

**E 78 GROSSETO - FANO
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

PROGETTO DEFINITIVO

AN 245

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Sioricelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 Settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i> Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Galleria Mercatello 2

Imbocco ovest

Relazione tecnica e di calcolo paratia

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00GA03OSTRE02A.		
D T A N 2 4 5	D	2 2	CODICE ELAB. T00GA03OSTRE02		A
D					
C					
B					
A	Emissione		Ottobre '22	Amoruso	Signorelli
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	3
2. <u>NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO</u>	4
3. <u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	5
3.1. CALCESTRUZZO CORDOLO E TRAVI DI RIPARTIZIONE	5
3.2. MALTA CEMENTIZIA PER GETTO MICROPALI	5
3.3. SPRITZ BETON CONFORME UNI EN 206-1	5
3.4. MISCELE CEMENTIZIE PER INIEZIONE TIRANTI	5
3.5. CALCESTRUZZO MAGRO	5
3.6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C	5
3.7. RETE ELETTRISALDATA	6
3.8. ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE S355 JR.....	6
3.9. ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI IN TREFOLI DA 0.6"	6
4. <u>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</u>	7
5. <u>CRITERI DI VERIFICA</u>	8
6. <u>METODO DI ANALISI</u>	10
6.1. METODO DI CALCOLO	10
6.2. FASI DI CALCOLO.....	10
6.3. AZIONI E CARICHI AGENTI.....	10
6.3.1 <i>Carichi permanenti</i>	10
6.3.2 <i>Azione sismica</i>	11
6.4. ELEMENTI STRUTTURALI	11
1.1.1 <i>Rigidità equivalente delle paratie</i>	11
6.4.1. <i>Ancoraggi</i>	12
6.5. VERIFICHE	12
6.5.1. <i>Micropali</i>	12
1.1.2 <i>Ancoraggi</i>	13
6.5.2. <i>Verifica della trave di ripartizione</i>	14
7. <u>FASE PROVVISORIA</u>	16
7.1. VERIFICHE STRUTTURALI	16
7.1.1. <i>Micropali</i>	18
7.1.2. <i>Ancoraggi</i>	18
7.1.3. <i>Travi di ripartizione</i>	19
7.2. STABILITÀ GLOBALE.....	19
8. <u>FASE DEFINITIVA</u>	21
8.1. VERIFICHE STRUTTURALI	22

PROGETTAZIONE ATI:

8.1.1.	<i>Micropali</i>	23
8.1.2.	<i>Ancoraggi</i>	24
8.1.3.	<i>Travi di ripartizione</i>	24
8.2.	STABILITÀ GLOBALE.....	25
9.	<u>ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO</u>	27
9.1.	FASE PROVVISORIALE.....	27
9.2.	FASE DEFINITIVA	40

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento e le verifiche dell'opera di sostegno definitiva a presidio dello scavo per la realizzazione dell'area tecnica in corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria Mercatello 2, nell'ambito del Progetto Definitivo "S.G.C. E78 GROSSETO - FANO – Tratto Selci Lama (E/45) - S. Stefano di Gaifa – Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest - Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)" che si sviluppa interamente all'interno del territorio comunale di Mercatello sul Metauro (PU).

L'opera è costituita da una paratia realizzata con micropali diametro $\varnothing 300$ ad interasse 0.50m, armatura in tubolare metallico diametro $\varnothing 219.1$ e spessore 12,5 mm.

Per tutta la loro lunghezza le paratie sono sormontate da un cordolo in c.a. avente dimensioni 0.60x0.60 m con incidenza armatura pari a circa 120 kg/m³.

PROGETTAZIONE ATI:

2. NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI TECNICHE DI RIFERIMENTO

- [1] Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»
- [2] Circolare 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018
- [3] UNI EN 1997-1:2005, Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali
- [4] UNI EN 1998:2005, Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- [5] Raccomandazioni AGI-AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" Ed. AGI, 2012
- [6] AGI - Associazione Geotecnica Italiana (2005) "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica"

PROGETTAZIONE ATI:

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1. CALCESTRUZZO CORDOLO E TRAVI DI RIPARTIZIONE

C28/35	classe di resistenza a compressione
$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{cd} = 0.85 \times 28 / 1.50 = 15.87 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36 \text{ MPa}$	resistenza media cilindrica
$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione assiale
$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$	resistenza a trazione
$f_{cfm} = 1.2 \times f_{ctm} = 3.32 \text{ MPa}$	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ MPa}$	resistenza a trazione di calcolo
$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 32300 \text{ MPa}$	modulo elastico istantaneo
$\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/mc}$	peso per unità di volume

Confezionato in modo tale da garantire le prestazioni minime richieste per le classi di esposizione XC2 (come definite dalla Norma ENV 206-1 UNI 11104/04); la classe di consistenza è S4. Lo spessore minimo del copriferro è stato determinato in accordo alle indicazioni fornite dall'EUROCODICE 2-UNI ENV 1992 in funzione delle classi di esposizione ambientali.

3.2. MALTA CEMENTIZIA PER GETTO MICROPALI

- Classe di resistenza minima: C20/25
- Rapporto acqua-cemento: 0.50-0.70
- Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa

3.3. SPRITZ BETON CONFORME UNI EN 206-1

- Classe di resistenza minima: C25/30
- Classe di esposizione: XC2

3.4. MISCELE CEMENTIZIE PER INIEZIONE TIRANTI

- Classe di resistenza minima: C20/25
- Rapporto acqua-cemento ≤ 0.50
- Additivi fluidificanti ed acceleranti di presa

3.5. CALCESTRUZZO MAGRO

Calcestruzzo confezionato con dosaggio cemento 150 kg/m^3

3.6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450C

Si utilizzeranno barre in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento saldabile, pertanto nei calcoli statici saranno assunti i seguenti parametri:

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} = 540 \text{ MPa}$	tensione caratteristica di rottura
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$	tensione di calcolo

PROGETTAZIONE ATI:

$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo elastico
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 1.863\text{‰}$	deformazione di snervamento ultima
$\epsilon_{uk} = 7.50\%$	deformazione uniforme caratteristica
$\epsilon_{ud} = 0.9 \times \epsilon_{uk} = 6.75\%$	deformazione uniforme ultima
$\gamma_s = 78.5 \text{ kN/mc}$	peso per unità di volume

3.7. RETE ELETTROSALDATA

- acciaio B450C
- maglia 20x20cm

3.8. ACCIAIO PER PROFILATI E PIASTRE S355 JR

$\gamma_M = 1.05$	coefficiente parziale per SLU
$f_{tk} = 510 \text{ MPa}$	tensione di rottura caratteristica
$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$	tensione di snervamento caratteristica
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M = 338.09 \text{ MPa}$	tensione di snervamento di calcolo
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo elastico

3.9. ACCIAIO ARMONICO PER TIRANTI IN TREFOLI DA 0.6"

$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$	tensione di rottura a trazione nell'acciaio
$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$	tensione di snervamento dell'acciaio
$E_s = 210000 \text{ MPa}$	modulo elastico

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per il dettaglio dell'inquadramento geologico - geotecnico si rimanda alla Relazione Geotecnica.

Nell'area di intervento si rinviene una formazione litoide coperta da una coltre di detrito dello spessore di circa 8m. Le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri emersi dalla caratterizzazione geotecnica sono riassunti nelle seguenti tabelle.

Coltre superficiale UG1

	Descrizione	γ_n (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	c_u (kPa)	E (MPa)
UG 1	Coltri detritiche e depositi alluvionali	19 ÷ 20	0 ÷ 10	24 ÷ 28	90 ÷ 120	10 ÷ 50

Le diverse unità geotecniche presenti in sito ed i relativi parametri emersi dalla caratterizzazione geotecnica sono riassunti nella seguente tabella.

		UG2a	UG2
Peso di volume γ (kN/m ³)		26	26
Classificazione Hoek-Brown	σ_c (MPa)	5 ÷ 40	5 ÷ 40
	GSI	40 ÷ 45	45 ÷ 50
	m_i	7	7
	D	0.2	0.2
Criterio Hoek-Brown	m		
	s		
	a		
Criterio Mohr-Coulomb	c' (kPa)	60 ÷ 150	70 ÷ 190
	φ' (°)	35 ÷ 50	38 ÷ 52
Modulo elastico E (GPa)		1.50 ÷ 3.10	2.10 ÷ 4.10
Coeff. di Poisson ν		0.25	0.25

Ai fini delle verifiche oggetto della presente relazione i valori di calcolo delle proprietà meccaniche sono stati assunti i pari a quelli minimi dei campi di variabilità sopra indicati.

La profondità della falda è stata assunta a 8 m dal piano campagna.

