

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA897**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

	Dott. Ing. N. Granieri	Dott. Ing. M. Abram
	Dott. Ing. F. Durastanti	Dott. Ing. F. Pambianco
	Dott. Ing. V. Truffini	Dott. Ing. M. Briganti Botta
	Dott. Arch. A. Bracchini	Dott. Ing. L. Gagliardini
	Dott. Ing. L. Nani	Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:

	Dott. Ing. G. Guiducci	Dott. Ing. G. Lucibello
	Dott. Ing. A. Signorelli	Dott. Arch. G. Guastella
	Dott. Ing. E. Moscatelli	Dott. Geol. M. Leonardi
	Dott. Ing. A. Bela	Dott. Ing. G. Parente
	Dott. Arch. E. A. E. Crimi	Dott. Ing. L. Ragnacci
	Dott. Ing. M. Panfili	Dott. Arch. A. Strati
	Dott. Arch. P. Ghirelli	Archeol. M. G. Liseno
	Dott. Ing. D. Caracci	Dott. Ing. F. Aloe
	Dott. Ing. S. Sacconi	Dott. Ing. A. Salvemini
	Dott. Ing. V. Rotisciani	Dott. Ing. G. Verini Supplizi
	Dott. Ing. G. Pulli	Dott. Ing. V. Piunno
	Dott. Ing. F. Macchioni	Geom. C. Sugaroni
	Dott. Ing. P. Agnello	

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



OPERE D'ARTE MINORI
TOMBINO SCATOLARE 2X2 AL KM 4+790
Relazione di calcolo opere provvisionali

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

L**O****4****0****8****Z** **E** **2****1****0****1**

NOME FILE

T04TM07STRRE02B

CODICE ELAB.

T**0****4****T****M****0****7****S****T****R****R****E****0****2**

REVISIONE

B

SCALA:

Varie

B	Revisione a seguito istruttoria Anas	Settembre 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani	N. Granieri
----------	--------------------------------------	----------------	--------------	---------------	-------------

A	Emissione	Giugno 2021	F. Macchioni	V. Rotisciani	N. Granieri
----------	-----------	-------------	--------------	---------------	-------------

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
------	-------------	------	---------	------------	-----------

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO	5
3.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO.....	5
4	MATERIALI	6
4.1	CALCESTRUZZO	6
4.1.1	Scelta della classe di esposizione.....	7
4.1.2	Copriferrì.....	7
4.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	8
4.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA	8
5	GEOMETRIA DELL'OPERA	10
6	ANALISI DEI CARICHI	11
6.1	SPINTA STATICA DELLE TERRE.....	11
6.2	SPINTA STATICA DELL'ACQUA.....	12
6.3	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE	12
6.4	AZIONE SISMICA	12
7	COMBINAZIONI DI CARICO	13
8	ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO	15
8.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	15
8.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI	15
9	RISULTATI DELL'ANALISI	16
9.1	RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO.....	17
9.2	TABULATI DI CALCOLO E VERIFICA	20
10	VERIFICHE STRUTTURALI	31

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

10.1 VERIFICHE SLU	31
10.2 VERIFICHE SLE	32
10.3 VERIFICHE TIRANTI.....	33
10.3.1 Verifica sfilamento	33
10.3.2 Verifica di resistenza	35
10.3.3 Travi di ripartizione	36
11 VERIFICHE GEOTECNICHE	37
12 STABILITA' FRONTI DI SCAVO	38
12.1 STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI	38
12.2 CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA'	39
12.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI	40
12.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'	41
12.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate	41

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono presentati i calcoli di verifica strutturale delle opere provvisoriali del tombino scatolare di sezione 2.50x2.00 m denominato TM07, ubicato alla progressiva km 4+790.04, da realizzarsi nell'ambito della progettazione esecutiva relativa al LOTTO 4 del "Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 di "Chiaromonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della "Ragusana".

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le normative rilevanti per la redazione del progetto sono le normative elencate nel seguito:

- D.M del 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Circ. 02/02/2009 n. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle « Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO

La campagna di indagini effettuata ha permesso il riconoscimento dei litotipi, la successione stratigrafica e la caratterizzazione meccanica dei terreni lungo tutto lo sviluppo del tracciato di progetto. I risultati di dette indagini sono descritti nella relazione geotecnica alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

3.1 STRATIGRAFIE DI CALCOLO

Facendo riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica, nella tabella che segue sono riportati i valori dei parametri meccanici degli strati interessati dal calcolo delle strutture in esame:

Litotipo	Unità geotecnica	γ'	c'	ϕ'	c_u	E'
		[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[KPa]	[MPa]
Rilevato stradale esistente	R	18	0	35	-	-
Alluvioni (grana grossa)	a_gross	19-21	0	38-42	-	40
Argille	Qa	17-19	10-20	20-25	150	20-60
materiale lapideo (basalto)	Pvl-R2	23-25	-	-	-	>700

La stratigrafia assunta nei calcoli è specificata di seguito, assumendo come quota 0.00 la quota del piano campagna attuale, tenendo conto che il tracciato stradale è tutto realizzato in rilevato:

Da 0.00 a -4.90 m	R	Rilevato stradale esistente
Da -4.90 m a -9.10 m	a_gross	Alluvioni (grana grossa)
Da -9.10 m a -14.30 m	Qa	Argille
Da -14.30 m a -	Pvl-R2	Materiale lapideo (basalto)

Dal punto di vista sismico il sottosuolo è individuato nella **categoria "B"**, come riportato nella Relazione geologica allegata al progetto esecutivo. Per quanto riguarda la falda idrica, il livello piezometrico non è stato intercettato nella zona in oggetto. Per l'andamento lungo il tracciato si faccia riferimento al "Profilo geotecnico". Per quanto riguarda il materiale con cui si effettua il riempimento a tergo delle opere, si assumono le seguenti caratteristiche:

Cod.	Descrizione	γ (KN/m ³)	c' (KPa)	ϕ' (deg)
R	Riempimento	18	0	35

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche dei terreni si faccia riferimento agli elaborati di carattere geotecnico (relazione geotecnica, profili geotecnici).

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo può essere preconfezionato in centrale di betonaggio o impastato in cantiere con inerti di caratteristiche meccaniche appropriate, granulometria e rapporto acqua-cemento controllati.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti e di prematuro inizio della presa al momento del getto.

I componenti dovranno soddisfare i seguenti requisiti normativi:

Leganti	-	L. 26/05/1965 n. 595
	-	Norme serie EN 197 armonizzata
Aggregati	-	UNI EN 12620 armonizzata
	-	UNI EN 13055-1 armonizzata
	-	UNI 8520-1 : 2005
	-	UNI 8520-2: 2005
Aggiunte	-	EN 450-1
	-	UNI EN 206-1 :2006
	-	UNI 11104:2004
Additivi	-	EN 934-2 armonizzata
Acqua di impasto	-	UNI EN 1008: 2003

Le miscele di calcestruzzo da utilizzare nel confezionamento degli elementi saranno progettate in funzione della resistenza caratteristica richiesta, della carpenteria, delle armature e del tipo di getto.

CALCESTRUZZO TIPO 2 (Micropali)

Classe di resistenza	C25/30 ($R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$)
Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	XC2
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua – cemento (a/c)	0.60
Contenuto minimo di cemento	300 kg/m ³
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80 \text{ N/mm}^2$
Fattore parz. di sicurezza resistenza	$\gamma_c = 1.5$
Coeff. Riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.20 \text{ N/mm}^2$

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Modulo di elasticità	$E_{cm} = 22000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{-0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
Copriferro di calcolo (cordolo di coronamento)	4 cm

Calcestruzzo magro per fondazione:

Si prevede un calcestruzzo di classe C 12/15.

4.1.1 Scelta della classe di esposizione

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si precisa che le strutture dell'opera provvisoria risultano completamente ed in contatto con acqua per lungo tempo e possono essere equiparate a fondazioni. Il calcestruzzo in questione, inoltre, non sarà soggetto ad attacco chimico visto che le opere sono a carattere provvisoria.

Pertanto si impiega sia per le strutture di fondazione che in elevazione **la Classe di Esposizione XC2** - Calcestruzzo a contatto con acqua per molto tempo. Calcestruzzo di molte fondazioni.

4.1.2 Copriferrì

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti) o monodimensionale (travi, pilastri).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

C _{min}	C _o	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 ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	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

Per le strutture in esame sono previsti i seguenti valori di copriferro:

CORDOLO DI CORONAMENTO

Ambiente ordinario – altri elementi - C_{min} < C < C_o

copriferro minimo: 25+10 mm = **35 mm**

Si impiega pertanto un **copriferro netto per le strutture del cordolo di coronamento pari a 40 mm.**

4.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alle seguenti normative sull'acciaio: EN 10002/1° (marzo 1990)-UNI 564 (febbraio 1960)-UNI 6407 (marzo 1969).

CORDOLO DI CORONAMENTO

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
Coefficiente parziale di sicurezza:	$\phi_s = 1.15$
Tensione di snervamento di calcolo:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 14.01.08.

4.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA

TUBOLARE MICROPALI

Tipo di acciaio	S355 J0 S 355
Fattori parziali sicurezza	
Resistenza sezioni Classe 1-2-3-4:	$\gamma_{M0} = 1.05$
Resistenza instabilità membrature:	$\gamma_{M1} = 1.05$
Resistenza frattura sezioni tese (forate):	$\gamma_{M2} = 1.25$
Tensione di rottura caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)	$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento caratteristica ($t \leq 40 \text{ mm}$)	$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura caratteristica ($t > 40 \text{ mm}$)	$f_{tk} = 470 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento caratteristica ($t > 40 \text{ mm}$)	$f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$
bulloni	classe 8.8(UNI EN ISO 4016)
dadi	classe 8 (UNI EN ISO 4016)
saldature per spessori $\leq 30 \text{ mm}$	elettrodi E44 di classe 2,3,4;
saldature per spessori $> 30 \text{ mm}$	elettrodi E44 di classe 4B
saldature per strutture a temperature di eserc. $< a 0^\circ \text{ C}$	elettrodi di classe 4B

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte dalla normativa.

Per i valori nominali delle proprietà del materiale possono utilizzarsi i seguenti valori:

Modulo elastico:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0,3$
Modulo di elasticità trasversale:	$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 80769 \text{ N/mm}^2$

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Coefficiente d'espansione termica lineare

per C°-1 (per T fino a 100°):

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$$

Densità materiale:

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

5 GEOMETRIA DELL'OPERA

Nei successivi paragrafi sono riportate le analisi e le verifiche statiche della paratia di micropali provvisoriali, da realizzare a protezione della sede stradale esistente per l'esecuzione degli scavi dei tombini idraulici.

La paratia è costituita da pali di diametro $D=300$ mm, di lunghezza pari a 15 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 193.7 \times 12.5$, ad interasse 0.40 m, con trave di coronamento 60x80 cm.

Vista l'altezza di scavo e la necessità di limitare gli spostamenti in testa e lungo la parete, si prevede l'inserimento di n. 1 ordine di tiranti a 3 trefoli, con bulbi realizzati mediante iniezioni multiple ripetute (tecnologia IRS) utilizzando una tubazione a manchettes, di lunghezza totale pari a 16.00 m (10.00 m lunghezza libera e 6.00 m lunghezza bulbo) con diametro della perforazione $\phi 160$, posti ad interasse di 3.60 m.

Per ulteriori dettagli si vedano gli elaborati grafici di progetto.

6 ANALISI DEI CARICHI

I valori dei carichi sono riepilogati di seguito.

Il peso proprio della struttura è calcolato in base alla geometria degli elementi strutturali e al peso specifico assunto per i materiali:

$$\gamma_{cls}=25.0 \quad \text{kN/m}^3$$

6.1 SPINTA STATICA DELLE TERRE

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a e il coefficiente di spinta passiva K_p .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (\text{OCR})^m$$

dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($\text{OCR}=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

$$K_a = \tan^2(45 - \phi'/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi'/2)$$

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Lancellotta.

Formulazione di Coulomb per k_a

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi') \cdot \text{sen}(\phi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

dove:

ϕ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione drenata del terreno.

Formulazione di Lancellotta per k_p

$$K_p = \left[\frac{\cos \delta}{1 - \sin \Phi'} (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \Phi' - \sin^2 \delta}) \right] e^{2\theta \tan \Phi'}$$

dove:

$$2\theta = \sin^{-1} \left(\frac{\sin \delta}{\sin \Phi'} \right) + \delta$$

6.2 SPINTA STATICA DELL'ACQUA

La spinta dell'acqua è proporzionale alla profondità a partire dalla quota di falda. In accordo con i profili geotecnici dell'area in oggetto, il livello di falda risulta inferiore al limite investigato, pertanto si può considerare trascurabile ai fini della paratia in oggetto.

6.3 SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Si considera un sovraccarico accidentale pari a 20 kPa per tenere conto della circolazione dei veicoli sul piazzale adiacente alla paratia.

6.4 AZIONE SISMICA

Le strutture oggetto della presente relazione di calcolo sono opere provvisionali, che restano in esercizio per una durata inferiore a 2 anni, quindi come previsto al §2.4.1 delle NTC2008 l'azione sismica è stata trascurata.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche di resistenza allo stato limite ultimo sono state effettuate considerando le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R1

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008 e riportate nelle tabelle seguenti.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 5: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab.6.2.I NTC2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{tk}	γ_{ct}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II NTC2008)

Nelle verifiche per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e in particolare dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi è stata condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali M2 e le azioni sono amplificate tramite i coefficienti parziali A2.

Nelle verifiche strutturali delle paratie (STR) si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali. Le analisi sono condotte in accordo sia con la Combinazione 1 (A1+M1+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari e le azioni sono amplificate mediante i coefficienti parziali A, che con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), in cui i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali M2 e le azioni sono amplificate tramite i coefficienti parziali A2.

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Per gli spostamenti si considera, inoltre, la combinazione SLE (rara, frequente e quasi permanente), in cui tutti i fattori parziali di sicurezza sono unitari (azioni e resistenze caratteristiche).

Le combinazioni di carico impiegate nelle analisi sono riepilogate di seguito.

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su S_u (F_Su)	Parziale su q_u (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

8 ANALISI SVOLTE CON CODICI DI CALCOLO

8.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

L'analisi stato tenso-deformativo e le verifiche strutturali della paratia sono state eseguite mediante il software di calcolo PARATIEPLUS, programma non lineare agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili.

Si è considerato un comportamento piano nelle deformazioni, analizzando una striscia di parete di larghezza unitaria.

