

**S.S. n.131 "Carlo Felice"**  
Completamento itinerario Sassari – Olbia

Potenziamento–Messa in sicurezza dal km 192+500 al km 209+500

1° lotto (dal km 193 al km 199)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA349

**PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

**RESPONSABILI D'AREA:**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)*

**RESPONSABILE SIA:**

*Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Salvatore Frasca*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

**MANDATARIA:**



**MANDANTI:**



**OPERE D'ARTE MAGGIORI**  
**VIADOTTO VI02**  
**MURO**  
**Relazione di calcolo**



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA349_P00VI02STRRE02_A			
DPCA0349	D 20	CODICE ELAB.	P00VI02STRRE02	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	NOV.2020	F.SALUTE	G.PIAZZA	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>4</b>
1.1	OGGETTO.....	4
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	4
1.2.1	<i>Vita Nominale <math>V_n</math></i> .....	4
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	4
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	5
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>CALCESTRUZZI</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i></b> .....	<b>9</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>Copriferri nominali</i></b> .....	<b>10</b>
<b>4.1.3</b>	<b><i>Resistenze di progetto</i></b> .....	<b>12</b>
<b>4.1.4</b>	<b><i>Verifiche a fessurazione</i></b> .....	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE</b> .....	<b>14</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Qualità dell'acciaio</i></b> .....	<b>14</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Resistenze di progetto</i></b> .....	<b>14</b>
4.3	ACCIAIO PER TUBOLARI MICROPALI.....	14
<b>4.3.1</b>	<b><i>Resistenze di progetto</i></b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO</b> .....	<b>16</b>
5.1	CALCOLO DELLA SPINTA .....	16
5.1.1	<i>Metodo di Culmann</i> .....	16
5.1.2	<i>Spinta in presenza di sisma</i> .....	16
5.2	DETERMINAZIONE DEGLI SCARICHI SUI PALI.....	18
5.3	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE.....	18
5.4	VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE (STR - GEO) .....	19

5.4.1	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione .....	21
5.4.2	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione .....	25
5.4.3	Verifiche SLU di collasso per sfilamento del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione .....	25
5.4.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale .....	26
5.4.5	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale .....	31
<b>6</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>34</b>
6.1	ANALISI DEI CARICHI .....	34
6.1.1	Carichi permanenti .....	34
6.1.2	Urto veicolare su guard-rail .....	34
6.1.3	Azione sismica .....	35
6.2	COMBINAZIONI DI CARICO .....	36
<b>7</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>SEZIONI DI ANALISI E RISULTATI .....</b>	<b>38</b>
8.1	SOLLECITAZIONI ED ANALISI DEL MURO .....	38
8.2	RIEPILOGO DELLE AZIONI IN TESTA AI MICROPALI DI FONDAZIONE .....	38
8.3	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE .....	38
<b>9</b>	<b>VERIFICHE .....</b>	<b>39</b>
9.1	VERIFICHE STRUTTURALI .....	39
9.1.1	Verifiche strutturali del muro .....	39
9.1.2	Verifiche strutturali dei micropali di fondazione .....	39
9.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE .....	42
9.2.1	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento) .....	42
9.3	VERIFICHE A STABILITÀ GLOBALE .....	43
<b>10</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018) .....</b>	<b>44</b>
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE .....	44
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....	44
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	44

10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	44
10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE .....	45
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	45
<b>11</b>	<b>ALLEGATO 1 – TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE MURO .....</b>	<b>46</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATO 2 – VERIFICA GEOTECNICA MICROPALI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>103</b>

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra le analisi e le verifiche relative al muro su micropali in corrispondenza del viadotto VI02 previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)".

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

### 1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

#### 1.2.1 Vita Nominale $V_N$

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 50$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

#### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in

Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: IV;
- Coefficiente d'Uso:  $C_U = 2.0$ .

### 1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$  anni.

### 1.3 Descrizione delle opere

L'opera consiste in un muro su micropali ad altezza variabile. Il muro presenta uno sviluppo totale complessivo di 230 m e altezza variabile compresa tra la massima di 10.35 m e la minima di 6.75 m. il muro presenta una mensola superiore esterna di lunghezza totale di 2.50 m. Si riporta la sezione strutturale tipo del muro:

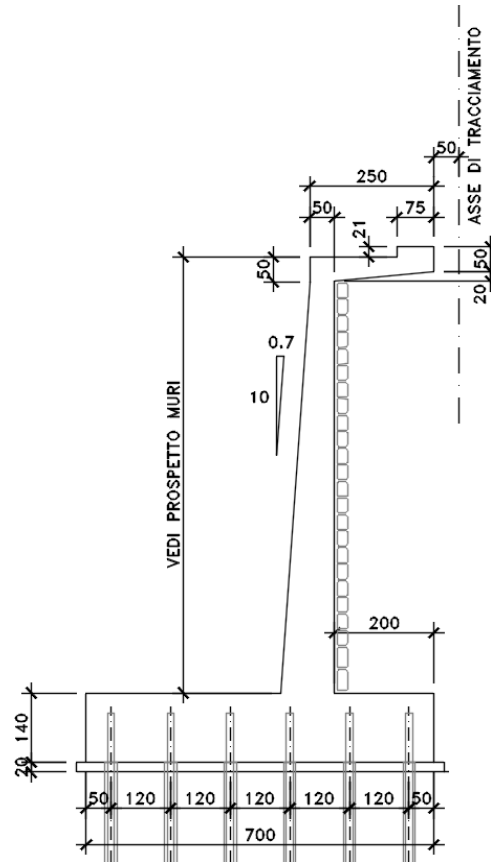


Figura 1.1 – Sezione tipo Muro

L'opera sosterrà a monte la carreggiata Sinistra Sud come mostrato nella sezione tipologica seguente:

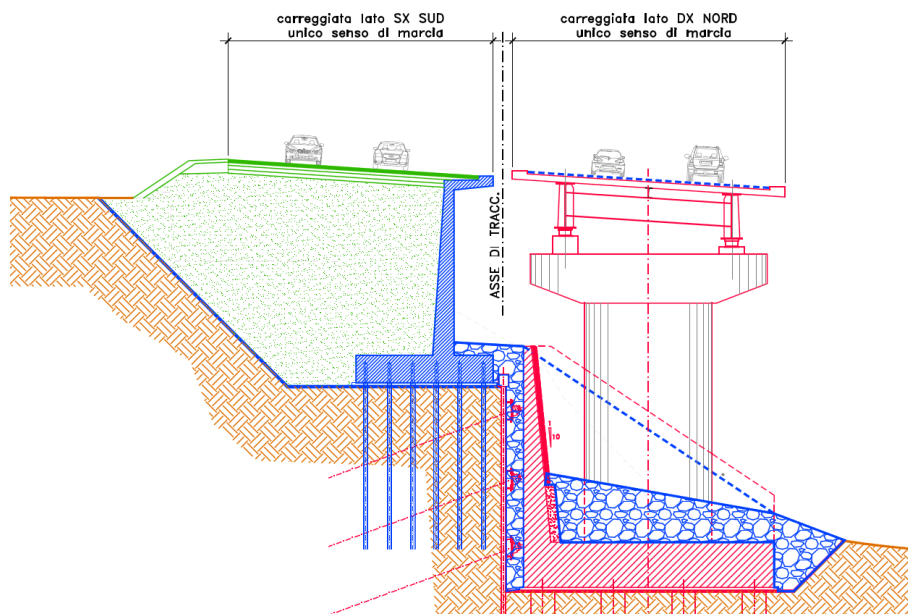



Figura 1.2 – Sezione tipologica posizionamento muro



CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<b>Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali</b>	

I conci di fondazione, ad esclusione di quelli di raccordo alle spalle del viadotto VI02, hanno lunghezza longitudinale fissa di **15 m** e larghezza di **7 m**, lo spessore della fondazione è pari a **1.40 m**. le fondazioni indirette prevedono micropali con diametro di perforazione  $\phi 240$  mm e lunghezza **L = 10 m** disposti ad interasse di **1.00 m** in direzione longitudinale e **1.20 m** in direzione trasversale. I conci di fondazione **7.00 m x 15.00 m** disporranno quindi di  $6 \times 15 = 90$  micropali.

Il calcolo è eseguito sul concio tipo di lunghezza pari a **15 m** e considerando l'altezza massima del paramento pari a **10.35 m**.

## 2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D\_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

## 3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzi

#### 4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Analogamente è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati ( $SO_4^{2-}$ ) nei terreni, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D\_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

Classe di esposizione per i terreni

PARAMETRO	U.M.	S1 PZ	S3 DH	S8	S12 PZ	Classi di esposizione		
		CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-2 m)	CLS1 (0-1.65 m)	CLS1 (0-1 m)	XA1	XA2	XA3
Solfato (ione solfato)	%	0,211	0,198	0,131	0,228	2000-3000	3000-12000	12000-24000
Acidità	ml CaCO <sub>3</sub> /kg	0.00042	0.00027	0.00029	0.0004	200	non incontrato	

Le concentrazioni di solfati rilevate permettono di definire per le membrane di fondazione una classe di esposizione XA1.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)				
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Fondazioni	Elevazioni
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/15	C32/40	C32/40
Classe di esposizione ambientale		-	XC2 - AX1	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	25
	Dlower	-	20	16
Classe di consistenza		-	S4	S4
Rapporto max acqua/cemento		-	0.5	0.5
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )		150	340**-* <sup>***</sup>	340**

Tabella 3.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

\* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

\*\* I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{39g} \leq 35^\circ$  per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{79g} \leq 35^\circ$  per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

\*\*\* cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

#### 4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C<C <sub>0</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C<C <sub>0</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C<C <sub>0</sub>	C <sub>2</sub> C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C<C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC).

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

**DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018**

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		2
Vita nominale dell'opera	V <sub>N</sub>	anni	50

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

ambiente	barre da c.a.		cavi da c.a.p.													
	elementi a piastra				altri elementi				elementi a piastra				altri elementi			
	R <sub>ckmin</sub>	R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥ R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤ R <sub>ck</sub> ≤ R <sub>ck0</sub>		
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	30	35	30	35			
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	40	45	40	45			
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50	50	50	50			

Elemento	Fondazioni - Muri	Elevazioni - Muri
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1
Elemento a piastra	SI	SI
Classe di esposizione	XC2 - XA1	XC4
Ambiente	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa 40	40
Check Rck min	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm 30	30
incremento Per V <sub>n</sub> =100 (tipo di costruzione 3)	mm 0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*	NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri	0	0
Tolleranza di posa	10	10
copriferro nominale	mm 40	40

\* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri

Tabella 3.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

### 4.1.3 Resistenze di progetto

#### Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

### 4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**; per le verifiche a fessurazione **elevazioni** (classe di esposizione **XC4**) e per le verifiche a fessurazione delle **fondazioni** e delle **sottofondazioni** (classe di esposizione **XA1**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2$  mm

In alcuni casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

## 4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

### 4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità	B450C	B450A
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità		
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

## 4.3 Acciaio per tubolari micropali

Acciaio S355JRH o S355JOH – UNI EN10210.



### 4.3.1 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				S355
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk}$	Mpa	355
Tensione caratteristica di rottura		$f_{tk}$	Mpa	510
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yk}$	Mpa	335
Tensione caratteristica di rottura		$f_{tk}$	Mpa	510
Modulo elastico		Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni $\gamma_{m0}$		$\gamma_{m0}$		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori $\gamma_{m2}$		$\gamma_{m2}$		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	408.0

## 5 CRITERI DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche sono state condotte con l'ausilio del seguente programma di calcolo:

- MAX 15.0 – vers. 15.04.b, prodotto da Aztec Informatica.

### 5.1 Calcolo della spinta

#### 5.1.1 Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che, mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta), il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

#### 5.1.2 Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

Avendo posto

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Dove  $k_h$  e  $k_v$  sono, rispettivamente, il coefficiente sismico orizzontale e verticale.

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche, l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = \Delta S' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2(\beta) \cos(\theta)}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ . Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## 5.2 Determinazione degli scarichi sui pali

Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidità.

La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati (la scelta del vincolo viene fatta dall'Utente nella tabella CARATTERISTICHE del sottomenu PALI) a tale piastra.

Viene effettuata una prima analisi di ogni palo di ciascuna fila (i pali di ogni fila hanno le stesse caratteristiche) per costruire una curva carichi-spostamenti del palo. Questa curva viene costruita considerando il palo elastico. Si tratta, in definitiva, della matrice di rigidità del palo  $K_e$ , costruita imponendo traslazioni e rotazioni unitarie per determinare le corrispondenti sollecitazioni in testa al palo.

Nota la matrice di rigidità di ogni palo si assembla la matrice globale (di dimensioni  $3 \times 3$ ) della palificata,  $K$ .

A questo punto, note le forze agenti in fondazione (N, T, M) si possono ricavare gli spostamenti della piastra (abbassamento, traslazione e rotazione) e le forze che si scaricano su ciascun palo. Infatti indicando con  $p$  il vettore dei carichi e con  $u$  il vettore degli spostamenti della piastra abbiamo:

$$- u = K^{-1}p$$

Noti gli spostamenti della piastra, e quindi della testa dei pali, abbiamo gli scarichi su ciascun palo. Allora per ciascun palo viene effettuata un'analisi elastoplastica incrementale (tramite il metodo degli elementi finiti) che, tenendo conto della plasticizzazione del terreno, calcola le sollecitazioni in tutte le sezioni del palo; le caratteristiche del terreno (rappresentate da  $K_h$ ) sono tali che se non è possibile raggiungere l'equilibrio si ha collasso per rottura del terreno.

## 5.3 Verifica a stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.00$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni  $10 \times 10$  posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il **metodo di Bishop**. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \cdot \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $\eta$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\varphi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

#### 5.4 Verifiche in condizioni statiche e sismiche (STR - GEO)

In accordo alle NTC2018 le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) delle fondazioni dei muri su pali sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $Ed \leq Rd$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- Collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Stabilità globale.

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate seguendo l'Approccio 1 con la combinazione dei coefficienti parziali (A2, M2, R2) definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qa}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G2}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale <sup>(1)</sup>	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

<sup>(1)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale  $\gamma_T$  per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo strutturale (STR), per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3.

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 7.11 – sono state condotte anche le verifiche in condizioni sismiche applicando i coefficienti parziali dei parametri geotecnici ed alle resistenze, mentre i coefficienti parziali dei carichi sono stati posti pari ad 1.

Per quanto riguarda la stabilità globale si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2: M2+R2+kh±kv.

Per quanto riguarda le altre verifiche agli SLU di tipo geotecnico si è utilizzato l'Approccio 2: M1+R3+kh±kv.

Per quanto riguarda invece le verifiche agli SLU di tipo strutturale, per le Verifiche di resistenza degli elementi strutturali si è utilizzato l'Approccio 2: M1+R3+kh±kv.

#### 5.4.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

$Fcd$  è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul micropalo singolo;

$Rcd$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$Rcd = Rbd + Rsd$$

Essendo:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$  la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei micropali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$Rbk = \text{Min} [ (Rbc, cal)_{media} / \xi_3; (Rbc, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza alla punta caratteristica;

$Rsk = \text{Min} [ (Rsc, cal)_{media} / \xi_3; (Rsc, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$Rb, cal$  ed  $Rs, cal$  rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del micropalo valutate con la seguenti espressioni:

$Rs, cal = \sum^n_i q s_i A_i$  la resistenza laterale

$Rb, cal = q_b A_p$  la resistenza alla punta e:

$i$  è lo strato iesimo attraversato dal micropalo ed  $n$  il numero totale degli strati.