5. CRITERI DI VERIFICA

Ai fini del dimensionamento geotecnico e strutturale ai sensi del D.M. 2018 sono stati considerati i seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- sfilamento di uno o più ancoraggi
- stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Nel presente caso, così come previsto dalla Circolare dell'11 febbraio 2019 §C6.5.3.1.2, il collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera, inteso come uno stato limite in cui si raggiungano le condizioni di equilibrio limite del terreno interagente con l'opera e che sia cinematicamente possibile un atto di moto rigido intorno alla paratia, non può verificarsi in quanto presenti più livelli di vincolo. Dunque saranno verificati esclusivamente gli stati limite riguardanti lo sfilamento degli ancoraggi valutato con Combinazione A2+M2+R1 e la stabilità globale dell'insieme terreno-opera, quest'ultima valutata secondo con la Combinazione A2+M2+R2.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Le verifiche sono effettuate secondo le seguenti combinazioni di coefficienti della Combinazione A1+M1+R1.

Le verifiche sono effettuate secondo le seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- Combinazione 2 (A2+M2+R1)

I coefficienti parziali incrementali delle azioni da usare nelle combinazioni SLU sono riportati nella tabella seguente:

Carichi	Effetto	Coefficiente Parziale	Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
			A1 (STR)	A2 (GEO)	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1.00	1.00	1.00	1.00
	Sfavorevole		1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sfavorevole		1.50	1.30	1.00	1.00

I coefficienti parziali riduttivi dei parametri di resistenza dei materiali da usare nelle combinazioni SLU sono riportati nella tabella seguente:

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente Parziale γ_M	Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
			M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_{K1}$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_{Kc}	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uKc}	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale	q_u	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ	γ_Y	1.00	1.00	1.00	1.00

In riferimento alla combinazione A1+M1+R3 (specifica per i tiranti), la verifica può essere effettuata tenendo conto dei coefficienti parziali riduttivi della resistenza degli ancoraggi riportati nella tabella seguente (in accordo con il paragrafo 6.6.2 delle NTC2018 tab. 6.6.I).

Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	γ_R	1,1
Permanenti	γ_R	1,2

Le opere in oggetto, di carattere provvisoria, hanno una vita utile inferiore a 2 anni. Pertanto, ai sensi delle NTC2018 (§ 2.4.1), le verifiche sismiche potrebbero essere omesse. E' stato tuttavia scelto di verificarle ugualmente rispetto all'azione sismica; quest'ultima è stata valutata considerando una vita di riferimento $V_R = 35$ anni.

6. METODO DI ANALISI

6.1. METODO DI CALCOLO

Il calcolo tenso-deformativo delle paratie viene effettuato tramite modelli che simulano l'interazione tra terreno e struttura di sostegno e sono implementati con il codice di calcolo *PAC16.0 di Aztec Informatica*. Il codice di calcolo permette di valutare l'evoluzione tenso-deformativa delle varie fasi di realizzazione dell'opera e che si basa sulle seguenti ipotesi:

- stato di deformazioni piane (paratia di lunghezza infinita);
- terreno modellato come una serie di molle con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico con criterio di rottura Mohr-Coulomb;
- struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici;
- ancoraggi modellati per mezzo di molle di opportuna rigidità;
- eventuali sovraccarichi a monte e a valle della paratia trasformati in spinte sul paramento in accordo a quanto previsto dalla teoria di elasticità.

I coefficienti di spinta attiva e passiva, k_a e k_p rispettivamente, dipendono dall'angolo di resistenza al taglio, dall'angolo di attrito δ fra terreno e struttura nonché dall'inclinazione del terreno a monte β .

Nella valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva, l'angolo d'attrito considerato tra paratia e terreno è assunto pari a $0.5 \cdot \varphi'$.

6.2. FASI DI CALCOLO

Le analisi effettuate con il codice ParatiePlus sono state condotte in considerazione delle fasi riportate di seguito:

- 0) condizione iniziale geostatica
- 1) realizzazione paratia
- 2) prima fase di scavo
- 3) realizzazione del primo ordine di tiranti
- 4) ripetizione delle fasi 2) e 3) fino all'applicazione dell'ultimo ordine di tiranti
- 5) raggiungimento del fondo scavo
- 6) analisi di stabilità globale

6.3. AZIONI E CARICHI AGENTI

6.3.1 CARICHI PERMANENTI

Peso proprio

Il peso proprio degli elementi strutturali si ottiene moltiplicando i singoli spessori per i pesi specifici del cemento armato e dell'acciaio, pari rispettivamente a 25kN/m^3 e $78,5\text{kN/m}^3$.

Spinta del terreno

La spinta del terreno è stata calcolata in condizioni di spinta limite attiva.

6.3.2 AZIONE SISMICA

Per quanto riguarda l'azione sismica, si è assunta per la paratia definitiva una vita di riferimento $V_R = 100$ anni. I parametri sismici di calcolo sono i seguenti:

Vita utile: $V_U = 50$ anni
 Classe d'uso: Classe IV
 Coefficiente d'uso: $C_U = 2$
 Vita di riferimento: $V_R = V_U \cdot C_U = 100$ anni

$a_g = 0,250$ g accelerazione base per SLV
 Cat sottosuolo: B
 Cat. topografica T1
 $S_S = 1,149$ coefficiente di sito
 $S_T = 1,0$ coefficiente topografico
 $\alpha = 1$
 $\beta = 0,52$

Per la paratia provvisoria si è in ogni caso considerata una $V_R = 35$ anni.

6.4. ELEMENTI STRUTTURALI

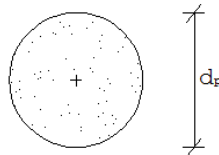
1.1.1 RIGIDEZZA EQUIVALENTE DELLE PARATIE

Nei modelli di calcolo la paratia in pali di calcestruzzo armato è schematizzata mediante elementi *beam* aventi rigidezza equivalente. La rigidezza flessionale ed il modulo resistente caratteristico della palificata prevista dal progetto sono stati valutati riconducendola ad una sezione equivalente rettangolare lunga 1m, in solo calcestruzzo di classe C20/25. Con riferimento alla figura seguente si ha:

$$J_{\text{palo}} = \pi \frac{d_p^4}{64} \quad A_{\text{palo}} = \pi \frac{d_p^2}{4}$$

dove:

- J_{palo} = momento d'inerzia del palo in calcestruzzo;
- A_{palo} = area del palo in calcestruzzo;
- d_p = diametro esterno del palo.



La rigidezza equivalente è data da:

$$J_{\text{eq}} = (E_{\text{palo}} \cdot J_{\text{palo}}) / E_c \cdot i$$

dove:

- J_{eq} = momento d'inerzia equivalente di calcolo dei pali per unità di lunghezza, riferito al modulo elastico del calcestruzzo;
- J_{palo} = momento d'inerzia del palo in c.a.;
- E_{palo} = modulo elastico del calcestruzzo dei pali;

- E_c = modulo elastico del calcestruzzo di riferimento;
- i = interasse tra i pali.

Nota la J_{eq} è quindi possibile calcolare lo spessore equivalente della paratia, schematizzata come struttura a sezione rettangolare di larghezza unitaria, secondo la relazione:

$$s = \sqrt[3]{12 \cdot J_{eq}}$$

dove:

- s = spessore equivalente;
- J_{eq} = momento d'inerzia equivalente della paratia per unità di lunghezza, riferito al modulo elastico del calcestruzzo di riferimento (E_c).

6.4.1. ANCORAGGI

Nel modello di calcolo gli ancoraggi sono stati schematizzati con elementi *anchors* aventi un'inclinazione α rispetto all'orizzontale e un valore di rigidezza assiale data dalla seguente relazione:

$$k = EA/L$$

dove:

- E : modulo elastico della barra;
- A : area per unità di larghezza della barra nel tratto deformabile;
- L : lunghezza del tratto deformabile del tirante.

6.5. VERIFICHE

6.5.1. MICROPALI

Le verifiche sono state condotte, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Le sollecitazioni di output del codice di calcolo per le paratie sono fornite per metro lineare per cui, nelle verifiche tensionali, è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei pali.

Vengono effettuate le seguenti verifiche:

- Verifica a S.L.U. per flessione;
- Verifica a S.L.U. per taglio;

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale γ_m specifico del materiale considerato. Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente γ_m : $f_d = f_k/\gamma_m$.