Nelle modellazioni è implementata la seguente successione di step:

Stage 1: Condizione Geostatica, in cui viene definita la palificata ed i carichi superficiali.

Stage 2-3: Scavo per il raggiungimento del fondo scavo provvisorio e realizzazione del tirante del primo ordine di tiranti.

Stage 4: Scavo per il raggiungimento del fondo scavo definitivo.

Si riporta di seguito il modello di calcolo adottato per la paratia analizzata.

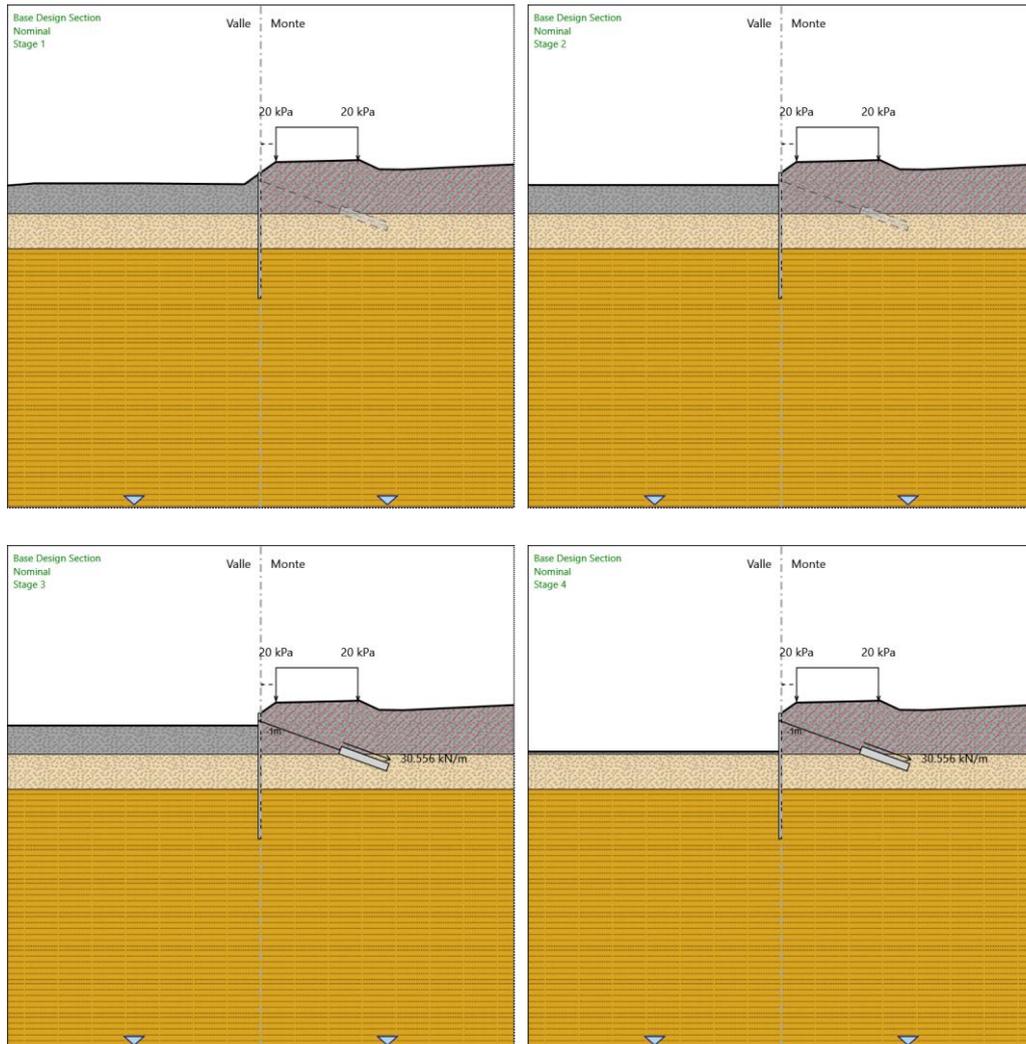
8.2 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

L'analisi preliminare della documentazione a corredo del software impiegato ha consentito di accertarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in oggetto.

Il produttore del software fornisce, infatti, un'esauriente documentazione, atta a testimoniare la validità, all'interno della quale sono descritte le basi teoriche e gli algoritmi impiegati, campi di impiego ed esempi risolti.

9 RISULTATI DELL'ANALISI

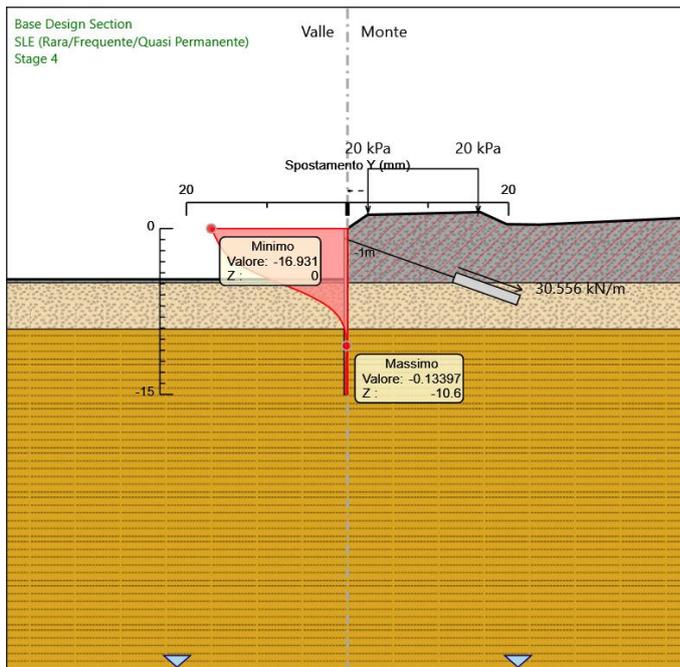
Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare. Di seguito la rappresentazione grafica del modello di calcolo adottato nelle due fasi di verifica:



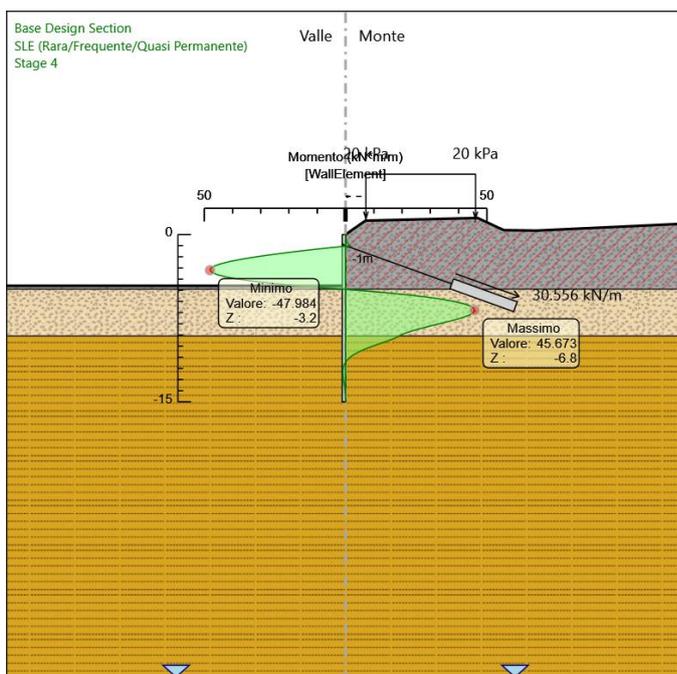
9.1 RAPPRESENTAZIONE GRAFICA MODELLO

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare.

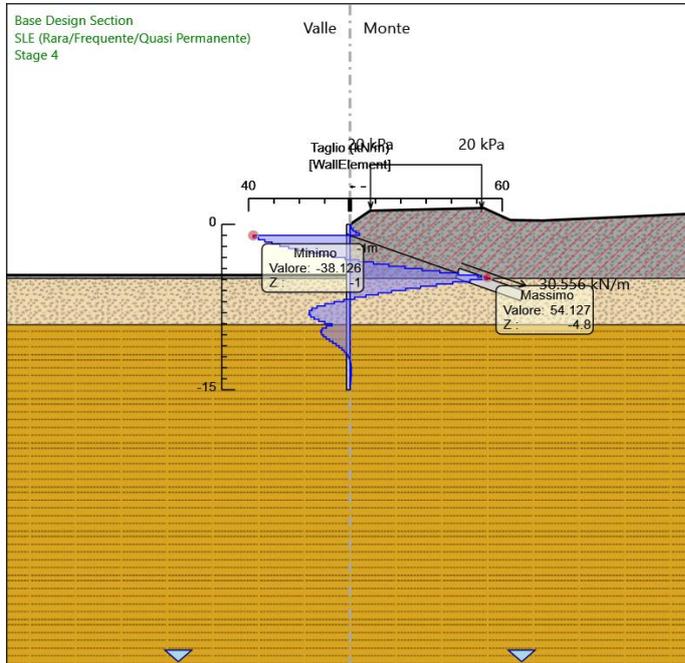
Comb: SLE Spostamenti



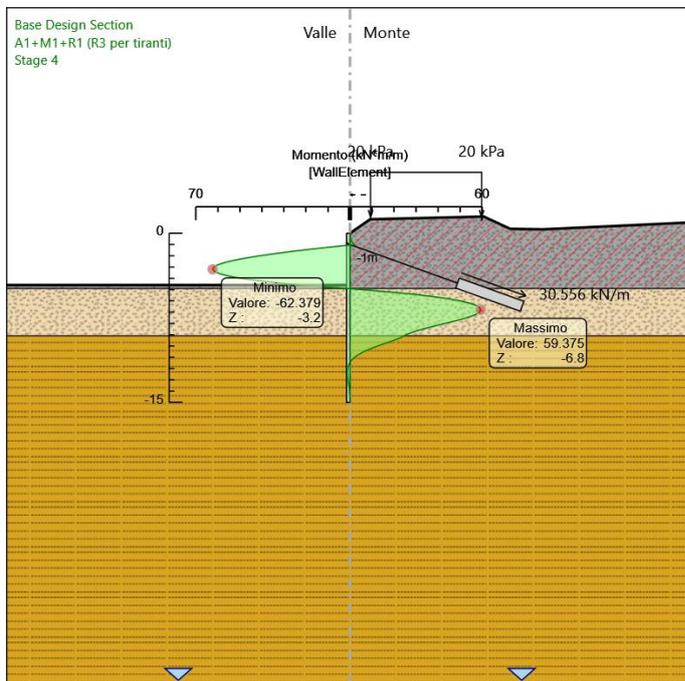
Comb: SLE Momento



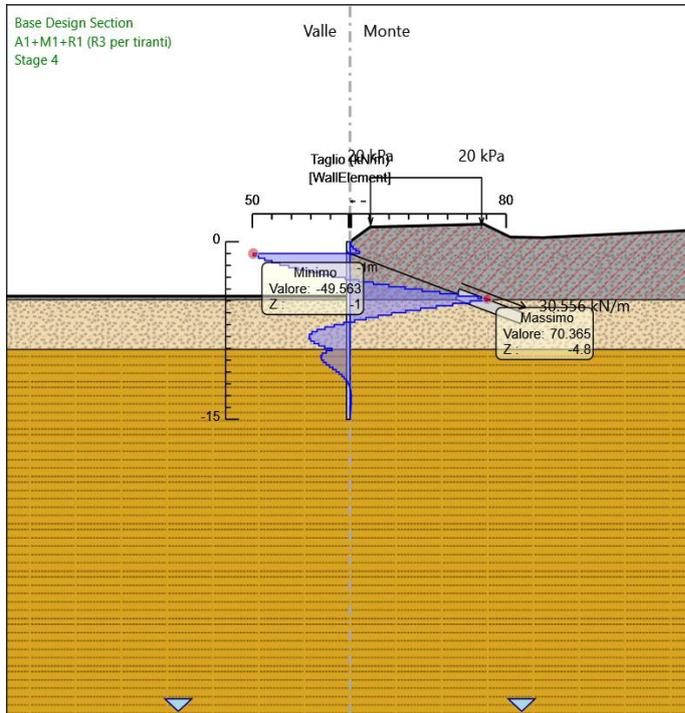
Comb: SLE Taglio



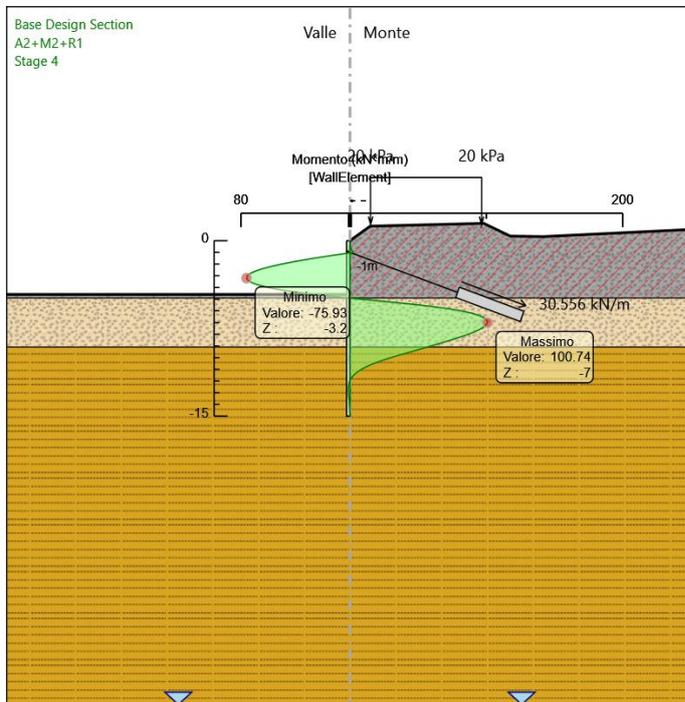
Comb: A1+M1+R1 Momento



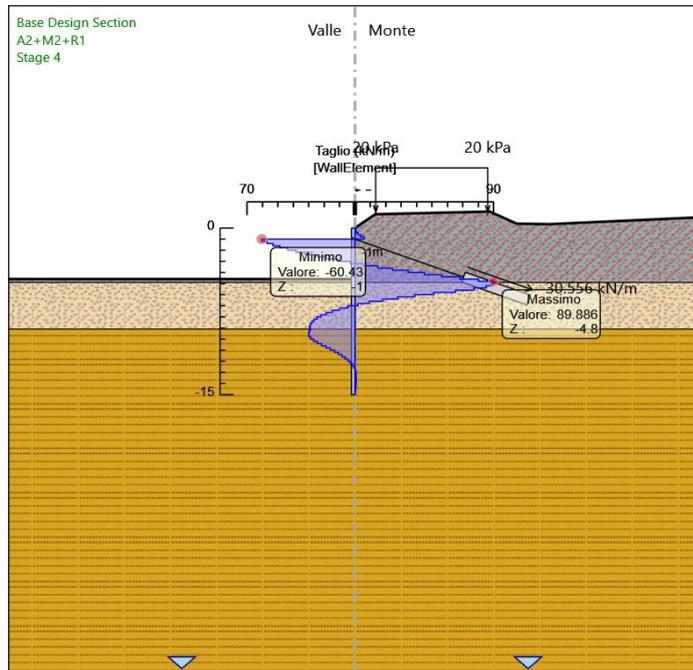
Comb: A1+M1+R1 Taglio



Comb: A2+M2+R1 Momento



Comb: A2+M2+R1 Taglio



9.2 TABULATI DI CALCOLO E VERIFICA

2. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-1.55)
(-26.92;-1.3)
(-14.15;-1.3)
(-1.93;-1.4)
(0;0)
(1.76;1.24)
(11.69;1.47)
(14;0.39)
(16.88;0.35)
(30;0.97)
(30;-40)
(-30;-40)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