Le resistenze di calcolo laterale ed alla punta del singolo micropalo sono state calcolate in accordo a Bustamante e Doix:

$$R_{s,cal_i} = \pi \times D_{s_i} \times L_{s_i} \times q_{s_i} \quad \text{con:}$$

$L_s$  = altezza dello strato attraversato dal micropalo;

$D_{s_i}$  = Diametro reso del micropalo nello strato  $i$ -esimo, correlato al diametro di perforazione  $D_n$  attraverso la seguente relazione:

$$D_{s_i} = \alpha_i D_n$$

Dove  $\alpha_i$  è un parametro dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenarie alterate o fratturate	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

$q_{s_i}$  = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno, pure dipendente dal tipo di terreno attraversato e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di  $N_{spt}$  e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi grafici seguenti):



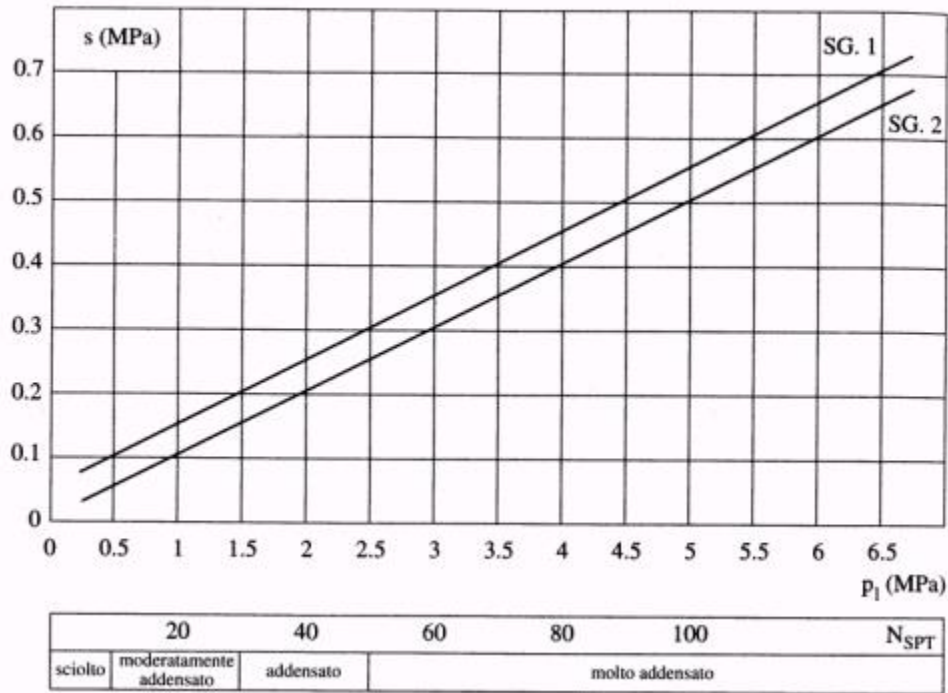


Figura 5.1 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per sabbie e ghiaie

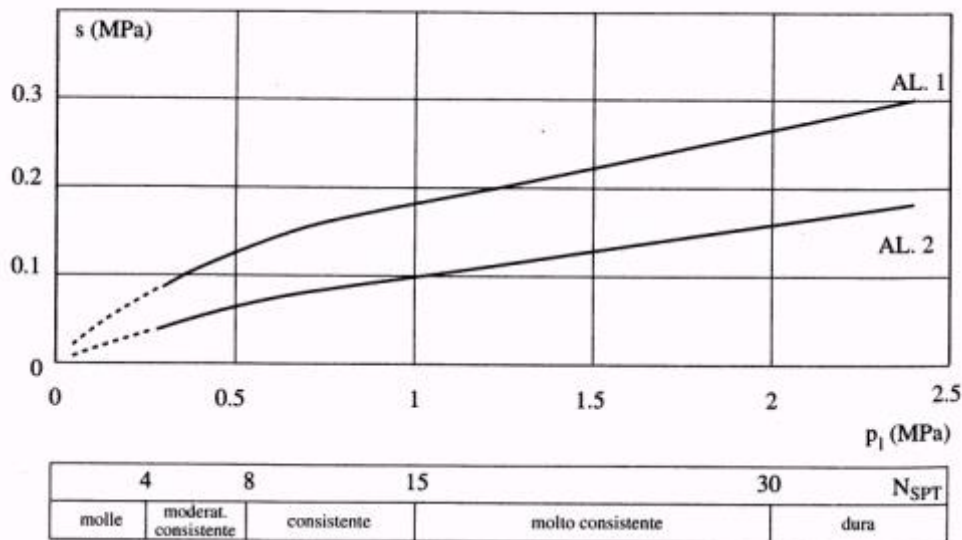


Figura 5.2 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per argille e limi

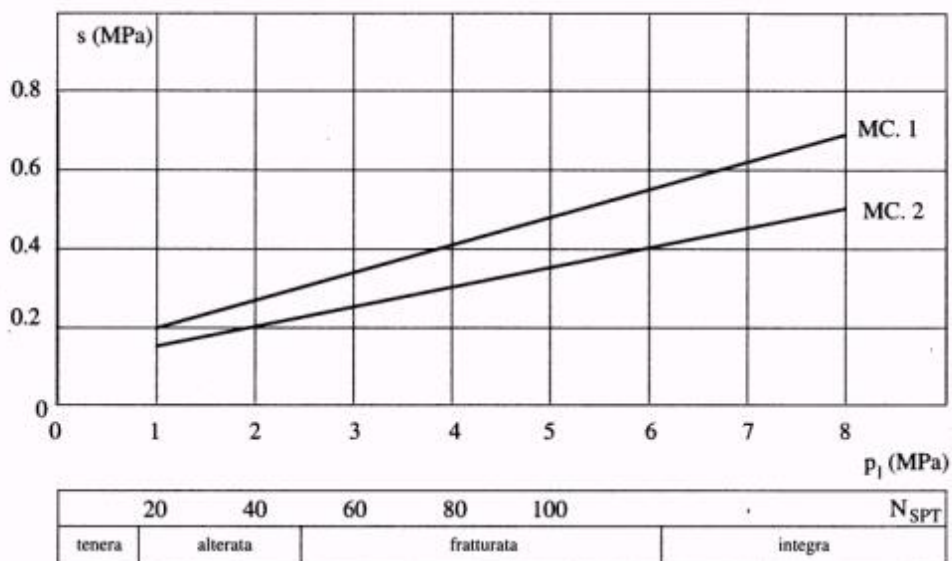


Figura 5.3 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per gessi, marne, marne calcaree

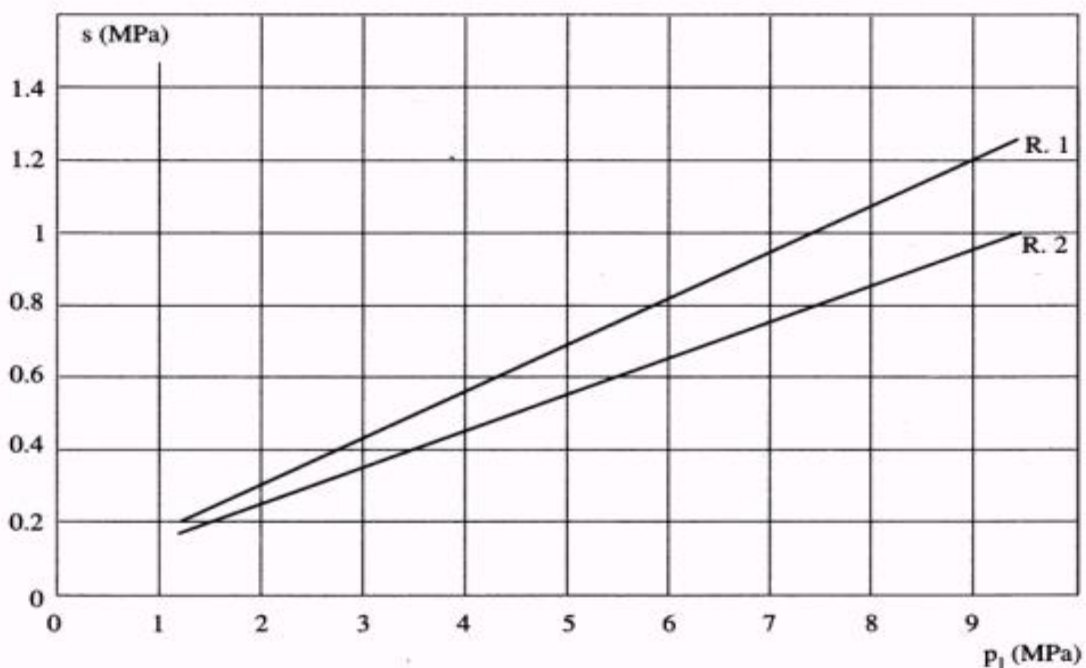


Figura 5.4 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per rocce alterate e fratturate

La resistenza di calcolo alla punta del singolo micropalo è fissata pari a:

$$R_{b,cal} = 0.15 \times R_{s,cal}$$

#### 5.4.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione

L'interasse tra i micropali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali  $R_{cd,gr}$  del gruppo di micropali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = \eta \cdot n \cdot R_{cd}$$

In cui:

$\eta$  è l'efficienza del gruppo di micropali;

$n$  Il numero complessivo di micropali del gruppo.

$R_{cd}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Per palificate in terreni incoerenti e/o lapidei fratturati o alterati e interassi usuali (non minori di tre volte il diametro dei pali), l'efficienza è sempre maggiore dell'unità e nel progetto viene assunta pari ad uno. In questi casi, la verifica di collasso per carico limite del micropalo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.

#### 5.4.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

$$F_{td} \leq R_{td}$$

Dove:

$F_{td}$  è il carico assiale di trazione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul micropalo singolo;

$R_{td}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = R_{sd}$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$\gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$R_{sk}$  la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 5.1.1.

#### 5.4.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d}$$

Dove:

$F_{tr,d}$  è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul micropalo singolo;

$R_{tr,d}$  la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il micropalo singolo fornita dalla seguente espressione:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$  la resistenza caratteristica ai carichi orizzontali;

$\gamma_T$  coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di micropali soggetti a carichi trasversali, fornito dalla Tab. 6.4.VI delle NTC2018, precedentemente illustrata;

$$R_{tr,k} = \text{Min} [ (R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4 ]$$

la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

$R_{tr,cal}$  rappresenta la resistenza di calcolo del micropalo ai carichi orizzontali  $H_{lim}$  valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica  $D$  della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il micropalo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione  $M_y$  del micropalo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

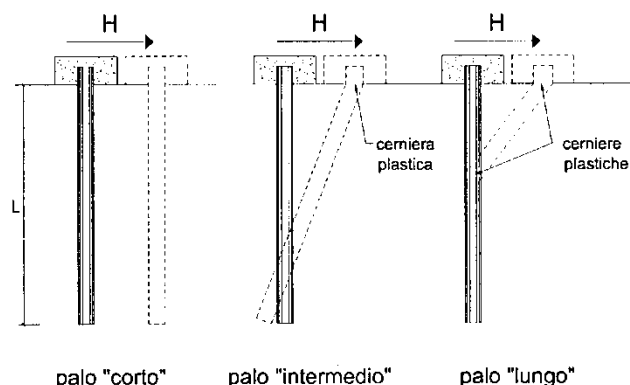


Figura 5.5 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

#### 5.4.4.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 D$  e costante con valore  $9 c_u D$  per profondità maggiori.

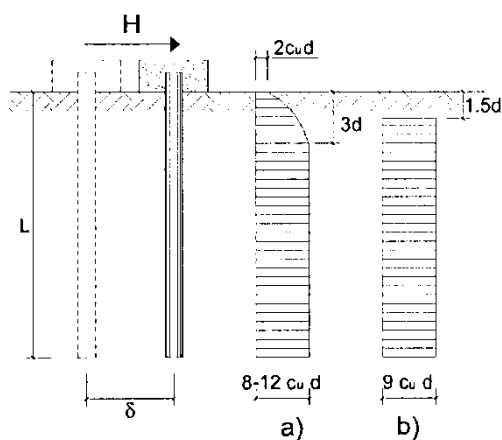


Figura 5.6 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:

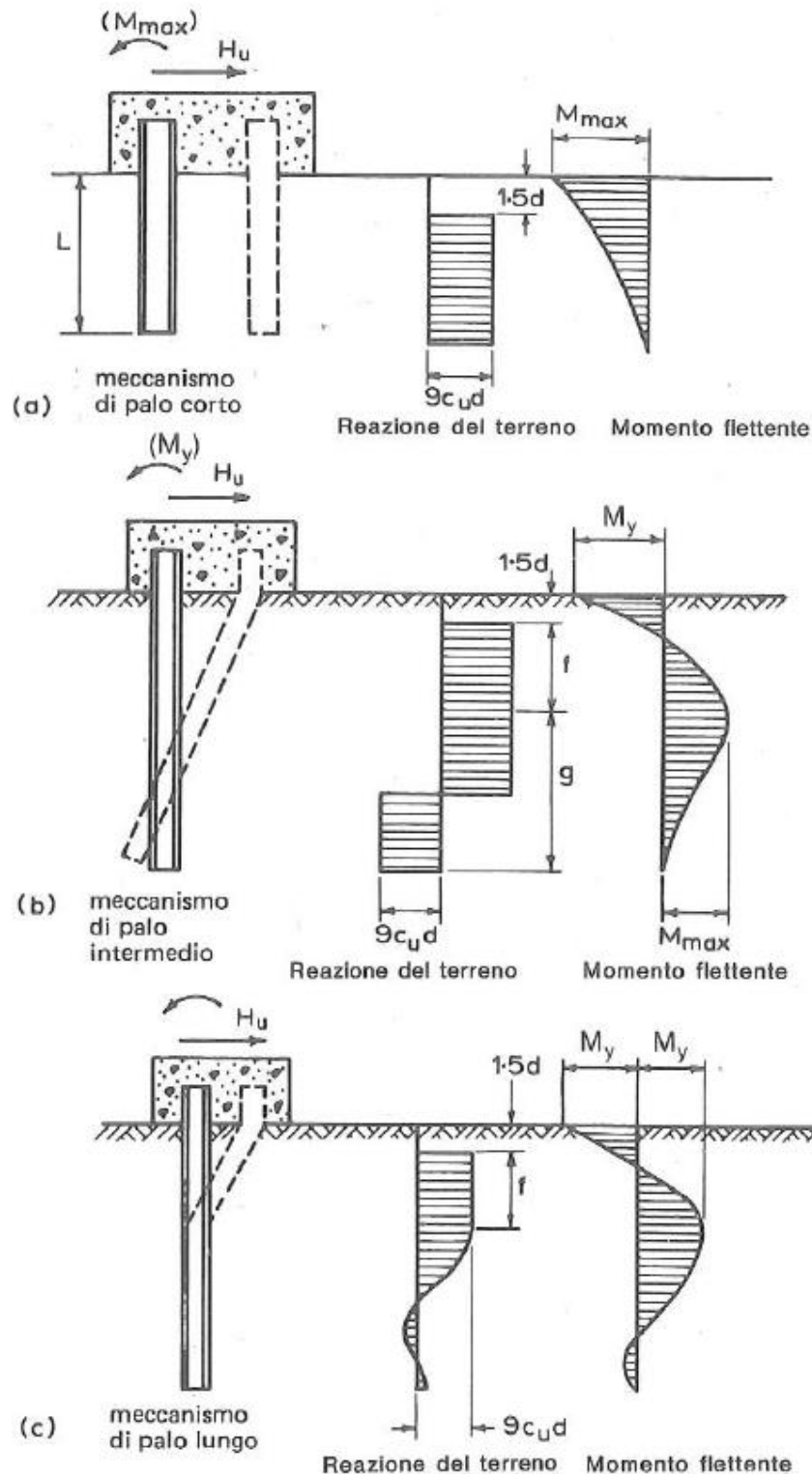


Figura 5.7 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H \lim = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H \lim = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \lim = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di  $H \lim$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \lim = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \lim \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

#### 5.4.4.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

$z$  la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .

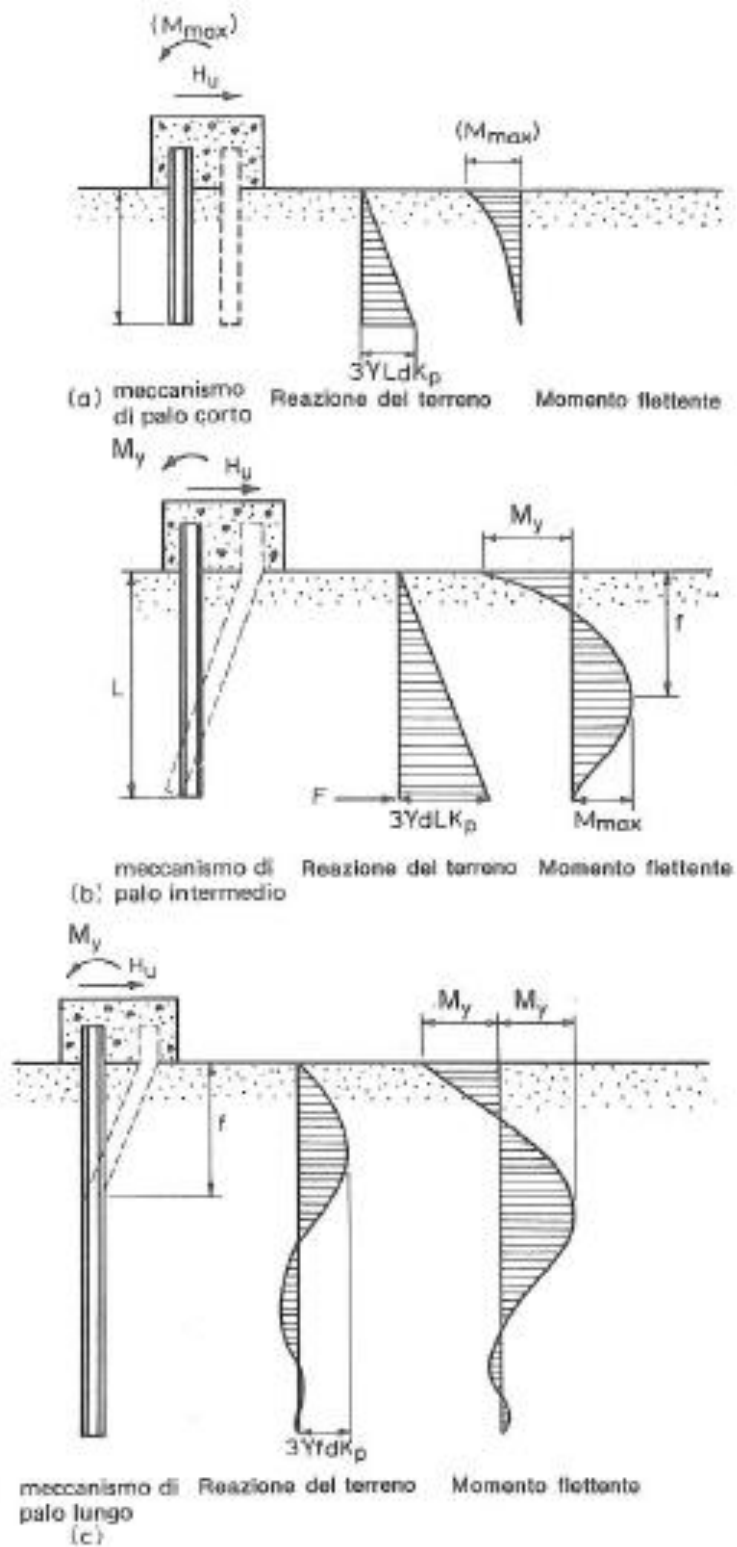


Figura 5.8 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).