Acciaio	f_{yk} [MPa]	γ_m	f_{yd} [MPa]
S355	355	1.05	338

Si premette che per tutti i tubi commerciali comunemente impiegati per l'armatura dei micropali si può assumere che la sezione sia di classe 1, ovvero che valga:

$$D/t = 50 \times \epsilon$$

dove:

- $\epsilon = (235 \text{ MPa} / f_{yk})^{1/2}$
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento
- D è il diametro del tubolare metallico
- t è lo spessore del tubolare metallico

PROGETTAZIONE ATI:

1.1.2 ANCORAGGI

Verifica di resistenza

Nel caso di ancoraggi in trefoli il carico assiale agente deve rispettare la condizione seguente

$$R_{td} > \gamma_{Rd} \cdot R_{ak,max}$$

dove:

- $R_{ak,max}$ è il valore massimo del tiro;
- γ_{Rd} è il coefficiente di sovreresistenza a sfilamento dell'ancoraggio, nel caso in esame è posto unitario;
- R_{td} è la resistenza di progetto del materiale che costituisce l'armatura dell'ancoraggio, il cui valore è dato dalla seguente espressione:

$$R_{td} = A_t \cdot f_{p(1)k} / \gamma_s$$

dove:

- $f_{p(1)k}$ è la tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ed è pari a 1670 MPa;
- A_t è la sezione del tirante;
- γ_s è il coefficiente di sicurezza per la resistenza dell'acciaio e pari a 1.15, secondo il paragrafo 4.3.3 delle NTC2018.

Verifica allo sfilamento

Resistenza adesione malta cementizia-terreno

Per il calcolo della resistenza ultima allo sfilamento si ricorre a quanto indicato da Bustamante e Doix (1985, riportati da Tanzini 2004) sulla base di una serie di prove sperimentali. In questo caso la resistenza ultima calcolata (R_{ak}) può essere definita sulla base dei grafici forniti dagli autori in relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati e al tipo di iniezione (semplice o multipla):

$$R_{a,c} = \pi \times D_b \times L_b \times q_a$$

dove:

- D_b : diametro medio del bulbo: $D_b = \alpha \times D_p$
- D_p : diametro di perforazione,
- L_b : lunghezza del bulbo,
- α : fattore di sbulbamento,
- q_a : aderenza limite bulbo-terreno.

Sulla base di quanto descritto nel paragrafo 6.6.2 del D.M. 2018 (caso b) ed in assenza di prove dirette (caso a) il calcolo del valore di resistenza caratteristica R_{ak} deriva dalla seguente espressione:

$$R_{ak} = \min[R_{a,c \text{ medio}} / \xi_{a3} ; R_{a,c \text{ min}} / \xi_{a4}]$$

dove $R_{a,c \text{ medio}}$ e $R_{a,c \text{ min}}$ sono i valori medio e minimo della resistenza $R_{a,c}$ ottenuta dal calcolo e ξ_a fattori di correlazione che dipendono dalla conoscenza del modello geotecnico di riferimento, funzione del numero dei profili di indagine eseguiti (vedi tabella seguente).

Numero di profili d'indagine	1	2	3	4	≥5
ξ_{a3}	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
ξ_{a4}	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

La resistenza di calcolo, R_{ad} viene definita mediante la relazione:

PROGETTAZIONE ATI:

$$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R$$

con γ_R definito nella tabella seguente:

Tipologia tirante	Simbolo γ_R	Coefficiente parziale
temporaneo	$\gamma_{R,t}$	1.1
permanente	$\gamma_{R,p}$	1.2

Nella tabella seguente si riportano i valori di sbulbamento e di tensione di aderenza adottati per le unità geotecniche di interesse per il caso in esame; per il coefficiente di sbulbamento è stato assunto un valore cautelativo:

Unità geotecnica	D_p [mm]	α [-]	q_a [kPa]
UG2a	180	1.1	200
UG2	180	1.1	200

dove:

- D_p è il diametro di perforazione;
- α è il fattore di sbulbamento;
- q_a è l'aderenza limite bulbo-terreno.

Resistenza adesione barra-malta cementizia

La tensione limite di ancoraggio $R_{ak,c}$ viene valutata con la seguente formula:

$$R_{ak,c} = \pi \times d_{eq} \times f_{bd} \times L_b$$

dove:

- d_{eq} : diametro equivalente tirante
- L_b : lunghezza bulbo
- $f_{bd} = 2,25 \times n \times f_{ctk 0.05} / \gamma_c$

in cui:

- γ_c : 1.5
- $n = 1$, per $\varnothing \leq 32$ mm; $n = (132 - \varnothing) / 100$, per $\varnothing > 32$ mm
- $f_{ctk 0.05}$: $0,7 \times 0,30 \times f_{ck}^{2/3}$ (1.58 MPa per C20/25)

Anche su questo valore si applica il coefficiente γ_R per definire la resistenza di calcolo $R_{ad,c}$.

La lunghezza di ancoraggio L_a è quindi determinata sulla base della verifica più restrittiva tra le due sopra menzionate.

6.5.2. VERIFICA DELLA TRAVE DI RIPARTIZIONE

Il calcolo e le verifiche strutturali relative alla trave di ripartizione vengono presentate considerando uno schema appoggio-appoggio, soggetto a un carico per unità di lunghezza pari al tiro massimo sui tiranti N_{max} , diviso per loro interasse L :

$$p = N_{max} / L.$$

Il momento più gravoso viene valutato con la relazione

$$M_{sd} = p \cdot L^2 / 10 = (N_{max}/L) \cdot L^2 / 10$$

cui viene associata un'azione assiale nulla.

PROGETTAZIONE ATI:

La massima sollecitazione di taglio risulta, in prossimità degli appoggi, pari al valore di

$$V_{sd} = p \cdot L / 2 = (N_{max}/L) \cdot L / 2.$$

Le verifiche risultano soddisfatte quando per le sezioni maggiormente sollecitate sono soddisfatte le seguenti disuguaglianze:

$$M_{RD} > M_{sd}$$

$$V_{RD} > M_{sd}$$

7. FASE PROVVISORIA

La sezione di massima altezza è costituita da micropali di lunghezza 20m, diametro $\varnothing 300$ ad interasse 0.50m, armatura in tubolare metallico $\varnothing 219.1$ spessore 12.5 mm.

I tiranti, ad interasse di 2,00m, sono inclinati di 10° sull'orizzontale e sono disposti su cinque ordini. Il diametro di perforazione è $\varnothing 180$ mm. L'armatura è a quattro trefoli e pretensione a 400 kN.

Le travi di ripartizione sono in calcestruzzo, sezione 60x60 cm, incidenza armatura 120 kg/m³.

Come altezza di scavo, variabile lungo la sviluppata in funzione della morfologia del pendio, è stata considerata quella compresa tra la testa paratia e la quota di ritombamento finale.

Ai fini del calcolo, tale altezza è stata maggiorata di 0,5m; l'incremento applicato è stato assunto pari al maggiore fra il valore di 0,5m ed il 10% della distanza fra il tirante più basso ed il fondo scavo. Lo schema geometrico di calcolo è quindi.

$H_{scavo} = 13,30$ m altezza massima di scavo in configurazione provvisoria

$H = 13,80$ m altezza di calcolo

$L_p = 20$ m lunghezza pali

7.1. VERIFICHE STRUTTURALI

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	ESE	9,31	3,40	9,37	2,50	65,85	20,00	MAX
		-0,64	8,20	-3,86	4,55	0,00	0,00	MIN
2	ESE	78,22	2,00	98,33	2,00	117,62	20,00	MAX
		-10,47	4,80	-94,86	2,00	0,00	0,00	MIN
3	ESE	79,93	2,00	101,94	2,00	116,89	20,00	MAX
		-13,26	4,70	-88,52	2,00	0,00	0,00	MIN
4	ESE	67,88	2,00	100,62	2,00	165,87	20,00	MAX
		-22,23	6,00	-119,25	4,00	0,00	0,00	MIN
5	ESE	74,96	4,00	102,31	2,00	166,12	20,00	MAX
		-42,07	6,30	-117,47	4,00	0,00	0,00	MIN
6	ESE	63,61	2,00	96,87	2,00	215,01	20,00	MAX
		-36,01	7,20	-119,16	6,00	0,00	0,00	MIN
7	ESE	63,10	2,00	96,57	2,00	214,83	20,00	MAX
		-42,08	7,70	-116,72	6,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	63,23	2,00	117,73	9,00	266,70	20,00	MAX
		-46,55	7,65	-118,69	6,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	63,24	2,00	134,90	9,00	266,90	20,00	MAX
		-42,73	7,55	-117,29	6,00	0,00	0,00	MIN
10	ESE	63,23	2,00	131,63	9,00	318,82	20,00	MAX
		-42,48	7,55	-117,18	6,00	0,00	0,00	MIN
11	ESE	63,30	2,00	131,31	9,00	320,21	20,00	MAX
		-42,85	7,55	-118,13	6,00	0,00	0,00	MIN

