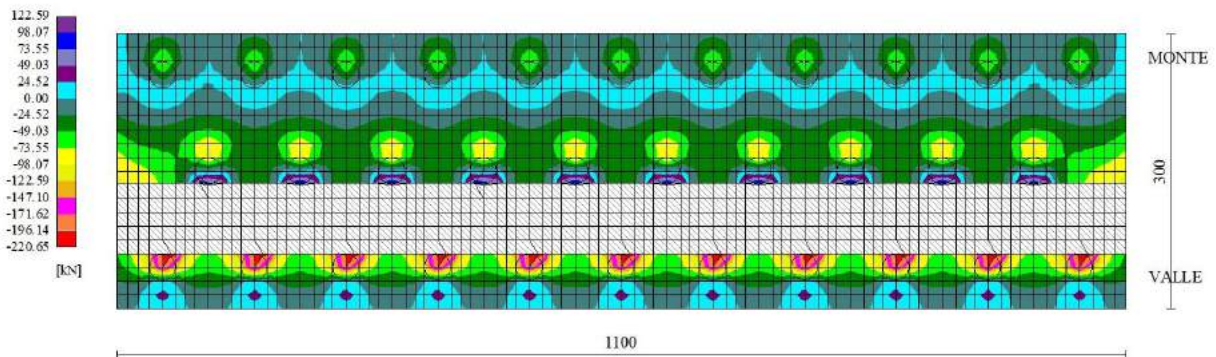


Fig. 17 - Piastra fondazione - Taglio Ty (Combinazione n° 4)

**Sollecitazioni pali**

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	61.38	1181.40	-42.04	-1050.89	-21.71	-542.80
19	1.80	63.85	1164.43	0.07	1.79	8.05	201.20
30	2.90	65.35	1154.07	3.77	94.18	5.33	133.20
42	4.10	67.00	1142.76	2.67	66.70	1.27	31.74

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	197.11	1181.36	-42.04	-1050.89	-21.71	-542.80
19	1.80	197.65	1164.39	0.07	1.79	8.05	201.20
30	2.90	197.98	1154.03	3.77	94.18	5.33	133.20
42	4.10	198.34	1142.72	2.67	66.70	1.27	31.74
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	129.25	1181.37	-42.04	-1050.89	-21.71	-542.80
19	1.80	130.75	1164.40	0.07	1.79	8.05	201.20
30	2.90	131.67	1154.04	3.77	94.18	5.33	133.20
42	4.10	132.67	1142.73	2.67	66.70	1.27	31.74
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	21.36	533.83	-40.67	-1016.75	-18.45	-461.35
18	1.70	24.23	524.99	0.21	5.31	8.67	216.82
29	2.80	26.09	519.56	4.04	100.97	5.68	142.04
42	4.10	28.28	513.44	2.64	66.07	1.11	27.65
101	10.00	0.00	5.07	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	200.09	1181.40	-40.67	-1016.75	-18.45	-461.35
18	1.70	200.56	1165.38	0.21	5.31	8.67	216.82
29	2.80	200.86	1155.01	4.04	100.97	5.68	142.04
42	4.10	201.22	1142.76	2.64	66.07	1.11	27.65
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	110.73	1181.38	-40.67	-1016.75	-18.45	-461.35
18	1.70	112.40	1165.35	0.21	5.31	8.67	216.82
29	2.80	113.47	1154.99	4.04	100.97	5.68	142.04
42	4.10	114.75	1142.73	2.64	66.07	1.11	27.65
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	17.62	440.20	-38.08	-951.88	-17.30	-432.40
18	1.70	20.53	432.92	0.19	4.78	8.11	202.80
29	2.80	22.42	428.44	3.78	94.45	5.32	132.95
42	4.10	24.65	423.39	2.47	61.84	1.04	25.91
101	10.00	0.00	4.18	0.00	0.09	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	184.58	1181.42	-38.08	-951.88	-17.30	-432.40
18	1.70	185.26	1165.39	0.19	4.78	8.11	202.80
29	2.80	185.69	1155.02	3.78	94.45	5.32	132.95
42	4.10	186.21	1142.77	2.47	61.84	1.04	25.91
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

Palo n° 3



n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	101.10	1181.39	-38.08	-951.88	-17.30	-432.40
18	1.70	102.90	1165.37	0.19	4.78	8.11	202.80
29	2.80	104.06	1155.00	3.78	94.45	5.32	132.95
42	4.10	105.43	1142.75	2.47	61.84	1.04	25.91
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	93.93	1181.39	-42.04	-1050.89	-22.20	-555.06
20	1.90	96.05	1163.48	0.66	16.43	7.89	197.31
31	3.00	97.27	1153.11	3.70	92.43	4.93	123.37
42	4.10	98.50	1142.75	2.66	66.41	1.29	32.33
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	220.56	1181.35	-42.04	-1050.89	-22.20	-555.06
20	1.90	220.78	1163.44	0.66	16.43	7.89	197.31
31	3.00	220.90	1153.07	3.70	92.43	4.93	123.37
42	4.10	221.03	1142.70	2.66	66.41	1.29	32.33
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	157.25	1181.34	-42.04	-1050.89	-22.20	-555.06
20	1.90	158.41	1163.43	0.66	16.43	7.89	197.31
31	3.00	159.09	1153.06	3.70	92.43	4.93	123.37
42	4.10	159.76	1142.70	2.66	66.41	1.29	32.33
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	85.07	1181.39	-42.04	-1050.89	-22.77	-569.30
20	1.90	87.32	1163.48	0.46	11.49	7.72	193.01
31	3.00	88.62	1153.11	3.62	90.54	4.92	122.90
42	4.10	89.92	1142.74	2.64	66.06	1.32	33.01
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

**Palo n° 2**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	201.12	1181.36	-42.04	-1050.89	-22.77	-569.30
20	1.90	201.63	1163.46	0.46	11.49	7.72	193.01
31	3.00	201.92	1153.09	3.62	90.54	4.92	122.90
42	4.10	202.22	1142.72	2.64	66.06	1.32	33.01
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.09	0.00	0.00

**Palo n° 3**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	143.10	1181.41	-42.04	-1050.89	-22.77	-569.30
20	1.90	144.47	1163.50	0.46	11.49	7.72	193.01
31	3.00	145.27	1153.14	3.62	90.54	4.92	122.90
42	4.10	146.07	1142.77	2.64	66.06	1.32	33.01
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.09	0.00	0.00

**Palo n° 1**

n°	Y	Ne	Nr	Te	Tr	Me	Mr
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	70.24	1181.38	-42.04	-1050.89	-21.14	-528.57
19	1.80	72.58	1164.41	0.28	7.02	8.24	206.02