I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{\text{lim}} = 1.5k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{\text{lim}} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{\text{lim}} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di  $H_{\text{lim}}$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{\text{lim}} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left( \frac{2M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

#### 5.4.5 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale

La resistenza ai carichi trasversali  $R_{cd,gr}$  del gruppo di micropali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,dgr} = \eta n R_{tr,d1}$$

In cui:

$\eta_{tr}$  è l'efficienza del gruppo di micropali;

$n$  Il numero complessivo di micropali del gruppo.

$R_{tr,d1}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo definito in accordo a quanto illustrato ai paragrafi precedenti, secondo il momento di plasticizzazione del micropalo.

Il carico limite orizzontale di un gruppo può essere notevolmente inferiore alla somma dei valori relativi ai singoli pali; l'efficienza di un gruppo di pali rispetto ai carichi orizzontali è sempre inferiore all'unità.

Dalle "raccomandazioni sui pali di fondazione" AGI, 1984, si riporta quanto segue:

“Sulla base dei risultati sperimentali disponibili sembra che l'efficienza tenda all'unità per un interasse fra i pali del gruppo pari a cinque volte il diametro dei pali; per interasse minore, l'efficienza diminuisce fino a 0.5.”

È possibile anche affermare che risulta più vantaggioso disporre il gruppo di pali normalmente alla direzione della forza orizzontale ovvero, a parità di numero di pali di un gruppo rettangolare resiste meglio se la forza orizzontale agisce parallelamente al lato corto.

Per il caso di interesse, relativo a pali disposti ad interasse non minore di 3 diametri si ritiene possibile considerare  $\eta_{tr} = 80\%$ .

Nel caso di gruppo di pali soggetti ad azioni orizzontali possono manifestarsi le due seguenti tipologie di interazione:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (Figura 5.9 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 5.12 - Schema B).

L'interazione del primo tipo si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.

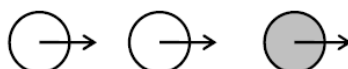


Figura 5.9 – Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnivant & O'Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 5.10.

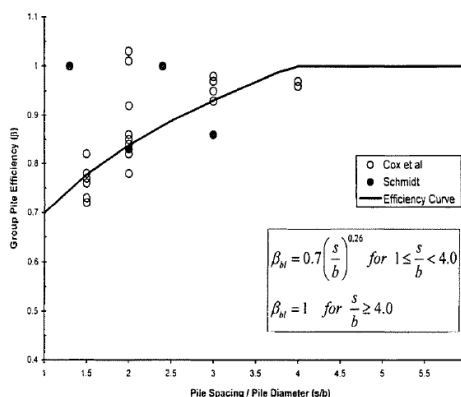


Figura 5.10 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 5.11.

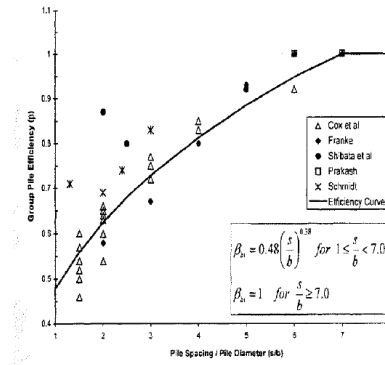


Figura 5.11 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

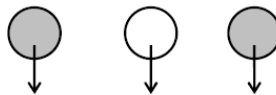


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 5.12 – Schema B – Pali affiancati

Tale riduzione di "p" in funzione del rapporto s/D (s = interasse dei pali, D = diametro del palo) può essere ricavata dalle indicazioni fornite in Figura 5.13.

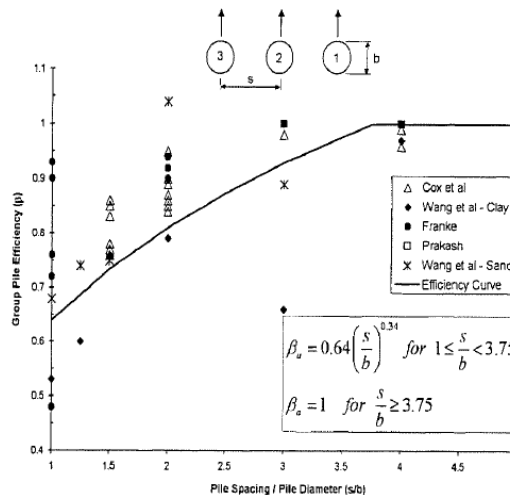


Figura 5.13 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

Con riferimento alle geometrie maggiormente ricorrenti per i sistemi di fondazione profondi, gli incrementi medi delle sollecitazioni lungo i micropali a causa degli effetti gruppo sono dell'ordine del 10-20%.

Nel caso in esame si considera un incremento massimo delle sollecitazioni sul palo singolo pari al 20%.

## 6 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

### 6.1 Analisi dei carichi

#### 6.1.1 Carichi permanenti

##### 6.1.1.1 Carichi permanenti strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali é automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso é calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a **25 kN/m<sup>3</sup>**.

##### 6.1.1.2 Spinta delle terre

Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di **spinta attiva  $K_A$** .

##### 6.1.1.3 Sovraccarico accidentale a tergo del muro

Si è considerato un sovraccarico accidentale sul rilevato pari a **20 kN/m<sup>2</sup>**.

#### 6.1.2 Urto veicolare su guard-rail

Si assume un carico puntuale pari a **100 kN** applicato a 1.00 m al di sopra della testa del muro. L'azione equivalente applicata in testa al muro è riportata nella tabella seguente.

TIPOLOGICO			TIPO 1
Tipologia barriera (P=Puntuale, D=Diffusa)			P
Diffusione dei carichi (B=bordo, C=centrale)			B
Forza d'urto	Fu	kN	100
Altezza applicazione	Hp1	m	1
Spessore pavimentazione	Hp2	m	0
Altezza applicazione	Hp	m	1
Altezza paramento	H	m	10.35
Altezza applicazione carico da spiccato	Ht	m	10.35
Larghezza di diffusione	Bdiff	m	10.35
Forza in testa al muro	Ft	kN	100
Momento in testa al muro	Mt	kNm	100
Forza alla base del muro	Fb	kN	100
Momento alla base del muro	Mb	kNm	1135
Forza alla base del concio di muro	Fb*	kN/m	9.7
Momento alla base del concio di muro	Mb*	kNm/m	109.7
Forza equivalente in testa al concio	Ft*	kN/m	9.7
Momento equivalente in testa al concio	Mt*	kNm/m	9.7

### 6.1.3 Azione sismica

L'analisi del muro in fase sismica è stato effettuato con gli usuali metodi pseudo statici in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 (par. 7.11.6.2). L'incremento di spinta delle terre in fase sismica è stato valutato in accordo alla teoria di **Cullman**.

I coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  sono valutati come illustrato successivamente.

#### 6.1.3.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione Sardegna utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

#### TUTTE LE OPERE

Vita Nominale	$V_N =$	<b>50</b>	anni
Classe d'uso	$CI =$	<b>IV</b>	
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0	
<b>Periodo di riferimento</b>	$V_R =$	<b>100</b>	<b>anni</b>

<b>STATO LIMITE</b>	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [s]
SLO	60	0.026	2.685	0.300
SLD	101	0.032	2.729	0.307
<b>SLV</b>	949	<b>0.061</b>	<b>2.976</b>	<b>0.371</b>
<b>SLC</b>	<b>1950</b>	<b>0.072</b>	<b>3.061</b>	<b>0.393</b>

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

Nel caso in esame si assumono le seguenti categorie stratigrafiche e topografiche:

- Categoria di sottosuolo: **E**
- Categoria topografica: **T2**

$a_g/g$	Cat. Sottosuolo	Cat. Stratigrafica	Coeff. Di sottosuolo $S_s$	Coeff. topografico $S_t$	Coeff. Sismico orizzontale $K_h$	Coeff. Sismico verticale $K_v$
0.061	E	T2	1.60	1.20	0.117	0.059

Dove:

Coefficiente sismico orizzontale:  $k_h = S_s \times S_t \times a_g/g \times \beta_m$

Coefficiente sismico verticale:  $k_v = k_h / 2$

Con il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, determinato in accordo al par. 7.11.6.2.1 delle NTC2018, è pari a:  $\beta_m = 1.00$ .

## 6.2 Combinazioni di Carico

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), impiegata per gli effetti a lungo termine:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali  $A_d$ :  

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

- $G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P$  rappresenta le azioni di pretensione e precompressione (ove presenti);
- $Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;
- $E$  rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- $A_d$  rappresenta le azioni eccezionali.
- $\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

I valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU sono quelli già indicati al paragrafo 5.4.

I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}, \psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018.

## 7 PARAMETRI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Di seguito si riporta la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su micropali.

### STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

\*da intradosso fondazione

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA												
				VALORI MEDI					VALORI MINIMI							
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]	NSPT			
1	0.00	3.00	CMF	20.0		400	21.0				19.0		100.0	18.0		
2	3.00	11.00	SL2	19.0		15	34.0		50		18.0		10.0	25.0		30
3	11.00	20.00	CM	21.0		630	29.0				20.0		150.0	27.0		

Tabella 7.1 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni

Per il rilevato stradale vengono considerate le seguenti caratteristiche:

$$\gamma = 18.0 \text{ kN/mc}$$

$$c' = 0.0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 35^\circ$$

La falda è disposta a profondità tali da non interferire con le opere in esame.

**Per Le fondazioni interessate per i primi metri dalla presenza del terreno roccioso, nel caso in esame l'unità identificata con "CMF", si omettono le veriche per carico limite trasversale dei micropali in considerazione delle caratteristiche del terreno.**

## 8 SEZIONI DI ANALISI E RISULTATI

### 8.1 Sollecitazioni ed analisi del muro

I risultati delle analisi e le sollecitazioni del muro e della sua fondazione sono riportati in allegato al capitolo 11.

### 8.2 Riepilogo delle azioni in testa ai micropali di fondazione

Di seguito si riporta il riepilogo delle azioni in testa ai micropali di fondazione:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>399</b>	316.4	399.1	261.0	236.0	236.0
Azione trasversale massima	Vmax	<b>77</b>	60.1	77.4	44.0	38.0	38.0

### 8.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche micropali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui micropali è stato ipotizzato un modello di micropalo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale  $k_h$  costante con la profondità.

Il terreno di fondazione è costituito dallo strato roccioso di Calcari Marnosi Fratturati (CMF) che presenta modulo di elasticità minimi di 150 MPa. Si è conseguentemente determinato il valore di  $k_h$  corrispondente ai micropali  $\phi 240$  con tubi  $\phi 139.7$  di spessore 10 mm.

#### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	$E_c$	Mpa	<b>31476</b>
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	$E_a$	Mpa	<b>210000</b>
Modulo di elasticità del terreno	$E_t$	Mpa	<b>150</b>
Modulo di Poisson del terreno	$\nu$		<b>0,30</b>
Diametro del palo	$D_p$	m	<b>0,24</b>
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$D_a$	m	<b>0,1397</b>
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$t_a$	m	<b>0,0100</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	$I_c$	m <sup>4</sup>	0,0002
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	$I_a$	m <sup>4</sup>	0,0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	$I_p$	m <sup>4</sup>	<b>0,0002</b>
$K_t$ Costante di reazione orizzontale (Vesic)	$k_t$	kN/mc	<b>719246</b>
Lunghezza libera d'inflessione	$L_0$	m	<b>0,57</b>

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei micropali di fondazione sono le seguenti:

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	316.4	399.1	261.0	236.0	236.0
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	17.0	21.9	12.5	10.8	10.8
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	60.1	77.4	44.0	38.0	38.0



## 9 VERIFICHE

### 9.1 Verifiche strutturali

#### 9.1.1 Verifiche strutturali del muro

Le verifiche strutturali del paramento frontale e della fondazione dei muri sono eseguite dal programma e sono riportate in allegato. Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

#### 9.1.2 Verifiche strutturali dei micropali di fondazione

In rapporto alle massime caratteristiche delle sollecitazioni agenti si prevede che i micropali di fondazione delle spalle saranno armati con tubi  $\phi 139.7$  di spessore 10 mm.

##### 9.1.2.1 Verifiche a pressoflessione e taglio

Le verifiche di resistenza sono condotte considerando esclusivamente il contributo offerto dall'armatura metallica.

Nelle verifiche, seguendo quanto prescritto dall'EC3, è stata tenuta in conto la perdita di spessore per corrosione. Nello specifico, si è fatto riferimento alla tabella 4.1 delle suddette norme, nell'ipotesi di micropalo in [terreno indisturbato con o senza falda](#) e vita nominale pari a 50 anni.

**Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater**

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist, ....)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt, ....)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

**Notes:**

- Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.
- The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.

*Figura 9.1. Valori raccomandati per la riduzione di spessore dovuta alla corrosione per pali e palancole in terreni, con o senza falda (EC3-5)*

Le verifiche SLU a taglio sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

Essendo:

$V_{Ed}$  il taglio sollecitante di progetto;

$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$  la resistenza a taglio.

L'area resistente a taglio  $A_v$ , per sezioni circolari cavi e tubi di spessore uniforme è fornita da:

$$A_v = 2 A / \pi$$

Dove:

$A$  è l'area lorda della sezione del profilo.

Le verifiche SLU a pressoflessione sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

Essendo:

$M_{Ed}$  il momento sollecitante di progetto;

$M_{N,Rd}$  il momento resistente plastico opportunamente ridotto per tenere conto dello sforzo normale;

Per le sezioni circolari cave il momento resistente plastico in presenza di sforzo normale  $N_{Ed}$ , è fornito dalla seguente espressione (CIDECT - Rondal et al., 1992):

$$M_{N,Rd} = 1.04 M_{pl,Rd} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^{1.7} \right] \leq M_{pl,Rd}$$

In cui:

$N_{Ed}$  è lo sforzo normale di progetto agente in concomitanza con  $M_{Ed}$ ;

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

È il momento plastico resistente a flessione della sezione anulare.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

È lo sforzo normale plastico resistente.

Nei casi in esame, in cui il taglio sollecitante di progetto  $V_{Ed}$  è inferiore al 50% della resistenza di progetto a taglio  $V_{c,Rd}$ , si può trascurare l'interazione tra flessione e taglio.

Le verifiche porgono quanto segue:

			COMBINAZIONE SLU	COMBINAZIONE SLV -
Dati acciaio	var	unità	Nmax	N MAX
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	f <sub>yk</sub>	Mpa	355	355
modulo elastico acciaio	E	MPa	210000	210000
fattore epsilon	ε		0.814	0.814
Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ <sub>Mo</sub>		1.05	1.05
<b>Caratteristiche geometriche della sezione</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
Diametro esterno del tubo	De	mm	139.7	139.7
spessore del tubo	sf	mm	10.0	10.0
riduzione di spessore di progetto	srid	mm	1.5	1.5
Diametro del tubo "efficace"	De	mm	136.7	136.7
spessore del tubo "efficace"	sf	mm	8.5	8.5
Classe della sezione compressa	Cl		1	1
Area lorda della sezione	A	mm <sup>2</sup>	3423	3423
Area resistente a taglio	Av	mm <sup>2</sup>	2179	2179
Momento d'inerzia	I	mm <sup>4</sup>	7063954	7063954
Modulo di resistenza elastico	We	mm <sup>3</sup>	103350	103350
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm <sup>3</sup>	139904	139904
Modulo di resistenza torsionale	WT	mm <sup>3</sup>	219440	219440
<b>Caratteristiche della sollecitazione</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
Sforzo di taglio di calcolo	VEd	kN	60.1	77.4
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	316.4	399.1
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	17.0	21.9
<b>VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2)</b>			<b>SI</b>	<b>SI</b>
<b>Verifica a torsione</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
Resistenza torsionale di progetto	TRd	kNm	42.8	42.8
Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29)	TEd/TRd		0.00	0.00
Status check	Ch		OK	OK
Tensione tangenziale massima	τ <sub>t,Ed</sub>	Mpa	0.0	0.0
<b>Verifica a taglio in presenza di torsione</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
Resistenza di calcolo a taglio	Vc,Rd	kN	425.4	425.4
Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione	Vc,Rd,red	kN	425.4	425.4
<b>Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17)</b>	<b>VEd/Vc,Rd,red</b>		<b>0.14</b>	<b>0.18</b>
Status check	Ch		OK	OK
<i>Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?</i>			SI	SI
<b>Verifica a presso-tenso flessione retta</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
Resistenza di calcolo a compressione/trazione	Npl,Rd	kN	1157.4	1157.4
Resistenza di calcolo a flessione	Mpl,Rd	kNm	47.3	47.3
Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale	MN,Rd	kNm	28.6	24.0
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.27	0.34
Status check	Ch		OK	OK
<b>Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)</b>	<b>MEd/MN,Rd</b>		<b>0.59</b>	<b>0.91</b>
Status check	Ch		OK	OK

### 9.1.2.2 Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali

L'ancoraggio dei micropali al plinto di fondazione è realizzato tramite "maniglioni" resistenti a taglio, saldati in testa ai tubi.

Sono previste 4 barre φ24 in acciaio B450C, da saldare ai tubi con cordoli di lunghezza 60 mm e altezza della sezione di gola pari a 5 mm.

La verifica della saldatura è stata effettuata come segue:

$$F_{w,Ed} / F_{w,Rd} \leq 1$$

Dove la forza di progetto agente sul singolo cordone è pari a:

$$F_{w,Ed} = N_{Ed} / (2 \cdot nb)$$

Essendo:

$N_{Ed}$  lo sforzo normale di progetto sul micropalo;

$nb$  il numero di ancoraggi al micropalo (2 per barra);

mentre, la resistenza di progetto del cordone d'angolo è pari a:

$$F_{w,Rd} = a \cdot L_c \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

Essendo:

$a$  l'altezza della sezione di gola;

$L_c$  la lunghezza del singolo cordone;

$f_{tk}$  la resistenza a rottura del materiale di apporto;

$\beta = 0.90$  per acciaio S355.