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	SLU - STR	18,21	3,45	15,30	2,50	65,85	20,00	MAX
		-1,30	8,20	-7,54	4,65	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	79,62	2,00	100,91	2,00	117,62	20,00	MAX
		-5,43	5,35	-92,27	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	82,44	2,00	102,93	2,00	117,76	20,00	MAX
		-10,38	4,45	-90,78	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	70,67	2,00	101,78	2,00	166,76	20,00	MAX
		-17,40	6,10	-118,24	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	81,62	4,00	106,29	2,00	168,84	20,00	MAX
		-53,41	6,25	-127,18	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	69,51	2,00	100,87	2,00	217,73	20,00	MAX
		-39,40	7,05	-118,98	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	68,89	2,00	100,72	2,00	218,87	20,00	MAX
		-52,27	7,65	-122,91	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	69,02	2,00	125,89	9,00	270,74	20,00	MAX
		-56,75	7,60	-124,88	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - STR	70,75	9,00	142,37	9,00	273,83	20,00	MAX
		-59,75	12,05	-119,65	6,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - STR	69,34	9,00	138,17	9,00	325,82	20,00	MAX
		-48,96	12,70	-119,49	6,00	0,00	0,00	MIN
11	SLV - STR	68,88	2,00	139,53	9,00	323,69	20,00	MAX
		-48,45	12,70	-116,97	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	21,39	3,70	14,99	2,60	65,85	20,00	MAX
		-1,64	8,30	-8,84	4,90	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	75,94	2,00	99,57	2,00	117,62	20,00	MAX
		-2,35	5,95	-93,62	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	77,16	2,00	101,98	2,00	117,67	20,00	MAX
		-13,22	4,45	-91,38	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	66,49	2,00	100,61	2,00	166,60	20,00	MAX
		-18,91	5,50	-119,93	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	79,45	4,00	103,63	2,00	167,96	20,00	MAX
		-54,50	6,30	-123,84	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	64,79	2,00	98,23	2,00	216,84	20,00	MAX
		-43,44	7,10	-120,96	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	66,04	4,00	97,94	2,00	217,42	20,00	MAX
		-50,24	7,65	-120,54	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	66,02	4,00	125,35	9,00	269,29	20,00	MAX
		-54,72	7,65	-122,51	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - GEO	82,93	9,00	137,06	9,00	274,16	20,00	MAX
		-72,58	12,10	-115,19	6,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - GEO	81,32	9,00	132,77	9,00	326,19	20,00	MAX
		-62,79	12,70	-115,01	6,00	0,00	0,00	MIN
11	SLV - GEO	82,14	9,00	128,41	9,00	330,47	20,00	MAX
		-63,18	12,70	-117,33	6,00	0,00	0,00	MIN

I valori di calcolo delle sollecitazioni agenti a flessione e taglio sono i seguenti:

$M_d = 82.9 \text{ kNm/m}$

$V_d = 139.5 \text{ kN/m}$

PROGETTAZIONE ATI:

Sul singolo micropalo:

$$M_d = 41.5 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 69.8 \text{ kN/m}$$

7.1.1. MICROPALI

Cautelativamente per le verifiche di resistenza è stato considerato il solo contributo del tubolare in acciaio trascurando quello della malta cementizia. Le caratteristiche geometriche ed inerziali del profilo tubolare sono:

$$D = 219,1 \text{ mm} \quad \text{diametro esterno}$$

$$s = 12.5 \text{ mm} \quad \text{spessore}$$

La resistenza a flessione e taglio del profilo risulta:

$$M_{Rd} = 180.5 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \text{resistenza a flessione (limite plastico)}$$

$$V_{Rd} = 1008.3 \text{ kN} \quad \text{resistenza al taglio}$$

Le verifiche risultano soddisfatte:

7.1.2. ANCORAGGI

Verifica di resistenza

Ordine di tiranti	Inter. [m]	n. tref.	Incl. [°]	Pretiro [kN]	N _{ED} [kN]	N _{RD} [kN]	Verifiche N _{ED} ≤ N _{RD}
1°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓
2°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓
3°	2.0	4	10	400	539.5	807.41	✓
4°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓
5°	2.0	4	10	400	525	807.41	✓

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica a sfilamento

Ordine di tiranti	Inter. [m]	n. tref.	Incl. [°]	Pretiro [kN]	N _{ED} [kN]	Lung. Libera L _i [m]	Lung. bulbo L _b [m]	R _{ad} [kN] (aderenza terreno-bulbo)	R _{ad,c} [kN] (aderenza malta-acciaio)	Verifiche N _{ED} ≤ min [R _{ad} , R _{ad,c}]
1°	2.0	4	10	400	520	15.0	10	628	>1000	✓
2°	2.0	4	10	400	520	12.0	10	628	>1000	✓
3°	2.0	4	10	400	540	10	10	628	>1000	✓
4°	2.0	4	10	400	520	8	10	628	>1000	✓
5°	2.0	4	10	400	525	6	10	628	>1000	✓

7.1.3. TRAVI DI RIPARTIZIONE

Con riferimento all'ordine di tiranti maggiormente sollecitato, si ha:

N_{max} = 540 kN massimo sollecitazione assiale tirante
i = 2,00 m interasse tiranti
p = 270 kN/m pressione di contrasto ripartita sulla trave

Le sollecitazioni massime sulla trave valgono:

M_{sd} = 108 kN·m max. momento
V_{sd} = 540 kN max. taglio

La verifica a flessione della trave risulta:

dimensioni sezione: BxH = 60x60 cm
arm. tesa 4φ16 = 8,04 cm²
arm. compressa 4φ16 = 8,04 cm²
M_{Rd} = 174 kN·m resistenza flessionale
M_{Rd} / M_{sd} = 1,6 > 1 verifica soddisfatta

Con staffe φ10/8 a due braccia, la verifica a taglio risulta:

V_{Rd} = 898 kN resistenza al taglio
V_{Rd} / V_{sd} = 1,66 > 1 verifica soddisfatta

L'armatura minima suddetta corrisponde ad un'incidenza complessiva di circa 120 kg/mc.

7.2. STABILITÀ GLOBALE

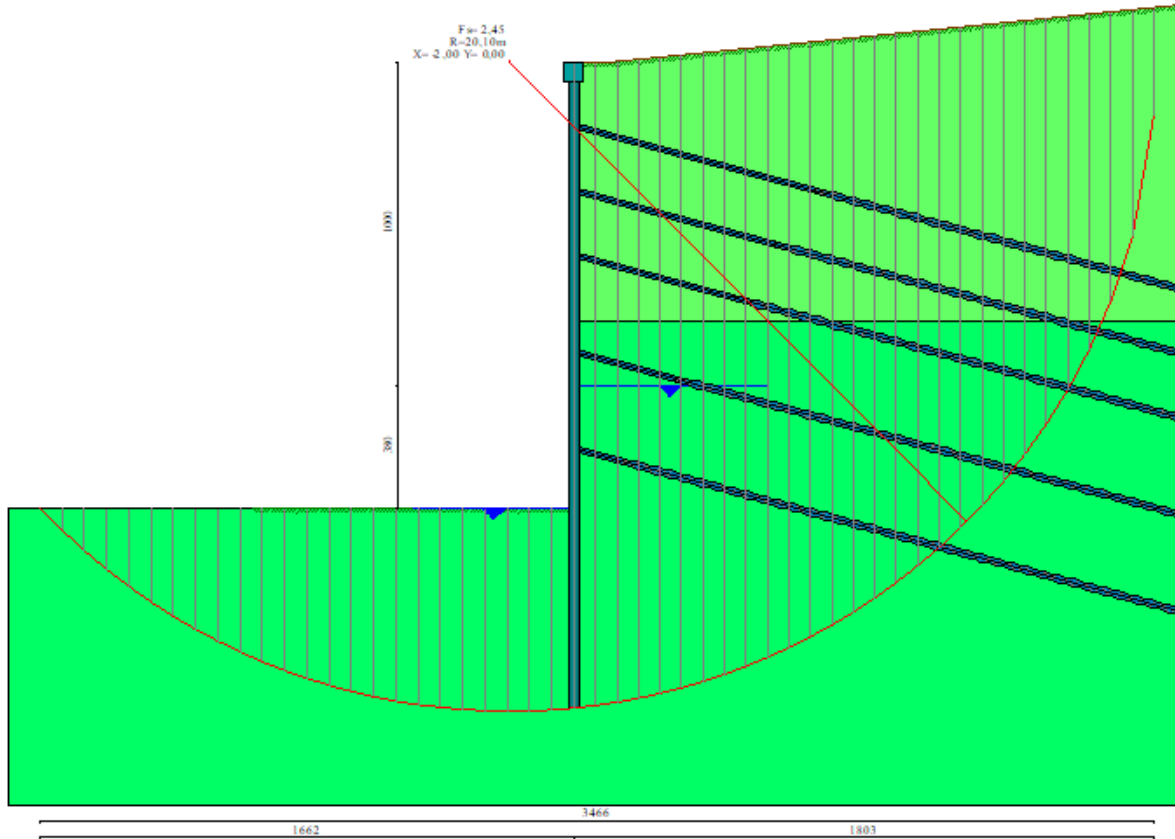
La verifica di stabilità globale è stata condotta nella combinazione A2+M2+R2 con γ_{R2} = 1,1. E' stato utilizzato il metodo dell'equilibrio limite globale applicando il criterio di Bishop.