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
30	2.90	74.01	1154.05	3.85	96.30	5.36	133.88
42	4.10	75.58	1142.74	2.68	67.04	1.24	31.05
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	216.55	1181.34	-42.04	-1050.89	-21.14	-528.57
19	1.80	216.81	1164.38	0.28	7.02	8.24	206.02
30	2.90	216.97	1154.01	3.85	96.30	5.36	133.88
42	4.10	217.15	1142.70	2.68	67.04	1.24	31.05
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	143.40	1181.38	-42.04	-1050.89	-21.14	-528.57
19	1.80	144.70	1164.41	0.28	7.02	8.24	206.02
30	2.90	145.49	1154.05	3.85	96.30	5.36	133.88
42	4.10	146.36	1142.74	2.68	67.04	1.24	31.05
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.10	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	30.46	761.14	-28.81	-720.25	-12.04	-301.04
18	1.70	33.21	748.54	0.55	13.73	6.53	163.32
28	2.70	34.82	741.49	3.03	75.85	4.39	109.87
42	4.10	37.08	732.07	1.90	47.43	0.73	18.35
101	10.00	0.00	7.23	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	176.21	1181.38	-28.81	-720.25	-12.04	-301.04
18	1.70	177.00	1165.36	0.55	13.73	6.53	163.32
28	2.70	177.46	1155.94	3.03	75.85	4.39	109.87
42	4.10	178.11	1142.74	1.90	47.43	0.73	18.35
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	103.34	1181.43	-28.81	-720.25	-12.04	-301.04
18	1.70	105.10	1165.41	0.55	13.73	6.53	163.32
28	2.70	106.14	1155.99	3.03	75.85	4.39	109.87
42	4.10	107.60	1142.79	1.90	47.43	0.73	18.35
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	72.45	1181.44	-31.28	-782.03	-16.47	-411.68
20	1.90	74.89	1163.54	0.51	12.70	5.89	147.25
31	3.00	76.30	1153.17	2.76	68.97	3.67	91.85
42	4.10	77.72	1142.80	1.98	49.45	0.96	23.99
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	167.71	1181.35	-31.28	-782.03	-16.47	-411.68
20	1.90	168.72	1163.45	0.51	12.70	5.89	147.25
31	3.00	169.30	1153.08	2.76	68.97	3.67	91.85
42	4.10	169.89	1142.71	1.98	49.45	0.96	23.99
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	120.08	1181.40	-31.28	-782.03	-16.47	-411.68
20	1.90	121.81	1163.49	0.51	12.70	5.89	147.25
31	3.00	122.80	1153.12	2.76	68.97	3.67	91.85
42	4.10	123.80	1142.75	1.98	49.45	0.96	23.99
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	68.37	1181.38	-27.01	-675.35	-14.16	-354.09
20	1.90	70.87	1163.47	0.46	11.47	5.10	127.60
31	3.00	72.32	1153.11	2.39	59.75	3.17	79.37
42	4.10	73.76	1142.74	1.71	42.74	0.83	20.65
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	151.70	1181.35	-27.01	-675.35	-14.16	-354.09
20	1.90	152.95	1163.44	0.46	11.47	5.10	127.60
31	3.00	153.67	1153.07	2.39	59.75	3.17	79.37
42	4.10	154.39	1142.71	1.71	42.74	0.83	20.65
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	110.03	1181.37	-27.01	-675.35	-14.16	-354.09
20	1.90	111.91	1163.46	0.46	11.47	5.10	127.60
31	3.00	112.99	1153.09	2.39	59.75	3.17	79.37
42	4.10	114.08	1142.72	1.71	42.74	0.83	20.65
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	65.65	1181.39	-24.17	-604.24	-12.63	-315.70
20	1.90	68.19	1163.48	0.43	10.64	4.58	114.50
30	2.90	69.53	1154.05	2.14	53.61	3.06	76.41
42	4.10	71.13	1142.74	1.53	38.27	0.74	18.42
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	141.02	1181.37	-24.17	-604.24	-12.63	-315.70
20	1.90	142.43	1163.46	0.43	10.64	4.58	114.50
30	2.90	143.17	1154.04	2.14	53.61	3.06	76.41
42	4.10	144.06	1142.73	1.53	38.27	0.74	18.42
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	103.34	1181.43	-24.17	-604.24	-12.63	-315.70
20	1.90	105.31	1163.53	0.43	10.64	4.58	114.50
30	2.90	106.35	1154.10	2.14	53.61	3.06	76.41
42	4.10	107.60	1142.79	1.53	38.27	0.74	18.42
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.06	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	43.16	1078.46	-32.54	-813.41	-15.58	-389.44
19	1.80	45.88	1061.49	0.51	12.67	6.65	166.14
30	2.90	47.55	1051.12	3.10	77.47	4.18	104.58
42	4.10	49.37	1039.83	2.09	52.37	0.92	23.09
101	10.00	0.00	10.28	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	171.02	1181.39	-32.54	-813.41	-15.58	-389.44
19	1.80	171.93	1164.43	0.51	12.67	6.65	166.14
30	2.90	172.49	1154.06	3.10	77.47	4.18	104.58
42	4.10	173.09	1142.75	2.09	52.37	0.92	23.09
101	10.00	0.00	11.78	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	107.09	1181.37	-32.54	-813.41	-15.58	-389.44
19	1.80	108.91	1164.40	0.51	12.67	6.65	166.14
30	2.90	110.02	1154.04	3.10	77.47	4.18	104.58
42	4.10	111.23	1142.73	2.09	52.37	0.92	23.09
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.08	0.00	0.00

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	41.27	1031.32	-31.18	-779.38	-14.97	-374.28
19	1.80	44.03	1014.32	0.47	11.72	6.35	158.80
30	2.90	45.71	1003.96	2.96	74.06	4.01	100.15
42	4.10	47.54	993.04	2.01	50.15	0.89	22.18
101	10.00	0.00	9.81	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 2

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	162.94	1181.37	-31.18	-779.38	-14.97	-374.28
19	1.80	163.97	1164.41	0.47	11.72	6.35	158.80
30	2.90	164.59	1154.04	2.96	74.06	4.01	100.15
42	4.10	165.27	1142.73	2.01	50.15	0.89	22.18
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.07	0.00	0.00

Palo n° 3

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0.00	102.11	1181.42	-31.18	-779.38	-14.97	-374.28
19	1.80	104.00	1164.45	0.47	11.72	6.35	158.80
30	2.90	105.15	1154.09	2.96	74.06	4.01	100.15
42	4.10	106.41	1142.78	2.01	50.15	0.89	22.18
101	10.00	0.00	11.77	0.00	0.07	0.00	0.00

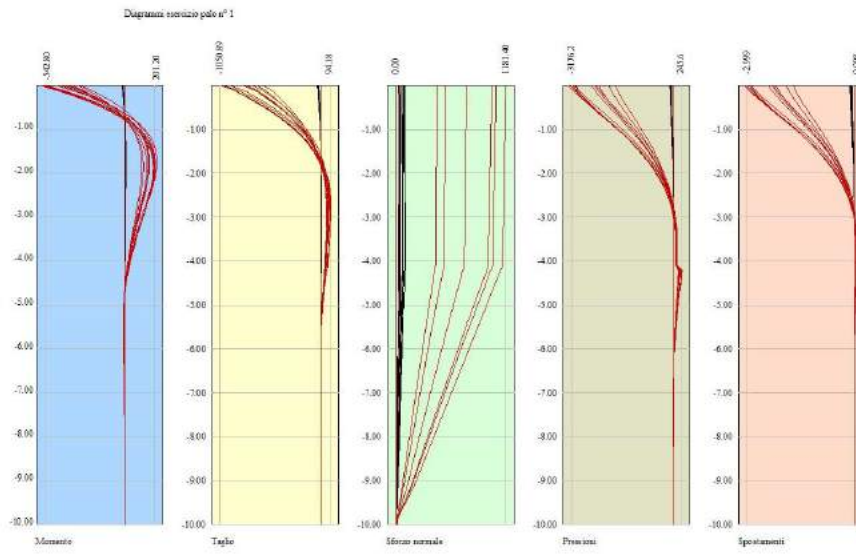


Fig. 18 - Sollecitazioni palo (Palo n° 1) (Inviluppo)

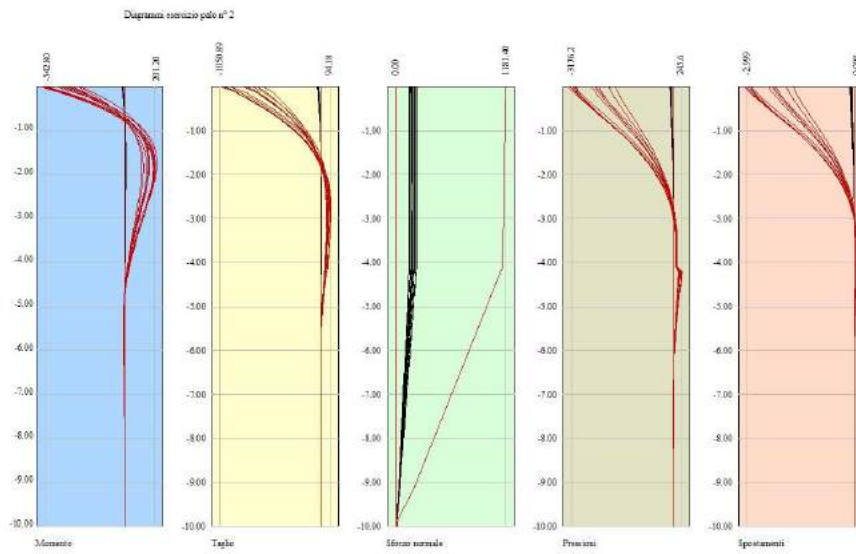


Fig. 19 - Sollecitazioni palo (Palo n° 2) (Inviluppo)