Le verifiche porgono quanto segue:

#### VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI IN TESTA AI MICROPALI

Verifica a tranciamento delle barre di ancoraggio	var	unità	COMBINAZIONE SLU	COMBINAZIONE SLV -
			Nmax	N MAX
Numero di maniglioni	nm		4	4
numero complessivi di bracci resistenti a tranciamento	nb		8	8
diametro delle barre di ancoraggio	fb	mm	20	20
Area resistente a tranciamento	Ab	mm <sup>2</sup>	2513	2513
tensione di snervamento dell'acciaio delle barre	fyk	MPa	450	450
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza tangenziale di progetto	$\tau_{t,Rd}$	MPa	225.9	225.9
Forza di assiale di progetto	$N_{Ed}$	kN	316	399
Resistenza a tranciamento	$N_{Rd}$	kN	567.8	567.8
<b>Rapporto <math>N_{Ed} / N_{t,Rd}</math></b>	<b><math>N_{Ed}/N_{t,Rd}</math></b>		<b>0.56</b>	<b>0.70</b>
Status check	Ch		OK	OK
<b>Verifica delle saldature delle barre ai tubi</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>		
lunghezza minima cordone d'angolo	lc	mm	60	60
altezza della gola	a	mm	5	5
Area resistente saldatura	Asal	mm <sup>2</sup>	300	300
tensione di rottura materiale di apporto	ftk	MPa	510	510
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_{M2}$		1.25	1.25
Coefficiente beta	$\beta$		0.90	0.90
Forza di progetto che sollecita il cordone d'angolo: $N_{Ed} / (2 \cdot nb)$	$F_{w,Ed}$	kN	19.8	24.9
Resistenza di progetto del cordone d'angolo	$F_{w,Rd}$	kN	78.5	78.5
<b>Rapporto <math>F_{w,Ed} / F_{w,Rd}</math></b>	<b><math>F_{w,Ed} / F_{w,Rd}</math></b>		<b>0.25</b>	<b>0.32</b>
Status check	Ch		OK	OK

## 9.2 Verifiche geotecniche dei pali di fondazione

### 9.2.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato al capitolo 12 si riportano le curve Resistenza di progetto  $R_{cd}$  – Lunghezza del micropalo ( $L_p$ ), che consentono il dimensionamento della lunghezza del micropalo in funzione dei carichi di progetto  $F_{cd}$ .

La tabelle seguenti illustrano i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni agenti e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia inferiore a uno.

RIEPILOGO RISULTATI		MICROPALI SOGGETTI A COMPRESSIONE									MICROPALI SOGGETTI A TRAZIONE		
		PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV				MINIMI	
Alineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
MURO SU MICROPALI	10.0	861	110	970	372	48	420	420	399	95%	342	0	0%

*Tabella 9.1 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)*

### 9.3 Verifiche a stabilità globale

Le verifiche di stabilità globale sono riportate in allegato e sono soddisfatte.

## **10 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)**

### **10.1 Tipo di analisi svolte**

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. 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
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.
- Calcolo della portanza assiale e trasversale dei pali. Progetto e verifica delle armature dei pali inseriti.

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. 17/07/2018.

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 le opere saranno soggette.

### **10.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

#### ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: MAX – Analisi e Calcolo Muri di Sostegno – Versione 15.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)


Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° AIU4132SQ

### **10.3 Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

### **10.4 Modalità di presentazione dei risultati**

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali</i>	

### **10.5 Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software 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.

### **10.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## 11 ALLEGATO 1 – TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE MURO

### Dati

#### Materiali

##### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
$R_{ck}$	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 teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
5	CLS 32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	449936	539963

#### 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	PI
1	Tipologia 1	Laterale + Punta	Trivellato	Incastro	2	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	30.00	0.00	0.000

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

## Geometria muro

### *Geometria paramento e fondazion*

Lunghezza muro 15.00 [m]

#### Paramento

Materiale	CLS 32/40	
Altezza paramento	10.35	[m]
Altezza paramento libero	10.35	[m]
Spessore in sommità	0.50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.22	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	4.00	[°]

#### Mensola di marciapiede

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	2.00	[m]
Spessore all'estremità libera	0.30	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale CLS 32/40

Lunghezza mensola di valle	2.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	3.86	[m]
Lunghezza totale	7.08	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	1.40	[m]
Spessore magrone	0.20	[m]

### 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	Tipologia 1	0.50	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati
2	Tipologia 1	1.70	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati
3	Tipologia 1	2.90	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati
4	Tipologia 1	4.10	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati
5	Tipologia 1	5.30	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati
6	Tipologia 1	6.50	1.00	0.00	15	24.00	10.00	0.00	Centrati

### Descrizione terreni

#### 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	α	Terreno	K <sub>wn</sub>	K <sub>wt</sub>	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	C <sub>esp</sub>	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	10.35	0.000	Rilevato	0.000	0.000	3.000	1.000	1.000	---	---
2	4.40	0.000	CMF	0.000	0.000	78.000	1.000	1.000	---	---
3	8.40	0.000	SL	0.000	0.000	15.000	0.000	1.000	---	---
4	10.00	0.000	CM	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	---	---

Terreno di riempimento: Rilevato

Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]

### 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 (traffico-stradale) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.00	30.00	20.0000	20.0000

#### Condizione n° 2 (urto) - ECCEZIONALE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Mensola marciappiede	0.00; 0.00	9.7000	0.0000	9.7000				

### 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	$\gamma_r$	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

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
traffico-stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

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

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

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
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 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 5 - 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° 6 - 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° 7 - 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° 8 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico-stradale	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - SLEF

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

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

Combinazione n° 10 - SLEQ

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

Dati sismici

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.598	0.314
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.061	0.032
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.976	2.729
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		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	1.000	11.704	5.852
Ultimo - Ribaltamento	1.000	11.704	5.852
Esercizio	1.000	6.146	3.073

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

**Paramento e fondazione muro**

Condizioni ambientali            Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata            SI

*Verifica a fessurazione*

Sensibilità armatura                            Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure    NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

*Verifica delle tensioni*

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 $f_{ck}$	0.80 $f_{yk}$
Frequente	1.00 $f_{ck}$	1.00 $f_{yk}$
Quasi permanente	0.45 $f_{ck}$	1.00 $f_{yk}$

**Risultati per combinazione**

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	392.33	23.31	360.30	155.27	4.58	-6.61
	Peso/Inerzia muro			0.00	481.46/0.00	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	953.99/0.00	2.45	-5.01
	Resistenza pali			-871.40			



Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Py
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
2	Spinta statica	249.20	23.31	228.86	98.62	4.58	-6.91
	Incremento di spinta sismica		89.15	81.87	35.28	4.58	-5.88
	Peso/Inerzia muro			56.35	481.46/28.17	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			97.17	830.23/48.59	2.47	-5.03
	Resistenza pali			-910.93			
3	Spinta statica	249.20	23.31	228.86	98.62	4.58	-6.91
	Incremento di spinta sismica		61.24	56.24	24.23	4.58	-5.88
	Peso/Inerzia muro			56.35	481.46/-28.17	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			97.17	830.23/-48.59	2.47	-5.03
	Resistenza pali			-914.00			
7	Spinta statica	249.20	23.31	228.86	98.62	4.58	-6.91
	Peso/Inerzia muro			0.00	481.46/0.00	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	830.23/0.00	2.47	-5.03
	Risultante forze sul muro			9.70	0.00	--	--
	Resistenza pali			-1109.95			
8	Spinta statica	287.18	23.31	263.74	113.66	4.58	-6.68
	Peso/Inerzia muro			0.00	481.46/0.00	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	898.99/0.00	2.46	-5.02
	Resistenza pali			-1105.43			
9	Spinta statica	249.20	23.31	228.86	98.62	4.58	-6.91
	Peso/Inerzia muro			0.00	481.46/0.00	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	830.23/0.00	2.47	-5.03
	Resistenza pali			-1092.80			
10	Spinta statica	249.20	23.31	228.86	98.62	4.58	-6.91
	Peso/Inerzia muro			0.00	481.46/0.00	0.45	-8.27
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	830.23/0.00	2.47	-5.03
	Resistenza pali			-1092.80			

## 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]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	213.81	-60.05
	2	234.33	-60.05
	3	254.86	-60.05
	4	275.38	-60.05
	5	295.91	-60.05
	6	316.43	-60.05
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	108.39	-77.38
	2	166.53	-77.38
	3	224.66	-77.38
	4	282.79	-77.38
	5	340.92	-77.38
	6	399.06	-77.38
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	83.54	-73.10
	2	140.64	-73.10
	3	197.74	-73.10

Cmb	Ip	N [kN]	T [kN]
	4	254.85	-73.10
	5	311.95	-73.10
	6	369.06	-73.10
7 - ECC	1	220.50	-39.76
	2	226.32	-39.76
	3	232.14	-39.76
	4	237.96	-39.76
	5	243.78	-39.76
	6	249.60	-39.76
8 - SLER	1	237.19	-43.96
	2	241.92	-43.96
	3	246.65	-43.96
	4	251.38	-43.96
	5	256.11	-43.96
	6	260.84	-43.96
9 - SLEF	1	235.46	-38.14
	2	235.30	-38.14
	3	235.13	-38.14
	4	234.97	-38.14
	5	234.81	-38.14
	6	234.64	-38.14
10 - SLEQ	1	235.46	-38.14
	2	235.30	-38.14
	3	235.13	-38.14
	4	234.97	-38.14
	5	234.81	-38.14
	6	234.64	-38.14

## 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>SUPL</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>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.419					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.962					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.084					
4 - GEO (A2-M2-R2)					4.304		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				4.358		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				4.408		
7 - ECC		4.653	18.194		5.860		

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - ECC	22417.60	1232.13	18.194

### 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]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-3.15; 1.57	24.42	4.304
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.36; 7.08	29.54	4.358
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.36; 7.08	29.54	4.408
7 - ECC	-3.15; 1.57	24.42	5.860

### 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

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

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	26.05	0.00	29.37
2	-0.10	27.28	0.68	29.40
3	-0.20	28.52	1.42	29.52
4	-0.30	29.79	2.23	29.71
5	-0.40	31.06	3.09	29.99
6	-0.50	32.36	4.01	30.36
7	-0.60	33.67	4.98	30.83
8	-0.70	35.01	6.02	31.41
9	-0.80	36.35	7.12	32.09
10	-0.90	37.72	8.28	32.90
11	-1.00	39.10	9.49	33.82
12	-1.09	40.50	10.77	34.88
13	-1.19	41.91	12.10	36.07
14	-1.29	43.34	13.50	37.40
15	-1.39	44.79	14.95	38.88
16	-1.49	46.26	16.46	40.51
17	-1.59	47.74	18.03	42.30
18	-1.69	49.24	19.67	44.25
19	-1.79	50.76	21.36	46.37
20	-1.89	52.29	23.11	48.67
21	-1.99	53.84	24.92	51.16
22	-2.09	55.41	26.79	53.83
23	-2.19	57.00	28.71	56.69
24	-2.29	58.60	30.70	59.76
25	-2.39	60.22	32.75	63.03
26	-2.49	61.85	34.85	66.52
27	-2.59	63.51	37.02	70.22
28	-2.69	65.18	39.25	74.15
29	-2.79	66.86	41.53	78.31
30	-2.89	68.57	43.87	82.70
31	-2.99	70.29	46.28	87.34
32	-3.09	72.03	48.74	92.22
33	-3.18	73.78	51.26	97.36
34	-3.28	75.55	53.84	102.76
35	-3.38	77.34	56.48	108.43
36	-3.48	79.15	59.18	114.36
37	-3.58	80.97	61.94	120.58
38	-3.68	82.81	64.76	127.08
39	-3.78	84.67	67.64	133.86
40	-3.88	86.54	70.58	140.95
41	-3.98	88.43	73.57	148.33
42	-4.08	90.34	76.63	156.03
43	-4.18	92.26	79.75	164.04
44	-4.28	94.21	82.92	172.36
45	-4.38	96.16	86.16	181.02
46	-4.48	98.14	89.45	190.00
47	-4.58	100.13	92.80	199.32
48	-4.68	102.14	96.21	208.99
49	-4.78	104.17	99.69	219.01
50	-4.88	106.21	103.22	229.38
51	-4.98	108.27	106.81	240.11
52	-5.08	110.35	110.46	251.21
53	-5.17	112.44	114.17	262.68
54	-5.27	114.55	117.94	274.54
55	-5.37	116.68	121.76	286.78
56	-5.47	118.83	125.65	299.41
57	-5.57	120.99	129.60	312.43
58	-5.67	123.17	133.60	325.86
59	-5.77	125.37	137.67	339.70
60	-5.87	127.58	141.79	353.96
61	-5.97	129.81	145.98	368.63
62	-6.07	132.06	150.22	383.74
63	-6.17	134.32	154.52	399.27
64	-6.27	136.60	158.89	415.25
65	-6.37	138.90	163.31	431.67
66	-6.47	141.22	167.79	448.54
67	-6.57	143.55	172.33	465.87
68	-6.67	145.90	176.93	483.66

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
69	-6.77	148.26	181.59	501.92
70	-6.87	150.65	186.31	520.66
71	-6.97	153.05	191.08	539.87
72	-7.07	155.46	195.92	559.57
73	-7.17	157.90	200.82	579.77
74	-7.26	160.35	205.77	600.46
75	-7.36	162.82	210.79	621.66
76	-7.46	165.30	215.86	643.37
77	-7.56	167.80	221.00	665.60
78	-7.66	170.32	226.19	688.35
79	-7.76	172.86	231.44	711.63
80	-7.86	175.41	236.75	735.44
81	-7.96	177.98	242.13	759.79
82	-8.06	180.57	247.56	784.69
83	-8.16	183.17	253.05	810.14
84	-8.26	185.79	258.60	836.15
85	-8.36	188.43	264.20	862.72
86	-8.46	191.08	269.87	889.87
87	-8.56	193.76	275.60	917.59
88	-8.66	196.44	281.39	945.89
89	-8.76	199.15	287.23	974.78
90	-8.86	201.87	293.14	1004.27
91	-8.96	204.61	299.10	1034.36
92	-9.06	207.37	305.13	1065.05
93	-9.16	210.14	311.21	1096.35
94	-9.26	212.93	317.36	1128.27
95	-9.35	215.74	323.56	1160.82
96	-9.45	218.57	329.82	1194.00
97	-9.55	221.41	336.14	1227.81
98	-9.65	224.27	342.52	1262.26
99	-9.75	227.14	348.96	1297.37
100	-9.85	230.03	355.46	1333.12
101	-9.95	232.94	362.02	1369.54
102	-10.05	235.87	368.64	1406.62
103	-10.15	238.81	375.31	1444.37
104	-10.25	241.77	382.05	1482.80
105	-10.35	244.75	388.85	1521.92

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	27.57	0.00	31.09
2	-0.10	28.80	0.97	31.14
3	-0.20	30.05	1.99	31.29
4	-0.30	31.31	3.06	31.55
5	-0.40	32.59	4.18	31.93
6	-0.50	33.89	5.34	32.42
7	-0.60	35.20	6.55	33.04
8	-0.70	36.53	7.81	33.78
9	-0.80	37.88	9.12	34.66
10	-0.90	39.24	10.47	35.67
11	-1.00	40.62	11.88	36.82
12	-1.09	42.02	13.33	38.13
13	-1.19	43.44	14.82	39.58
14	-1.29	44.87	16.37	41.19
15	-1.39	46.32	17.96	42.96
16	-1.49	47.78	19.60	44.90
17	-1.59	49.27	21.29	47.00
18	-1.69	50.77	23.02	49.28
19	-1.79	52.28	24.81	51.75
20	-1.89	53.82	26.64	54.40
21	-1.99	55.37	28.51	57.23
22	-2.09	56.94	30.44	60.27
23	-2.19	58.52	32.41	63.50
24	-2.29	60.12	34.44	66.93

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
25	-2.39	61.74	36.50	70.58
26	-2.49	63.38	38.62	74.44
27	-2.59	65.03	40.78	78.52
28	-2.69	66.70	43.00	82.82
29	-2.79	68.39	45.26	87.35
30	-2.89	70.09	47.56	92.11
31	-2.99	71.81	49.92	97.11
32	-3.09	73.55	52.32	102.36
33	-3.18	75.31	54.77	107.85
34	-3.28	77.08	57.27	113.59
35	-3.38	78.87	59.81	119.59
36	-3.48	80.67	62.41	125.86
37	-3.58	82.49	65.05	132.39
38	-3.68	84.33	67.74	139.19
39	-3.78	86.19	70.47	146.27
40	-3.88	88.06	73.26	153.62
41	-3.98	89.96	76.09	161.27
42	-4.08	91.86	78.97	169.20
43	-4.18	93.79	81.89	177.43
44	-4.28	95.73	84.87	185.97
45	-4.38	97.69	87.89	194.80
46	-4.48	99.66	90.96	203.95
47	-4.58	101.66	94.08	213.41
48	-4.68	103.67	97.24	223.19
49	-4.78	105.69	100.45	233.30
50	-4.88	107.74	103.71	243.73
51	-4.98	109.80	107.02	254.50
52	-5.08	111.87	110.38	265.60
53	-5.17	113.97	113.78	277.05
54	-5.27	116.08	117.23	288.85
55	-5.37	118.21	120.73	301.01
56	-5.47	120.35	124.27	313.52
57	-5.57	122.52	127.87	326.39
58	-5.67	124.69	131.51	339.63
59	-5.77	126.89	135.20	353.24
60	-5.87	129.10	138.93	367.23
61	-5.97	131.33	142.72	381.60
62	-6.07	133.58	146.55	396.36
63	-6.17	135.85	150.43	411.51
64	-6.27	138.13	154.36	427.06
65	-6.37	140.43	158.33	443.01
66	-6.47	142.74	162.36	459.36
67	-6.57	145.07	166.43	476.12
68	-6.67	147.42	170.54	493.30
69	-6.77	149.79	174.71	510.90
70	-6.87	152.17	178.92	528.93
71	-6.97	154.57	183.18	547.38
72	-7.07	156.99	187.49	566.27
73	-7.17	159.42	191.85	585.60
74	-7.26	161.87	196.25	605.38
75	-7.36	164.34	200.70	625.60
76	-7.46	166.83	205.20	646.28
77	-7.56	169.33	209.75	667.42
78	-7.66	171.85	214.34	689.02
79	-7.76	174.38	218.99	711.08
80	-7.86	176.93	223.67	733.63
81	-7.96	179.50	228.41	756.65
82	-8.06	182.09	233.20	780.15
83	-8.16	184.70	238.03	804.14
84	-8.26	187.32	242.91	828.62
85	-8.36	189.95	247.84	853.60
86	-8.46	192.61	252.81	879.08
87	-8.56	195.28	257.84	905.07
88	-8.66	197.97	262.91	931.57
89	-8.76	200.67	268.03	958.58
90	-8.86	203.40	273.19	986.12
91	-8.96	206.14	278.41	1014.19
92	-9.06	208.89	283.67	1042.78
93	-9.16	211.67	288.98	1071.91