(-30;-4.9)
(-25;-4.9)
(25;-4.9)
(30;-4.9)
(30;-40)
(-30;-40)

OCR : 1

Tipo : POLYLINE

Punti

(-30;-9.1)
(30;-9.1)
(30;-40)
(-30;-40)

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	c'	Modulo Elastico	Evc	Eur
		kN/m ³	kN/m ³	°	kPa		kPa	kPa
1	R	18	18	35	0	Constant	30000	40000
2	a_gross	19	21	40	0	Constant	30000	40000
3	Qa	19	17	26	15	Constant	30000	20000

3. Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : pali 300

Area equivalente : 0.0416097519044999 m

Inerzia equivalente : 0.0002 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.3 m

Efficacia : 1

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS193.7*12.5

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

Spessore : 0.0125 m

Diametro : 0.1937 m

4. Fasi di Calcolo

4.1. Stage 1

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;-1.55)

(-26.9;-1.3)

(-14.15;-1.3)

(-1.93;-1.4)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.76;1.24)

(11.69;1.48)

(14;0.39)

(16.88;0.35)

(30;0.97)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -40 m

Falda di destra : -40 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 1.8 m

X finale : 11.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

4.2. Stage 2

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)
-1.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)
(0;0)
(1.76;1.24)
(11.69;1.48)
(14;0.39)
(16.88;0.35)
(30;0.97)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -40 m

Falda di destra : -40 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 1.8 m

X finale : 11.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

4.2. Stage 3

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)
-1.5 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)
(0;0)
(1.76;1.24)
(11.69;1.48)
(14;0.39)
(16.88;0.35)

(30;0.97)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -40 m

Falda di destra : -40 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 1.8 m

X finale : 11.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : pali 300

4.2. Stage 4

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-4.6 m

Linea di scavo di destra (Irregolare)

(0;0)

(1.76;1.24)

(11.69;1.48)

(14;0.39)

(16.88;0.35)

(30;0.97)

Falda acquifera

Falda di sinistra : -40 m

Falda di destra : -40 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

X iniziale : 1.8 m
X finale : 11.5 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15 m
Sezione : pali 300

5.1. Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

5.1.5. Tabella Spostamento SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: Stage 2

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento orizzontale (mm)
Stage 2	0	-56.01
Stage 2	-0.2	-54.46
Stage 2	-0.4	-52.91
Stage 2	-0.6	-51.35
Stage 2	-0.8	-49.8
Stage 2	-1	-48.25
Stage 2	-1.2	-46.7
Stage 2	-1.4	-45.14
Stage 2	-1.6	-43.58
Stage 2	-1.8	-42.01
Stage 2	-2	-40.43
Stage 2	-2.2	-38.83
Stage 2	-2.4	-37.22
Stage 2	-2.6	-35.58
Stage 2	-2.8	-33.93
Stage 2	-3	-32.27
Stage 2	-3.2	-30.58
Stage 2	-3.4	-28.89
Stage 2	-3.6	-27.18
Stage 2	-3.8	-25.46
Stage 2	-4	-23.75
Stage 2	-4.2	-22.04
Stage 2	-4.4	-20.35
Stage 2	-4.6	-18.68
Stage 2	-4.8	-17.04
Stage 2	-5	-15.45
Stage 2	-5.2	-13.91
Stage 2	-5.4	-12.45
Stage 2	-5.6	-11.06
Stage 2	-5.8	-9.75
Stage 2	-6	-8.53
Stage 2	-6.2	-7.41
Stage 2	-6.4	-6.38
Stage 2	-6.6	-5.45
Stage 2	-6.8	-4.6
Stage 2	-7	-3.85
Stage 2	-7.2	-3.19

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento orizzontale (mm)
Stage 2	-7.4	-2.62
Stage 2	-7.6	-2.12
Stage 2	-7.8	-1.69
Stage 2	-8	-1.34
Stage 2	-8.2	-1.04
Stage 2	-8.4	-0.8
Stage 2	-8.6	-0.6
Stage 2	-8.8	-0.45
Stage 2	-9	-0.33
Stage 2	-9.2	-0.25
Stage 2	-9.4	-0.18
Stage 2	-9.6	-0.14
Stage 2	-9.8	-0.12
Stage 2	-10	-0.11
Stage 2	-10.2	-0.11
Stage 2	-10.4	-0.12
Stage 2	-10.6	-0.13
Stage 2	-10.8	-0.14
Stage 2	-11	-0.16
Stage 2	-11.2	-0.17
Stage 2	-11.4	-0.19
Stage 2	-11.6	-0.2
Stage 2	-11.8	-0.21
Stage 2	-12	-0.22
Stage 2	-12.2	-0.23
Stage 2	-12.4	-0.24
Stage 2	-12.6	-0.24
Stage 2	-12.8	-0.25
Stage 2	-13	-0.25
Stage 2	-13.2	-0.25
Stage 2	-13.4	-0.25
Stage 2	-13.6	-0.25
Stage 2	-13.8	-0.25
Stage 2	-14	-0.25
Stage 2	-14.2	-0.25
Stage 2	-14.4	-0.25
Stage 2	-14.6	-0.25
Stage 2	-14.8	-0.25
Stage 2	-15	-0.25

5.1.7. Tabella Risultati Paratia SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: Stage 2

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0.05
Stage 2	-0.2	0.01	0.05
Stage 2	-0.4	0.1	0.47
Stage 2	-0.6	0.35	1.22
Stage 2	-0.8	0.81	2.3
Stage 2	-1	1.55	3.71
Stage 2	-1.2	2.64	5.46
Stage 2	-1.4	4.15	7.56
Stage 2	-1.6	6.15	10.01
Stage 2	-1.8	8.72	12.81
Stage 2	-2	11.9	15.94
Stage 2	-2.2	10.04	-9.31
Stage 2	-2.4	8.94	-5.52
Stage 2	-2.6	8.66	-1.39
Stage 2	-2.8	9.27	3.06

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	-3	10.84	7.84
Stage 2	-3.2	13.43	12.93
Stage 2	-3.4	17.1	18.35
Stage 2	-3.6	21.92	24.09
Stage 2	-3.8	27.95	30.15
Stage 2	-4	35.25	36.54
Stage 2	-4.2	43.9	43.25
Stage 2	-4.4	53.96	50.27
Stage 2	-4.6	65.48	57.6
Stage 2	-4.8	78.53	65.25
Stage 2	-5	92.32	68.98
Stage 2	-5.2	104.77	62.23
Stage 2	-5.4	114.64	49.34
Stage 2	-5.6	121.88	36.24
Stage 2	-5.8	126.76	24.4
Stage 2	-6	129.51	13.72
Stage 2	-6.2	130.34	4.14
Stage 2	-6.4	129.45	-4.46
Stage 2	-6.6	127.01	-12.16
Stage 2	-6.8	123.2	-19.07
Stage 2	-7	118.14	-25.29
Stage 2	-7.2	111.97	-30.86
Stage 2	-7.4	104.83	-35.71
Stage 2	-7.6	96.84	-39.96
Stage 2	-7.8	88.12	-43.6
Stage 2	-8	79.04	-45.38
Stage 2	-8.2	69.92	-45.62
Stage 2	-8.4	61	-44.61
Stage 2	-8.6	52.48	-42.58
Stage 2	-8.8	44.52	-39.78
Stage 2	-9	37.25	-36.37
Stage 2	-9.2	30.74	-32.52
Stage 2	-9.4	24.67	-30.36
Stage 2	-9.6	19.18	-27.48
Stage 2	-9.8	14.33	-24.22
Stage 2	-10	10.19	-20.73
Stage 2	-10.2	6.74	-17.23
Stage 2	-10.4	3.96	-13.9
Stage 2	-10.6	1.8	-10.85
Stage 2	-10.8	0.17	-8.15
Stage 2	-11	-1	-5.83
Stage 2	-11.2	-1.78	-3.9
Stage 2	-11.4	-2.25	-2.33
Stage 2	-11.6	-2.47	-1.1
Stage 2	-11.8	-2.5	-0.17
Stage 2	-12	-2.4	0.49
Stage 2	-12.2	-2.21	0.94
Stage 2	-12.4	-1.97	1.22
Stage 2	-12.6	-1.7	1.35
Stage 2	-12.8	-1.42	1.38
Stage 2	-13	-1.16	1.33
Stage 2	-13.2	-0.91	1.22
Stage 2	-13.4	-0.7	1.09
Stage 2	-13.6	-0.51	0.93
Stage 2	-13.8	-0.35	0.77
Stage 2	-14	-0.23	0.61
Stage 2	-14.2	-0.14	0.47
Stage 2	-14.4	-0.07	0.33
Stage 2	-14.6	-0.03	0.21

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	-14.8	-0.01	0.11
Stage 2	-15	0	0.03

5.2. Risultati A1+M1+R1

5.2.3. Tabella Risultati Paratia A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: Stage 2

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0.06
Stage 2	-0.2	0.01	0.06
Stage 2	-0.4	0.13	0.61
Stage 2	-0.6	0.45	1.58
Stage 2	-0.8	1.05	2.99
Stage 2	-1	2.01	4.82
Stage 2	-1.2	3.43	7.1
Stage 2	-1.4	5.4	9.83
Stage 2	-1.6	8	13.02
Stage 2	-1.8	11.33	16.65
Stage 2	-2	15.47	20.72
Stage 2	-2.2	13.05	-12.11
Stage 2	-2.4	11.62	-7.17
Stage 2	-2.6	11.26	-1.81
Stage 2	-2.8	12.05	3.98
Stage 2	-3	14.09	10.19
Stage 2	-3.2	17.45	16.82
Stage 2	-3.4	22.23	23.86
Stage 2	-3.6	28.49	31.32
Stage 2	-3.8	36.33	39.2
Stage 2	-4	45.83	47.5
Stage 2	-4.2	57.07	56.22
Stage 2	-4.4	70.14	65.35
Stage 2	-4.6	85.12	74.88
Stage 2	-4.8	102.09	84.83
Stage 2	-5	120.02	89.67
Stage 2	-5.2	136.2	80.9
Stage 2	-5.4	149.03	64.14
Stage 2	-5.6	158.45	47.11
Stage 2	-5.8	164.79	31.71
Stage 2	-6	168.36	17.84
Stage 2	-6.2	169.44	5.38
Stage 2	-6.4	168.28	-5.79
Stage 2	-6.6	165.12	-15.81
Stage 2	-6.8	160.16	-24.79
Stage 2	-7	153.59	-32.87
Stage 2	-7.2	145.56	-40.12
Stage 2	-7.4	136.28	-46.42
Stage 2	-7.6	125.89	-51.95
Stage 2	-7.8	114.55	-56.68
Stage 2	-8	102.75	-58.99
Stage 2	-8.2	90.89	-59.31
Stage 2	-8.4	79.29	-57.99
Stage 2	-8.6	68.22	-55.36
Stage 2	-8.8	57.88	-51.71
Stage 2	-9	48.42	-47.28
Stage 2	-9.2	39.97	-42.28
Stage 2	-9.4	32.08	-39.46
Stage 2	-9.6	24.93	-35.72
Stage 2	-9.8	18.63	-31.49

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	-10	13.25	-26.94
Stage 2	-10.2	8.77	-22.39
Stage 2	-10.4	5.15	-18.06
Stage 2	-10.6	2.33	-14.1
Stage 2	-10.8	0.22	-10.59
Stage 2	-11	-1.3	-7.58
Stage 2	-11.2	-2.31	-5.06
Stage 2	-11.4	-2.92	-3.03
Stage 2	-11.6	-3.21	-1.43
Stage 2	-11.8	-3.25	-0.23
Stage 2	-12	-3.12	0.64
Stage 2	-12.2	-2.88	1.23
Stage 2	-12.4	-2.56	1.58
Stage 2	-12.6	-2.21	1.76
Stage 2	-12.8	-1.85	1.79
Stage 2	-13	-1.51	1.73
Stage 2	-13.2	-1.19	1.59
Stage 2	-13.4	-0.9	1.41
Stage 2	-13.6	-0.66	1.21
Stage 2	-13.8	-0.46	1
Stage 2	-14	-0.3	0.8
Stage 2	-14.2	-0.18	0.61
Stage 2	-14.4	-0.09	0.43
Stage 2	-14.6	-0.04	0.28
Stage 2	-14.8	-0.01	0.15
Stage 2	-15	0	0.04

5.3. Risultati A2+M2+R1

5.3.3. Tabella Risultati Paratia A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: Stage 2

Design Assumption: A2+M2+R1	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	0	0	0.07
Stage 2	-0.2	0.01	0.07
Stage 2	-0.4	0.16	0.75
Stage 2	-0.6	0.55	1.94
Stage 2	-0.8	1.28	3.66
Stage 2	-1	2.46	5.9
Stage 2	-1.2	4.2	8.69
Stage 2	-1.4	6.61	12.03
Stage 2	-1.6	9.79	15.93
Stage 2	-1.8	13.87	20.36
Stage 2	-2	18.93	25.34
Stage 2	-2.2	19.36	2.13
Stage 2	-2.4	20.99	8.16
Stage 2	-2.6	23.94	14.72
Stage 2	-2.8	28.29	21.79
Stage 2	-3	34.17	29.38
Stage 2	-3.2	41.66	37.48
Stage 2	-3.4	50.88	46.09
Stage 2	-3.6	61.92	55.21
Stage 2	-3.8	74.89	64.83
Stage 2	-4	89.89	74.98
Stage 2	-4.2	107.02	85.64
Stage 2	-4.4	126.37	96.79
Stage 2	-4.6	148.06	108.44
Stage 2	-4.8	172.18	120.59