Nella verifica non è stato portato in conto il contributo resistente dei tiranti e della paratia. La paratia è stata considerata solo come vincolo ai fini dell'individuazione delle superfici di scivolamento di calcolo critiche.

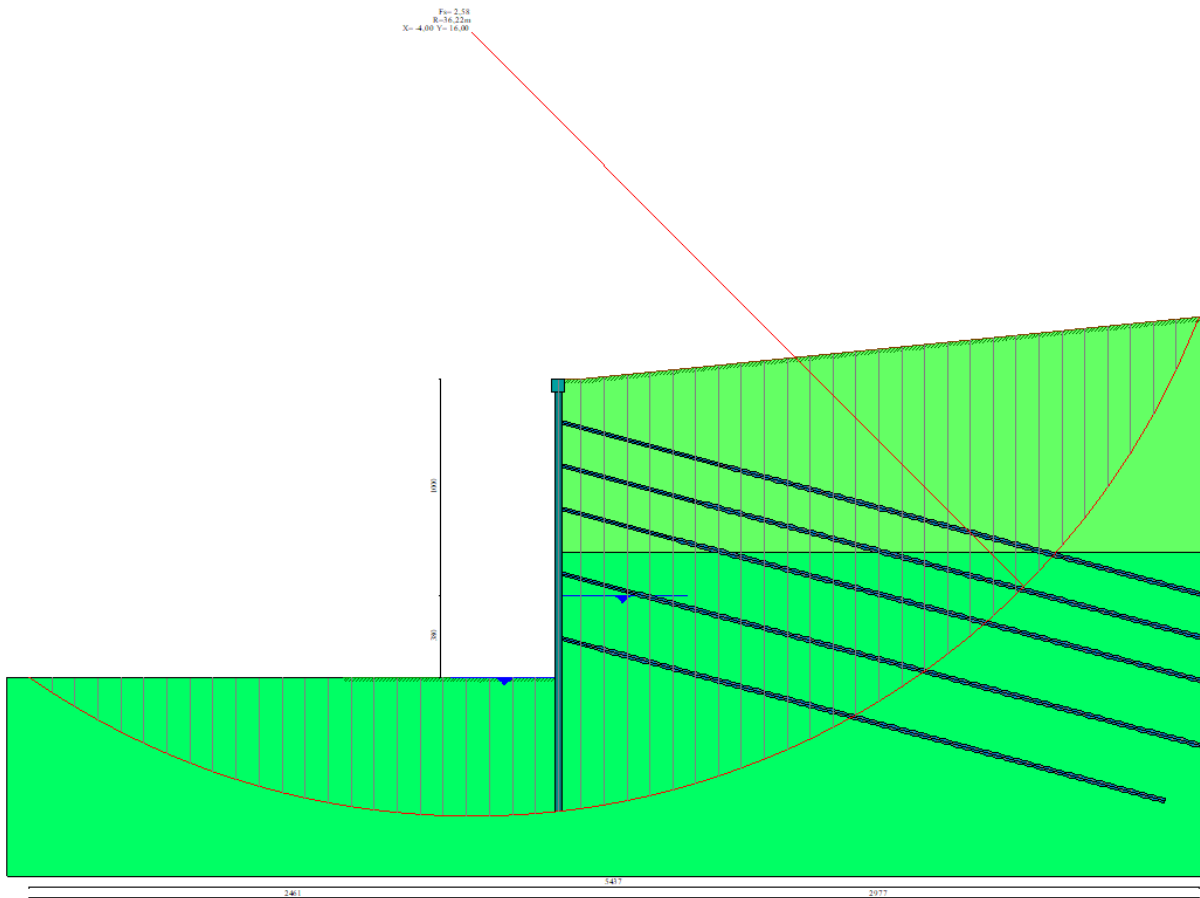
Il coefficiente di sicurezza minimo risulta:

Condizioni statiche: $F_s = 2.45 > 1,1$

Condizioni sismiche: $F_s = 2.58 > 1,1$



PROGETTAZIONE ATI:



8. FASE DEFINITIVA

La sezione di massima altezza è costituita da micropali di lunghezza 20m, diametro $\varnothing 300$ ad interasse 0.50m, armatura in tubolare metallico $\varnothing 219.1$ spessore 12.5 mm.

I tiranti, ad interasse di 2,00m, sono inclinati di 10° sull'orizzontale e sono disposti su quattro ordini. Il diametro di perforazione è $\varnothing 180$ mm. L'armatura è a quattro trefoli e pretensione a 400 kN.

Le travi di ripartizione sono in calcestruzzo, sezione 60x60 cm, incidenza armatura 120 kg/m³.

Come altezza di scavo, variabile lungo la sviluppata in funzione della morfologia del pendio, è stata considerata quella compresa tra la testa paratia e la quota di ritombamento finale.

Ai fini del calcolo, tale altezza è stata maggiorata di 0,5m; l'incremento applicato è stato assunto pari al maggiore fra il valore di 0,5m ed il 10% della distanza fra il tirante più basso ed il fondo scavo. Lo schema geometrico di calcolo è quindi.

$H_{\text{scavo}} = 9,50$ m altezza massima di scavo in configurazione finale

$H = 10,00$ m altezza di calcolo

$L_p = 20$ m lunghezza pali

PROGETTAZIONE ATI:

8.1. VERIFICHE STRUTTURALI

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
N	sforzio normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	ESE	9,31	3,40	9,37	2,50	65,85	20,00	MAX
		-0,64	8,20	-3,86	4,55	0,00	0,00	MIN
2	ESE	78,22	2,00	98,33	2,00	117,62	20,00	MAX
		-10,47	4,80	-94,86	2,00	0,00	0,00	MIN
3	ESE	79,56	2,00	101,49	2,00	116,64	20,00	MAX
		-13,18	4,70	-88,04	2,00	0,00	0,00	MIN
4	ESE	66,69	4,00	98,46	2,00	164,66	20,00	MAX
		-22,04	6,00	-119,06	4,00	0,00	0,00	MIN
5	ESE	75,60	4,00	99,97	2,00	165,04	20,00	MAX
		-41,87	6,35	-117,65	4,00	0,00	0,00	MIN
6	ESE	62,18	2,00	94,81	2,00	212,73	20,00	MAX
		-35,61	7,25	-119,09	6,00	0,00	0,00	MIN
7	ESE	61,69	2,00	94,48	2,00	212,53	20,00	MAX
		-41,74	7,70	-116,92	6,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	61,81	2,00	117,54	9,00	264,44	20,00	MAX
		-46,20	7,65	-118,91	6,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	61,91	2,00	118,38	9,00	266,77	20,00	MAX
		-46,92	7,65	-120,98	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	18,21	3,45	15,30	2,50	65,85	20,00	MAX
		-1,30	8,20	-7,54	4,65	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	79,62	2,00	100,91	2,00	117,62	20,00	MAX
		-5,43	5,35	-92,27	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	82,50	2,00	103,02	2,00	117,80	20,00	MAX
		-10,39	4,45	-90,85	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	69,34	2,00	100,17	2,00	165,86	20,00	MAX
		-17,28	6,10	-118,11	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	83,27	4,00	104,33	2,00	168,74	20,00	MAX
		-53,16	6,25	-128,71	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	68,18	2,00	99,19	2,00	216,44	20,00	MAX
		-39,04	7,05	-119,11	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	67,57	4,00	98,87	2,00	218,25	20,00	MAX
		-51,80	7,65	-124,73	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	67,60	4,00	125,46	9,00	270,15	20,00	MAX
		-56,28	7,65	-126,72	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLV - STR	67,54	2,00	128,88	9,00	268,99	20,00	MAX
		-55,70	7,70	-123,68	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	21,39	3,70	14,99	2,60	65,85	20,00	MAX
		-1,64	8,30	-8,84	4,90	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	75,94	2,00	99,57	2,00	117,62	20,00	MAX
		-2,35	5,95	-93,62	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	77,16	2,00	102,01	2,00	117,68	20,00	MAX

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
		-13,22	4,45	-91,40	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	65,06	2,00	99,25	2,00	165,70	20,00	MAX
		-18,67	5,50	-119,81	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	80,99	4,00	102,16	2,00	167,67	20,00	MAX
		-54,27	6,30	-125,15	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	63,36	2,00	97,04	2,00	215,36	20,00	MAX
		-43,06	7,10	-121,01	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	64,78	4,00	96,62	2,00	216,32	20,00	MAX
		-49,81	7,65	-121,78	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	64,81	4,00	125,00	9,00	268,23	20,00	MAX
		-54,30	7,65	-123,77	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLV - GEO	65,25	4,00	126,92	9,00	273,25	20,00	MAX
		-55,92	7,60	-128,17	6,00	0,00	0,00	MIN