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
94	-9.26	214.46	294.33	1101.58
95	-9.35	217.27	299.74	1131.80
96	-9.45	220.09	305.19	1162.56
97	-9.55	222.93	310.69	1193.88
98	-9.65	225.79	316.24	1225.76
99	-9.75	228.67	321.83	1258.21
100	-9.85	231.56	327.47	1291.22
101	-9.95	234.47	333.17	1324.81
102	-10.05	237.39	338.90	1358.97
103	-10.15	240.34	344.69	1393.72
104	-10.25	243.30	350.52	1429.06
105	-10.35	246.27	356.40	1464.99

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	26.05	0.00	29.37
2	-0.10	27.28	0.71	29.41
3	-0.20	28.52	1.46	29.52
4	-0.30	29.79	2.26	29.72
5	-0.40	31.06	3.11	30.00
6	-0.50	32.36	4.01	30.37
7	-0.60	33.67	4.95	30.84
8	-0.70	35.01	5.94	31.41
9	-0.80	36.35	6.98	32.09
10	-0.90	37.72	8.07	32.87
11	-1.00	39.10	9.20	33.78
12	-1.09	40.50	10.39	34.80
13	-1.19	41.91	11.62	35.95
14	-1.29	43.34	12.89	37.22
15	-1.39	44.79	14.22	38.63
16	-1.49	46.26	15.59	40.18
17	-1.59	47.74	17.01	41.88
18	-1.69	49.24	18.48	43.72
19	-1.79	50.76	19.99	45.72
20	-1.89	52.29	21.56	47.88
21	-1.99	53.84	23.17	50.20
22	-2.09	55.41	24.83	52.68
23	-2.19	57.00	26.53	55.34
24	-2.29	58.60	28.29	58.18
25	-2.39	60.22	30.09	61.20
26	-2.49	61.85	31.94	64.41
27	-2.59	63.51	33.84	67.81
28	-2.69	65.18	35.78	71.41
29	-2.79	66.86	37.77	75.21
30	-2.89	68.57	39.81	79.21
31	-2.99	70.29	41.90	83.43
32	-3.09	72.03	44.04	87.86
33	-3.18	73.78	46.22	92.51
34	-3.28	75.55	48.45	97.39
35	-3.38	77.34	50.73	102.50
36	-3.48	79.15	53.05	107.85
37	-3.58	80.97	55.43	113.43
38	-3.68	82.81	57.85	119.26
39	-3.78	84.67	60.32	125.34
40	-3.88	86.54	62.83	131.68
41	-3.98	88.43	65.40	138.27
42	-4.08	90.34	68.01	145.13
43	-4.18	92.26	70.67	152.26
44	-4.28	94.21	73.37	159.66
45	-4.38	96.16	76.13	167.34
46	-4.48	98.14	78.93	175.30
47	-4.58	100.13	81.78	183.55
48	-4.68	102.14	84.68	192.10
49	-4.78	104.17	87.62	200.94

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
50	-4.88	106.21	90.62	210.08
51	-4.98	108.27	93.66	219.53
52	-5.08	110.35	96.75	229.30
53	-5.17	112.44	99.88	239.38
54	-5.27	114.55	103.07	249.78
55	-5.37	116.68	106.30	260.51
56	-5.47	118.83	109.58	271.57
57	-5.57	120.99	112.90	282.97
58	-5.67	123.17	116.28	294.70
59	-5.77	125.37	119.70	306.79
60	-5.87	127.58	123.17	319.22
61	-5.97	129.81	126.68	332.01
62	-6.07	132.06	130.25	345.16
63	-6.17	134.32	133.86	358.67
64	-6.27	136.60	137.52	372.56
65	-6.37	138.90	141.23	386.82
66	-6.47	141.22	144.98	401.46
67	-6.57	143.55	148.79	416.48
68	-6.67	145.90	152.64	431.89
69	-6.77	148.26	156.54	447.69
70	-6.87	150.65	160.48	463.90
71	-6.97	153.05	164.48	480.51
72	-7.07	155.46	168.52	497.52
73	-7.17	157.90	172.61	514.95
74	-7.26	160.35	176.74	532.80
75	-7.36	162.82	180.93	551.06
76	-7.46	165.30	185.16	569.76
77	-7.56	167.80	189.44	588.89
78	-7.66	170.32	193.77	608.45
79	-7.76	172.86	198.14	628.46
80	-7.86	175.41	202.56	648.91
81	-7.96	177.98	207.03	669.82
82	-8.06	180.57	211.55	691.18
83	-8.16	183.17	216.12	713.00
84	-8.26	185.79	220.73	735.29
85	-8.36	188.43	225.39	758.05
86	-8.46	191.08	230.10	781.28
87	-8.56	193.76	234.85	805.00
88	-8.66	196.44	239.66	829.20
89	-8.76	199.15	244.51	853.89
90	-8.86	201.87	249.41	879.07
91	-8.96	204.61	254.35	904.75
92	-9.06	207.37	259.35	930.94
93	-9.16	210.14	264.39	957.64
94	-9.26	212.93	269.48	984.85
95	-9.35	215.74	274.62	1012.58
96	-9.45	218.57	279.80	1040.83
97	-9.55	221.41	285.03	1069.61
98	-9.65	224.27	290.31	1098.92
99	-9.75	227.14	295.64	1128.77
100	-9.85	230.03	301.02	1159.17
101	-9.95	232.94	306.44	1190.11
102	-10.05	235.87	311.91	1221.60
103	-10.15	238.81	317.43	1253.65
104	-10.25	241.77	323.00	1286.27
105	-10.35	244.75	328.61	1319.44

Combinazione n° 7 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	26.05	9.70	39.07
2	-0.10	27.28	9.72	39.07
3	-0.20	28.52	9.79	39.08
4	-0.30	29.79	9.91	39.11
5	-0.40	31.06	10.07	39.15



CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
6	-0.50	32.36	10.27	39.22
7	-0.60	33.67	10.52	39.31
8	-0.70	35.01	10.82	39.44
9	-0.80	36.35	11.16	39.60
10	-0.90	37.72	11.55	39.80
11	-1.00	39.10	11.99	40.05
12	-1.09	40.50	12.46	40.35
13	-1.19	41.91	12.99	40.70
14	-1.29	43.34	13.56	41.12
15	-1.39	44.79	14.18	41.59
16	-1.49	46.26	14.84	42.14
17	-1.59	47.74	15.55	42.76
18	-1.69	49.24	16.30	43.46
19	-1.79	50.76	17.10	44.24
20	-1.89	52.29	17.94	45.10
21	-1.99	53.84	18.83	46.06
22	-2.09	55.41	19.77	47.12
23	-2.19	57.00	20.75	48.27
24	-2.29	58.60	21.78	49.53
25	-2.39	60.22	22.85	50.90
26	-2.49	61.85	23.97	52.39
27	-2.59	63.51	25.14	53.99
28	-2.69	65.18	26.35	55.72
29	-2.79	66.86	27.60	57.58
30	-2.89	68.57	28.90	59.57
31	-2.99	70.29	30.25	61.70
32	-3.09	72.03	31.64	63.97
33	-3.18	73.78	33.08	66.39
34	-3.28	75.55	34.57	68.96
35	-3.38	77.34	36.10	71.69
36	-3.48	79.15	37.67	74.57
37	-3.58	80.97	39.29	77.62
38	-3.68	82.81	40.96	80.85
39	-3.78	84.67	42.67	84.24
40	-3.88	86.54	44.43	87.82
41	-3.98	88.43	46.23	91.58
42	-4.08	90.34	48.08	95.53
43	-4.18	92.26	49.98	99.67
44	-4.28	94.21	51.92	104.00
45	-4.38	96.16	53.90	108.54
46	-4.48	98.14	55.94	113.29
47	-4.58	100.13	58.01	118.25
48	-4.68	102.14	60.14	123.43
49	-4.78	104.17	62.31	128.82
50	-4.88	106.21	64.52	134.44
51	-4.98	108.27	66.78	140.29
52	-5.08	110.35	69.09	146.38
53	-5.17	112.44	71.44	152.70
54	-5.27	114.55	73.84	159.27
55	-5.37	116.68	76.28	166.08
56	-5.47	118.83	78.77	173.15
57	-5.57	120.99	81.30	180.48
58	-5.67	123.17	83.88	188.07
59	-5.77	125.37	86.51	195.92
60	-5.87	127.58	89.18	204.05
61	-5.97	129.81	91.90	212.45
62	-6.07	132.06	94.66	221.13
63	-6.17	134.32	97.47	230.10
64	-6.27	136.60	100.32	239.35
65	-6.37	138.90	103.22	248.91
66	-6.47	141.22	106.17	258.76
67	-6.57	143.55	109.16	268.91
68	-6.67	145.90	112.19	279.37
69	-6.77	148.26	115.28	290.14
70	-6.87	150.65	118.40	301.24
71	-6.97	153.05	121.58	312.65
72	-7.07	155.46	124.80	324.39
73	-7.17	157.90	128.06	336.46
74	-7.26	160.35	131.37	348.87

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
75	-7.36	162.82	134.73	361.61
76	-7.46	165.30	138.13	374.71
77	-7.56	167.80	141.58	388.15
78	-7.66	170.32	145.07	401.94
79	-7.76	172.86	148.61	416.10
80	-7.86	175.41	152.20	430.61
81	-7.96	177.98	155.83	445.50
82	-8.06	180.57	159.50	460.76
83	-8.16	183.17	163.22	476.39
84	-8.26	185.79	166.99	492.41
85	-8.36	188.43	170.80	508.81
86	-8.46	191.08	174.66	525.61
87	-8.56	193.76	178.57	542.80
88	-8.66	196.44	182.52	560.39
89	-8.76	199.15	186.51	578.38
90	-8.86	201.87	190.55	596.78
91	-8.96	204.61	194.64	615.60
92	-9.06	207.37	198.77	634.84
93	-9.16	210.14	202.95	654.50
94	-9.26	212.93	207.17	674.59
95	-9.35	215.74	211.44	695.11
96	-9.45	218.57	215.76	716.06
97	-9.55	221.41	220.12	737.46
98	-9.65	224.27	224.53	759.30
99	-9.75	227.14	228.98	781.60
100	-9.85	230.03	233.48	804.35
101	-9.95	232.94	238.02	827.56
102	-10.05	235.87	242.61	851.24
103	-10.15	238.81	247.24	875.38
104	-10.25	241.77	251.92	900.00
105	-10.35	244.75	256.65	925.10

Combinazione n° 8 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	26.05	0.00	29.37
2	-0.10	27.28	0.39	29.39
3	-0.20	28.52	0.82	29.46
4	-0.30	29.79	1.29	29.57
5	-0.40	31.06	1.82	29.74
6	-0.50	32.36	2.38	29.97
7	-0.60	33.67	3.00	30.26
8	-0.70	35.01	3.66	30.62
9	-0.80	36.35	4.36	31.05
10	-0.90	37.72	5.11	31.56
11	-1.00	39.10	5.91	32.15
12	-1.09	40.50	6.75	32.83
13	-1.19	41.91	7.64	33.60
14	-1.29	43.34	8.57	34.46
15	-1.39	44.79	9.55	35.43
16	-1.49	46.26	10.57	36.49
17	-1.59	47.74	11.64	37.67
18	-1.69	49.24	12.76	38.96
19	-1.79	50.76	13.92	40.38
20	-1.89	52.29	15.13	41.91
21	-1.99	53.84	16.38	43.57
22	-2.09	55.41	17.68	45.36
23	-2.19	57.00	19.02	47.29
24	-2.29	58.60	20.41	49.37
25	-2.39	60.22	21.85	51.59
26	-2.49	61.85	23.33	53.95
27	-2.59	63.51	24.85	56.48
28	-2.69	65.18	26.43	59.16
29	-2.79	66.86	28.05	62.01
30	-2.89	68.57	29.71	65.03

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
31	-2.99	70.29	31.42	68.22
32	-3.09	72.03	33.17	71.59
33	-3.18	73.78	34.97	75.15
34	-3.28	75.55	36.82	78.89
35	-3.38	77.34	38.71	82.82
36	-3.48	79.15	40.65	86.95
37	-3.58	80.97	42.63	91.28
38	-3.68	82.81	44.66	95.82
39	-3.78	84.67	46.74	100.57
40	-3.88	86.54	48.86	105.53
41	-3.98	88.43	51.02	110.72
42	-4.08	90.34	53.23	116.13
43	-4.18	92.26	55.49	121.76
44	-4.28	94.21	57.79	127.63
45	-4.38	96.16	60.14	133.74
46	-4.48	98.14	62.54	140.09
47	-4.58	100.13	64.98	146.69
48	-4.68	102.14	67.46	153.54
49	-4.78	104.17	69.99	160.65
50	-4.88	106.21	72.57	168.02
51	-4.98	108.27	75.19	175.65
52	-5.08	110.35	77.86	183.56
53	-5.17	112.44	80.58	191.74
54	-5.27	114.55	83.34	200.20
55	-5.37	116.68	86.14	208.94
56	-5.47	118.83	88.99	217.98
57	-5.57	120.99	91.89	227.30
58	-5.67	123.17	94.83	236.93
59	-5.77	125.37	97.82	246.86
60	-5.87	127.58	100.85	257.09
61	-5.97	129.81	103.93	267.64
62	-6.07	132.06	107.06	278.50
63	-6.17	134.32	110.23	289.69
64	-6.27	136.60	113.44	301.20
65	-6.37	138.90	116.70	313.04
66	-6.47	141.22	120.01	325.21
67	-6.57	143.55	123.37	337.73
68	-6.67	145.90	126.76	350.58
69	-6.77	148.26	130.21	363.79
70	-6.87	150.65	133.70	377.35
71	-6.97	153.05	137.23	391.27
72	-7.07	155.46	140.82	405.55
73	-7.17	157.90	144.44	420.20
74	-7.26	160.35	148.12	435.22
75	-7.36	162.82	151.83	450.62
76	-7.46	165.30	155.60	466.40
77	-7.56	167.80	159.41	482.56
78	-7.66	170.32	163.26	499.11
79	-7.76	172.86	167.17	516.06
80	-7.86	175.41	171.11	533.41
81	-7.96	177.98	175.10	551.16
82	-8.06	180.57	179.14	569.32
83	-8.16	183.17	183.23	587.89
84	-8.26	185.79	187.36	606.88
85	-8.36	188.43	191.53	626.30
86	-8.46	191.08	195.75	646.14
87	-8.56	193.76	200.02	666.41
88	-8.66	196.44	204.33	687.12
89	-8.76	199.15	208.69	708.27
90	-8.86	201.87	213.09	729.86
91	-8.96	204.61	217.54	751.91
92	-9.06	207.37	222.04	774.40
93	-9.16	210.14	226.58	797.36
94	-9.26	212.93	231.16	820.78
95	-9.35	215.74	235.79	844.67
96	-9.45	218.57	240.47	869.04
97	-9.55	221.41	245.19	893.88
98	-9.65	224.27	249.96	919.20
99	-9.75	227.14	254.78	945.01

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
100	-9.85	230.03	259.64	971.31
101	-9.95	232.94	264.54	998.11
102	-10.05	235.87	269.50	1025.41
103	-10.15	238.81	274.49	1053.21
104	-10.25	241.77	279.53	1081.53
105	-10.35	244.75	284.62	1110.35