Design Assumption: A2+M2+R1	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
Stage 2	-5	198.24	130.28
Stage 2	-5.2	224.21	129.88
Stage 2	-5.4	249.34	125.63
Stage 2	-5.6	272.85	117.53
Stage 2	-5.8	293.96	105.58
Stage 2	-6	311.92	89.77
Stage 2	-6.2	325.94	70.12
Stage 2	-6.4	335.26	46.62
Stage 2	-6.6	339.12	19.26
Stage 2	-6.8	338.2	-4.61
Stage 2	-7	333.19	-25.03
Stage 2	-7.2	324.73	-42.31
Stage 2	-7.4	313.37	-56.77
Stage 2	-7.6	299.63	-68.69
Stage 2	-7.8	283.96	-78.39
Stage 2	-8	266.73	-86.13
Stage 2	-8.2	248.29	-92.19
Stage 2	-8.4	228.93	-96.81
Stage 2	-8.6	208.88	-100.22
Stage 2	-8.8	188.42	-102.32
Stage 2	-9	167.76	-103.33
Stage 2	-9.2	147.23	-102.63
Stage 2	-9.4	126.65	-102.92
Stage 2	-9.6	106.72	-99.62
Stage 2	-9.8	87.97	-93.74
Stage 2	-10	70.84	-85.69
Stage 2	-10.2	55.61	-76.13
Stage 2	-10.4	42.43	-65.9
Stage 2	-10.6	31.28	-55.73
Stage 2	-10.8	22.08	-45.99
Stage 2	-11	14.69	-36.96
Stage 2	-11.2	8.92	-28.85
Stage 2	-11.4	4.56	-21.8
Stage 2	-11.6	1.39	-15.88
Stage 2	-11.8	-0.84	-11.14
Stage 2	-12	-2.36	-7.6
Stage 2	-12.2	-3.31	-4.75
Stage 2	-12.4	-3.81	-2.49
Stage 2	-12.6	-3.96	-0.76
Stage 2	-12.8	-3.85	0.57
Stage 2	-13	-3.54	1.53
Stage 2	-13.2	-3.11	2.15
Stage 2	-13.4	-2.62	2.45
Stage 2	-13.6	-2.13	2.45
Stage 2	-13.8	-1.66	2.37
Stage 2	-14	-1.22	2.22
Stage 2	-14.2	-0.82	1.98
Stage 2	-14.4	-0.48	1.67
Stage 2	-14.6	-0.23	1.29
Stage 2	-14.8	-0.06	0.83
Stage 2	-15	0	0.3

10 VERIFICHE STRUTTURALI

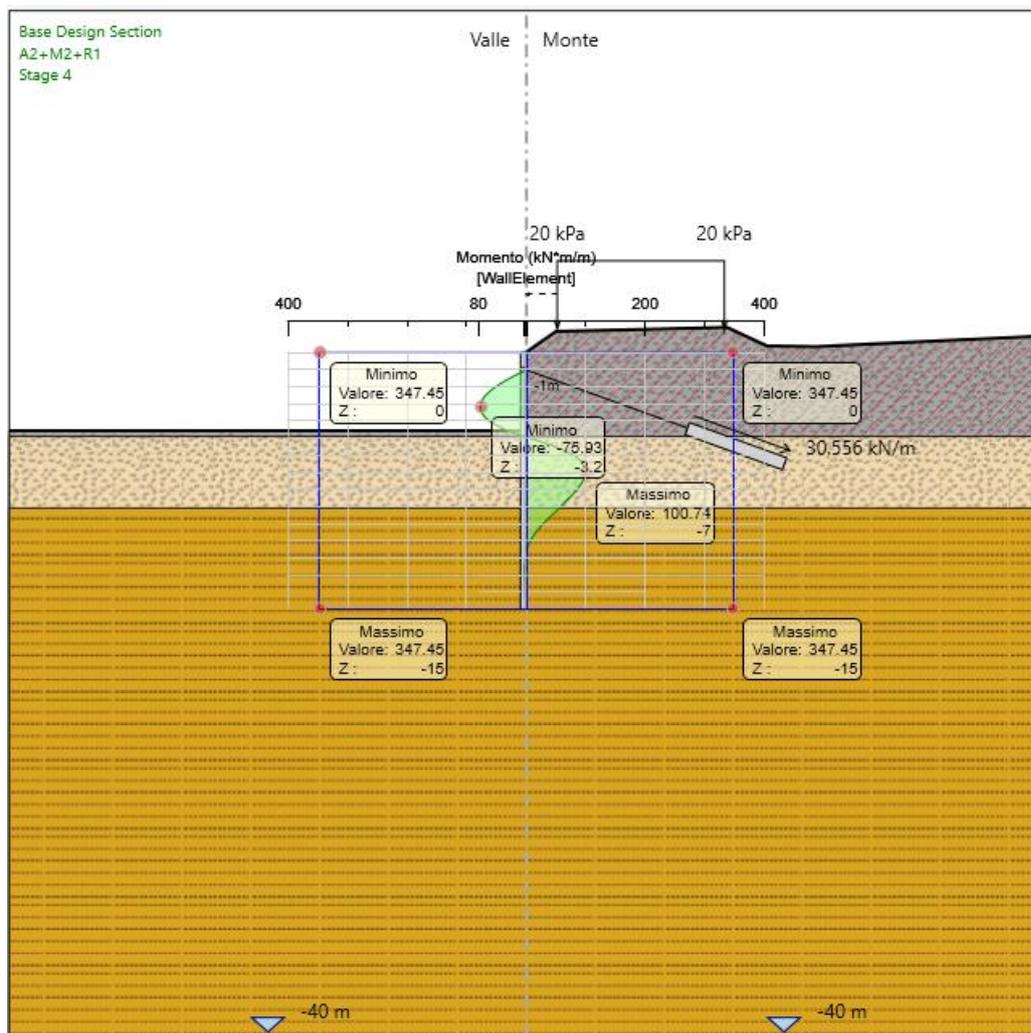
10.1 VERIFICHE SLU

I micropali, di diametro $D=300$, risultano armati con tubolare $\Phi 193.7$ spesso 12.5 mm.

Si riporta di seguito il confronto tra le sollecitazioni massime agenti, di momento flettente e taglio, e le capacità resistenti nell'involuppo allo SLU per entrambe le combinazioni considerate, per ciascuna paratia analizzata.

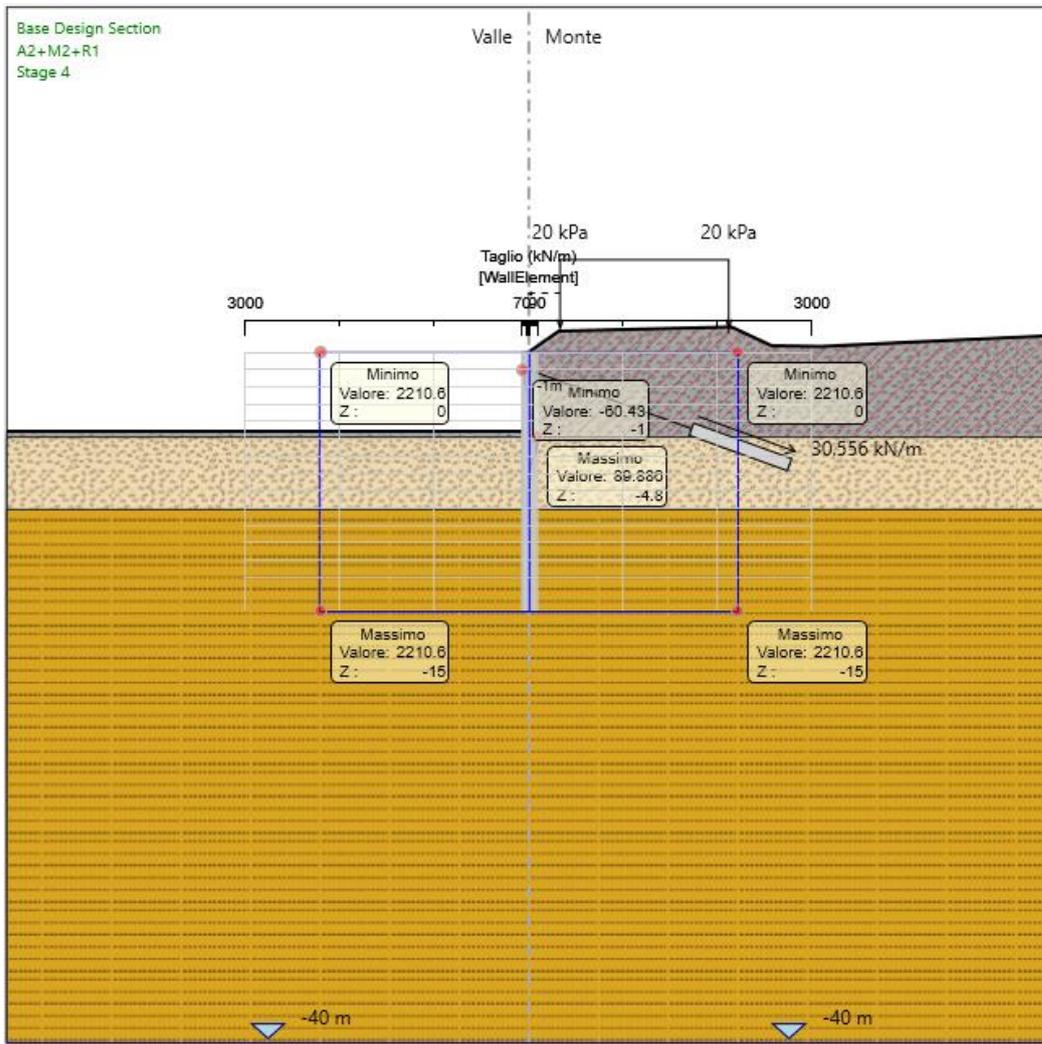
Il momento massimo sollecitante è pari a 100.74 kNm/m, mentre il momento resistente è pari a 347.45 kNm/m.

Essendo le sollecitazioni inferiori alle resistenze, le verifiche risultano soddisfatte.



TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

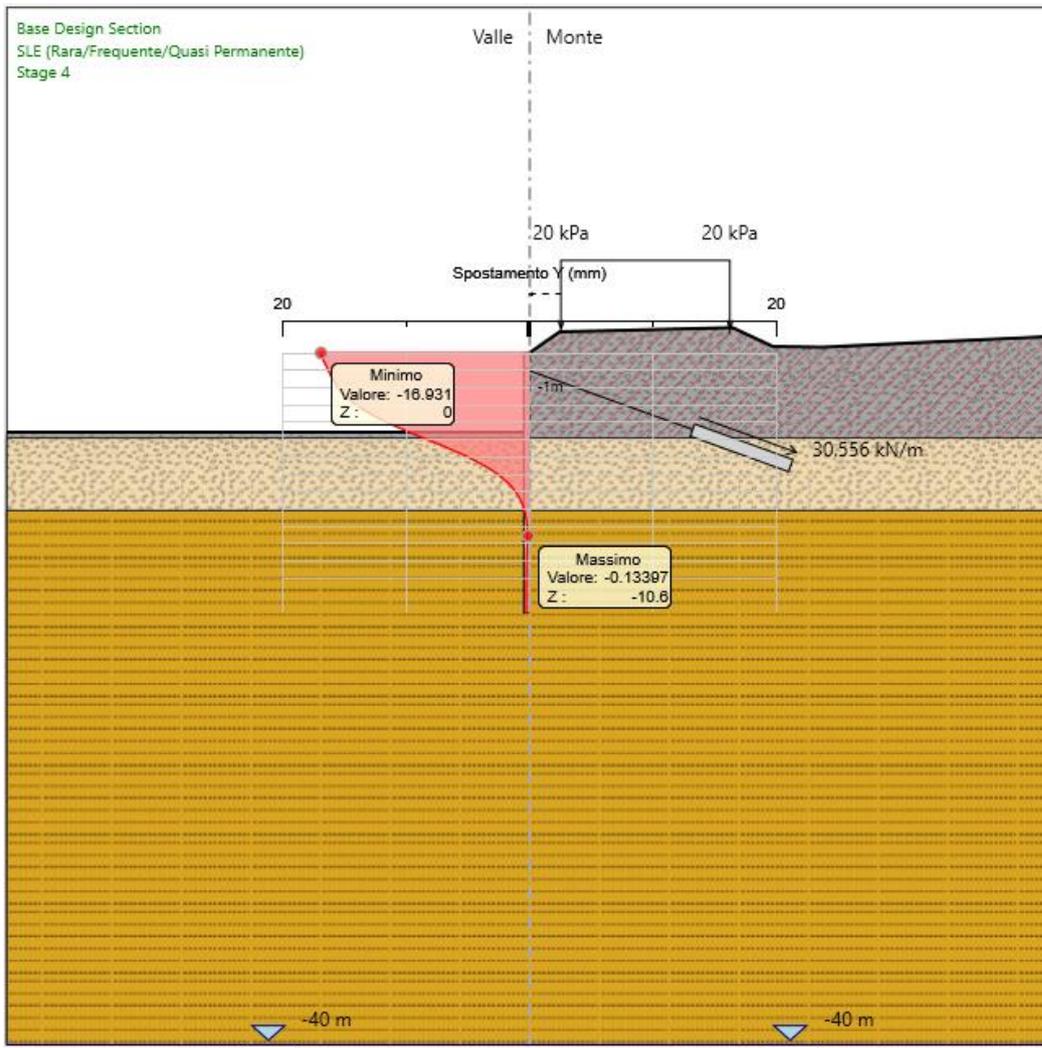
Il valore del taglio sollecitante è di 89.88 kN/m e il taglio resistente è di 2210.6 kN/m.



10.2 VERIFICHE SLE

Lo spostamento massimo che si registra, nella combinazione SLE, è pari a circa 74.00 mm, e risulta compatibile con la tipologia di opera.

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI



10.3 VERIFICHE TIRANTI

10.3.1 Verifica sfilamento

Il dimensionamento geotecnico ed in particolare la verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio è stata svolta confrontando la massima azione di progetto sviluppata in tutti gli stage di analisi, con la resistenza di progetto, in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 paragrafo 6.6.2.