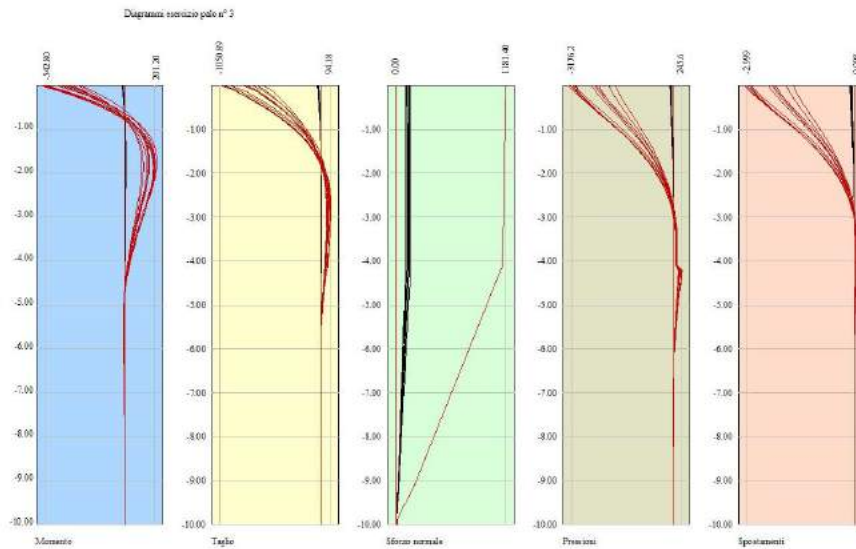


Fig. 20 - Sollecitazioni palo (Palo n° 3) (Inviluppo)

**Verifiche strutturali**

*Verifiche a flessione*

**Elementi calcolati a trave**

**Simbologia adottata**

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espressa in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente espressa in [kN]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Elementi calcolati a piastra**

**Simbologia adottata**

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi, Afs area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
- Mp, Mn momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
- Mu momento ultimi espresso in [kNm]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	4.62	9.24	14.70	6.86	143.08	6.86	10.357
2	100	41	4.62	9.24	16.04	7.83	147.19	7.83	9.707
3	100	42	4.62	9.24	17.44	8.82	151.32	8.82	9.134
4	100	43	4.62	9.24	18.90	9.83	155.47	9.83	8.622
5	100	44	4.62	9.24	20.42	10.87	159.64	10.87	8.160
6	100	45	4.62	9.24	22.02	11.93	163.82	11.93	7.741
7	100	46	4.62	9.24	23.68	13.01	168.02	13.01	7.358
8	100	47	4.62	9.24	25.43	14.12	172.24	14.12	7.006
9	100	48	4.62	9.24	27.25	15.25	176.48	15.25	6.681
10	100	49	4.62	9.24	29.16	16.40	180.74	16.40	6.379
11	100	50	4.62	9.24	31.16	17.58	185.01	17.58	6.097
12	100	51	4.62	9.24	33.26	18.77	189.31	18.77	5.835
13	100	52	4.62	9.24	35.45	20.00	193.62	20.00	5.588
14	100	53	4.62	9.24	37.75	21.24	197.95	21.24	5.357
15	100	54	4.62	9.24	40.15	22.51	202.30	22.51	5.139

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
16	100	55	4.62	9.24	42.67	23.80	206.67	23.80	4.934
17	100	56	4.62	9.24	45.30	25.12	211.06	25.12	4.741
18	100	57	4.62	9.24	48.05	26.46	215.47	26.46	4.557
19	100	58	4.62	9.24	50.92	27.82	219.90	27.82	4.384
20	100	58	4.62	9.24	53.92	29.20	224.35	29.20	4.219
21	100	59	4.62	9.24	57.05	30.61	228.81	30.61	4.063
22	100	60	4.62	9.24	60.32	32.04	233.30	32.04	3.915
23	100	61	4.62	9.24	63.73	33.50	237.81	33.50	3.774
24	100	62	4.62	9.24	67.28	34.97	242.34	34.97	3.640
25	100	63	4.62	9.24	70.98	36.48	246.89	36.48	3.513
26	100	64	4.62	9.24	74.84	38.00	251.46	38.00	3.391
27	100	65	4.62	9.24	78.85	39.55	256.06	39.55	3.276
28	100	66	4.62	9.24	83.02	41.12	260.67	41.12	3.165
29	100	67	4.62	9.24	87.36	42.71	265.35	42.71	3.061
30	100	68	4.62	9.24	91.87	44.33	270.11	44.33	2.961
31	100	69	4.62	9.24	96.55	45.97	274.89	45.97	2.866
32	100	70	4.62	9.24	101.41	47.63	279.70	47.63	2.775
33	100	71	4.62	9.24	93.85	49.32	247.86	49.32	2.658
34	100	72	9.24	9.24	100.71	51.03	252.00	51.03	2.517
35	100	73	4.62	6.03	107.87	52.76	175.41	52.76	1.632
36	100	74	4.62	6.03	115.35	54.52	178.52	54.52	1.552
37	100	75	4.62	10.65	123.13	56.30	301.85	56.30	2.463
38	100	76	4.62	10.65	131.23	58.10	306.70	58.10	2.347
39	100	77	4.62	10.65	139.66	59.93	311.58	59.93	2.240

## Mensola valle

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	80	12.06	12.06	-0.10	0.00	-342.90	0.00	318.912
3	100	80	12.06	12.06	-0.39	0.00	-342.90	0.00	250.803
4	100	80	12.06	12.06	-0.88	0.00	-342.90	0.00	184.965
5	100	80	12.06	12.06	-1.56	0.00	-342.90	0.00	135.257

## Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-43-P	2.26	2.26	0.01	-9.15	-74.03	11.115 (4)
3-33-P	3.39	3.39	0.00	-10.59	-110.89	11.038 (3)
4-3-P	3.39	3.39	0.00	-6.35	-110.89	62.416 (4)
5-5-S	12.06	12.06	0.00	-69.33	-387.58	6.160 (3)
6-5-S	14.07	14.07	0.02	-63.26	-450.98	7.867 (3)
7-5-S	14.07	14.07	0.04	-59.35	-450.98	8.316 (3)
8-5-S	12.06	12.06	0.08	-56.47	-387.58	7.442 (3)
9-5-S	14.07	14.07	0.06	-61.13	-450.98	8.148 (3)
10-5-S	14.07	14.07	0.12	-58.68	-450.98	8.414 (3)
11-5-S	12.06	12.06	0.11	-58.72	-387.58	7.227 (3)
12-5-S	14.07	14.07	0.09	-58.87	-450.98	8.387 (3)
13-5-S	14.07	14.07	0.04	-59.37	-450.98	8.314 (3)
14-5-S	12.06	12.06	0.02	-60.81	-387.58	6.969 (3)
15-5-S	14.07	14.07	0.00	-71.75	-450.98	6.976 (3)

## Micropali

Ip	Is	Ar	M	N	Mu	Nu	FS
		[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	1	65.69	22.77	85.07	152.17	85.07	6.938
2	1	65.69	22.77	201.12	153.55	201.12	7.002
3	1	65.69	22.77	143.10	152.86	143.10	6.970

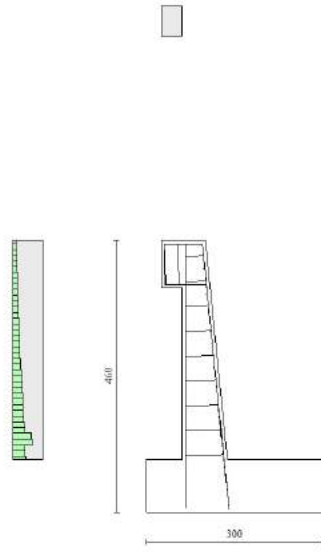


Fig. 21 - Paramento (Inviluppo)

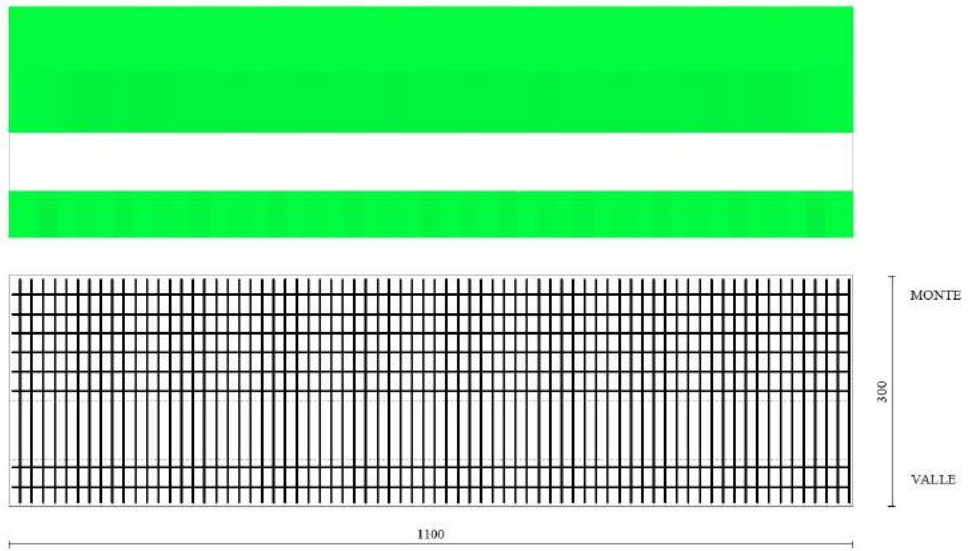


Fig. 22 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)