Combinazione n° 9 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	26.05	0.00	29.37
2	-0.10	27.28	0.02	29.37
3	-0.20	28.52	0.09	29.38
4	-0.30	29.79	0.21	29.41
5	-0.40	31.06	0.37	29.45
6	-0.50	32.36	0.57	29.52
7	-0.60	33.67	0.82	29.61
8	-0.70	35.01	1.12	29.74
9	-0.80	36.35	1.46	29.90
10	-0.90	37.72	1.85	30.10
11	-1.00	39.10	2.29	30.35
12	-1.09	40.50	2.76	30.65
13	-1.19	41.91	3.29	31.00
14	-1.29	43.34	3.86	31.42
15	-1.39	44.79	4.48	31.89
16	-1.49	46.26	5.14	32.44
17	-1.59	47.74	5.85	33.06
18	-1.69	49.24	6.60	33.76
19	-1.79	50.76	7.40	34.54
20	-1.89	52.29	8.24	35.40
21	-1.99	53.84	9.13	36.36
22	-2.09	55.41	10.07	37.42
23	-2.19	57.00	11.05	38.57
24	-2.29	58.60	12.08	39.83
25	-2.39	60.22	13.15	41.20
26	-2.49	61.85	14.27	42.69
27	-2.59	63.51	15.44	44.29
28	-2.69	65.18	16.65	46.02
29	-2.79	66.86	17.90	47.88
30	-2.89	68.57	19.20	49.87
31	-2.99	70.29	20.55	52.00
32	-3.09	72.03	21.94	54.27
33	-3.18	73.78	23.38	56.69
34	-3.28	75.55	24.87	59.26
35	-3.38	77.34	26.40	61.99
36	-3.48	79.15	27.97	64.87
37	-3.58	80.97	29.59	67.92
38	-3.68	82.81	31.26	71.15
39	-3.78	84.67	32.97	74.54
40	-3.88	86.54	34.73	78.12
41	-3.98	88.43	36.53	81.88
42	-4.08	90.34	38.38	85.83
43	-4.18	92.26	40.28	89.97
44	-4.28	94.21	42.22	94.30
45	-4.38	96.16	44.20	98.84
46	-4.48	98.14	46.24	103.59
47	-4.58	100.13	48.31	108.55
48	-4.68	102.14	50.44	113.73
49	-4.78	104.17	52.61	119.12
50	-4.88	106.21	54.82	124.74
51	-4.98	108.27	57.08	130.59
52	-5.08	110.35	59.39	136.68
53	-5.17	112.44	61.74	143.00
54	-5.27	114.55	64.14	149.57
55	-5.37	116.68	66.58	156.38

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
56	-5.47	118.83	69.07	163.45
57	-5.57	120.99	71.60	170.78
58	-5.67	123.17	74.18	178.37
59	-5.77	125.37	76.81	186.22
60	-5.87	127.58	79.48	194.35
61	-5.97	129.81	82.20	202.75
62	-6.07	132.06	84.96	211.43
63	-6.17	134.32	87.77	220.40
64	-6.27	136.60	90.62	229.65
65	-6.37	138.90	93.52	239.21
66	-6.47	141.22	96.47	249.06
67	-6.57	143.55	99.46	259.21
68	-6.67	145.90	102.49	269.67
69	-6.77	148.26	105.58	280.44
70	-6.87	150.65	108.70	291.54
71	-6.97	153.05	111.88	302.95
72	-7.07	155.46	115.10	314.69
73	-7.17	157.90	118.36	326.76
74	-7.26	160.35	121.67	339.17
75	-7.36	162.82	125.03	351.91
76	-7.46	165.30	128.43	365.01
77	-7.56	167.80	131.88	378.45
78	-7.66	170.32	135.37	392.24
79	-7.76	172.86	138.91	406.40
80	-7.86	175.41	142.50	420.91
81	-7.96	177.98	146.13	435.80
82	-8.06	180.57	149.80	451.06
83	-8.16	183.17	153.52	466.69
84	-8.26	185.79	157.29	482.71
85	-8.36	188.43	161.10	499.11
86	-8.46	191.08	164.96	515.91
87	-8.56	193.76	168.87	533.10
88	-8.66	196.44	172.82	550.69
89	-8.76	199.15	176.81	568.68
90	-8.86	201.87	180.85	587.08
91	-8.96	204.61	184.94	605.90
92	-9.06	207.37	189.07	625.14
93	-9.16	210.14	193.25	644.80
94	-9.26	212.93	197.47	664.89
95	-9.35	215.74	201.74	685.41
96	-9.45	218.57	206.06	706.36
97	-9.55	221.41	210.42	727.76
98	-9.65	224.27	214.83	749.60
99	-9.75	227.14	219.28	771.90
100	-9.85	230.03	223.78	794.65
101	-9.95	232.94	228.32	817.86
102	-10.05	235.87	232.91	841.54
103	-10.15	238.81	237.54	865.68
104	-10.25	241.77	242.22	890.30
105	-10.35	244.75	246.95	915.40

Combinazione n° 10 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	26.05	0.00	29.37
2	-0.10	27.28	0.02	29.37
3	-0.20	28.52	0.09	29.38
4	-0.30	29.79	0.21	29.41
5	-0.40	31.06	0.37	29.45
6	-0.50	32.36	0.57	29.52
7	-0.60	33.67	0.82	29.61
8	-0.70	35.01	1.12	29.74
9	-0.80	36.35	1.46	29.90
10	-0.90	37.72	1.85	30.10
11	-1.00	39.10	2.29	30.35

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	-1.09	40.50	2.76	30.65
13	-1.19	41.91	3.29	31.00
14	-1.29	43.34	3.86	31.42
15	-1.39	44.79	4.48	31.89
16	-1.49	46.26	5.14	32.44
17	-1.59	47.74	5.85	33.06
18	-1.69	49.24	6.60	33.76
19	-1.79	50.76	7.40	34.54
20	-1.89	52.29	8.24	35.40
21	-1.99	53.84	9.13	36.36
22	-2.09	55.41	10.07	37.42
23	-2.19	57.00	11.05	38.57
24	-2.29	58.60	12.08	39.83
25	-2.39	60.22	13.15	41.20
26	-2.49	61.85	14.27	42.69
27	-2.59	63.51	15.44	44.29
28	-2.69	65.18	16.65	46.02
29	-2.79	66.86	17.90	47.88
30	-2.89	68.57	19.20	49.87
31	-2.99	70.29	20.55	52.00
32	-3.09	72.03	21.94	54.27
33	-3.18	73.78	23.38	56.69
34	-3.28	75.55	24.87	59.26
35	-3.38	77.34	26.40	61.99
36	-3.48	79.15	27.97	64.87
37	-3.58	80.97	29.59	67.92
38	-3.68	82.81	31.26	71.15
39	-3.78	84.67	32.97	74.54
40	-3.88	86.54	34.73	78.12
41	-3.98	88.43	36.53	81.88
42	-4.08	90.34	38.38	85.83
43	-4.18	92.26	40.28	89.97
44	-4.28	94.21	42.22	94.30
45	-4.38	96.16	44.20	98.84
46	-4.48	98.14	46.24	103.59
47	-4.58	100.13	48.31	108.55
48	-4.68	102.14	50.44	113.73
49	-4.78	104.17	52.61	119.12
50	-4.88	106.21	54.82	124.74
51	-4.98	108.27	57.08	130.59
52	-5.08	110.35	59.39	136.68
53	-5.17	112.44	61.74	143.00
54	-5.27	114.55	64.14	149.57
55	-5.37	116.68	66.58	156.38
56	-5.47	118.83	69.07	163.45
57	-5.57	120.99	71.60	170.78
58	-5.67	123.17	74.18	178.37
59	-5.77	125.37	76.81	186.22
60	-5.87	127.58	79.48	194.35
61	-5.97	129.81	82.20	202.75
62	-6.07	132.06	84.96	211.43
63	-6.17	134.32	87.77	220.40
64	-6.27	136.60	90.62	229.65
65	-6.37	138.90	93.52	239.21
66	-6.47	141.22	96.47	249.06
67	-6.57	143.55	99.46	259.21
68	-6.67	145.90	102.49	269.67
69	-6.77	148.26	105.58	280.44
70	-6.87	150.65	108.70	291.54
71	-6.97	153.05	111.88	302.95
72	-7.07	155.46	115.10	314.69
73	-7.17	157.90	118.36	326.76
74	-7.26	160.35	121.67	339.17
75	-7.36	162.82	125.03	351.91
76	-7.46	165.30	128.43	365.01
77	-7.56	167.80	131.88	378.45
78	-7.66	170.32	135.37	392.24
79	-7.76	172.86	138.91	406.40
80	-7.86	175.41	142.50	420.91

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
81	-7.96	177.98	146.13	435.80
82	-8.06	180.57	149.80	451.06
83	-8.16	183.17	153.52	466.69
84	-8.26	185.79	157.29	482.71
85	-8.36	188.43	161.10	499.11
86	-8.46	191.08	164.96	515.91
87	-8.56	193.76	168.87	533.10
88	-8.66	196.44	172.82	550.69
89	-8.76	199.15	176.81	568.68
90	-8.86	201.87	180.85	587.08
91	-8.96	204.61	184.94	605.90
92	-9.06	207.37	189.07	625.14
93	-9.16	210.14	193.25	644.80
94	-9.26	212.93	197.47	664.89
95	-9.35	215.74	201.74	685.41
96	-9.45	218.57	206.06	706.36
97	-9.55	221.41	210.42	727.76
98	-9.65	224.27	214.83	749.60
99	-9.75	227.14	219.28	771.90
100	-9.85	230.03	223.78	794.65
101	-9.95	232.94	228.32	817.86
102	-10.05	235.87	232.91	841.54
103	-10.15	238.81	237.54	865.68
104	-10.25	241.77	242.22	890.30
105	-10.35	244.75	246.95	915.40

*Mensola valle*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	0.00	26.05	29.37

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

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.79	0.04
3	-2.30	0.00	1.61	0.16
4	-2.20	0.00	2.45	0.36
5	-2.10	0.00	3.32	0.65
6	-2.00	0.00	4.22	1.03
7	-1.90	0.00	5.14	1.49
8	-1.80	0.00	6.09	2.06
9	-1.70	0.00	7.06	2.71
10	-1.60	0.00	8.06	3.47
11	-1.50	0.00	9.08	4.33
12	-1.40	0.00	10.13	5.29
13	-1.30	0.00	11.21	6.35
14	-1.20	0.00	12.31	7.53
15	-1.10	0.00	13.44	8.82
16	-1.00	0.00	14.60	10.22
17	-0.90	0.00	15.78	11.74
18	-0.80	0.00	16.99	13.38
19	-0.70	0.00	18.22	15.14
20	-0.60	0.00	19.48	17.02
21	-0.50	0.00	20.76	19.03
22	-0.40	0.00	22.07	21.17
23	-0.30	0.00	23.41	23.45
24	-0.20	0.00	24.77	25.86
25	-0.10	0.00	26.16	28.40
26	0.00	0.00	27.57	31.09
27	0.00	0.00	27.57	31.09

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	0.00	26.05	29.37

Combinazione n° 7 - ECC

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---



	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	-9.70	26.05	39.07

Combinazione n° 8 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	0.00	26.05	29.37

Combinazione n° 9 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	0.00	26.05	29.37

Combinazione n° 10 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-2.50	0.00	0.00	0.00
2	-2.40	0.00	0.75	0.04
3	-2.30	0.00	1.52	0.15
4	-2.20	0.00	2.32	0.34
5	-2.10	0.00	3.14	0.61
6	-2.00	0.00	3.98	0.97
7	-1.90	0.00	4.85	1.41
8	-1.80	0.00	5.75	1.94
9	-1.70	0.00	6.67	2.56
10	-1.60	0.00	7.61	3.28
11	-1.50	0.00	8.58	4.09
12	-1.40	0.00	9.57	4.99
13	-1.30	0.00	10.59	6.00
14	-1.20	0.00	11.63	7.11
15	-1.10	0.00	12.70	8.33
16	-1.00	0.00	13.79	9.65
17	-0.90	0.00	14.91	11.09
18	-0.80	0.00	16.05	12.64
19	-0.70	0.00	17.21	14.30
20	-0.60	0.00	18.40	16.08
21	-0.50	0.00	19.61	17.98
22	-0.40	0.00	20.85	20.00
23	-0.30	0.00	22.11	22.15
24	-0.20	0.00	23.40	24.43
25	-0.10	0.00	24.71	26.83
26	0.00	0.00	26.05	29.37
27	0.00	0.00	26.05	29.37

*Piastra fondazione*

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>151.91</b>	506.36	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-230.09</b>	-766.95	173.52	0.00	-179.36	MIN
7218	151.91	<b>506.36</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-230.09	<b>-766.95</b>	173.52	0.00	-179.36	MIN
758	-230.09	-766.95	<b>173.52</b>	0.00	-179.36	MAX
7228	-230.09	-766.95	<b>-173.52</b>	0.00	-179.36	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>222.31</b>	-140.19	MAX
175	-30.72	-19.67	19.32	<b>-222.31</b>	-140.19	MIN
20	-29.79	11.62	-1.95	-1.16	<b>117.32</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-5.32	0.00	<b>-791.15</b>	MIN

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

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-151.31	0.00	-361.52	MAX
758	<b>-258.93</b>	-863.11	200.05	0.00	-109.29	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-151.31	0.00	-361.52	MAX
758	-258.93	<b>-863.11</b>	200.05	0.00	-109.29	MIN
758	-258.93	-863.11	<b>200.05</b>	0.00	-109.29	MAX
7228	-258.93	-863.11	<b>-200.05</b>	0.00	-109.29	MIN
6426	-38.52	-22.99	-23.79	<b>280.60</b>	-181.99	MAX
175	-38.52	-22.99	23.79	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6964	-37.73	14.71	2.58	1.44	<b>145.19</b>	MAX
6498	149.49	498.30	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

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

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-320.85</b>	-1069.50	248.89	0.00	-118.77	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-320.85	<b>-1069.50</b>	248.89	0.00	-118.77	MIN
758	-320.85	-1069.50	<b>248.89</b>	0.00	-118.77	MAX
7228	-320.85	-1069.50	<b>-248.89</b>	0.00	-118.77	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>280.60</b>	-140.19	MAX
175	-38.52	-22.99	19.32	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6964	-29.79	14.71	2.58	1.44	<b>145.19</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

Combinazione n° 7 - ECC

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-320.85</b>	-1069.50	173.52	0.00	-179.36	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-320.85	<b>-1069.50</b>	173.52	0.00	-179.36	MIN
758	-230.09	-766.95	<b>248.89</b>	0.00	-109.29	MAX
7228	-320.85	-1069.50	<b>-248.89</b>	0.00	-179.36	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>280.60</b>	-140.19	MAX
175	-38.52	-22.99	19.32	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6964	-29.79	14.71	2.58	1.44	<b>145.19</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

Combinazione n° 8 - SLER

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-320.85</b>	-1069.50	173.52	0.00	-179.36	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-320.85	<b>-1069.50</b>	173.52	0.00	-179.36	MIN
758	-230.09	-766.95	<b>248.89</b>	0.00	-109.29	MAX
7228	-320.85	-1069.50	<b>-248.89</b>	0.00	-179.36	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>280.60</b>	-140.19	MAX
175	-38.52	-22.99	19.32	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6535	-23.78	22.65	0.72	1.52	<b>158.23</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

Combinazione n° 9 - SLEF

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-320.85</b>	-1069.50	173.52	0.00	-179.36	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-320.85	<b>-1069.50</b>	173.52	0.00	-179.36	MIN
758	-230.09	-766.95	<b>248.89</b>	0.00	-109.29	MAX
7228	-320.85	-1069.50	<b>-248.89</b>	0.00	-179.36	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>280.60</b>	-140.19	MAX
175	-38.52	-22.99	19.32	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6535	-23.78	22.65	2.58	1.52	<b>158.23</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

Combinazione n° 10 - SLEQ

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
7218	<b>196.20</b>	653.99	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	<b>-320.85</b>	-1069.50	173.52	0.00	-179.36	MIN
7218	196.20	<b>653.99</b>	-117.41	0.00	-289.72	MAX
758	-320.85	<b>-1069.50</b>	173.52	0.00	-179.36	MIN
758	-230.09	-766.95	<b>248.89</b>	0.00	-109.29	MAX
7228	-320.85	-1069.50	<b>-248.89</b>	0.00	-179.36	MIN
6426	-30.72	-19.67	-19.32	<b>280.60</b>	-140.19	MAX
175	-38.52	-22.99	19.32	<b>-280.60</b>	-181.99	MIN
6535	-23.78	22.65	2.58	1.52	<b>158.23</b>	MAX
6498	115.81	386.03	-6.87	0.00	<b>-957.95</b>	MIN

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 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 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