La resistenza allo sfilamento T_{lim} è calcolata in base alla seguente relazione:

$$T_{lim} = \pi \Phi_{perf} \alpha L_{fond} \tau_{lim}$$

in cui:

- Φ_{perf} = diametro della perforazione, pari a 160 mm;
- α = coefficiente moltiplicativo per il calcolo del diametro del bulbo;
- L_{fond} = lunghezza di ancoraggio di progetto;

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

τ_{lim} = tensione limite allo sfilamento (dipendente dai terreni interessati).

La tensione limite τ_{lim} di progetto è stata calcolata nel rispetto delle NTC2018 (§ 6.6.2), considerando valori di aderenza limite associabili alle caratteristiche dei terreni attraversati dall'opera in esame.

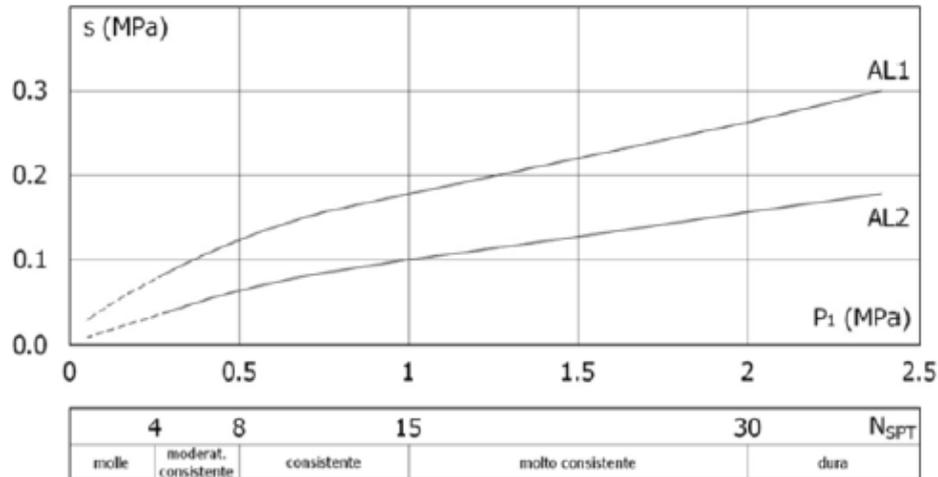


Figura 1 – Abaco per il calcolo della tensione limite per terreni a grana fine (AGI).

Il valore di aderenza limite assunto cautelativamente nelle verifiche geotecniche è pari a 70 kPa per le unità geotecniche interessate dalla presenza dei tiranti.

Il coefficiente α per la determinazione del diametro del bulbo nei terreni in esame è assunto pari a 1.4, considerando tiranti IRS, iniettati con iniezioni ripetute e selettive.

TERRENO	Valori di α	
	IRS	IGU
Ghiala	1.8	1.3 - 1.4
Ghiala sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argilla	1.8 - 2.0	1.2
Mame	1.8	1.1 - 1.2
Calcarl mamosi	1.8	1.1 - 1.2
Calcarl alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2
Rocclia alterata e/o fratturata	1.2	1.1

Figura 2 – Tabella per il calcolo di α .

I valori caratteristici delle resistenze sono stati quindi dedotte ricorrendo al fattore di correlazione ξ_3 funzione del numero di profili di indagine come esposto in tabella 6.6.III delle NTC2018. Il fattore ξ_3 utilizzato nelle verifiche geotecniche relative per tutte le opere è pari a 1.80.

Infine la resistenza unitaria di progetto R_{ad} , è ottenuta applicando alla resistenza caratteristica i coefficienti parziali γ_r riportati nella tabella 6.6.1 delle NTC 2018. In particolare per i tiranti provvisoriali in esame è assunto γ_r pari a 1.1. Si riportano di seguito i risultati delle verifiche.



Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
Tieback	Stage 3	143.02	228.48	405.16	0.626	0.353	✓
Tieback	Stage 4	217.11	228.48	405.16	0.95	0.536	✓

10.3.2 Verifica di resistenza

La verifica strutturale dell'ancoraggio allo SLV è stata effettuata controllando la resistenza a trazione del tratto libero costituito dai trefoli in acciaio armonico.

Nello specifico, il tiro di progetto deve risultare inferiore alla resistenza di progetto, calcolata come segue:

$$R_d = A_{\text{trefoli}} \times f_{p(1)k} / \gamma_r$$

Dove:

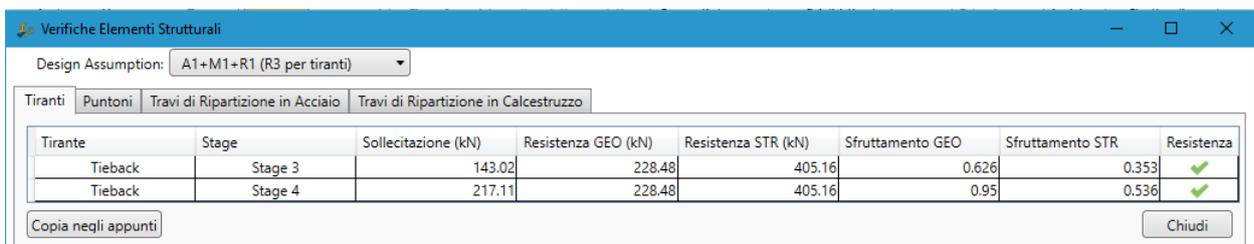
A_{trefoli} = area complessiva degli n trefoli aventi ognuno area trasversale di 139 mm²

$f_{p(1)k}$ = resistenza caratteristica allo 0.1% di deformazione (tensione di snervamento)

γ_r = fattore parziale di resistenza dell'acciaio pari a 1.15

La verifica suddetta è stata condotta considerando le azioni sollecitanti sul tirante ottenute dall'approccio A1+M1+R3.

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche.



Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza
Tieback	Stage 3	143.02	228.48	405.16	0.626	0.353	✓
Tieback	Stage 4	217.11	228.48	405.16	0.95	0.536	✓

10.3.3 Travi di ripartizione

La verifica delle travi di ripartizione in acciaio, costituite da profili IPE240, è stata effettuata considerando tutte le azioni sui tiranti di ogni ordine per tutte le fasi di calcolo.

Il comportamento globale delle travi è in schematizzabile come quello di trave semplicemente appoggiata in corrispondenza delle testate dei tiranti. Si considera quindi un carico uniformemente distribuito sulla trave che equilibra le reazioni dei tiranti ricavate dal programma di calcolo.

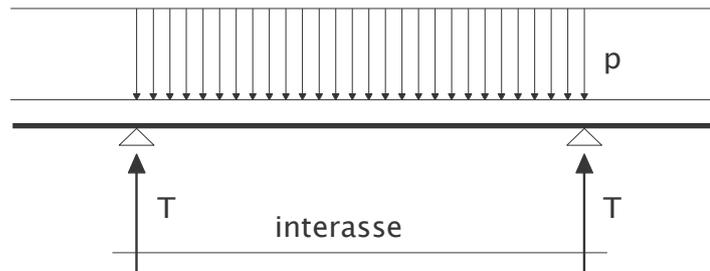


Figura 3: Modello di calcolo delle travi di ripartizione

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza della travedi ripartizione.

Verifiche Elementi Strutturali												
Design Assumption: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)												
Tiranti Puntoni Travi di Ripartizione in Acciaio Travi di Ripartizione in Calcestruzzo												
Trave di Ripartizione	Connessione	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità	
Default Waler	Tieback	IPE 240	S355	3.6	A1+M1+R1 (R3)	Stage 3	39.728	0	0.364	0.231	0	
Default Waler	Tieback	IPE 240	S355	3.6	A1+M1+R1 (R3)	Stage 4	60.309	0	0.553	0.351	0	

Copia negli appunti Chiudi

11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono svolte valutando il coefficiente di sicurezza in termini di rapporto di mobilitazione della spinta passiva, cioè come rapporto tra spinta passiva mobilitata al piede della paratia e la spinta passiva mobilitabile. La verifica è soddisfatta se tale rapporto è inferiore all'unità.

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva)= **0.12** D.A. A2+M2+R1 (Stage 1)

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva)= **0.30** D.A. A2+M2+R1 (Stage 2)

12 STABILITA' FRONTI DI SCAVO

E' stata eseguita la verifica di stabilità globale dei fronti di scavo per la realizzazione del tombino idraulico TM07.

I fronti di scavo sono caratterizzati principalmente da scarpate con pendenze di circa 1/1 ed al fine della presente verifica, si analizzano le sezioni che presentano altezza maggiore e che quindi corrispondono alla situazione più gravosa.

12.1 STRATIGRAFIE DEGLI SCAVI

In considerazione della stratigrafia generale della zona presa in esame (cfr. capitolo 3), si considera che gli scavi interessino le seguenti unità geotecniche:

- **Unità geotecnica R:** terreni di riporto di origine antropica (rilevati stradali, di piazzali e aree di servizio);
- **Unità geotecnica a_gross:** parte più granulare dei depositi alluvionali, costituita da sabbia e ghiaia;

Di seguito si riporta la stratigrafia riguardante i fronti di scavo assunta nei calcoli, in accordo con il profilo geologico allegato al progetto:

Da 0.00 a -2.00 m	Unità R – rilevato stradale esistente
Da -2.00 m a -7.50 m	Unità a_gross – alluvioni (grana grossa)

I valori dei parametri meccanici degli strati interessati dalle verifiche in esame sono quelli riportati nel cap. 3.

12.2 CRITERI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità sono condotte, in accordo con il D.M. 17 gennaio 2018, considerando la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1. I valori assunti per i coefficienti parziali di sicurezza, per l'approccio considerato, sono quelli riportati nelle tabelle di seguito.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_T	1,0	1,0

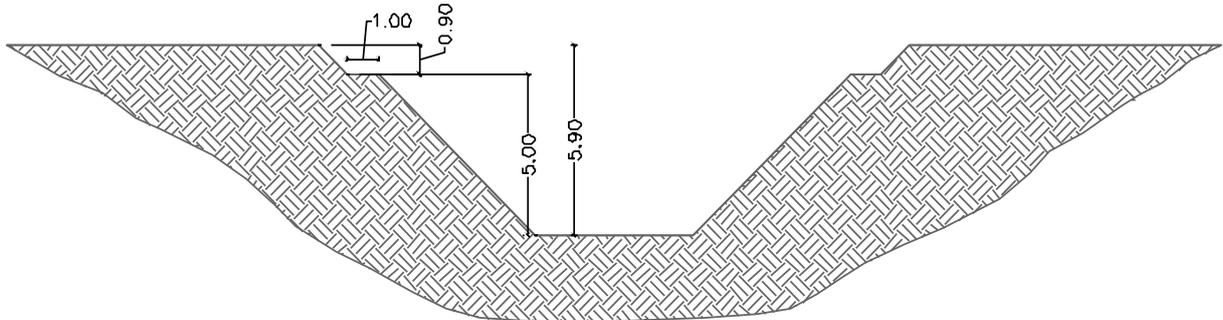
Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Per tenere conto della circolazione di veicoli al tetto del fronte di scavo dove presente, si considera un carico pari a 20 kN/m². Quest'ultimo verrà moltiplicato per il relativo coefficiente parziale (A2), in quanto può essere considerato un carico variabile sfavorevole alla formazione di una superficie di scorrimento.

12.3 GEOMETRIA DEGLI SCAVI

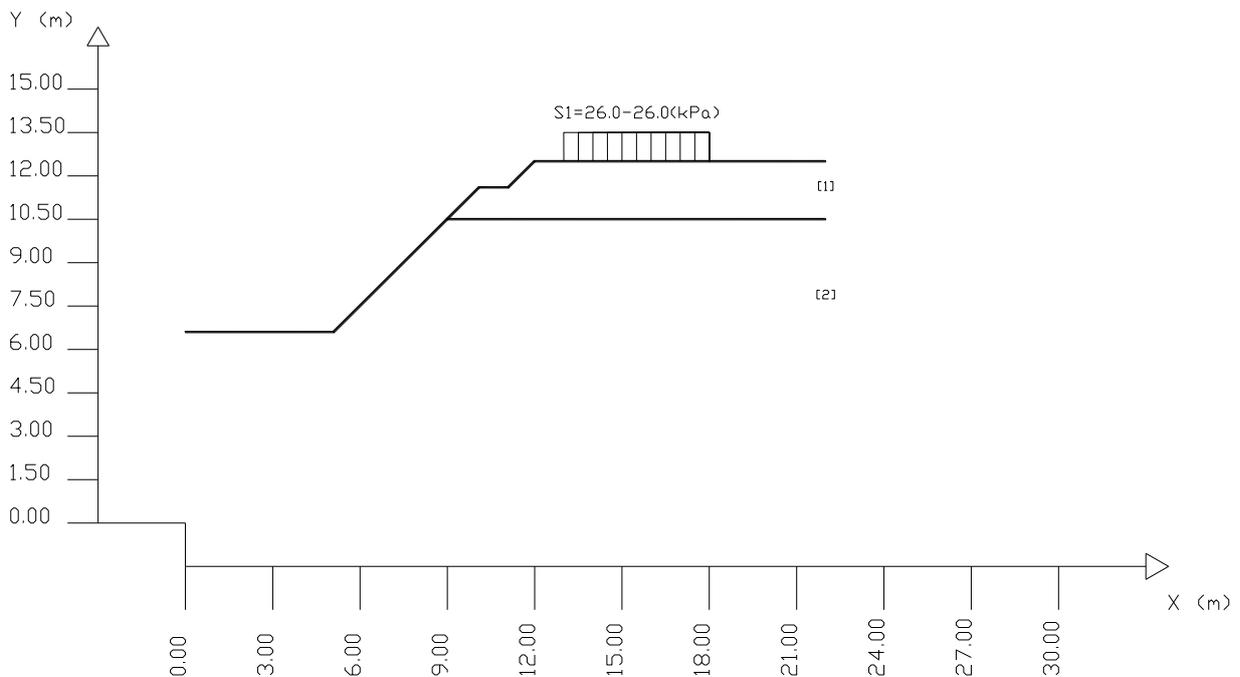
Si riporta di seguito la geometria dei fronti di scavo interessata dalla realizzazione delle opere idrauliche in esame e le relative sezioni assunte per il modello di calcolo, rappresentate queste come scarpate che terminano sul piano di posa dell'opera da realizzare.



Dall'analisi della geometria del fronte di scavo risulta che la sezione che presenta la profondità di scavo maggiore ha un'altezza pari a ≈ 6.00 m.