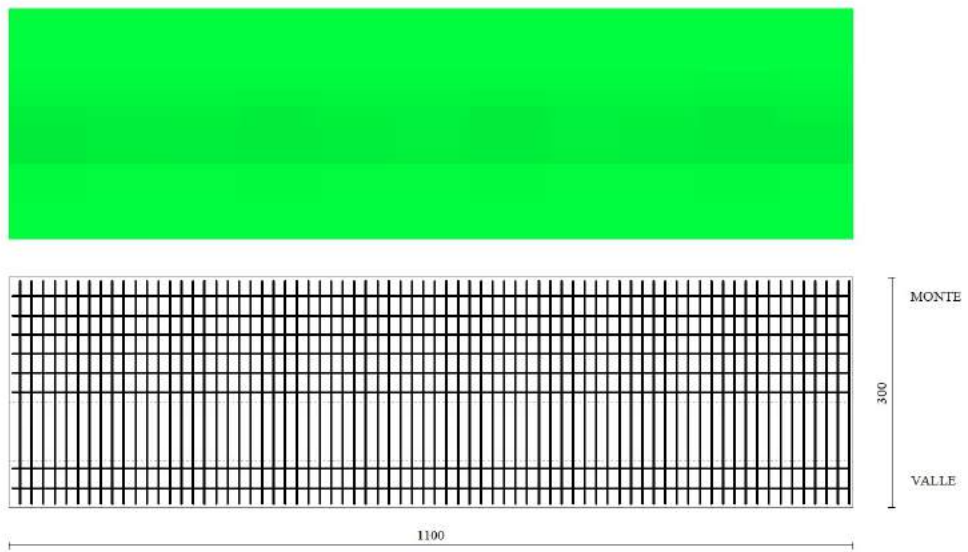


Fig. 23 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

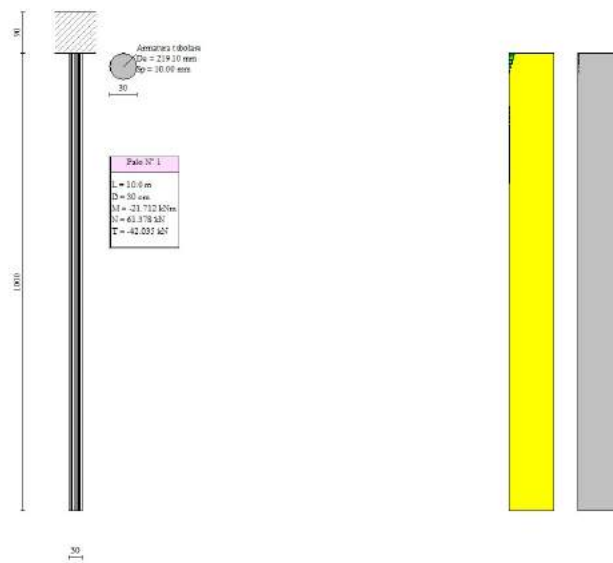


Fig. 24 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

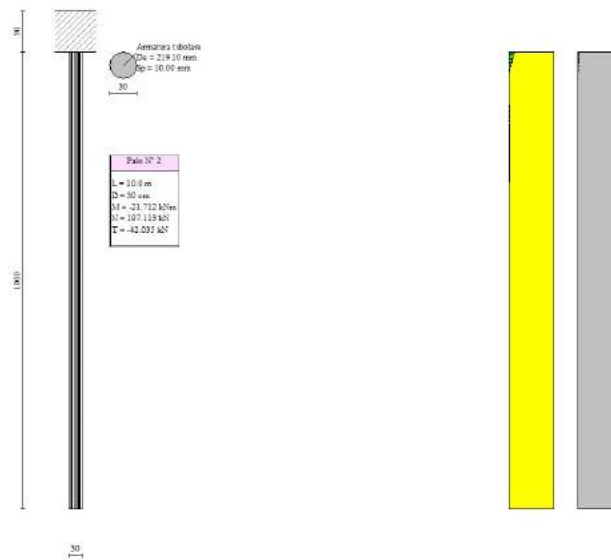


Fig. 25 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

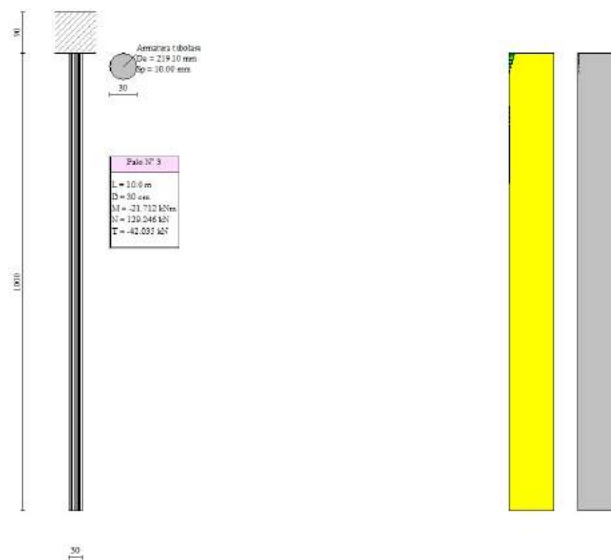


Fig. 26 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

$I_s$	indice sezione
$Y$	ordinata sezione espressa in [m]
$B$	larghezza sezione espressa in [cm]
$H$	altezza sezione espressa in [cm]
$A_{sw}$	area ferri a taglio espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\cotg\theta$	inclinazione delle bielle compresse, $\theta$ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
$V_{Rcd}$	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
$V_{Rsd}$	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
$V_{Rd}$	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ( $A_{sw} > 0.0$ ) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ .
$T$	taglio agente espressa in [kN]
$FS$	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	176.20	13.50	13.052
2	100	41	0.00	--	0.00	0.00	178.51	14.01	12.741
3	100	42	0.00	--	0.00	0.00	180.81	14.56	12.415
4	100	43	0.00	--	0.00	0.00	183.09	15.16	12.077
5	100	44	0.00	--	0.00	0.00	185.35	15.80	11.734
6	100	45	0.00	--	0.00	0.00	187.59	16.47	11.387
7	100	46	0.00	--	0.00	0.00	189.82	17.19	11.039
8	100	47	0.00	--	0.00	0.00	192.03	17.96	10.694
9	100	48	0.00	--	0.00	0.00	194.22	18.76	10.352
10	100	49	0.00	--	0.00	0.00	196.40	19.61	10.017
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	198.88	20.49	9.704
12	100	51	0.00	--	0.00	0.00	202.03	21.42	9.430
13	100	52	0.00	--	0.00	0.00	205.17	22.40	9.161
14	100	53	0.00	--	0.00	0.00	208.31	23.41	8.899
15	100	54	0.00	--	0.00	0.00	211.45	24.46	8.643
16	100	55	0.00	--	0.00	0.00	214.57	25.56	8.395
17	100	56	0.00	--	0.00	0.00	217.69	26.70	8.153
18	100	57	0.00	--	0.00	0.00	220.81	28.57	7.730
19	100	58	0.00	--	0.00	0.00	223.91	30.74	7.285
20	100	58	0.00	--	0.00	0.00	227.02	32.96	6.888
21	100	59	0.00	--	0.00	0.00	230.12	35.24	6.530
22	100	60	0.00	--	0.00	0.00	233.21	37.57	6.207
23	100	61	0.00	--	0.00	0.00	236.30	39.96	5.913
24	100	62	0.00	--	0.00	0.00	239.39	42.40	5.646
25	100	63	0.00	--	0.00	0.00	242.47	44.90	5.400
26	100	64	0.00	--	0.00	0.00	245.55	47.45	5.175
27	100	65	0.00	--	0.00	0.00	248.62	50.06	4.967
28	100	66	0.00	--	0.00	0.00	251.69	52.72	4.774
29	100	67	0.00	--	0.00	0.00	254.76	55.43	4.596
30	100	68	0.00	--	0.00	0.00	257.82	58.20	4.430
31	100	69	0.00	--	0.00	0.00	260.88	61.02	4.275
32	100	70	0.00	--	0.00	0.00	263.94	63.90	4.130
33	100	71	0.00	--	0.00	0.00	266.99	66.83	3.995
34	100	72	0.00	--	0.00	0.00	270.04	69.82	3.868
35	100	73	0.00	--	0.00	0.00	273.09	72.86	3.748
36	100	74	0.00	--	0.00	0.00	276.14	75.96	3.636
37	100	75	0.00	--	0.00	0.00	279.19	79.11	3.529
38	100	76	0.00	--	0.00	0.00	282.23	82.31	3.429
39	100	77	0.00	--	0.00	0.00	285.27	85.57	3.334