I valori di calcolo delle sollecitazioni agenti a flessione e taglio sono i seguenti:

$$M_d = 83.3 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 128.9 \text{ kN/m}$$

Sul singolo micropalo:

$$M_d = 41.7 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 64.5 \text{ kN/m}$$

8.1.1. MICROPALI

Cautelativamente per le verifiche di resistenza è stato considerato il solo contributo del tubolare in acciaio trascurando quello della malta cementizia. Le caratteristiche geometriche ed inerziali del profilo tubolare sono:

$$D = 219,1 \text{ mm} \quad \text{diametro esterno}$$

$$s = 12.5 \text{ mm} \quad \text{spessore}$$

La resistenza a flessione e taglio del profilo risulta:

$$M_{Rd} = 180.5 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \text{resistenza a flessione (limite plastico)}$$

$$V_{Rd} = 1008.3 \text{ kN} \quad \text{resistenza al taglio}$$

Le verifiche risultano soddisfatte:

8.1.2. ANCORAGGI

Verifica di resistenza

Ordine di tiranti	Inter. [m]	n. tref.	Incl. [°]	Pretiro [kN]	N _{ED} [kN]	N _{RD} [kN]	Verifiche N _{ED} ≤ N _{RD}
1°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓
2°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓
3°	2.0	4	10	400	539.5	807.41	✓
4°	2.0	4	10	400	520	807.41	✓

Verifica a sfilamento

Ordine di tiranti	Inter. [m]	n. tref.	Incl. [°]	Pretiro [kN]	N _{ED} [kN]	Lung. Libera L _i [m]	Lung. bulbo L _b [m]	R _{ad} [kN] (aderenza terreno-bulbo)	R _{ad,c} [kN] (aderenza malta-acciaio)	Verifiche N _{ED} ≤ min [R _{ad} , R _{ad,c}]
1°	2.0	4	10	400	520	15.0	10	576	>1000	✓
2°	2.0	4	10	400	520	12.0	10	576	>1000	✓
3°	2.0	4	10	400	540	10	10	576	>1000	✓
4°	2.0	4	10	400	520	8	10	576	>1000	✓

8.1.3. TRAVI DI RIPARTIZIONE

Con riferimento all'ordine di tiranti maggiormente sollecitato, si ha:

N_{max} = 540 kN massimo sollecitazione assiale tirante
i = 2,00 m interasse tiranti
p = 270 kN/m pressione di contrasto ripartita sulla trave

Le sollecitazioni massime sulla trave valgono:

M_{sd} = 108 kN·m max. momento
V_{sd} = 540 kN max. taglio

La verifica a flessione della trave risulta:

dimensioni sezione: BxH = 60x60 cm
arm. tesa 4φ16 = 8,04 cm²
arm. compressa 4φ16 = 8,04 cm²
M_{Rd} = 174 kN·m resistenza flessionale
M_{Rd} / M_{sd} = 1,6 > 1 verifica soddisfatta

PROGETTAZIONE ATI:

Con staffe $\phi 10/8$ a due braccia, la verifica a taglio risulta:

$V_{Rd} = 898$ kN resistenza al taglio

$V_{Rd} / V_{sd} = 1,66 > 1$ verifica soddisfatta

L'armatura minima suddetta corrisponde ad un'incidenza complessiva di circa 120 kg/mc.

8.2. STABILITÀ GLOBALE

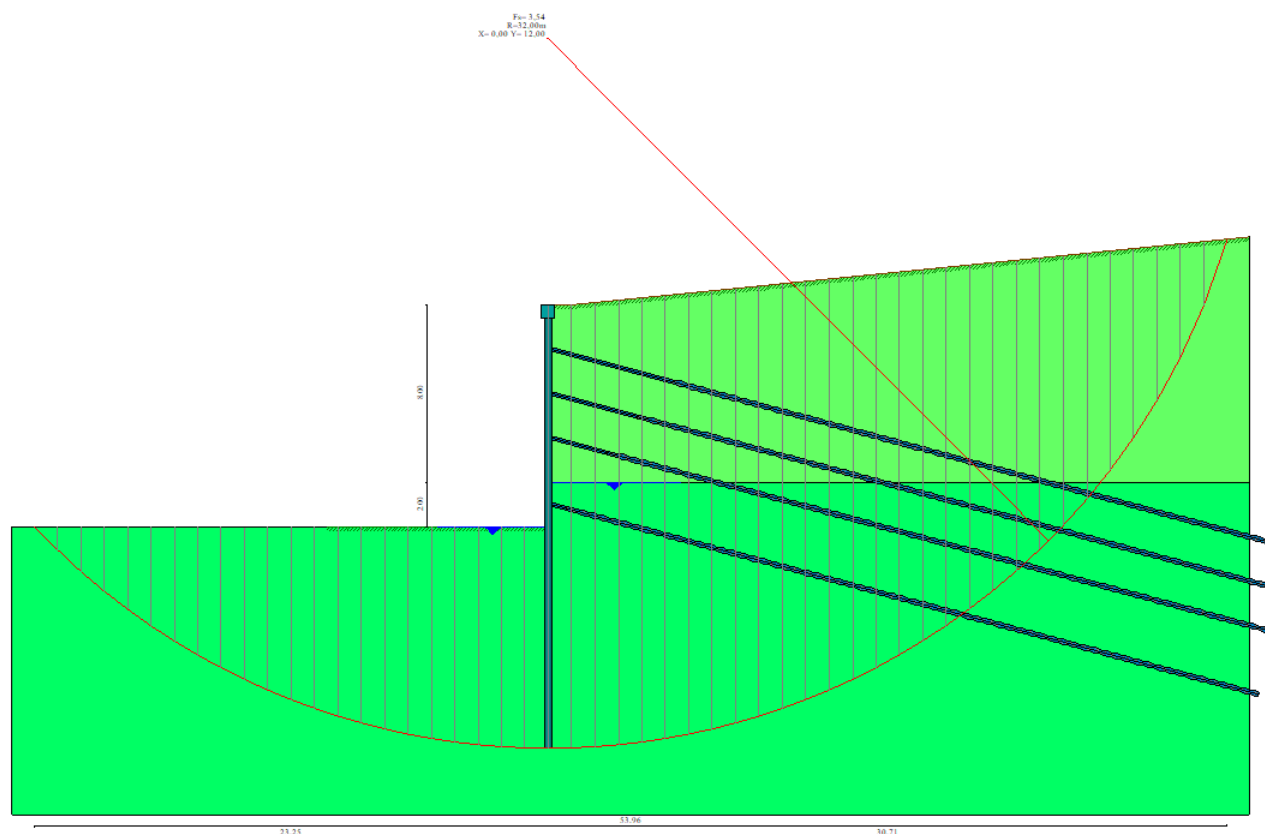
La verifica di stabilità globale è stata condotta nella combinazione A2+M2+R2 con $\gamma_{R2} = 1,1$. E' stato utilizzato il metodo dell'equilibrio e come coefficiente di sicurezza risultante è stato assunto il minore tra quelli che si ottengono applicando i criteri di Bishop, Janbu e Morgenstern.

Nella verifica non è stato portato in conto il contributo resistente dei tiranti e della paratia. La paratia è stata considerata solo come vincolo ai fini dell'individuazione delle superfici di scivolamento di calcolo critiche.