Come già accennato, si considera un sovraccarico applicato al tetto del fronte di scavo per tenere conto dell'eventuale presenza di traffico veicolare e di mezzi da lavoro a monte dello scavo stesso.

Sn --> Sovraccarico



12.4 RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA'

12.4.1 Verifiche di stabilità in condizioni drenate

L'analisi del fronte di scavo è eseguita mediante il software SSAP. Le verifiche di stabilità risultano soddisfatte, in quanto il fattore di sicurezza minimo FS assume un valore pari a 1.124.

Nelle figure di seguito sono graficizzate le superfici di scorrimento con il minor valore di FS.

SSAP 5.0.2 (2021) - Slope Stability Analysis Program
Software by Dr.Geol. L.Borselli - www.lorenzo-borselli.eu
SSAP/DXF generator rel. 2.0 (2020)

Data : 27/5/2021
Località :
Descrizione :
(n) = N. strato o lente

Modello di calcolo : Janbu Rigoroso (1973)

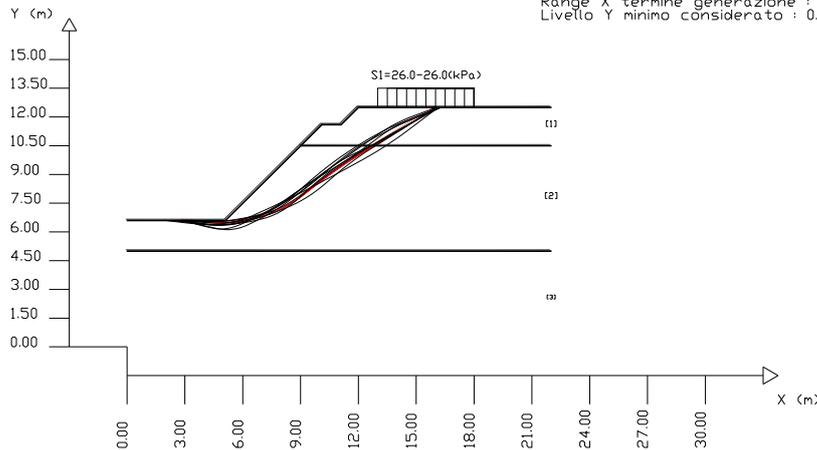
DATI 10 SUP. CON MINOR FS

Fs minimo : 1.1244
Range Fs : 1.1244 - 1.1588
Differenza % Range Fs : 2.97
Coefficiente Sismico orizzontale - Kh: 0.0000
Coefficiente Sismico verticale - Kv: 0.0000

Sn --> Sovraccarico

GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM

Campione Superfici - N: 2000
Lunghezza media segmenti (m) : 0.9
Range X inizio generazione : 0.4 - 3.0
Range X termine generazione : 16.0 - 21.6
Livello Y minimo considerato : 0.0



Parametri Geotecnici degli strati #												
N.	phi'	C'	Cu	Gamm	GammSat	sgci	GSI	mi	D			
..	deg	kPa	kPa	kN/m3	kN/m3	MPa	
1	29.26	0	0	18.00	18.00	0	0	0	0	0	0	
2	33.90	0	0	20.00	20.00	0	0	0	0	0	0	
3	20.50	16.00	0	18.00	18.00	0	0	0	0	0	0	

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo della verifica di stabilità.

----- PARAMETRI DEL MODELLO DEL PENDIO -----

__ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X Y (in m) __

SUP T.	SUP 2	SUP 3	SUP 4				
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	6.60	9.00	10.50	0.00	5.00	-	-
5.10	6.60	22.00	10.50	22.00	5.00	-	-
9.00	10.50	-	-	-	-	-	-
10.10	11.60	-	-	-	-	-	-
11.10	11.60	-	-	-	-	-	-
12.00	12.50	-	-	-	-	-	-
22.00	12.50	-	-	-	-	-	-

ASSENZA DI FALDA

----- PARAMETRI GEOMECCANICI -----

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	29.26	0.00	0.00	18.00	18.00	1.785	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	33.90	0.00	0.00	20.00	20.00	2.276	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	20.50	16.00	0.00	18.00	18.00	1.665	0.00	0.00	0.00	0.00

LEGENDA: fi` _____ Angolo di attrito interno efficace(in gradi)

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

Gamm _____ Peso di volume terreno fuori falda (in KN/m^3)

Gamm_sat _____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m^3)

STR_IDX _____ Indice di resistenza (usato in solo in "SNIFF SEARCH") (adimensionale)

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (2002)-

sgici _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

----- SOVRACCARICHI PRESENTI -----

Nota Bene:

##Nota: la distribuzione del carico e delle forze unitarie puo' variare in modo lineare tra gli estremi di coordinate X1 e X2

TABELLA SOVRACCARICHI IN SUPERFICIE

N.	da X1	a X2	SX1	SX2	Alpha	WsH1	WsH2	Wsv1	Wsv2
(-)	(m)	(m)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	13.0000	18.0000	26.00	26.00	90.00	0.00	0.00	26.00	26.00

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : NUMERO SOVRACCARICO

X1(m) : Posizione carico da X1

X2(m) : _____ a X2

SX1(kPa) : Carico in X1 (Kpa)

SX2(kPa) : Carico in X2 (Kpa)

Alpha(°) : Inclinazione carico (gradi):

Componenti distribuzione forza unitaria applicata:

WsH1, WsH2(kN/m) : forza unitaria Orizzontale (per metro di proiezione Verticale) : da X1 a X2 (vedasi cap.2 manuale)

Wsv1, Wsv2(kN/m) : forza unitaria Verticale (per metro di proiezione Orizzontale) : da X1 a X2 (vedasi Cap.2 manuale)

----- INFORMAZIONI GENERAZIONE SUPERFICI RANDOM -----

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 0.9 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 0.44 3.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 0.00

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 16.00 21.56

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 2000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene cosiderata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----

METODO DI CALCOLO : JANBU RIGOROSO (Janbu, 1973)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : B (piu' accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00

FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

N.B. Le forze orizzontali aggiuntive in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.
I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

----- RISULTATO FINALE ELABORAZIONI -----

* DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Fattore di sicurezza (FS)	1.1244	- Min.	X	Y	Lambda= 1.0000
	2.88				6.60
	4.07				6.52
	4.64				6.49
	5.03				6.48
	5.36				6.50
	5.68				6.53
	5.97				6.57
	6.29				6.64
	6.64				6.72
	7.06				6.84
	7.40				6.94
	7.71				7.06
	7.99				7.20
	8.31				7.36
	8.59				7.54
	8.90				7.75
	9.23				8.00
	9.61				8.31
	9.97				8.58
	10.30				8.84
	10.62				9.08
	10.95				9.31
	11.26				9.52
	11.59				9.74
	11.91				9.94
	12.25				10.16
	12.59				10.36
	12.92				10.57
	13.26				10.77
	13.58				10.98
	13.96				11.21
	14.37				11.46
	14.94				11.82
	16.05				12.50

Fattore di sicurezza (FS)	1.1339	- N.2 --	X	Y	Lambda= 1.0000
	2.86				6.60
	3.93				6.32
	4.40				6.20
	4.70				6.16
	4.94				6.15
	5.18				6.17
	5.40				6.22
	5.64				6.29
	5.91				6.40
	6.27				6.56
	6.58				6.71
	6.86				6.85
	7.13				7.00
	7.40				7.16
	7.66				7.31
	7.92				7.48
	8.19				7.67
	8.48				7.87
	8.77				8.07
	9.05				8.27
	9.33				8.46
	9.60				8.66
	9.88				8.85
	10.15				9.05
	10.43				9.24
	10.70				9.44
	10.98				9.64
	11.25				9.84
	11.53				10.03
	11.80				10.23
	12.08				10.43
	12.36				10.63
	12.65				10.83
	12.95				11.04
	13.22				11.23
	13.48				11.39
	13.73				11.54
	14.00				11.68
	14.28				11.81

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

14.61 11.96
15.08 12.14
16.07 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1381 - N.3 -- X Y Lambda= 1.0000

2.63	6.60
3.85	6.55
4.44	6.54
4.84	6.55
5.19	6.57
5.52	6.60
5.83	6.65
6.17	6.71
6.53	6.79
6.96	6.89
7.30	7.00
7.62	7.11
7.92	7.24
8.24	7.41
8.53	7.58
8.85	7.80
9.19	8.05
9.59	8.36
9.95	8.64
10.30	8.90
10.64	9.15
10.98	9.39
11.31	9.62
11.64	9.84
11.99	10.07
12.35	10.30
12.69	10.51
13.03	10.72
13.36	10.92
13.70	11.12
14.08	11.33
14.50	11.56
15.09	11.88
16.26	12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1385 - N.4 -- X Y Lambda= 1.0000

2.87	6.60
4.15	6.29
4.72	6.17
5.08	6.12
5.35	6.12
5.65	6.16
5.90	6.23
6.19	6.33
6.52	6.49
6.95	6.71
7.32	6.92
7.66	7.12
7.97	7.32
8.29	7.54
8.60	7.77
8.92	8.03
9.26	8.31
9.64	8.65
9.98	8.93
10.30	9.18
10.60	9.39
10.92	9.61
11.22	9.79
11.53	9.96
11.86	10.13
12.24	10.30
12.58	10.46
12.91	10.63
13.23	10.80
13.55	10.97
13.91	11.18
14.31	11.42
14.88	11.78
16.02	12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1456 - N.5 -- X Y Lambda= 1.0000

2.77	6.60
3.78	6.44
4.26	6.37
4.58	6.35
4.85	6.34
5.11	6.35

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

5.35 6.38
5.61 6.42
5.89 6.48
6.22 6.56
6.51 6.64
6.79 6.72
7.06 6.81
7.33 6.90
7.60 6.99
7.87 7.10
8.16 7.22
8.49 7.36
8.76 7.49
9.02 7.63
9.27 7.77
9.54 7.94
9.79 8.12
10.05 8.33
10.33 8.56
10.65 8.84
10.94 9.09
11.22 9.32
11.49 9.53
11.76 9.74
12.02 9.92
12.29 10.11
12.56 10.29
12.85 10.47
13.14 10.65
13.42 10.83
13.70 11.01
13.97 11.18
14.28 11.38
14.63 11.60
15.12 11.91
16.05 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1521 - N.6 -- X Y Lambda= 1.0000

1.93 6.60
3.20 6.54
3.82 6.52
4.25 6.52
4.63 6.54
4.98 6.56
5.31 6.60
5.67 6.65
6.07 6.72
6.52 6.82
6.88 6.91
7.21 7.02
7.50 7.15
7.84 7.33
8.14 7.53
8.47 7.77
8.83 8.08
9.27 8.47
9.66 8.81
10.02 9.11
10.37 9.39
10.72 9.66
11.07 9.90
11.42 10.15
11.79 10.39
12.19 10.64
12.56 10.86
12.91 11.06
13.25 11.25
13.60 11.42
13.97 11.59
14.41 11.78
15.03 12.02
16.29 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1534 - N.7 -- X Y Lambda= 1.0000

2.42 6.60
3.47 6.45
3.97 6.38
4.31 6.36
4.60 6.35
4.88 6.36
5.13 6.38
5.42 6.42
5.72 6.48
6.09 6.56

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

6.39 6.64
6.66 6.73
6.91 6.83
7.18 6.96
7.43 7.10
7.70 7.28
7.99 7.48
8.33 7.74
8.64 7.97
8.94 8.18
9.22 8.38
9.51 8.57
9.79 8.76
10.07 8.94
10.36 9.12
10.67 9.30
10.97 9.48
11.25 9.66
11.53 9.85
11.82 10.04
12.10 10.24
12.39 10.45
12.70 10.67
13.02 10.92
13.31 11.12
13.59 11.31
13.85 11.47
14.13 11.63
14.42 11.77
14.76 11.92
15.26 12.12
16.30 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1544 - N.8 -- X Y Lambda= 1.0000

2.47 6.60
3.70 6.46
4.29 6.41
4.69 6.39
5.04 6.38
5.37 6.40
5.68 6.43
6.02 6.47
6.39 6.54
6.84 6.63
7.18 6.73
7.50 6.84
7.78 6.96
8.09 7.14
8.38 7.34
8.70 7.58
9.05 7.88
9.47 8.28
9.84 8.60
10.19 8.89
10.51 9.15
10.84 9.39
11.16 9.61
11.48 9.81
11.82 10.01
12.19 10.21
12.55 10.41
12.90 10.61
13.24 10.80
13.58 10.99
13.96 11.21
14.39 11.46
14.99 11.81
16.15 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1545 - N.9 -- X Y Lambda= 1.0000

1.96 6.60
3.02 6.47
3.54 6.42
3.89 6.40
4.20 6.39
4.48 6.40
4.76 6.41
5.05 6.44
5.36 6.48
5.73 6.54
6.03 6.61
6.32 6.68
6.58 6.76
6.86 6.87

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

7.13 6.98
7.41 7.12
7.71 7.28
8.07 7.49
8.38 7.68
8.68 7.87
8.96 8.06
9.25 8.27
9.53 8.49
9.83 8.73
10.13 8.99
10.47 9.28
10.77 9.53
11.06 9.77
11.34 9.98
11.63 10.19
11.91 10.38
12.20 10.56
12.50 10.73
12.83 10.92
13.14 11.08
13.43 11.24
13.72 11.39
14.02 11.53
14.34 11.68
14.71 11.85
15.23 12.07
16.25 12.50

Fattore di sicurezza (FS) 1.1588 - N.10 -- X Y Lambda= 1.0000

2.78 6.60
4.03 6.49
4.61 6.46
4.99 6.46
5.29 6.48
5.61 6.54
5.88 6.61
6.19 6.72
6.51 6.85
6.91 7.03
7.27 7.20
7.62 7.36
7.96 7.52
8.29 7.68
8.62 7.85
8.95 8.02
9.28 8.19
9.62 8.37
9.96 8.55
10.30 8.72
10.63 8.90
10.96 9.08
11.30 9.26
11.64 9.45
11.98 9.64
12.33 9.83
12.66 10.02
12.99 10.22
13.30 10.42
13.63 10.64
13.99 10.89
14.40 11.18
14.98 11.62
16.14 12.50