## Mensola valle

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	0.00	100.000
2	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	2.23	135.686
3	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	4.46	67.843
4	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	6.69	45.229
5	100	80	0.00	--	0.00	0.00	302.72	8.92	33.921

## Fondazione

Is	B	H	A <sub>sw</sub>	cotg (θ)	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	60	90	0.00	2.000	0.00	0.00	162.89	29.48	5.525 (1)
3-5-P	81	90	0.00	2.000	0.00	0.00	221.26	4.35	50.887 (1)
4-1-P	81	90	0.00	2.000	0.00	0.00	221.25	0.34	100.000 (1)
5-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	121.92	2.227 (1)
6-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	124.07	2.188 (1)
7-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.42	2.200 (1)
8-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
9-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
10-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
11-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
12-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.35	2.201 (1)
13-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	123.42	2.200 (1)
14-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	124.05	2.189 (1)
15-1-S	100	90	0.00	2.000	0.00	0.00	271.48	122.15	2.223 (1)

## Micropali

La verifica a taglio sui micropali viene eseguita considerando il solo contributo resistente del tubolare. L'area della sezione effettiva di verifica ( $A_{eff}$ ) viene determinata come area lorda ( $A$ ) della sezione tubolare moltiplicata per  $2 / \pi$ .

<b>Ip</b>	<b>Is</b>	<b>A<sub>sw</sub></b> [cm]	<b>V<sub>Rd</sub></b> [kN]	<b>T</b> [kN]	<b>FS</b>
1	1	41.82	816.32	42.04	19.420
2	1	41.82	816.32	42.04	19.420
3	1	41.82	816.32	42.04	19.420

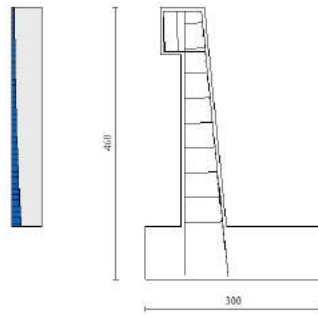


Fig. 27 - Paramento (Inviluppo)

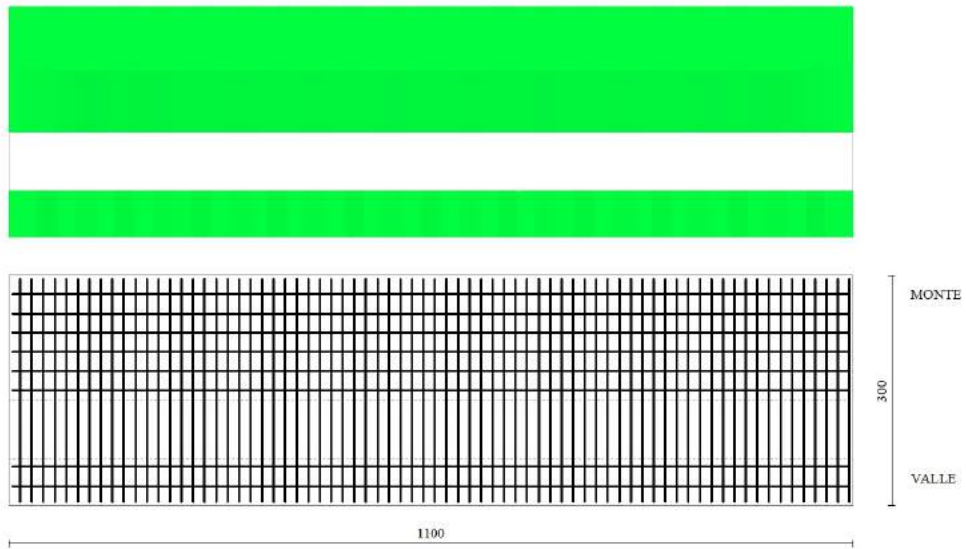


Fig. 28 - Piastra fondazione dir. X (Inviluppo)

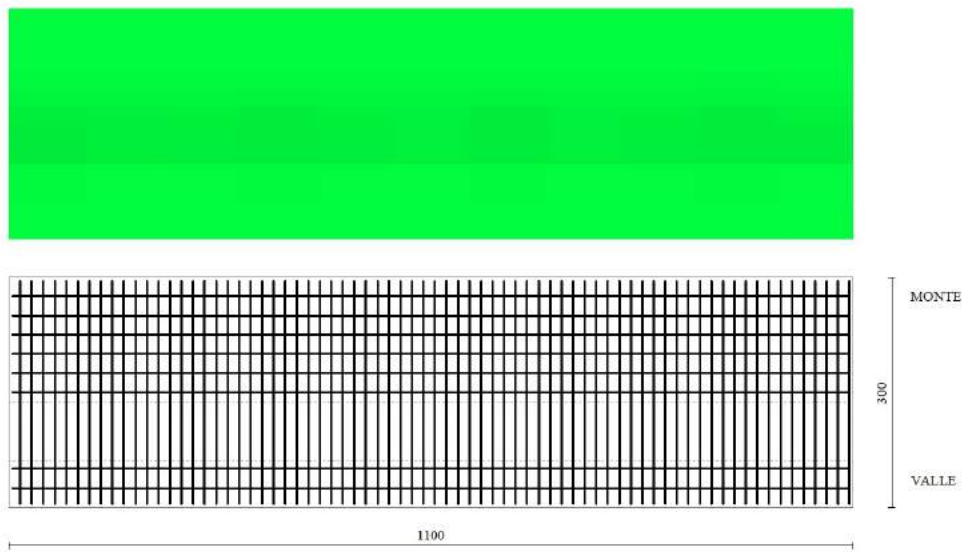


Fig. 29 - Piastra fondazione dir. Y (Inviluppo)

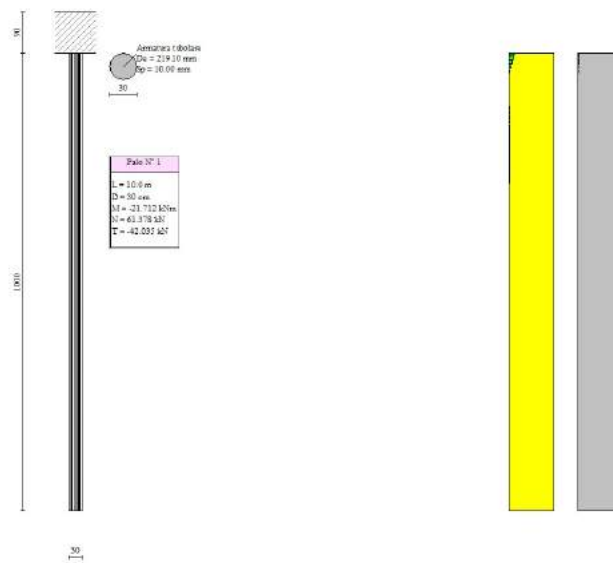


Fig. 30 - Pali (Palo n° 1) (Inviluppo)

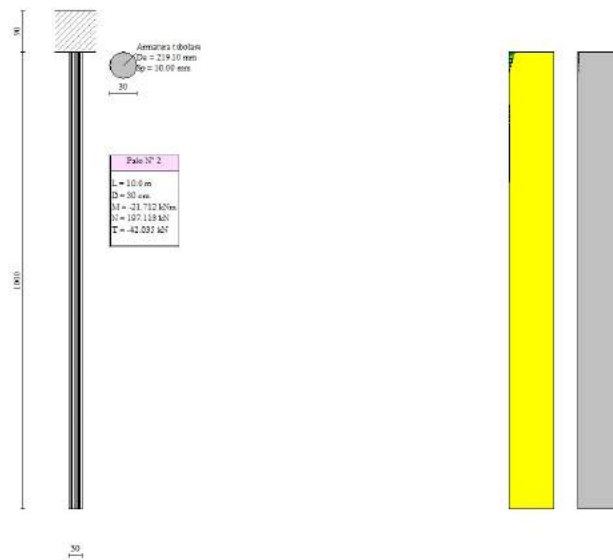


Fig. 31 - Pali (Palo n° 2) (Inviluppo)