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0.00	100	50	15.71	15.71	29.37	26.05	331.53	294.06	11.288
2	-0.10	100	51	15.71	15.71	29.40	27.28	341.66	316.94	11.619
3	-0.20	100	51	15.71	15.71	29.52	28.52	352.00	340.17	11.926
4	-0.30	100	52	15.71	15.71	29.71	29.79	362.52	363.47	12.203
5	-0.40	100	53	15.71	15.71	29.99	31.06	373.14	386.56	12.443
6	-0.50	100	53	15.71	15.71	30.36	32.36	383.78	409.10	12.642
7	-0.60	100	54	15.71	15.71	30.83	33.67	394.36	430.76	12.792
8	-0.70	100	55	15.71	15.71	31.41	35.01	404.80	451.19	12.889
9	-0.80	100	56	15.71	15.71	32.09	36.35	415.00	470.09	12.931
10	-0.90	100	56	15.71	15.71	32.90	37.72	424.88	487.13	12.916
11	-1.00	100	57	15.71	15.71	33.82	39.10	434.35	502.09	12.842
12	-1.09	100	58	15.71	15.71	34.88	40.50	443.34	514.75	12.711
13	-1.19	100	58	15.71	15.71	36.07	41.91	451.82	525.01	12.527
14	-1.29	100	59	15.71	15.71	37.40	43.34	459.72	532.79	12.292
15	-1.39	100	60	15.71	15.71	38.88	44.79	467.04	538.11	12.013
16	-1.49	100	60	15.71	15.71	40.51	46.26	473.77	541.04	11.696
17	-1.59	100	61	15.71	15.71	42.30	47.74	479.92	541.71	11.347
18	-1.69	100	62	15.71	15.71	44.25	49.24	485.51	540.29	10.972
19	-1.79	100	63	15.71	15.71	46.37	50.76	490.57	536.97	10.579
20	-1.89	100	63	15.71	15.71	48.67	52.29	495.16	531.97	10.173
21	-1.99	100	64	15.71	15.71	51.16	53.84	499.31	525.53	9.760
22	-2.09	100	65	15.71	15.71	53.83	55.41	503.07	517.87	9.346
23	-2.19	100	65	15.71	15.71	56.69	57.00	506.50	509.20	8.934
24	-2.29	100	66	15.71	15.71	59.76	58.60	509.64	499.73	8.528
25	-2.39	100	67	15.71	15.71	63.03	60.22	512.54	489.64	8.131
26	-2.49	100	67	15.71	15.71	66.52	61.85	515.24	479.11	7.746
27	-2.59	100	68	15.71	15.71	70.22	63.51	517.79	468.27	7.373
28	-2.69	100	69	15.71	15.71	74.15	65.18	520.21	457.26	7.016
29	-2.79	100	69	15.71	15.71	78.31	66.86	522.54	446.17	6.673
30	-2.89	100	70	15.71	15.71	82.70	68.57	524.80	435.11	6.346
31	-2.99	100	71	15.71	15.71	87.34	70.29	527.03	424.14	6.034
32	-3.09	100	72	15.71	15.71	92.22	72.03	529.23	413.33	5.739
33	-3.18	100	72	15.71	15.71	97.36	73.78	531.42	402.72	5.458
34	-3.28	100	73	15.71	15.71	102.76	75.55	533.63	392.34	5.193
35	-3.38	100	74	15.71	15.71	108.43	77.34	535.85	382.23	4.942
36	-3.48	100	74	15.71	15.71	114.36	79.15	538.10	372.41	4.705
37	-3.58	100	75	15.71	15.71	120.58	80.97	540.38	362.88	4.482
38	-3.68	100	76	15.71	15.71	127.08	82.81	542.71	353.66	4.271
39	-3.78	100	76	15.71	15.71	133.86	84.67	545.08	344.76	4.072
40	-3.88	100	77	15.71	15.71	140.95	86.54	547.50	336.16	3.884
41	-3.98	100	78	15.71	15.71	148.33	88.43	549.97	327.87	3.708
42	-4.08	100	79	15.71	15.71	156.03	90.34	552.49	319.89	3.541
43	-4.18	100	79	15.71	15.71	164.04	92.26	555.07	312.20	3.384













n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
52	-5.08	100	85	15.71	15.71	146.38	110.35	782.07	589.58	5.343
53	-5.17	100	86	15.71	31.42	152.70	112.44	1528.19	1125.31	10.008
54	-5.27	100	87	15.71	31.42	159.27	114.55	1534.39	1103.62	9.634
55	-5.37	100	88	15.71	31.42	166.08	116.68	1540.64	1082.38	9.276
56	-5.47	100	88	15.71	31.42	173.15	118.83	1546.94	1061.61	8.934
57	-5.57	100	89	15.71	31.42	180.48	120.99	1553.31	1041.33	8.607
58	-5.67	100	90	15.71	31.42	188.07	123.17	1559.76	1021.53	8.294
59	-5.77	100	90	15.71	31.42	195.92	125.37	1566.29	1002.24	7.995
60	-5.87	100	91	15.71	31.42	204.05	127.58	1572.91	983.46	7.709
61	-5.97	100	92	15.71	31.42	212.45	129.81	1578.90	964.74	7.432
62	-6.07	100	92	15.71	31.42	221.13	132.06	1584.11	946.02	7.164
63	-6.17	100	93	15.71	31.42	230.10	134.32	1589.42	927.84	6.908
64	-6.27	100	94	15.71	31.42	239.35	136.60	1594.83	910.19	6.663
65	-6.37	100	95	15.71	31.42	248.91	138.90	1600.35	893.07	6.430
66	-6.47	100	95	15.71	31.42	258.76	141.22	1605.98	876.46	6.207
67	-6.57	100	96	15.71	31.42	268.91	143.55	1611.71	860.35	5.994
68	-6.67	100	97	15.71	31.42	279.37	145.90	1617.54	844.74	5.790
69	-6.77	100	97	15.71	31.42	290.14	148.26	1623.48	829.59	5.595
70	-6.87	100	98	15.71	31.42	301.24	150.65	1629.52	814.91	5.409
71	-6.97	100	99	15.71	31.42	312.65	153.05	1635.66	800.68	5.232
72	-7.07	100	99	15.71	31.42	324.39	155.46	1641.89	786.88	5.061
73	-7.17	100	100	15.71	31.42	336.46	157.90	1648.23	773.50	4.899
74	-7.26	100	101	15.71	31.42	348.87	160.35	1654.66	760.52	4.743
75	-7.36	100	101	15.71	31.42	361.61	162.82	1661.19	747.95	4.594
76	-7.46	100	102	15.71	31.42	374.71	165.30	1667.80	735.75	4.451
77	-7.56	100	103	15.71	31.42	388.15	167.80	1674.50	723.92	4.314
78	-7.66	100	104	15.71	31.42	401.94	170.32	1681.29	712.44	4.183
79	-7.76	100	104	15.71	31.42	416.10	172.86	1688.17	701.31	4.057
80	-7.86	100	105	15.71	31.42	430.61	175.41	1695.12	690.51	3.937
81	-7.96	100	106	15.71	31.42	445.50	177.98	1702.16	680.02	3.821
82	-8.06	100	106	15.71	31.42	460.76	180.57	1709.27	669.85	3.710
83	-8.16	100	107	15.71	31.42	476.39	183.17	1716.46	659.97	3.603
84	-8.26	100	108	15.71	31.42	492.41	185.79	1723.72	650.38	3.501
85	-8.36	100	108	15.71	31.42	508.81	188.43	1731.05	641.06	3.402
86	-8.46	100	109	15.71	31.42	525.61	191.08	1738.45	632.01	3.308
87	-8.56	100	110	15.71	31.42	542.80	193.76	1745.92	623.22	3.217
88	-8.66	100	111	15.71	31.42	560.39	196.44	1753.45	614.68	3.129
89	-8.76	100	111	15.71	31.42	578.38	199.15	1761.05	606.37	3.045
90	-8.86	100	112	15.71	31.42	596.78	201.87	1768.71	598.30	2.964
91	-8.96	100	113	31.42	31.42	615.60	204.61	1782.31	592.40	2.895
92	-9.06	100	113	31.42	31.42	634.84	207.37	1790.07	584.72	2.820
93	-9.16	100	114	31.42	31.42	654.50	210.14	1797.88	577.25	2.747
94	-9.26	100	115	31.42	31.42	674.59	212.93	1805.75	569.99	2.677
95	-9.35	100	115	31.42	31.42	695.11	215.74	1813.67	562.91	2.609
96	-9.45	100	116	31.42	31.42	716.06	218.57	1821.65	556.03	2.544
97	-9.55	100	117	31.42	31.42	737.46	221.41	1829.67	549.32	2.481
98	-9.65	100	118	31.42	31.42	759.30	224.27	1837.75	542.79	2.420
99	-9.75	100	118	31.42	31.42	781.60	227.14	1845.87	536.43	2.362
100	-9.85	100	119	31.42	31.42	804.35	230.03	1854.03	530.23	2.305
101	-9.95	100	120	31.42	31.42	827.56	232.94	1862.24	524.19	2.250
102	-10.05	100	120	31.42	31.42	851.24	235.87	1870.49	518.30	2.197
103	-10.15	100	121	31.42	31.42	875.38	238.81	1878.79	512.55	2.146
104	-10.25	100	122	31.42	31.42	900.00	241.77	1887.12	506.95	2.097
105	-10.35	100	122	31.42	31.42	925.10	244.75	1895.50	501.49	2.049

**Mensola valle**

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-2.50	100	30	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-2.40	100	31	10.05	10.05	-0.04	0.00	-101.42	0.00	2727.569

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
3	-2.30	100	32	10.05	10.05	-0.15	0.00	-105.21	0.00	699.685
4	-2.20	100	33	10.05	10.05	-0.34	0.00	-109.01	0.00	318.727
5	-2.10	100	34	10.05	10.05	-0.61	0.00	-112.81	0.00	183.563
6	-2.00	100	35	10.05	10.05	-0.97	0.00	-116.62	0.00	120.167
7	-1.90	100	36	10.05	10.05	-1.41	0.00	-120.43	0.00	85.280
8	-1.80	100	37	10.05	10.05	-1.94	0.00	-124.25	0.00	63.974
9	-1.70	100	38	10.05	10.05	-2.56	0.00	-128.07	0.00	49.972
10	-1.60	100	39	10.05	10.05	-3.28	0.00	-131.90	0.00	40.253
11	-1.50	100	40	10.05	10.05	-4.09	0.00	-135.73	0.00	33.216
12	-1.40	100	41	10.05	10.05	-4.99	0.00	-139.56	0.00	27.947
13	-1.30	100	42	10.05	10.05	-6.00	0.00	-143.40	0.00	23.893
14	-1.20	100	43	10.05	10.05	-7.11	0.00	-147.24	0.00	20.700
15	-1.10	100	44	10.05	10.05	-8.33	0.00	-151.08	0.00	18.139
16	-1.00	100	45	10.05	10.05	-9.65	0.00	-154.93	0.00	16.049
17	-0.90	100	46	10.05	10.05	-11.09	0.00	-158.78	0.00	14.320
18	-0.80	100	47	10.05	10.05	-12.64	0.00	-162.63	0.00	12.871
19	-0.70	100	48	10.05	10.05	-14.30	0.00	-166.48	0.00	11.644
20	-0.60	100	49	10.05	10.05	-16.08	0.00	-170.34	0.00	10.594
21	-0.50	100	50	10.05	10.05	-17.98	0.00	-174.20	0.00	9.689
22	-0.40	100	51	0.00	10.05	-20.00	0.00	-178.42	0.00	8.920
23	-0.30	100	52	0.00	10.05	-22.15	0.00	-182.29	0.00	8.230
24	-0.20	100	53	0.00	10.05	-24.43	0.00	-186.17	0.00	7.622
25	-0.10	100	54	0.00	10.05	-26.83	0.00	-190.04	0.00	7.083
26	0.00	100	55	0.00	10.05	-29.37	0.00	-193.92	0.00	6.603
27	0.00	100	55	0.00	10.05	-29.37	0.00	-193.92	0.00	6.603

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-2.50	100	30	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-2.40	100	31	10.05	10.05	-0.04	0.00	-101.42	0.00	2576.776
3	-2.30	100	32	10.05	10.05	-0.16	0.00	-105.21	0.00	661.004
4	-2.20	100	33	10.05	10.05	-0.36	0.00	-109.01	0.00	301.106
5	-2.10	100	34	10.05	10.05	-0.65	0.00	-112.81	0.00	173.415
6	-2.00	100	35	10.05	10.05	-1.03	0.00	-116.62	0.00	113.524
7	-1.90	100	36	10.05	10.05	-1.49	0.00	-120.43	0.00	80.565
8	-1.80	100	37	10.05	10.05	-2.06	0.00	-124.25	0.00	60.437
9	-1.70	100	38	10.05	10.05	-2.71	0.00	-128.07	0.00	47.209
10	-1.60	100	39	10.05	10.05	-3.47	0.00	-131.90	0.00	38.027
11	-1.50	100	40	10.05	10.05	-4.33	0.00	-135.73	0.00	31.380
12	-1.40	100	41	10.05	10.05	-5.29	0.00	-139.56	0.00	26.402
13	-1.30	100	42	10.05	10.05	-6.35	0.00	-143.40	0.00	22.572
14	-1.20	100	43	10.05	10.05	-7.53	0.00	-147.24	0.00	19.556
15	-1.10	100	44	10.05	10.05	-8.82	0.00	-151.08	0.00	17.136
16	-1.00	100	45	10.05	10.05	-10.22	0.00	-154.93	0.00	15.162
17	-0.90	100	46	10.05	10.05	-11.74	0.00	-158.78	0.00	13.528
18	-0.80	100	47	10.05	10.05	-13.38	0.00	-162.63	0.00	12.159
19	-0.70	100	48	10.05	10.05	-15.14	0.00	-166.48	0.00	11.000
20	-0.60	100	49	10.05	10.05	-17.02	0.00	-170.34	0.00	10.009
21	-0.50	100	50	10.05	10.05	-19.03	0.00	-174.20	0.00	9.153
22	-0.40	100	51	0.00	10.05	-21.17	0.00	-178.42	0.00	8.427
23	-0.30	100	52	0.00	10.05	-23.45	0.00	-182.29	0.00	7.775
24	-0.20	100	53	0.00	10.05	-25.86	0.00	-186.17	0.00	7.200
25	-0.10	100	54	0.00	10.05	-28.40	0.00	-190.04	0.00	6.691
26	0.00	100	55	0.00	10.05	-31.09	0.00	-193.92	0.00	6.238
27	0.00	100	55	0.00	10.05	-31.09	0.00	-193.92	0.00	6.238

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-2.50	100	30	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	

CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
2	-2.40	100	31	10.05	10.05	-0.04	0.00	-101.42	0.00	100000.000
3	-2.30	100	32	10.05	10.05	-0.15	0.00	-105.21	0.00	2727.569
4	-2.20	100	33	10.05	10.05	-0.34	0.00	-109.01	0.00	699.685
5	-2.10	100	34	10.05	10.05	-0.61	0.00	-112.81	0.00	318.727
6	-2.00	100	35	10.05	10.05	-0.97	0.00	-116.62	0.00	183.563
7	-1.90	100	36	10.05	10.05	-1.41	0.00	-120.43	0.00	120.167
8	-1.80	100	37	10.05	10.05	-1.94	0.00	-124.25	0.00	85.280
9	-1.70	100	38	10.05	10.05	-2.56	0.00	-128.07	0.00	63.974
10	-1.60	100	39	10.05	10.05	-3.28	0.00	-131.90	0.00	49.972
11	-1.50	100	40	10.05	10.05	-4.09	0.00	-135.73	0.00	40.253
12	-1.40	100	41	10.05	10.05	-4.99	0.00	-139.56	0.00	33.216
13	-1.30	100	42	10.05	10.05	-6.00	0.00	-143.40	0.00	27.947
14	-1.20	100	43	10.05	10.05	-7.11	0.00	-147.24	0.00	23.893
15	-1.10	100	44	10.05	10.05	-8.33	0.00	-151.08	0.00	20.700
16	-1.00	100	45	10.05	10.05	-9.65	0.00	-154.93	0.00	18.139
17	-0.90	100	46	10.05	10.05	-11.09	0.00	-158.78	0.00	16.049
18	-0.80	100	47	10.05	10.05	-12.64	0.00	-162.63	0.00	14.320
19	-0.70	100	48	10.05	10.05	-14.30	0.00	-166.48	0.00	12.871
20	-0.60	100	49	10.05	10.05	-16.08	0.00	-170.34	0.00	11.644
21	-0.50	100	50	10.05	10.05	-17.98	0.00	-174.20	0.00	10.594
22	-0.40	100	51	0.00	10.05	-20.00	0.00	-178.42	0.00	9.689
23	-0.30	100	52	0.00	10.05	-22.15	0.00	-182.29	0.00	8.920
24	-0.20	100	53	0.00	10.05	-24.43	0.00	-186.17	0.00	8.230
25	-0.10	100	54	0.00	10.05	-26.83	0.00	-190.04	0.00	7.622
26	0.00	100	55	0.00	10.05	-29.37	0.00	-193.92	0.00	7.083
27	0.00	100	55	0.00	10.05	-29.37	0.00	-193.92	0.00	6.603

Combinazione n° 7 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-2.50	100	30	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-2.40	100	31	10.05	10.05	-0.04	0.00	-118.31	0.00	3181.625
3	-2.30	100	32	10.05	10.05	-0.15	0.00	-122.64	0.00	815.563
4	-2.20	100	33	10.05	10.05	-0.34	0.00	-126.98	0.00	371.268
5	-2.10	100	34	10.05	10.05	-0.61	0.00	-131.33	0.00	213.696
6	-2.00	100	35	10.05	10.05	-0.97	0.00	-135.69	0.00	139.817
7	-1.90	100	36	10.05	10.05	-1.41	0.00	-140.05	0.00	99.176
8	-1.80	100	37	10.05	10.05	-1.94	0.00	-144.43	0.00	74.365
9	-1.70	100	38	10.05	10.05	-2.56	0.00	-148.81	0.00	58.064
10	-1.60	100	39	10.05	10.05	-3.28	0.00	-153.20	0.00	46.753
11	-1.50	100	40	10.05	10.05	-4.09	0.00	-157.59	0.00	38.566
12	-1.40	100	41	10.05	10.05	-4.99	0.00	-161.99	0.00	32.438
13	-1.30	100	42	10.05	10.05	-6.00	0.00	-166.39	0.00	27.723
14	-1.20	100	43	10.05	10.05	-7.11	0.00	-170.80	0.00	24.013
15	-1.10	100	44	10.05	10.05	-8.33	0.00	-175.21	0.00	21.035
16	-1.00	100	45	10.05	10.05	-9.65	0.00	-179.62	0.00	18.607
17	-0.90	100	46	10.05	10.05	-11.09	0.00	-184.04	0.00	16.598
18	-0.80	100	47	10.05	10.05	-12.64	0.00	-188.47	0.00	14.915
19	-0.70	100	48	10.05	10.05	-14.30	0.00	-192.89	0.00	13.491
20	-0.60	100	49	10.05	10.05	-16.08	0.00	-197.32	0.00	12.272
21	-0.50	100	50	10.05	10.05	-17.98	0.00	-201.75	0.00	11.221
22	-0.40	100	51	0.00	10.05	-20.00	0.00	-206.22	0.00	10.310
23	-0.30	100	52	0.00	10.05	-22.15	0.00	-210.68	0.00	9.511
24	-0.20	100	53	0.00	10.05	-24.43	0.00	-215.14	0.00	8.808
25	-0.10	100	54	0.00	10.05	-26.83	0.00	-219.61	0.00	8.185
26	0.00	100	55	0.00	10.05	-29.37	0.00	-224.07	0.00	7.630
27	0.00	100	55	0.00	10.05	-39.07	-9.70	-210.66	-52.30	5.392