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----
DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *
Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.124	253.2	225.2	-17.0	Deficit
2	1.134	225.2	198.6	-13.1	Deficit
3	1.138	247.2	217.2	-13.4	Deficit
4	1.139	249.5	219.1	-13.5	Deficit
5	1.146	270.9	236.4	-12.9	Deficit
6	1.152	215.2	186.8	-9.0	Deficit
7	1.153	236.6	205.2	-9.6	Deficit
8	1.154	259.8	225.0	-10.3	Deficit
9	1.154	229.8	199.0	-9.1	Deficit
10	1.159	264.2	228.0	-9.4	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -17.0

TOMBINO SCATOLARE TM07
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Note: FTR --> Forza totale Resistente lungo la superficie
di scivolamento
FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie
di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN
per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
2.884	0.181	-4.00	0.02	0.00	0.00	33.90	0.00
3.065	0.181	-4.00	0.07	0.00	0.00	33.90	0.00
3.245	0.181	-4.00	0.11	0.00	0.00	33.90	0.00
3.426	0.181	-4.00	0.16	0.00	0.00	33.90	0.00
3.607	0.181	-4.00	0.21	0.00	0.00	33.90	0.00
3.787	0.181	-4.00	0.25	0.00	0.00	33.90	0.00
3.968	0.107	-4.00	0.17	0.00	0.00	33.90	0.00
4.075	0.181	-2.87	0.32	0.00	0.00	33.90	0.00
4.255	0.181	-2.87	0.35	0.00	0.00	33.90	0.00
4.436	0.181	-2.87	0.38	0.00	0.00	33.90	0.00
4.617	0.028	-2.87	0.06	0.00	0.00	33.90	0.00
4.645	0.181	-0.49	0.41	0.00	0.00	33.90	0.00
4.825	0.181	-0.49	0.41	0.00	0.00	33.90	0.00
5.006	0.026	-0.49	0.06	0.00	0.00	33.90	0.00
5.032	0.068	2.33	0.16	0.00	0.00	33.90	0.00
5.100	0.181	2.33	0.72	0.00	0.00	33.90	0.00
5.281	0.078	2.33	0.51	0.00	0.00	33.90	0.00
5.359	0.181	5.78	1.60	0.00	0.00	33.90	0.00
5.540	0.136	5.78	1.59	0.00	0.00	33.90	0.00
5.676	0.181	8.54	2.61	0.00	0.00	33.90	0.00
5.856	0.117	8.54	1.99	0.00	0.00	33.90	0.00
5.974	0.181	11.21	3.51	0.00	0.00	33.90	0.00
6.154	0.140	11.21	3.08	0.00	0.00	33.90	0.00
6.294	0.181	13.50	4.42	0.00	0.00	33.90	0.00
6.475	0.168	13.50	4.55	0.00	0.00	33.90	0.00
6.643	0.181	15.24	5.37	0.00	0.00	33.90	0.00
6.823	0.181	15.24	5.84	0.00	0.00	33.90	0.00
7.004	0.054	15.24	1.84	0.00	0.00	33.90	0.00
7.058	0.181	17.78	6.44	0.00	0.00	33.90	0.00
7.238	0.158	17.78	5.98	0.00	0.00	33.90	0.00
7.396	0.181	21.08	7.25	0.00	0.00	33.90	0.00
7.577	0.131	21.08	5.51	0.00	0.00	33.90	0.00
7.707	0.181	24.79	7.92	0.00	0.00	33.90	0.00
7.888	0.105	24.79	4.77	0.00	0.00	33.90	0.00
7.993	0.181	28.28	8.45	0.00	0.00	33.90	0.00
8.174	0.132	28.28	6.35	0.00	0.00	33.90	0.00
8.305	0.181	31.51	8.94	0.00	0.00	33.90	0.00
8.486	0.107	31.51	5.40	0.00	0.00	33.90	0.00
8.592	0.181	34.54	9.32	0.00	0.00	33.90	0.00
8.773	0.128	34.54	6.71	0.00	0.00	33.90	0.00
8.901	0.099	36.97	5.28	0.00	0.00	33.90	0.00
9.000	0.181	36.97	9.70	0.00	0.00	33.90	0.00
9.181	0.050	36.97	2.68	0.00	0.00	33.90	0.00
9.230	0.181	38.79	9.81	0.00	0.00	33.90	0.00
9.411	0.181	38.79	9.87	0.00	0.00	33.90	0.00
9.591	0.023	38.79	1.28	0.00	0.00	33.90	0.00
9.615	0.181	38.08	9.95	0.00	0.00	33.90	0.00
9.795	0.171	38.08	9.51	0.00	0.00	33.90	0.00
9.967	0.133	37.25	7.45	0.00	0.00	33.90	0.00
10.100	0.181	37.25	9.88	0.00	0.00	33.90	0.00
10.281	0.020	37.25	1.09	0.00	0.00	33.90	0.00
10.301	0.181	36.34	9.34	0.00	0.00	33.90	0.00
10.482	0.142	36.34	7.02	0.00	0.00	33.90	0.00
10.624	0.181	35.39	8.49	0.00	0.00	33.90	0.00
10.805	0.144	35.39	6.42	0.00	0.00	33.90	0.00
10.948	0.152	34.47	6.46	0.00	0.00	33.90	0.00
11.100	0.165	34.47	6.91	0.00	0.00	33.90	0.00
11.265	0.181	33.51	7.71	0.00	0.00	33.90	0.00
11.445	0.141	33.51	6.11	0.00	0.00	33.90	0.00
11.586	0.181	32.58	8.00	0.00	0.00	33.90	0.00
11.766	0.145	32.58	6.55	0.00	0.00	33.90	0.00
11.912	0.088	31.68	4.05	0.00	0.00	33.90	0.00
12.000	0.181	31.68	8.11	0.00	0.00	33.90	0.00
12.181	0.072	31.68	3.11	0.00	0.00	33.90	0.00
12.252	0.181	31.68	7.55	0.00	0.00	33.90	0.00
12.433	0.157	31.68	6.23	0.00	0.00	33.90	0.00
12.590	0.181	31.68	6.79	0.00	0.00	33.90	0.00
12.771	0.041	31.68	1.47	0.00	0.00	33.90	0.00
12.811	0.112	31.68	3.96	0.00	0.00	29.26	0.00
12.923	0.077	31.68	2.64	0.00	0.00	29.26	0.00
13.000	0.181	31.68	10.64	0.00	0.00	29.26	0.00

13.181	0.075	31.68	4.30	0.00	0.00	29.26	0.00
13.255	0.181	31.67	10.12	0.00	0.00	29.26	0.00
13.436	0.148	31.67	8.02	0.00	0.00	29.26	0.00
13.584	0.181	31.67	9.47	0.00	0.00	29.26	0.00
13.764	0.181	31.67	9.10	0.00	0.00	29.26	0.00
13.945	0.011	31.67	0.53	0.00	0.00	29.26	0.00
13.956	0.181	31.67	8.72	0.00	0.00	29.26	0.00
14.136	0.181	31.67	8.36	0.00	0.00	29.26	0.00
14.317	0.051	31.67	2.27	0.00	0.00	29.26	0.00
14.367	0.181	31.66	7.89	0.00	0.00	29.26	0.00
14.548	0.181	31.66	7.53	0.00	0.00	29.26	0.00
14.729	0.181	31.66	7.17	0.00	0.00	29.26	0.00
14.909	0.036	31.66	1.38	0.00	0.00	29.26	0.00
14.945	0.181	31.66	6.74	0.00	0.00	29.26	0.00
15.126	0.181	31.66	6.37	0.00	0.00	29.26	0.00
15.306	0.181	31.66	6.01	0.00	0.00	29.26	0.00
15.487	0.181	31.66	5.65	0.00	0.00	29.26	0.00
15.667	0.181	31.66	5.29	0.00	0.00	29.26	0.00
15.848	0.181	31.66	4.93	0.00	0.00	29.26	0.00
16.028	0.025	31.66	0.65	0.00	0.00	29.26	0.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio
alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi(°) : Angolo di attrito efficace base concio
c/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (m)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)	
2.884	0.000	6.600	-0.052	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.0205651016E-001	0.056	3.452	0.931
3.065	0.003	6.591	-0.052	2.0051254133E-002	6.7230280381E-004	1.2001358666E-001	0.056	3.452	0.931	
3.245	0.006	6.581	-0.052	4.3345285294E-002	1.1356560453E-003	1.6857127465E-001	0.044	3.273	0.931	
3.426	0.010	6.572	-0.055	8.0934110779E-002	1.9280585954E-003	3.1785533914E-001	0.040	3.562	0.930	
3.607	0.012	6.561	-0.053	1.5814504040E-001	2.5899699547E-003	4.5786251556E-001	0.037	4.240	0.926	
3.787	0.016	6.552	-0.049	2.4630023236E-001	4.1460104513E-003	5.3118367320E-001	0.037	2.722	0.915	
3.968	0.019	6.543	-0.047	3.4999255116E-001	9.3854837201E-003	6.0562082313E-001	0.045	1.696	0.900	
4.075	0.022	6.539	-0.041	4.1675616880E-001	1.4169909911E-002	7.0015619619E-001	0.057	1.315	0.890	
4.255	0.024	6.532	-0.036	5.6634460543E-001	3.0950089389E-002	9.1203901693E-001	0.091	0.885	0.868	
4.436	0.027	6.526	-0.018	7.4615713488E-001	7.1216006273E-002	1.1221383013E+000	0.160	0.673	0.848	
4.617	0.035	6.525	-0.004	9.7162709190E-001	1.6576034688E-001	1.2467151829E+000	0.285	0.572	0.834	
4.645	0.037	6.525	0.029	1.0065241079E+000	1.8174712007E-001	1.3019208868E+000	0.302	0.561	0.832	
4.825	0.045	6.531	0.017	1.3062656826E+000	3.5277117347E-001	1.8669810946E+000	0.452	0.523	0.828	
5.006	0.046	6.531	-0.001	1.6808213307E+000	6.0923819699E-001	2.5013352164E+000	0.607	0.518	0.833	
5.032	0.046	6.531	0.016	1.7477486158E+000	6.6005115603E-001	2.6083535548E+000	0.632	0.520	0.834	
5.100	0.045	6.533	0.231	1.9336211706E+000	8.0676443514E-001	2.9869656042E+000	0.698	0.527	0.840	
5.281	0.093	6.588	0.290	2.5976258777E+000	1.3308096027E+000	4.4762582217E+000	0.857	0.562	0.863	
5.359	0.110	6.608	0.289	2.9762112861E+000	1.6246646297E+000	5.1629535981E+000	0.913	0.583	0.877	
5.540	0.147	6.663	0.330	4.0495468990E+000	2.4515877047E+000	6.5055333112E+000	1.013	0.642	0.915	
5.676	0.182	6.712	0.406	4.9927390336E+000	3.1727453643E+000	7.6046935144E+000	1.063	0.692	0.948	
5.856	0.235	6.792	0.449	6.5278950322E+000	4.3114657626E+000	8.8150516070E+000	1.105	0.763	0.995	
5.974	0.271	6.846	0.468	7.5871107709E+000	5.0720054047E+000	9.1046125893E+000	1.119	0.806	1.025	
6.154	0.321	6.931	0.504	9.2549634219E+000	6.2386608371E+000	1.0004146175E+001	1.128	0.869	1.066	
6.294	0.369	7.008	0.552	1.073831326E+001	7.2544446449E+000	1.0628429040E+001	1.130	0.917	1.096	
6.475	0.427	7.108	0.561	1.2664393288E+001	8.5561198651E+000	1.0618554077E+001	1.130	0.973	1.129	
6.643	0.481	7.203	0.571	1.4438642567E+001	9.7317480701E+000	1.0495076613E+001	1.128	1.014	1.153	
6.823	0.536	7.307	0.569	1.6318406617E+001	1.0960849102E+001	1.0031622049E+001	1.124	1.052	1.173	
7.004	0.588	7.409	0.569	1.8061761680E+001	1.2073943056E+001	9.5044379369E+000	1.119	1.076	1.186	
7.058	0.605	7.441	0.599	1.8572177505E+001	1.2396895495E+001	9.3568239849E+000	1.117	1.081	1.188	
7.238	0.656	7.549	0.614	2.0199658892E+001	1.3417201158E+001	8.7144776660E+000	1.111	1.091	1.193	
7.396	0.704	7.648	0.648	2.1531715267E+001	1.4247060021E+001	8.0979694651E+000	1.107	1.093	1.193	
7.577	0.755	7.769	0.684	2.2920257351E+001	1.5116636814E+001	7.2428244578E+000	1.104	1.087	1.188	
7.707	0.797	7.861	0.737	2.3825989270E+001	1.5686206618E+001	6.4701646688E+000	1.102	1.079	1.182	
7.888	0.851	7.998	0.743	2.4882507938E+001	1.6360391514E+001	4.5845216066E+000	1.100	1.063	1.171	
7.993	0.878	8.073	0.757	2.5286727303E+001	1.6620698736E+001	3.4138746401E+000	1.100	1.053	1.165	
8.174	0.922	8.214	0.777	2.5768417386E+001	1.6937094341E+001	1.9412007368E+000	1.100	1.034	1.152	
8.305	0.952	8.316	0.829	2.5954238916E+001	1.7061343900E+001	7.4674409160E-001	1.100	1.021	1.144	
8.486	0.999	8.473	0.853	2.5924244992E+001	1.6973815199E+001	-8.2102257478E-001	1.096	1.005	1.135	
8.592	1.021	8.561	0.816	2.5795498093E+001	1.6822606702E+001	-1.6135642899E+000	1.091	0.998	1.131	
8.773	1.044	8.708	0.813	2.5379949254E+001	1.6377071925E+001	-2.9401754769E+000	1.080	0.992	1.129	
8.901	1.060	8.811	0.830	2.4946932004E+001	1.5902979207E+001	-3.7178630432E+000	1.067	0.992	1.131	
9.000	1.069	8.896	0.850	2.4552582883E+001	1.5443671764E+001	-4.1226917643E+000	1.053	0.995	1.133	
9.181	1.087	9.049	0.823	2.3758392745E+001	1.4449717961E+001	-4.3788090053E+000	1.029	1.006	1.140	
9.230	1.085	9.085	0.803	2.3541393098E+001	1.4164875530E+001	-4.5472780127E+000	1.021	1.010	1.143	
9.411	1.089	9.234	0.844	2.2606051352E+001	1.2904783328E+001	-5.5431231004E+000	0.979	1.030	1.153	
9.591	1.100	9.390	0.861	2.1539384334E+001	1.1328997413E+001	-5.9082740002E+000	0.912	1.060	1.165	
9.615	1.101	9.410	0.839	2.1401571981E+001	1.1115004648E+001	-5.9267877227E+000	0.902	1.064	1.167	
9.795	1.111	9.561	0.784	2.0305676927E+001	9.3532640686E+000	-5.8142363247E+000	0.808	1.098	1.179	