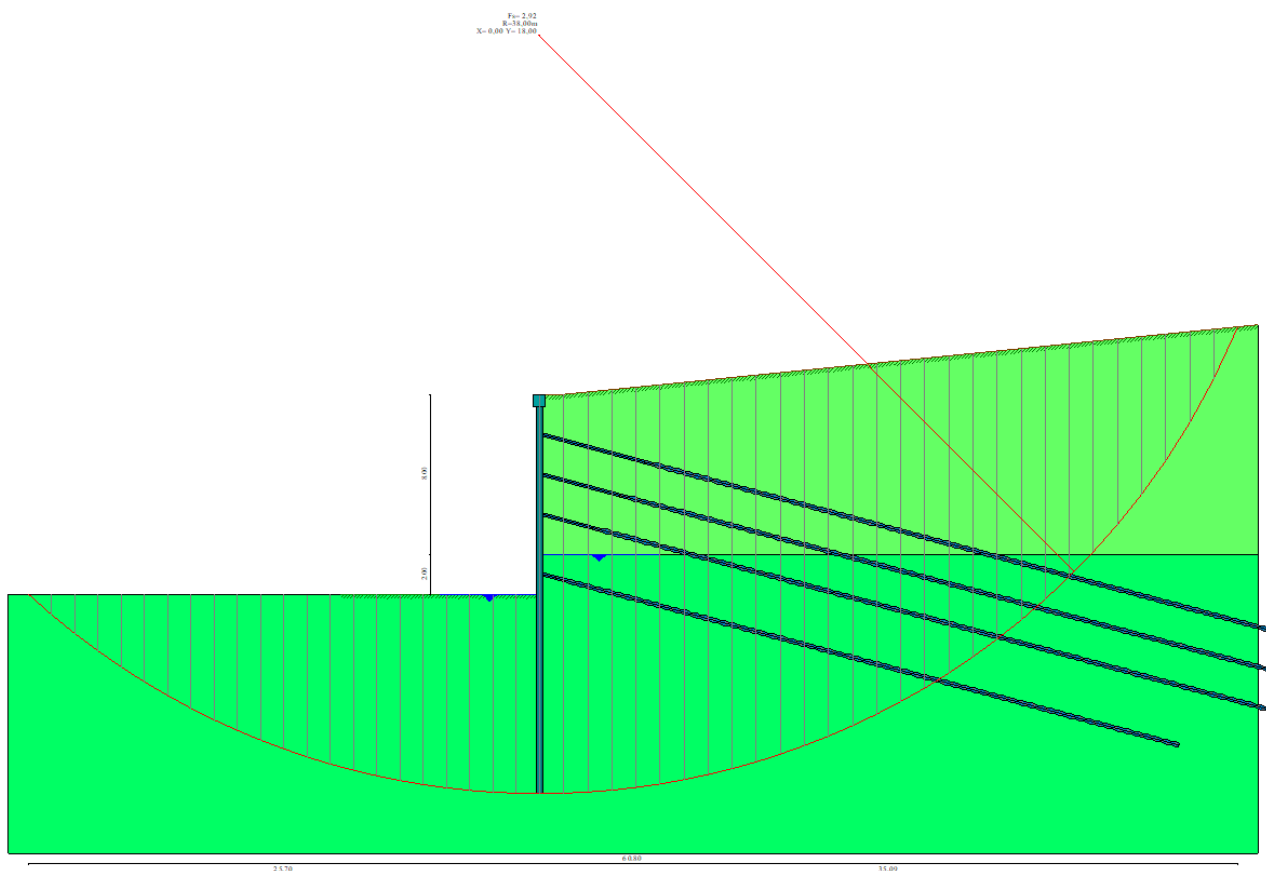
Il coefficiente di sicurezza minimo risulta:

Condizioni statiche: $F_s = 3.54 > 1,1$

Condizioni sismiche: $F_s = 2.92 > 1,1$



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

9. ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO

9.1. FASE PROVVISORIALE

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	13,80	[m]
Profondità di infissione	6,20	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[m]
Lunghezza paratia	10,00	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,50	[m]
Diametro dei micropali	30,00	[cm]
Numero totale di micropali	19	
Numero di micropali per metro lineare	1.90	
Diametro esterno del tubolare	219,10	[mm]
Spessore del tubolare	12,50	[mm]

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [cm]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm ³]

N°	Y [m]	Tipo	B [cm]	H [cm]	A [cmq]	W [cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
2	2,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
3	4,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
4	6,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
5	9,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--
6	12,00	Calcestruzzo	60,00	60,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, 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 [°]

Profilo di monte

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	1,00	0,00	0.00
3	11,00	1,00	5.71

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-2,50	--
2	0,00	-2,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

PROGETTAZIONE ATI:

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,50	--
2	0,00	-4,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-6,50	--
2	0,00	-6,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 7

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-10,00	--
2	0,00	-10,00	0.00

Profilo di valle - Fase n° 9

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-13,80	--
2	0,00	-13,80	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine
- Descrizione Descrizione del terreno
- γ peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
- γ_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
- ϕ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
- δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
- c coesione del terreno espressa in [kPa]
- ca adesione terreno/paratia espressa in [kPa]
- Parametri per il calcolo dei tiranti secondo il metodo di Bustamante-Doix
- Cesp coeff. di espansione laterale minimo e medio del tirante nello strato
- τ_1 tensione tangenziale minima e media lungo il tirante espresso in [kPa]
- I parametri medi e minimi vengono usati per il calcolo di portanza di progetto dei pali e per la resistenza di progetto a sfilamento dei tiranti

N°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_1 [kPa]	
1	Terreno 1	19,000	20,000	25.00	12.00	5,0	0,0	1.00	0,0	CAR
				25.00	12.00	5,0	0,0		0,0	MIN
				25.00	12.00	5,0	0,0		0,0	MED
2	Terreno 2	26,000	26,000	35.00	17.00	60,0	0,0	1.00	0,0	CAR
				35.00	17.00	60,0	0,0		0,0	MIN
				35.00	17.00	60,0	0,0		0,0	MED

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
- sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
- kw costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm²/cm]
- α inclinazione dello strato espressa in [°] (M: strato di monte, V: strato di valle)
- Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte, V: strato di valle)

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,00	0.00	0.00	1.21	1.21	Terreno 1	Terreno 1
2	15,00	0.00	0.00	10.06	10.06	Terreno 2	Terreno 2

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 5,00 [m]
 Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 5,00 [m]
 Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

PROGETTAZIONE ATI:

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante attivo (trefoli)

Calcolo tiranti:	PROGETTO	
Diametro della perforazione	16,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	Rck 250	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	24517	[kPa]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	Precomp	
Tensione di snervamento f_{yk}	1569089	[kPa]
Tiranti attivi armati con trefoli		
Area del singolo trefolo:	1,39	[cmq]
Numero di trefoli del tirante:	4	
Coefficiente cadute di tensione:	1.30	
Coeff. correttivo ω :	NO	

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti come percentuale di angolo di attrito e coesione dello strato:

- Aliquota angolo di attrito	50.00	[%]
- Aliquota coesione	30.00	[%]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla f_{bd} = 1643 [kPa]	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kN]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kN]
1	Tirante attivo (trefoli)	2,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
2	Tirante attivo (trefoli)	4,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
3	Tirante attivo (trefoli)	6,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
4	Tirante attivo (trefoli)	9,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
5	Tirante attivo (trefoli)	12,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kN/mc]	Classe cls	Rck [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C20/25	25000	30200389	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C20/25	25000	30200389	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/compresso 1.00

PROGETTAZIONE ATI:

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n° identificativo della fase nell'elenco definito
Fase Descrizione dell'i-esima fase
Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Quota falda valle 5.00 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=2.50]	0
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=2.50]	1
4	Tesatura tirante 1 N=40788 [Hscavo=2.50]	1
5	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	2
6	Inserimento tirante 2 (X=4.00) [Hscavo=4.50]	3
7	Tesatura tirante 2 N=40788 [Hscavo=4.50]	3
8	Scavo fino alla profondità di 6.50 metri	4
9	Quota falda valle 6.50 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=6.50]	4
10	Inserimento tirante 3 (X=6.00) [Hscavo=6.50]	5
11	Tesatura tirante 3 N=40788 [Hscavo=6.50]	5
12	Scavo fino alla profondità di 10.00 metri	6
13	Quota falda valle 10.00 metri - Quota falda monte 8.00 metri [Hscavo=10.00]	6
14	Inserimento tirante 4 (X=9.00) [Hscavo=10.00]	7
15	Tesatura tirante 4 N=40788 [Hscavo=10.00]	7
16	Scavo fino alla profondità di 13.80 metri	8
17	Quota falda valle 13.80 metri - Quota falda monte 10.00 metri [Hscavo=13.80]	8
18	Inserimento tirante 5 (X=12.00) [Hscavo=13.80]	9
19	Tesatura tirante 5 N=40788 [Hscavo=13.80]	9
20	Inserimento sisma	10

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza

Laterale

γ_{st}

R3

1,20

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate

1

$\xi_3=1,80$

$\xi_4=1,80$

Verifica materiali: Stato Limite

PROGETTAZIONE ATI:

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

con:

A_v Area lorda sezione profilo

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie

Impostazioni di analisi

Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno:

Pressione passiva

Impostazioni analisi per fasi di scavo:

Analisi per condizioni di esercizio

Analisi per coefficienti tipo A1-M1

Analisi per coefficienti tipo A2-M2

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale:

Metodo:

Metodo di Bishop

Maglia dei centri

Passo maglia **Automatica**

Resistenza a taglio paratia

V_{Rd}

Impostazioni analisi sismica

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s^2]	1.792	0.715
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.513	2.430
Valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione Tc^* [sec]	0.320	0.370
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	B	

PROGETTAZIONE ATI:

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.200	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	0.959	0.959
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.100	0.100
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.520	0.520
Prodotto $\alpha \beta$	0.499 > 0.2	0.499 > 0.2
Coefficiente di intensità sismica [%]	10.929	4.361
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	
Coefficiente di riduzione (β_s)	0.380	0.470
Coefficiente di intensità sismica nella verifica di stabilità [%]	8.330	4.111

Inerzia massa strutturale **Non considerata**

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico: Triangolare con vertice in alto.