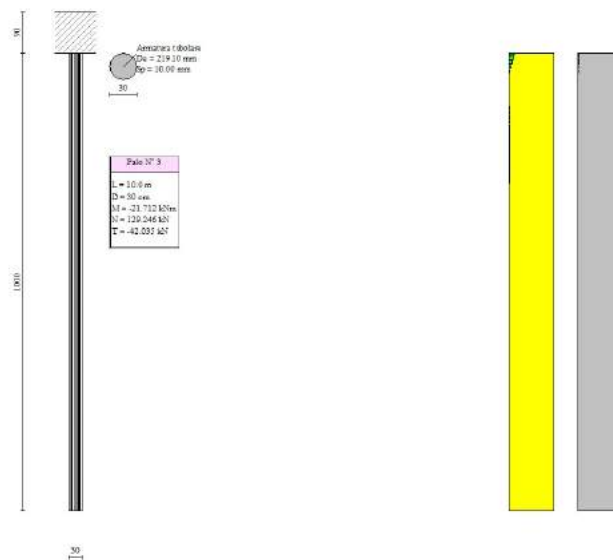


Fig. 32 - Pali (Palo n° 3) (Inviluppo)

*Verifica a punzonamento*

**Simbologia adottata**

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
$C_1, C_2$	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
$u_0$	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
$u_1$	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
$\rho_{yr}, \rho_z$	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
$d_{pc}, d_{uc}$	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
$V_{Ed,i}$	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
$V_{Ed,f}$	Tensione di taglio sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cf}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica $u_1$ , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cs}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture

FS Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti  $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$ ,  $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$  e  $V_{Rd,cs}/V_{Ed,i}$ )

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (11)	976 (11)	857 (11)
2	100	41	4.62	9.24	1.25	7.83	75 (11)	751 (11)	867 (11)
3	100	42	4.62	9.24	1.40	8.82	80 (11)	748 (11)	934 (11)
4	100	43	4.62	9.24	1.64	9.83	91 (11)	927 (11)	1057 (11)
5	100	44	4.62	9.24	2.00	10.87	107 (11)	1299 (11)	1232 (11)
6	100	45	4.62	9.24	2.47	11.93	129 (11)	1895 (11)	1456 (11)
7	100	46	4.62	9.24	3.05	13.01	156 (11)	2738 (11)	1724 (11)
8	100	47	4.62	9.24	3.75	14.12	189 (11)	3836 (11)	2031 (11)
9	100	48	4.62	9.24	4.58	15.25	225 (11)	5190 (11)	2372 (11)
10	100	49	4.62	9.24	5.53	16.40	265 (11)	6792 (11)	2745 (11)
11	100	50	4.62	9.24	6.61	17.58	309 (11)	8637 (11)	3148 (11)
12	100	51	4.62	9.24	7.83	18.77	356 (11)	10715 (11)	3579 (11)
13	100	52	4.62	9.24	9.19	20.00	406 (11)	13021 (11)	4039 (11)
14	100	53	4.62	9.24	10.70	21.24	459 (11)	15549 (11)	4526 (11)
15	100	54	4.62	9.24	12.35	22.51	514 (11)	18293 (11)	5039 (11)
16	100	55	4.62	9.24	14.16	23.80	572 (11)	21248 (11)	5578 (11)
17	100	56	4.62	9.24	16.13	25.12	633 (11)	24411 (11)	6143 (11)
18	100	57	4.62	9.24	18.25	26.46	696 (11)	27777 (11)	6733 (11)
19	100	58	4.62	9.24	20.54	27.82	761 (11)	31343 (11)	7347 (11)
20	100	58	4.62	9.24	23.00	29.20	828 (11)	35105 (11)	7985 (11)
21	100	59	4.62	9.24	25.64	30.61	898 (11)	39061 (11)	8646 (11)
22	100	60	4.62	9.24	28.45	32.04	969 (11)	43209 (11)	9330 (11)
23	100	61	4.62	9.24	31.44	33.50	1042 (11)	47545 (11)	10037 (11)
24	100	62	4.62	9.24	34.62	34.97	1117 (11)	52068 (11)	10766 (11)
25	100	63	4.62	9.24	38.00	36.48	1194 (11)	56775 (11)	11516 (11)
26	100	64	4.62	9.24	41.56	38.00	1273 (11)	61664 (11)	12288 (11)
27	100	65	4.62	9.24	45.33	39.55	1353 (11)	66735 (11)	13080 (11)
28	100	66	4.62	9.24	49.30	41.12	1435 (11)	71984 (11)	13892 (11)
29	100	67	4.62	9.24	53.47	42.71	1518 (11)	77410 (11)	14725 (11)
30	100	68	4.62	9.24	57.86	44.33	1603 (11)	83013 (11)	15577 (11)
31	100	69	4.62	9.24	62.46	45.97	1689 (11)	88790 (11)	16449 (11)
32	100	70	4.62	9.24	67.29	47.63	1777 (11)	94740 (11)	17340 (11)
33	100	71	4.62	9.24	72.33	49.32	1866 (11)	100862 (11)	18249 (11)
34	100	72	9.24	9.24	77.61	51.03	1889 (11)	106902 (11)	18268 (11)
35	100	73	4.62	6.03	83.12	52.76	2434 (11)	170793 (11)	21288 (11)
36	100	74	4.62	6.03	88.86	54.52	2545 (11)	180817 (11)	22330 (11)
37	100	75	4.62	10.65	94.85	56.30	2113 (11)	110929 (11)	21519 (11)
38	100	76	4.62	10.65	101.08	58.10	2203 (11)	117000 (11)	22485 (11)
39	100	77	4.62	10.65	107.56	59.93	2294 (11)	123216 (11)	23468 (11)

#### Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (11)	13 (11)	88 (11)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (11)	51 (11)	354 (11)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (11)	114 (11)	796 (11)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (11)	203 (11)	1416 (11)

### Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-13-P	60	90	2.26	2.26	3.27	0.00	132 (14)	16729 (14)	885 (14)
3-41-P	81	90	3.39	3.39	0.15	-7.67	241 (15)	11039 (15)	29030 (15)
4-25-P	81	90	3.39	3.39	3.04	-0.02	37 (11)	4473 (11)	871 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.68	-46.55	711 (15)	7054 (15)	50602 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-39.87	564 (15)	14526 (15)	37273 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.14	553 (15)	14871 (15)	36550 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	1.81	-34.93	592 (15)	9819 (15)	42195 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.82	-38.07	539 (15)	15313 (15)	35597 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	1.64	-36.76	547 (15)	15306 (15)	36181 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	1.64	-36.77	591 (15)	17783 (15)	42081 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	1.63	-36.83	548 (15)	15223 (15)	36243 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.16	553 (15)	14853 (15)	36567 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	1.44	-38.42	617 (15)	15662 (15)	43971 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.66	-48.64	688 (15)	12256 (15)	45472 (15)

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.20	6.86	77 (12)	976 (12)	857 (12)
2	100	41	4.62	9.24	1.24	7.83	74 (12)	725 (12)	859 (12)
3	100	42	4.62	9.24	1.35	8.82	77 (12)	653 (12)	904 (12)
4	100	43	4.62	9.24	1.53	9.83	83 (12)	715 (12)	990 (12)
5	100	44	4.62	9.24	1.80	10.87	94 (12)	903 (12)	1116 (12)
6	100	45	4.62	9.24	2.15	11.93	110 (12)	1232 (12)	1282 (12)
7	100	46	4.62	9.24	2.60	13.01	129 (12)	1724 (12)	1486 (12)
8	100	47	4.62	9.24	3.13	14.12	152 (12)	2398 (12)	1725 (12)
9	100	48	4.62	9.24	3.77	15.25	179 (12)	3268 (12)	1996 (12)
10	100	49	4.62	9.24	4.51	16.40	210 (12)	4335 (12)	2295 (12)
11	100	50	4.62	9.24	5.36	17.58	244 (12)	5602 (12)	2622 (12)
12	100	51	4.62	9.24	6.31	18.77	280 (12)	7064 (12)	2974 (12)
13	100	52	4.62	9.24	7.39	20.00	320 (12)	8718 (12)	3350 (12)
14	100	53	4.62	9.24	8.58	21.24	362 (12)	10561 (12)	3750 (12)
15	100	54	4.62	9.24	9.89	22.51	406 (12)	12589 (12)	4172 (12)
16	100	55	4.62	9.24	11.33	23.80	453 (12)	14800 (12)	4617 (12)
17	100	56	4.62	9.24	12.91	25.12	502 (12)	17191 (12)	5084 (12)
18	100	57	4.62	9.24	14.62	26.46	553 (12)	19760 (12)	5573 (12)
19	100	58	4.62	9.24	16.47	27.82	606 (12)	22504 (12)	6083 (12)
20	100	58	4.62	9.24	18.47	29.20	661 (12)	25422 (12)	6614 (12)
21	100	59	4.62	9.24	20.61	30.61	718 (12)	28512 (12)	7166 (12)
22	100	60	4.62	9.24	22.91	32.04	777 (12)	31773 (12)	7739 (12)
23	100	61	4.62	9.24	25.36	33.50	838 (12)	35203 (12)	8332 (12)
24	100	62	4.62	9.24	27.98	34.97	900 (12)	38800 (12)	8945 (12)
25	100	63	4.62	9.24	30.76	36.48	964 (12)	42565 (12)	9578 (12)
26	100	64	4.62	9.24	33.71	38.00	1030 (12)	46495 (12)	10230 (12)
27	100	65	4.62	9.24	36.84	39.55	1097 (12)	50590 (12)	10902 (12)
28	100	66	4.62	9.24	40.14	41.12	1166 (12)	54849 (12)	11592 (12)
29	100	67	4.62	9.24	43.62	42.71	1237 (12)	59270 (12)	12301 (12)
30	100	68	4.62	9.24	47.29	44.33	1309 (12)	63854 (12)	13029 (12)
31	100	69	4.62	9.24	51.16	45.97	1382 (12)	68599 (12)	13775 (12)
32	100	70	4.62	9.24	55.21	47.63	1457 (12)	73505 (12)	14538 (12)