9.967	1.101	9.686	0.714	1.9350683975E+001	7.8075785333E+000	-5.6074775878E+000	0.715	1.129	1.189
10.100	1.093	9.779	0.610	1.8599306889E+001	6.6557243794E+000	-5.3096886284E+000	0.639	1.152	1.195
10.281	1.054	9.877	0.541	1.7719864350E+001	5.5211933510E+000	-4.6101406456E+000	0.558	1.178	1.201
10.301	1.049	9.887	0.499	1.7626275244E+001	5.4208111209E+000	-4.5957637279E+000	0.551	1.180	1.201
10.482	1.006	9.978	0.458	1.6772376674E+001	4.7294537600E+000	-4.2589143968E+000	0.507	1.200	1.204
10.624	0.959	10.035	0.435	1.6218613596E+001	4.6407485455E+000	-3.9202675851E+000	0.516	1.208	1.203
10.805	0.914	10.118	0.477	1.5503418913E+001	4.8797916547E+000	-3.8163246206E+000	0.570	1.215	1.201
10.948	0.883	10.190	0.539	1.4971319363E+001	5.2896404210E+000	-3.5538873920E+000	0.642	1.218	1.199
11.100	0.867	10.278	0.634	1.4455976537E+001	5.8412403520E+000	-3.2202034401E+000	0.738	1.220	1.196
11.265	0.867	10.391	0.708	1.3957474320E+001	6.3803912749E+000	-2.7397570006E+000	0.844	1.224	1.192
11.445	0.878	10.522	0.713	1.3519618281E+001	6.7255975530E+000	-2.1219756006E+000	0.929	1.230	1.190
11.586	0.883	10.620	0.684	1.3254325069E+001	6.7755470858E+000	-1.7381371925E+000	0.964	1.238	1.189
11.766	0.890	10.742	0.634	1.2974782700E+001	6.6019217606E+000	-1.3193106468E+000	0.969	1.251	1.189
11.912	0.881	10.826	0.585	1.2810077893E+001	6.3163479539E+000	-1.0640929753E+000	0.947	1.264	1.190
12.000	0.879	10.878	0.550	1.2719796043E+001	6.0464830246E+000	-9.7742916560E-001	0.917	1.272	1.192
12.181	0.863	10.974	0.513	1.2559138193E+001	5.3886623443E+000	-8.3010839610E-001	0.834	1.282	1.197
12.252	0.853	11.008	0.469	1.2501195918E+001	5.1181707760E+000	-8.6445341870E-001	0.798	1.283	1.199
12.433	0.826	11.093	0.445	1.2318747864E+001	4.4056011265E+000	-1.1159285732E+000	0.703	1.283	1.206
12.590	0.795	11.158	0.411	1.2129151286E+001	3.8223399799E+000	-1.3979737838E+000	0.625	1.278	1.211
12.771	0.756	11.231	0.400	1.1837180078E+001	3.1843097221E+000	-1.8304452349E+000	0.539	1.265	1.217
12.811	0.747	11.247	0.356	1.1761036966E+001	3.0542640058E+000	-1.9362601406E+000	0.521	1.261	1.068
12.923	0.717	11.286	0.354	1.1526291156E+001	2.7420438384E+000	-2.3589810727E+000	0.477	1.253	1.070
13.000	0.697	11.313	0.386	1.1331054801E+001	2.5390114360E+000	-2.7928672702E+000	0.450	1.250	1.072
13.181	0.657	11.385	0.393	1.0719209006E+001	2.0680816685E+000	-3.6138115559E+000	0.387	1.247	1.075
13.255	0.640	11.414	0.406	1.0441627978E+001	1.8983047210E+000	-3.8970078923E+000	0.365	1.248	1.076
13.436	0.603	11.489	0.436	9.6552943981E+000	1.4861848092E+000	-4.8374451947E+000	0.309	1.254	1.078
13.584	0.580	11.557	0.451	8.8816418090E+000	1.1666968915E+000	-5.2273275987E+000	0.264	1.263	1.080
13.764	0.549	11.637	0.398	7.9389018789E+000	8.4077332638E-001	-4.7634022514E+000	0.213	1.277	1.081
13.945	0.501	11.701	0.351	7.1612446831E+000	6.4438603437E-001	-3.8437783593E+000	0.181	1.286	1.082
13.956	0.498	11.704	0.348	7.1205941151E+000	6.3578600574E-001	-3.8405549358E+000	0.179	1.287	1.082
14.136	0.450	11.767	0.341	6.3533881428E+000	5.040467272E-001	-4.0961249431E+000	0.159	1.291	1.082
14.317	0.398	11.827	0.325	5.6411974134E+000	4.4477990136E-001	-3.6250288242E+000	0.158	1.290	1.083
14.367	0.382	11.843	0.321	5.4625044400E+000	4.3674304909E-001	-3.5767043666E+000	0.160	1.289	1.083
14.548	0.330	11.901	0.337	4.7902229834E+000	4.1903589694E-001	-3.7622542517E+000	0.176	1.284	1.084
14.729	0.281	11.964	0.347	4.1036917553E+000	4.1341030759E-001	-3.6915106085E+000	0.202	1.275	1.086
14.909	0.232	12.027	0.339	3.4569607675E+000	4.1228399155E-001	-3.0940262361E+000	0.239	1.263	1.090
14.945	0.221	12.037	0.342	3.3497393775E+000	4.1235042812E-001	-3.0384130878E+000	0.247	1.261	1.091
15.126	0.173	12.101	0.363	2.7637525542E+000	3.9776559846E-001	-3.3039261372E+000	0.289	1.247	1.098
15.306	0.129	12.168	0.413	2.1564609747E+000	3.7747082059E-001	-3.5102225828E+000	0.351	1.230	1.106
15.487	0.099	12.250	0.432	1.4959661015E+000	3.2041373148E-001	-3.2690226519E+000	0.430	1.208	1.122
15.667	0.063	12.324	0.431	9.7578865726E-001	2.3908848927E-001	-2.7674865013E+000	0.492	1.190	1.142
15.848	0.032	12.405	0.454	4.9643350455E-001	1.4127826801E-001	-2.5417241979E+000	0.571	1.180	1.164
16.028	0.004	12.488	0.454	5.7794590408E-002	1.7212080126E-002	-2.3214025863E+000	0.598	1.195	1.072

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
ht(m) : Altezza linea di thrust da nodo sinistro base concio
yt(m) : coordinata Y linea di thrust
yt'(-) : gradiente pendenza locale linea di thrust
E(x)(kN/m) : Forza Normale interconcio
T(x)(kN/m) : Forza Tangenziale interconcio
E' (kN) : derivata Forza normale interconcio
Rho(x) (-) : fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)
FS_qFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM
FS_srmFEM(x)(-) : fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM Procedure

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
2.884	0.181	0.181	-4.002	-0.009	-0.002	0.087	0.016
3.065	0.181	0.181	-4.002	-0.026	-0.005	0.255	0.046
3.245	0.181	0.181	-4.002	-0.044	-0.008	0.426	0.077
3.426	0.181	0.181	-4.002	-0.062	-0.011	0.594	0.108
3.607	0.181	0.181	-4.002	-0.079	-0.014	0.767	0.139
3.787	0.181	0.181	-4.002	-0.097	-0.018	0.951	0.172
3.968	0.107	0.107	-4.002	-0.111	-0.012	1.097	0.118
4.075	0.181	0.181	-2.870	-0.088	-0.016	1.245	0.225
4.255	0.181	0.181	-2.870	-0.097	-0.018	1.461	0.264
4.436	0.181	0.181	-2.870	-0.106	-0.019	1.800	0.326
4.617	0.028	0.028	-2.870	-0.111	-0.003	1.905	0.053
4.645	0.181	0.181	-0.491	-0.019	-0.003	2.159	0.390
4.825	0.181	0.181	-0.491	-0.020	-0.004	2.502	0.452
5.006	0.026	0.026	-0.491	-0.020	-0.001	2.873	0.075
5.032	0.068	0.068	2.328	0.092	0.006	2.872	0.196
5.100	0.181	0.181	2.328	0.162	0.029	4.485	0.811
5.281	0.078	0.079	2.328	0.262	0.021	6.679	0.525
5.359	0.181	0.182	5.781	0.886	0.161	8.411	1.527
5.540	0.136	0.137	5.781	1.171	0.160	10.701	1.464
5.676	0.181	0.183	8.541	2.122	0.387	12.596	2.300
5.856	0.117	0.119	8.541	2.494	0.296	14.344	1.703
5.974	0.181	0.184	11.210	3.704	0.682	15.352	2.826
6.154	0.140	0.143	11.210	4.194	0.598	17.358	2.476

6.294	0.181	0.186	13.499	5.559	1.032	18.300	3.399
6.475	0.168	0.173	13.499	6.160	1.063	19.905	3.435
6.643	0.181	0.187	15.240	7.539	1.411	20.911	3.914
6.823	0.181	0.187	15.240	8.206	1.536	22.336	4.181
7.004	0.054	0.056	15.240	8.638	0.483	23.343	1.305
7.058	0.181	0.190	17.777	10.373	1.967	23.336	4.425
7.238	0.158	0.165	17.777	11.041	1.827	24.628	4.075
7.396	0.181	0.194	21.081	13.477	2.608	24.493	4.740
7.577	0.131	0.140	21.081	14.120	1.981	25.516	3.580
7.707	0.181	0.199	24.788	16.690	3.320	24.755	4.924
7.888	0.105	0.116	24.788	17.275	1.999	25.448	2.944
7.993	0.181	0.205	28.283	19.521	4.003	24.470	5.018
8.174	0.132	0.149	28.283	20.123	3.007	25.180	3.763
8.305	0.181	0.212	31.510	22.071	4.675	24.199	5.126
8.486	0.107	0.125	31.510	22.566	2.822	24.753	3.095
8.592	0.181	0.219	34.538	24.108	5.285	23.708	5.197
8.773	0.128	0.155	34.538	24.556	3.806	24.232	3.755
8.901	0.099	0.124	36.971	25.573	3.178	23.344	2.901
9.000	0.181	0.226	36.971	25.819	5.836	23.661	5.348
9.181	0.050	0.062	36.971	25.982	1.614	23.833	1.480
9.230	0.181	0.232	38.788	26.524	6.145	23.160	5.366
9.411	0.181	0.232	38.788	26.694	6.184	23.548	5.456
9.591	0.023	0.030	38.788	26.790	0.802	23.692	0.709
9.615	0.181	0.229	38.076	26.749	6.136	24.206	5.553
9.795	0.171	0.218	38.076	26.948	5.866	24.282	5.286
9.967	0.133	0.168	37.247	26.930	4.511	24.802	4.155
10.100	0.181	0.227	37.247	26.358	5.980	24.023	5.450
10.281	0.020	0.026	37.247	25.622	0.658	23.214	0.596
10.301	0.181	0.224	36.345	24.677	5.533	22.923	5.139
10.482	0.142	0.177	36.345	23.543	4.162	21.564	3.812
10.624	0.181	0.222	35.391	22.185	4.914	20.872	4.624
10.805	0.144	0.176	35.391	21.097	3.720	19.715	3.476
10.948	0.152	0.184	34.468	19.887	3.658	19.220	3.536
11.100	0.165	0.200	34.468	19.565	3.908	18.930	3.781
11.265	0.181	0.217	33.515	19.663	4.259	19.855	4.301
11.445	0.141	0.169	33.515	20.015	3.376	20.291	3.423
11.586	0.181	0.214	32.578	20.092	4.306	21.161	4.535
11.766	0.145	0.172	32.578	20.478	3.524	21.600	3.718
11.912	0.088	0.104	31.683	20.453	2.126	22.316	2.320
12.000	0.181	0.212	31.683	20.066	4.258	21.905	4.649
12.181	0.072	0.084	31.683	19.370	1.636	21.149	1.786
12.252	0.181	0.212	31.681	18.673	3.963	20.395	4.328
12.433	0.157	0.184	31.681	17.742	3.273	19.377	3.575
12.590	0.181	0.212	31.678	16.810	3.567	18.361	3.896
12.771	0.041	0.048	31.678	16.200	0.772	17.692	0.843
12.811	0.112	0.132	31.678	15.811	2.081	14.624	1.925
12.923	0.077	0.090	31.676	15.341	1.386	14.185	1.281
13.000	0.181	0.212	31.676	26.321	5.585	24.152	5.125
13.181	0.075	0.088	31.676	25.687	2.260	23.543	2.071
13.255	0.181	0.212	31.673	25.052	5.316	22.970	4.874
13.436	0.148	0.174	31.673	24.237	4.210	22.219	3.860
13.584	0.181	0.212	31.670	23.421	4.970	21.446	4.550
13.764	0.181	0.212	31.670	22.525	4.779	20.562	4.363
13.945	0.011	0.013	31.670	22.051	0.276	20.105	0.252
13.956	0.181	0.212	31.667	21.575	4.578	19.667	4.173
14.136	0.181	0.212	31.667	20.680	4.388	18.815	3.992
14.317	0.051	0.059	31.667	20.106	1.194	18.278	1.085
14.367	0.181	0.212	31.665	19.532	4.144	17.752	3.766
14.548	0.181	0.212	31.665	18.636	3.954	16.932	3.592
14.729	0.181	0.212	31.665	17.741	3.764	16.116	3.419
14.909	0.036	0.042	31.665	17.204	0.723	15.628	0.657
14.945	0.181	0.212	31.663	16.667	3.536	15.149	3.214
15.126	0.181	0.212	31.663	15.771	3.346	14.338	3.042
15.306	0.181	0.212	31.663	14.876	3.156	13.544	2.874
15.487	0.181	0.212	31.663	13.980	2.966	12.743	2.704
15.667	0.181	0.212	31.663	13.084	2.776	11.939	2.533
15.848	0.181	0.212	31.663	12.189	2.586	11.139	2.363
16.028	0.025	0.029	31.663	11.679	0.344	10.676	0.314

LEGENDA SIMBOLI

X(m)	: Ascissa sinistra concio
dx(m)	: Larghezza concio
dl(m)	: lunghezza base concio
alpha(°)	: Angolo pendenza base concio
TauStress(kPa)	: Sforzo di taglio su base concio
TauF (kN/m)	: Forza di taglio su base concio
TauStrength(kPa)	: Resistenza al taglio su base concio
TauS (kN/m)	: Forza resistente al taglio su base concio