**Fondazione**

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-3-P	12.06	12.06	0.05	-31.21	-628.35	20.132
2-45-P	10.05	10.05	79.06	0.00	524.47	6.634
5-23-P	10.05	10.05	0.00	-147.34	-524.31	3.558
6-31-P	10.05	10.05	0.00	-80.08	-524.31	6.547
7-31-P	10.05	10.05	0.00	-36.02	-524.31	14.555
8-31-P	10.05	10.05	0.00	-16.14	-524.31	32.480
9-10-S	45.24	45.24	0.00	-606.19	-2329.85	3.843
10-10-S	45.24	45.24	0.00	-629.88	-2329.85	3.699
11-10-S	45.24	45.24	0.00	-640.68	-2329.85	3.637
12-10-S	45.24	45.24	0.00	-641.85	-2329.85	3.630
13-10-S	45.24	45.24	0.00	-640.71	-2329.85	3.636
14-10-S	45.24	45.24	0.00	-639.33	-2329.85	3.644
15-10-S	45.24	45.24	0.00	-638.36	-2329.85	3.650
16-10-S	49.76	49.76	0.00	-638.02	-2561.17	4.014
17-10-S	45.24	45.24	0.00	-638.36	-2329.85	3.650
18-10-S	45.24	45.24	0.00	-639.33	-2329.85	3.644
19-10-S	45.24	45.24	0.00	-640.71	-2329.85	3.636
20-10-S	45.24	45.24	0.00	-641.85	-2329.85	3.630
21-10-S	45.24	45.24	0.00	-640.68	-2329.85	3.637
22-10-S	45.24	45.24	0.00	-629.88	-2329.85	3.699
23-10-S	45.24	45.24	0.00	-606.19	-2329.85	3.843

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

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-3-P	12.06	12.06	0.06	-39.38	-628.35	15.958
2-45-P	10.05	10.05	102.05	0.00	524.47	5.140
5-23-P	10.05	10.05	0.00	-170.16	-524.31	3.081
6-31-P	10.05	10.05	0.00	-98.78	-524.31	5.308
7-31-P	10.05	10.05	0.00	-42.36	-524.31	12.377
8-9-P	10.05	10.05	14.13	0.00	524.31	37.113
9-10-S	45.24	45.24	0.00	-672.47	-2329.85	3.465
10-10-S	45.24	45.24	0.00	-704.03	-2329.85	3.309
11-10-S	45.24	45.24	0.00	-719.37	-2329.85	3.239
12-10-S	45.24	45.24	0.00	-721.62	-2329.85	3.229
13-10-S	45.24	45.24	0.00	-720.39	-2329.85	3.234
14-10-S	45.24	45.24	0.00	-718.63	-2329.85	3.242
15-10-S	45.24	45.24	0.00	-717.35	-2329.85	3.248
16-10-S	49.76	49.76	0.00	-716.89	-2561.17	3.573
17-10-S	45.24	45.24	0.00	-717.35	-2329.85	3.248
18-10-S	45.24	45.24	0.00	-718.63	-2329.85	3.242
19-10-S	45.24	45.24	0.00	-720.39	-2329.85	3.234
20-10-S	45.24	45.24	0.00	-721.62	-2329.85	3.229
21-10-S	45.24	45.24	0.00	-719.37	-2329.85	3.239
22-10-S	45.24	45.24	0.00	-704.03	-2329.85	3.309
23-10-S	45.24	45.24	0.00	-672.47	-2329.85	3.465

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

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-3-P	12.06	12.06	0.06	-36.40	-628.35	17.264
2-45-P	10.05	10.05	93.22	0.00	524.47	5.626
5-23-P	10.05	10.05	0.00	-208.20	-524.31	2.518
6-31-P	10.05	10.05	0.00	-118.21	-524.31	4.436
7-31-P	10.05	10.05	0.00	-49.23	-524.31	10.650
8-9-P	10.05	10.05	16.38	0.00	524.31	32.016
9-10-S	45.24	45.24	0.00	-831.79	-2329.85	2.801
10-10-S	45.24	45.24	0.00	-871.71	-2329.85	2.673
11-10-S	45.24	45.24	0.00	-891.28	-2329.85	2.614

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
12-10-S	45.24	45.24	0.00	-894.27	-2329.85	2.605
13-10-S	45.24	45.24	0.00	-892.78	-2329.85	2.610
14-10-S	45.24	45.24	0.00	-890.57	-2329.85	2.616
15-10-S	45.24	45.24	0.00	-888.94	-2329.85	2.621
16-10-S	49.76	49.76	0.00	-888.36	-2561.17	2.883
17-10-S	45.24	45.24	0.00	-888.94	-2329.85	2.621
18-10-S	45.24	45.24	0.00	-890.57	-2329.85	2.616
19-10-S	45.24	45.24	0.00	-892.78	-2329.85	2.610
20-10-S	45.24	45.24	0.00	-894.27	-2329.85	2.605
21-10-S	45.24	45.24	0.00	-891.28	-2329.85	2.614
22-10-S	45.24	45.24	0.00	-871.71	-2329.85	2.673
23-10-S	45.24	45.24	0.00	-831.79	-2329.85	2.801

Combinazione n° 7 - ECC

Is	Afi [cmq]	Afs [cmq]	Mp [kNm]	Mn [kNm]	Mu [kNm]	FS
1-59-P	12.06	12.06	0.03	-24.43	-628.35	25.720
2-45-P	10.05	10.05	60.89	0.00	524.47	8.614
5-19-P	10.05	10.05	0.00	-54.04	-524.31	9.703
6-39-P	10.05	10.05	0.00	-29.26	-524.31	17.917
7-3-P	10.05	10.05	0.07	-16.89	-524.31	31.043
8-59-P	10.05	10.05	0.03	-18.08	-524.31	29.004
9-9-S	45.24	45.24	304.21	0.00	2329.85	7.659
10-9-S	45.24	45.24	312.45	0.00	2329.85	7.457
11-9-S	45.24	45.24	315.16	0.00	2329.85	7.393
12-9-S	45.24	45.24	314.36	0.00	2329.85	7.411
13-9-S	45.24	45.24	313.11	0.00	2329.85	7.441
14-9-S	45.24	45.24	312.21	0.00	2329.85	7.462
15-9-S	45.24	45.24	311.74	0.00	2329.85	7.474
16-9-S	49.76	49.76	311.60	0.00	2561.17	8.219
17-9-S	45.24	45.24	311.74	0.00	2329.85	7.474
18-9-S	45.24	45.24	312.21	0.00	2329.85	7.462
19-9-S	45.24	45.24	313.11	0.00	2329.85	7.441
20-9-S	45.24	45.24	314.36	0.00	2329.85	7.411
21-9-S	45.24	45.24	315.16	0.00	2329.85	7.393
22-9-S	45.24	45.24	312.45	0.00	2329.85	7.457
23-9-S	45.24	45.24	304.21	0.00	2329.85	7.659

*Verifiche a taglio*

**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)



















CA349

**Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
23	-0.30	100	52	0.00	0.00	--	0.00	0.00	206.47	22.11	9.337
24	-0.20	100	53	0.00	0.00	--	0.00	0.00	209.50	23.40	8.953
25	-0.10	100	54	0.00	0.00	--	0.00	0.00	212.52	24.71	8.600
26	0.00	100	55	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.53	26.05	8.274
27	0.00	100	55	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.53	26.05	8.274

Combinazione n° 7 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	s [cm]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	-2.50	100	30	0.00	0.00	--	0.00	0.00	174.02	0.00	100.000
2	-2.40	100	31	0.00	0.00	--	0.00	0.00	176.89	0.75	236.559
3	-2.30	100	32	0.00	0.00	--	0.00	0.00	179.72	1.52	118.234
4	-2.20	100	33	0.00	0.00	--	0.00	0.00	182.51	2.32	78.775
5	-2.10	100	34	0.00	0.00	--	0.00	0.00	185.26	3.14	59.034
6	-2.00	100	35	0.00	0.00	--	0.00	0.00	187.97	3.98	47.181
7	-1.90	100	36	0.00	0.00	--	0.00	0.00	190.64	4.85	39.272
8	-1.80	100	37	0.00	0.00	--	0.00	0.00	193.28	5.75	33.619
9	-1.70	100	38	0.00	0.00	--	0.00	0.00	195.89	6.67	29.375
10	-1.60	100	39	0.00	0.00	--	0.00	0.00	198.46	7.61	26.071
11	-1.50	100	40	0.00	0.00	--	0.00	0.00	201.01	8.58	23.425
12	-1.40	100	41	0.00	0.00	--	0.00	0.00	203.52	9.57	21.258
13	-1.30	100	42	0.00	0.00	--	0.00	0.00	206.01	10.59	19.451
14	-1.20	100	43	0.00	0.00	--	0.00	0.00	208.47	11.63	17.920
15	-1.10	100	44	0.00	0.00	--	0.00	0.00	210.91	12.70	16.607
16	-1.00	100	45	0.00	0.00	--	0.00	0.00	213.32	13.79	15.468
17	-0.90	100	46	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.71	14.91	14.471
18	-0.80	100	47	0.00	0.00	--	0.00	0.00	218.07	16.05	13.590
19	-0.70	100	48	0.00	0.00	--	0.00	0.00	220.41	17.21	12.807
20	-0.60	100	49	0.00	0.00	--	0.00	0.00	222.73	18.40	12.105
21	-0.50	100	50	0.00	0.00	--	0.00	0.00	225.03	19.61	11.473
22	-0.40	100	51	0.00	0.00	--	0.00	0.00	203.43	20.85	9.756
23	-0.30	100	52	0.00	0.00	--	0.00	0.00	206.47	22.11	9.337
24	-0.20	100	53	0.00	0.00	--	0.00	0.00	209.50	23.40	8.953
25	-0.10	100	54	0.00	0.00	--	0.00	0.00	212.52	24.71	8.600
26	0.00	100	55	0.00	0.00	--	0.00	0.00	215.53	26.05	8.274
27	0.00	100	55	0.00	0.00	--	0.00	0.00	214.18	26.05	8.222

**Fondazione**

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	451.00	106.55	4.233
2-7-P	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	451.00	9.97	45.240
5-4-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	62.52	6.962
6-4-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	60.63	7.178
7-1-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	58.16	7.483
8-43-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	6.41	67.880
9-9-S	100.00	140.00	8.04	2.500	3970.59	722.11	722.11	646.62	1.117
10-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	483.62	1.047
11-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	481.53	1.052
12-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	477.73	1.060
13-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	475.27	1.066
14-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	474.05	1.068
15-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	473.56	1.069
16-9-S	100.00	140.00	8.04	2.500	3970.59	722.11	722.11	673.16	1.073
17-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	473.56	1.069
18-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	474.05	1.068
19-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	475.27	1.066





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	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	451.00	106.55	4.233
2-7-P	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	451.00	9.97	45.240
5-4-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	62.52	6.962
6-4-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	60.63	7.178
7-1-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	58.16	7.483
8-43-P	96.50	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	435.21	6.41	67.880
9-9-S	100.00	140.00	8.04	2.500	3970.59	722.11	722.11	646.62	1.117
10-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	483.62	1.047
11-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	481.53	1.052
12-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	477.73	1.060
13-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	475.27	1.066
14-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	474.05	1.068
15-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	473.56	1.069
16-9-S	100.00	140.00	8.04	2.500	3970.59	722.11	722.11	673.16	1.073
17-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	473.56	1.069
18-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	474.05	1.068
19-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	475.27	1.066
20-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	477.73	1.060
21-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	481.53	1.052
22-2-S	100.00	140.00	0.00	2.000	0.00	0.00	506.43	483.62	1.047
23-9-S	100.00	140.00	8.04	2.500	3970.59	722.11	722.11	646.62	1.117

### 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]
A <sub>f</sub>	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
A <sub>eff</sub>	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
M <sub>pf</sub>	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
S <sub>m</sub>	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

#### Combinazioni SLEF

#### Paramento

#### Combinazione n° 9 - SLEF

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A <sub>f</sub> [cmq]	A <sub>eff</sub> [cmq]	M [kNm]	M <sub>pf</sub> [kNm]	ε [%]	S <sub>m</sub> [mm]	w [mm]
1	0.00	100	50	15.71	1000.00	29.37	170.14	0.000000	0.00	0.000
2	-0.10	100	51	15.71	1000.00	29.37	175.61	0.000000	0.00	0.000
3	-0.20	100	51	15.71	1000.00	29.38	181.22	0.000000	0.00	0.000





n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
21	-0.50	100	50	10.05	1000.00	-17.98	-146.99	0.000000	0.00	0.000
22	-0.40	100	51	10.05	1000.00	-20.00	-147.49	0.000000	0.00	0.000
23	-0.30	100	52	10.05	1000.00	-22.15	-153.17	0.000000	0.00	0.000
24	-0.20	100	53	10.05	1000.00	-24.43	-158.95	0.000000	0.00	0.000
25	-0.10	100	54	10.05	1000.00	-26.83	-164.84	0.000000	0.00	0.000
26	0.00	100	55	10.05	1000.00	-29.37	-170.84	0.000000	0.00	0.000
27	0.00	100	55	10.05	1000.00	-29.37	-170.84	0.000000	0.00	0.000

Piastra fondazione

Combinazione n° 9 - SLEF

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	100	140	12.06	1000.00	0.58	1092.37	0.000000	0.00	0.000
2-1-P	100	140	10.05	1000.00	7.98	1080.63	0.000000	0.00	0.000
5-1-P	97	140	10.05	965.00	-4.09	1044.86	0.000000	0.00	0.000
6-1-P	97	140	10.05	965.00	-0.23	1044.86	0.000000	0.00	0.000
7-1-P	97	140	10.05	965.00	-0.27	1044.86	0.000000	0.00	0.000
8-1-P	96	140	10.05	965.00	-0.33	1044.86	0.000000	0.00	0.000
9-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.30	1286.12	0.000000	0.00	0.000
10-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.25	1286.12	0.000000	0.00	0.000
11-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.32	1286.12	0.000000	0.00	0.000
12-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.37	1286.12	0.000000	0.00	0.000
13-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
14-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
15-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
16-1-S	100	140	49.76	1000.00	0.39	1312.54	0.000000	0.00	0.000
17-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
18-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
19-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
20-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.37	1286.12	0.000000	0.00	0.000
21-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.32	1286.12	0.000000	0.00	0.000
22-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.25	1286.12	0.000000	0.00	0.000
23-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.30	1286.12	0.000000	0.00	0.000

**Combinazioni SLEQ**

Paramento

Combinazione n° 10 - SLEQ

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	50	15.71	1000.00	29.37	170.14	0.000000	0.00	0.000
2	-0.10	100	51	15.71	1000.00	29.37	175.61	0.000000	0.00	0.000
3	-0.20	100	51	15.71	1000.00	29.38	181.22	0.000000	0.00	0.000
4	-0.30	100	52	15.71	1000.00	29.41	186.97	0.000000	0.00	0.000
5	-0.40	100	53	15.71	1000.00	29.45	192.87	0.000000	0.00	0.000





n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
23	-0.30	100	52	10.05	1000.00	-22.15	-153.17	0.000000	0.00	0.000
24	-0.20	100	53	10.05	1000.00	-24.43	-158.95	0.000000	0.00	0.000
25	-0.10	100	54	10.05	1000.00	-26.83	-164.84	0.000000	0.00	0.000
26	0.00	100	55	10.05	1000.00	-29.37	-170.84	0.000000	0.00	0.000
27	0.00	100	55	10.05	1000.00	-29.37	-170.84	0.000000	0.00	0.000


Piastra fondazione

Combinazione n° 10 - SLEQ

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	100	140	12.06	1000.00	0.58	1092.37	0.000000	0.00	0.000
2-1-P	100	140	10.05	1000.00	7.98	1080.63	0.000000	0.00	0.000
5-1-P	97	140	10.05	965.00	-4.09	1044.86	0.000000	0.00	0.000
6-1-P	97	140	10.05	965.00	-0.23	1044.86	0.000000	0.00	0.000
7-1-P	97	140	10.05	965.00	-0.27	1044.86	0.000000	0.00	0.000
8-1-P	96	140	10.05	965.00	-0.33	1044.86	0.000000	0.00	0.000
9-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.30	1286.12	0.000000	0.00	0.000
10-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.25	1286.12	0.000000	0.00	0.000
11-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.32	1286.12	0.000000	0.00	0.000
12-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.37	1286.12	0.000000	0.00	0.000
13-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
14-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
15-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
16-1-S	100	140	49.76	1000.00	0.39	1312.54	0.000000	0.00	0.000
17-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
18-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
19-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.39	1286.12	0.000000	0.00	0.000
20-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.37	1286.12	0.000000	0.00	0.000
21-1-S	100	140	45.24	1000.00	-0.32	1286.12	0.000000	0.00	0.000
22-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.25	1286.12	0.000000	0.00	0.000
23-1-S	100	140	45.24	1000.00	0.30	1286.12	0.000000	0.00	0.000



CA349 - SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 1° lotto (dal km 193 al km 199)		
CA349	<i>Viadotto VI02 – Relazione di Calcolo Muro su Micropali</i>	

## **12 ALLEGATO 2 – VERIFICA GEOTECNICA MICROPALI DI FONDAZIONE**