n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
33	100	71	4.62	9.24	59.47	49.32	1533 (12)	78571 (12)	15320 (12)
34	100	72	9.24	9.24	63.93	51.03	1556 (12)	83553 (12)	15375 (12)
35	100	73	4.62	6.03	68.60	52.76	2003 (12)	133734 (12)	18019 (12)
36	100	74	4.62	6.03	73.47	54.52	2099 (12)	142106 (12)	18921 (12)
37	100	75	4.62	10.65	78.57	56.30	1752 (12)	87754 (12)	18137 (12)
38	100	76	4.62	10.65	83.88	58.10	1830 (12)	92861 (12)	18977 (12)
39	100	77	4.62	10.65	89.42	59.93	1909 (12)	98104 (12)	19832 (12)

**Mensola valle**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (12)	13 (12)	88 (12)
3	100	80	12.06	12.06	-0.30	0.00	5 (12)	51 (12)	354 (12)
4	100	80	12.06	12.06	-0.68	0.00	12 (12)	114 (12)	796 (12)
5	100	80	12.06	12.06	-1.20	0.00	21 (12)	203 (12)	1416 (12)

**Piastra fondazione**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-13-P	60	90	2.26	2.26	3.27	0.00	132 (14)	16729 (14)	885 (14)
3-41-P	81	90	3.39	3.39	0.15	-7.67	241 (15)	11039 (15)	29030 (15)
4-25-P	81	90	3.39	3.39	3.04	-0.02	37 (11)	4473 (11)	871 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.68	-46.55	711 (15)	7054 (15)	50602 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-39.87	564 (15)	14526 (15)	37273 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.14	553 (15)	14871 (15)	36550 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	1.81	-34.93	592 (15)	9819 (15)	42195 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.82	-38.07	539 (15)	15313 (15)	35597 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	1.64	-36.76	547 (15)	15306 (15)	36181 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	1.64	-36.77	591 (15)	17783 (15)	42081 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	1.63	-36.83	548 (15)	15223 (15)	36243 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.16	553 (15)	14853 (15)	36567 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	1.44	-38.42	617 (15)	15662 (15)	43971 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.66	-48.64	688 (15)	12256 (15)	45472 (15)

**Combinazioni SLEQ****Paramento**

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	4.62	9.24	1.23	7.03	79 (14)	1000 (14)	878 (14)
2	100	41	4.62	9.24	1.27	8.00	76 (14)	752 (14)	882 (14)
3	100	42	4.62	9.24	1.39	8.99	79 (14)	692 (14)	930 (14)
4	100	43	4.62	9.24	1.59	10.00	86 (14)	777 (14)	1023 (14)
5	100	44	4.62	9.24	1.87	11.04	99 (14)	1001 (14)	1160 (14)
6	100	45	4.62	9.24	2.25	12.10	115 (14)	1382 (14)	1338 (14)
7	100	46	4.62	9.24	2.73	13.18	136 (14)	1946 (14)	1556 (14)
8	100	47	4.62	9.24	3.30	14.29	162 (14)	2711 (14)	1811 (14)
9	100	48	4.62	9.24	3.98	15.42	191 (14)	3685 (14)	2098 (14)
10	100	49	4.62	9.24	4.77	16.57	224 (14)	4872 (14)	2415 (14)
11	100	50	4.62	9.24	5.67	17.75	260 (14)	6269 (14)	2759 (14)
12	100	51	4.62	9.24	6.69	18.94	299 (14)	7872 (14)	3130 (14)
13	100	52	4.62	9.24	7.83	20.17	341 (14)	9678 (14)	3526 (14)
14	100	53	4.62	9.24	9.09	21.41	385 (14)	11682 (14)	3947 (14)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
15	100	54	4.62	9.24	10.49	22.68	432 (14)	13881 (14)	4391 (14)
16	100	55	4.62	9.24	12.02	23.97	482 (14)	16271 (14)	4859 (14)
17	100	56	4.62	9.24	13.69	25.29	534 (14)	18850 (14)	5350 (14)
18	100	57	4.62	9.24	15.50	26.63	588 (14)	21615 (14)	5864 (14)
19	100	58	4.62	9.24	17.46	27.99	644 (14)	24564 (14)	6400 (14)
20	100	58	4.62	9.24	19.57	29.37	702 (14)	27694 (14)	6959 (14)
21	100	59	4.62	9.24	21.84	30.78	762 (14)	31005 (14)	7539 (14)
22	100	60	4.62	9.24	24.27	32.21	824 (14)	34493 (14)	8140 (14)
23	100	61	4.62	9.24	26.86	33.67	888 (14)	38158 (14)	8763 (14)
24	100	62	4.62	9.24	29.63	35.14	954 (14)	41998 (14)	9406 (14)
25	100	63	4.62	9.24	32.56	36.65	1022 (14)	46012 (14)	10070 (14)
26	100	64	4.62	9.24	35.67	38.17	1091 (14)	50199 (14)	10755 (14)
27	100	65	4.62	9.24	38.97	39.72	1162 (14)	54557 (14)	11459 (14)
28	100	66	4.62	9.24	42.45	41.29	1234 (14)	59086 (14)	12183 (14)
29	100	67	4.62	9.24	46.12	42.88	1308 (14)	63784 (14)	12926 (14)
30	100	68	4.62	9.24	49.99	44.50	1384 (14)	68651 (14)	13689 (14)
31	100	69	4.62	9.24	54.06	46.14	1461 (14)	73686 (14)	14470 (14)
32	100	70	4.62	9.24	58.32	47.80	1540 (14)	78888 (14)	15270 (14)
33	100	71	4.62	9.24	62.80	49.49	1619 (14)	84256 (14)	16088 (14)
34	100	72	9.24	9.24	67.49	51.20	1643 (14)	89542 (14)	16138 (14)
35	100	73	4.62	6.03	72.40	52.93	2116 (14)	143294 (14)	18888 (14)
36	100	74	4.62	6.03	77.52	54.69	2217 (14)	152151 (14)	19831 (14)
37	100	75	4.62	10.65	82.87	56.47	1848 (14)	93807 (14)	19040 (14)
38	100	76	4.62	10.65	88.45	58.27	1929 (14)	99202 (14)	19918 (14)
39	100	77	4.62	10.65	94.27	60.10	2012 (14)	104739 (14)	20812 (14)

Mensola valle

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	80	12.06	12.06	0.00	0.00	0 (13)	0 (13)	0 (13)
2	100	80	12.06	12.06	-0.08	0.00	1 (14)	13 (14)	91 (14)
3	100	80	12.06	12.06	-0.31	0.00	5 (14)	52 (14)	363 (14)
4	100	80	12.06	12.06	-0.69	0.00	12 (14)	117 (14)	816 (14)
5	100	80	12.06	12.06	-1.23	0.00	22 (14)	208 (14)	1451 (14)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-13-P	60	90	2.26	2.26	3.27	0.00	132 (14)	16729 (14)	885 (14)
3-41-P	81	90	3.39	3.39	0.15	-7.67	241 (15)	11039 (15)	29030 (15)
4-25-P	81	90	3.39	3.39	3.04	-0.02	37 (11)	4473 (11)	871 (11)
5-5-S	100	90	12.06	12.06	0.68	-46.55	711 (15)	7054 (15)	50602 (15)
6-5-S	100	90	14.07	14.07	0.78	-39.87	564 (15)	14526 (15)	37273 (15)
7-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.14	553 (15)	14871 (15)	36550 (15)
8-5-S	100	90	12.06	12.06	1.81	-34.93	592 (15)	9819 (15)	42195 (15)
9-5-S	100	90	14.07	14.07	0.82	-38.07	539 (15)	15313 (15)	35597 (15)
10-5-S	100	90	14.07	14.07	1.64	-36.76	547 (15)	15306 (15)	36181 (15)
11-5-S	100	90	12.06	12.06	1.64	-36.77	591 (15)	17783 (15)	42081 (15)
12-5-S	100	90	14.07	14.07	1.63	-36.83	548 (15)	15223 (15)	36243 (15)
13-5-S	100	90	14.07	14.07	1.59	-37.16	553 (15)	14853 (15)	36567 (15)
14-5-S	100	90	12.06	12.06	1.44	-38.42	617 (15)	15662 (15)	43971 (15)
15-5-S	100	90	14.07	14.07	0.66	-48.64	688 (15)	12256 (15)	45472 (15)

Verifica a fessurazione

## Simbologia adottata

n° indice sezione  
Y ordinata sezione espressa in [m]  
B larghezza sezione espressa in [cm]  
H altezza sezione espressa in [cm]  
Afi area ferri zona tesa espressa in [cmq]  
Aeff area efficace espressa in [cmq]

M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
$\varepsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

## Combinazioni SLEF

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	41	9.24	1250.00	1.24	170.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	42	9.24	1250.00	1.35	187.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	43	9.24	1250.00	1.53	197.06	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	44	9.24	1250.00	1.80	199.47	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	45	9.24	1250.00	2.15	198.29	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	46	9.24	1250.00	2.60	196.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	47	9.24	1250.00	3.13	194.27	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	48	9.24	1250.00	3.77	193.35	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	49	9.24	1250.00	4.51	193.44	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	9.24	1250.00	5.36	194.46	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	51	9.24	1250.00	6.31	196.31	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	52	9.24	1250.00	7.39	198.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	53	9.24	1250.00	8.58	201.99	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	54	9.24	1250.00	9.89	205.63	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	55	9.24	1250.00	11.33	209.69	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	56	9.24	1250.00	12.91	214.13	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	57	9.24	1250.00	14.62	218.88	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	58	9.24	1250.00	16.47	223.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	58	9.24	1250.00	18.47	229.24	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	59	9.24	1250.00	20.61	234.78	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	60	9.24	1250.00	22.91	240.53	0.0000	0.00	0.000 (12)
23	100	61	9.24	1250.00	25.36	246.49	0.0000	0.00	0.000 (12)
24	100	62	9.24	1250.00	27.98	252.62	0.0000	0.00	0.000 (12)
25	100	63	9.24	1250.00	30.76	258.94	0.0000	0.00	0.000 (12)
26	100	64	9.24	1250.00	33.71	265.41	0.0000	0.00	0.000 (12)
27	100	65	9.24	1250.00	36.84	272.05	0.0000	0.00	0.000 (12)
28	100	66	9.24	1250.00	40.14	278.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
29	100	67	9.24	1250.00	43.62	285.76	0.0000	0.00	0.000 (12)
30	100	68	9.24	1250.00	47.29	292.83	0.0000	0.00	0.000 (12)
31	100	69	9.24	1250.00	51.16	300.04	0.0000	0.00	0.000 (12)
32	100	70	9.24	1250.00	55.21	307.38	0.0000	0.00	0.000 (12)
33	100	71	9.24	1250.00	59.47	314.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
34	100	72	9.24	1250.00	63.93	322.27	0.0000	0.00	0.000 (12)
35	100	73	6.03	1250.00	68.60	323.96	0.0000	0.00	0.000 (12)
36	100	74	6.03	1250.00	73.47	331.71	0.0000	0.00	0.000 (12)
37	100	75	10.65	1250.00	78.57	348.77	0.0000	0.00	0.000 (12)
38	100	76	10.65	1250.00	83.88	356.90	0.0000	0.00	0.000 (12)
39	100	77	10.65	1250.00	89.42	365.13	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (12)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.52	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	81	90	3.39	1018.75	-0.74	293.47	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	81	90	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.51	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.62	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.64	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.64	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.64	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.62	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.51	387.39	0.0000	0.00	0.000

## Combinazioni SLEQ

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	9.24	1250.00	1.20	149.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
2	100	41	9.24	1250.00	1.23	171.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	42	9.24	1250.00	1.31	192.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	43	9.24	1250.00	1.46	206.34	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	44	9.24	1250.00	1.67	213.38	0.0000	0.00	0.000 (13)
6	100	45	9.24	1250.00	1.94	215.06	0.0000	0.00	0.000 (13)
7	100	46	9.24	1250.00	2.30	213.92	0.0000	0.00	0.000 (13)
8	100	47	9.24	1250.00	2.72	211.95	0.0000	0.00	0.000 (13)
9	100	48	9.24	1250.00	3.24	210.26	0.0000	0.00	0.000 (13)
10	100	49	9.24	1250.00	3.83	209.32	0.0000	0.00	0.000 (13)
11	100	50	9.24	1250.00	4.52	209.27	0.0000	0.00	0.000 (13)
12	100	51	9.24	1250.00	5.30	210.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
13	100	52	9.24	1250.00	6.18	211.69	0.0000	0.00	0.000 (13)
14	100	53	9.24	1250.00	7.16	213.99	0.0000	0.00	0.000 (13)
15	100	54	9.24	1250.00	8.25	216.88	0.0000	0.00	0.000 (13)
16	100	55	9.24	1250.00	9.45	220.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
17	100	56	9.24	1250.00	10.76	224.15	0.0000	0.00	0.000 (13)
18	100	57	9.24	1250.00	12.20	228.40	0.0000	0.00	0.000 (13)
19	100	58	9.24	1250.00	13.76	233.00	0.0000	0.00	0.000 (13)
20	100	58	9.24	1250.00	15.44	237.91	0.0000	0.00	0.000 (13)
21	100	59	9.24	1250.00	17.26	243.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
22	100	60	9.24	1250.00	19.22	248.53	0.0000	0.00	0.000 (13)
23	100	61	9.24	1250.00	21.31	254.20	0.0000	0.00	0.000 (13)
24	100	62	9.24	1250.00	23.55	260.09	0.0000	0.00	0.000 (13)
25	100	63	9.24	1250.00	25.94	266.17	0.0000	0.00	0.000 (13)
26	100	64	9.24	1250.00	28.48	272.44	0.0000	0.00	0.000 (13)
27	100	65	9.24	1250.00	31.17	278.89	0.0000	0.00	0.000 (13)
28	100	66	9.24	1250.00	34.03	285.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
29	100	67	9.24	1250.00	37.06	292.28	0.0000	0.00	0.000 (13)
30	100	68	9.24	1250.00	40.25	299.21	0.0000	0.00	0.000 (13)
31	100	69	9.24	1250.00	43.62	306.29	0.0000	0.00	0.000 (13)
32	100	70	9.24	1250.00	47.17	313.51	0.0000	0.00	0.000 (13)
33	100	71	9.24	1250.00	50.89	320.87	0.0000	0.00	0.000 (13)
34	100	72	9.24	1250.00	54.81	333.46	0.0000	0.00	0.000 (13)
35	100	73	6.03	1250.00	58.91	329.70	0.0000	0.00	0.000 (13)
36	100	74	6.03	1250.00	63.21	337.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
37	100	75	10.65	1250.00	67.71	354.47	0.0000	0.00	0.000 (13)
38	100	76	10.65	1250.00	72.42	362.52	0.0000	0.00	0.000 (13)
39	100	77	10.65	1250.00	77.32	370.69	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Mensola valle

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (13)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
2	100	80	12.06	1250.00	-0.08	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
3	100	80	12.06	1250.00	-0.30	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
4	100	80	12.06	1250.00	-0.68	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)
5	100	80	12.06	1250.00	-1.20	-368.36	0.0000	0.00	0.000 (13)

### Piastra fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	60	90	2.26	750.00	0.48	215.40	0.0000	0.00	0.000
3-1-P	81	90	0.00	0.00	-0.82	0.00	0.0000	0.00	0.000
4-1-P	81	90	3.39	1018.70	-0.17	293.46	0.0000	0.00	0.000
5-1-S	100	90	12.06	1250.00	-0.46	381.85	0.0000	0.00	0.000
6-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
7-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
8-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.58	381.85	0.0000	0.00	0.000
9-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
10-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.57	387.39	0.0000	0.00	0.000
11-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.57	381.85	0.0000	0.00	0.000
12-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
13-1-S	100	90	14.07	1250.00	0.58	387.39	0.0000	0.00	0.000
14-1-S	100	90	12.06	1250.00	0.57	381.85	0.0000	0.00	0.000
15-1-S	100	90	14.07	1250.00	-0.46	387.39	0.0000	0.00	0.000