PROGETTAZIONE ATI:

Risultati

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 276 elementi fuori terra e 124 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	13,80	[m]
Profondità di infissione	6,20	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kN]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kN]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kN]
Pc	Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa [kN]	Y _{Pa} [m]	Is [kN]	Y _{Is} [m]	Pw [kN]	Y _{Pw} [m]	Pp [kN]	Y _{Pp} [m]	Pc [kN]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	9,37	1,94	--	--	0,00	0,00	-13,71	3,41	4,34	6,57
2	ESE	133,53	1,48	--	--	0,00	0,00	-4,96	7,91	64,62	3,54
3	ESE	187,96	2,04	--	--	0,00	0,00	-6,29	7,84	8,79	5,40
4	ESE	311,20	2,69	--	--	0,00	0,00	-10,94	8,73	72,99	5,34
5	ESE	382,09	3,24	--	--	209,62	12,87	-217,45	12,87	0,00	0,00
6	ESE	515,89	3,92	--	--	209,62	12,87	-204,69	13,28	35,83	7,02
7	ESE	572,36	4,23	--	--	215,75	14,48	-232,18	14,20	0,00	0,00
8	ESE	751,83	5,36	--	--	215,75	14,48	-218,01	14,50	0,00	0,00
9	ESE	740,66	5,33	--	--	301,85	15,88	-291,98	16,21	0,00	0,00
10	ESE	939,37	6,76	--	--	301,85	15,88	-297,15	16,20	0,00	0,00
11	ESE	907,17	6,67	38,70	9,20	301,85	15,88	-298,45	16,19	0,00	0,00
1	SLU - STR	15,31	1,88	--	--	0,00	0,00	-23,81	3,59	8,50	6,66
2	SLU - STR	140,97	1,51	--	--	0,00	0,00	-2,57	8,32	54,79	3,56
3	SLU - STR	198,86	2,12	--	--	0,00	0,00	-6,49	6,84	1,36	7,66
4	SLU - STR	324,67	2,74	--	--	0,00	0,00	-8,61	8,77	60,51	5,36
5	SLU - STR	407,54	3,40	--	--	209,62	12,87	-232,74	12,51	0,00	0,00
6	SLU - STR	542,01	4,01	--	--	209,62	12,87	-220,15	12,87	35,32	7,01
7	SLU - STR	599,59	4,34	--	--	215,75	14,48	-244,43	13,95	0,00	0,00
8	SLU - STR	779,14	5,40	--	--	215,75	14,48	-230,25	14,22	0,00	0,00
9	SLU - STR	807,45	5,78	--	--	301,85	15,88	-332,91	15,88	0,00	0,00
10	SLU - STR	1006,39	7,03	--	--	301,85	15,88	-338,09	15,88	0,00	0,00
11	SLV - STR	884,82	6,75	111,88	9,20	301,85	15,88	-336,35	15,89	0,00	0,00
1	SLU - GEO	14,99	1,89	--	--	0,00	0,00	-25,04	3,90	10,05	6,91
2	SLU - GEO	144,73	1,57	--	--	0,00	0,00	-1,15	8,69	49,61	3,41
3	SLU - GEO	203,60	2,20	--	--	0,00	0,00	-12,77	6,76	2,52	9,65
4	SLU - GEO	341,23	2,89	--	--	0,00	0,00	-9,39	8,26	44,16	5,21
5	SLU - GEO	415,66	3,53	--	--	209,62	12,87	-244,25	12,29	0,00	0,00
6	SLU - GEO	554,68	4,13	--	--	209,62	12,87	-237,81	12,50	37,02	7,06
7	SLU - GEO	597,16	4,36	--	--	215,75	14,48	-247,12	13,90	0,00	0,00
8	SLU - GEO	776,43	5,42	--	--	215,75	14,48	-232,96	14,17	0,00	0,00
9	SLU - GEO	809,92	5,85	--	--	301,85	15,88	-334,19	15,92	0,00	0,00
10	SLU - GEO	1008,58	7,08	--	--	301,85	15,88	-338,93	15,91	0,00	0,00
11	SLV - GEO	914,44	6,85	111,80	9,20	301,85	15,88	-340,71	15,90	0,00	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kN]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kN]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kN]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kN]

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	Rc [kN]	Y _{Rc} [m]	Rt [kN]	Y _{Rt} [m]	Rv [kN]	Y _{Rv} [m]	Rp [kN]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ESE	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	ESE	0,00	0,00	190,46	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	ESE	0,00	0,00	373,25	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
5	ESE	0,00	0,00	374,21	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
6	ESE	0,00	0,00	556,65	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ESE	0,00	0,00	556,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
8	ESE	0,00	0,00	749,57	5,33	0,00	0,00	0,00	0,00
9	ESE	0,00	0,00	750,30	5,33	0,00	0,00	0,00	0,00
10	ESE	0,00	0,00	944,08	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00
11	ESE	0,00	0,00	949,27	6,71	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - STR	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - STR	0,00	0,00	193,71	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - STR	0,00	0,00	376,58	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - STR	0,00	0,00	384,36	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - STR	0,00	0,00	566,80	4,03	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - STR	0,00	0,00	571,08	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - STR	0,00	0,00	764,64	5,31	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - STR	0,00	0,00	776,17	5,37	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - STR	0,00	0,00	970,19	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLV - STR	0,00	0,00	962,24	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - GEO	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - GEO	0,00	0,00	193,36	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - GEO	0,00	0,00	376,01	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - GEO	0,00	0,00	381,08	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - GEO	0,00	0,00	563,50	4,04	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - GEO	0,00	0,00	565,65	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - GEO	0,00	0,00	759,22	5,32	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLU - GEO	0,00	0,00	777,42	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00
10	SLU - GEO	0,00	0,00	971,57	6,73	0,00	0,00	0,00	0,00
11	SLV - GEO	0,00	0,00	987,57	6,75	0,00	0,00	0,00	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]
1	ESE	2,50	2,80	4,59	1,71	0,13
2	ESE	2,50	8,05	6,04	0,00	0,52
3	ESE	4,77	8,05	5,94	0,00	0,13
4	ESE	4,77	8,30	7,56	0,00	0,67
5	ESE	7,49	8,05	-7,00	11,07	2,84
6	ESE	7,49	8,55	7,95	0,00	2,94
7	ESE	10,00	10,00	0,00	0,00	4,50
8	ESE	10,00	10,00	0,00	0,00	4,22
9	ESE	13,80	13,80	7,60	0,80	12,04
10	ESE	13,80	13,80	7,60	0,00	12,25
11	ESE	13,80	13,80	7,60	0,80	12,31
1	SLU - STR	2,52	3,00	4,68	3,13	0,18
2	SLU - STR	2,52	8,05	6,72	0,00	0,32
3	SLU - STR	4,90	8,05	8,98	0,64	0,05
4	SLU - STR	4,90	8,35	7,64	0,00	0,42
5	SLU - STR	7,55	8,05	-7,00	11,07	2,35
6	SLU - STR	7,55	8,05	7,88	0,00	2,42
7	SLU - STR	10,00	10,00	0,00	0,00	3,84
8	SLU - STR	10,00	10,00	0,00	0,00	3,62
9	SLU - STR	13,80	14,20	7,60	6,40	11,89
10	SLU - STR	13,80	14,20	7,60	0,00	12,07
11	SLV - STR	13,80	14,20	7,60	0,00	13,87
1	SLU - GEO	2,65	3,45	4,91	5,41	0,34
2	SLU - GEO	2,65	8,20	7,49	0,00	0,48
3	SLU - GEO	5,45	6,05	8,61	9,97	0,17
4	SLU - GEO	5,45	8,05	6,60	0,00	0,58
5	SLU - GEO	7,98	8,05	-7,00	11,44	4,36
6	SLU - GEO	7,98	8,05	-7,00	0,00	4,55
7	SLU - GEO	10,00	10,05	0,00	1,00	6,81
8	SLU - GEO	10,00	10,10	0,00	0,00	6,42
9	SLU - GEO	13,80	14,75	7,60	16,00	20,96
10	SLU - GEO	13,80	14,80	7,60	12,00	21,25
11	SLV - GEO	13,80	14,80	7,60	16,80	21,31

PROGETTAZIONE ATI:

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{p,med} , P _{p,min}	Portanza di punta media e minima, espressa in [kN]
P _{L,med} , P _{L,min}	Portanza laterale media e minima, espressa in [kN]
P _d	Portanza di progetto, espressa in [kN]
N	Sforzo normale alla base del palo, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto Pd/N)

n°	Tipo	P _{p,med} [kN]	P _{L,med} [kN]	P _{p,min} [kN]	P _{L,min} [kN]	P _d [kN]	N [kN]	FS
1	SLU - STR	691,46	0,00	691,46	0,00	301,29	34,66	8.693
2	SLU - STR	691,46	0,00	691,46	0,00	301,29	61,90	4.867
3	SLU - STR	650,37	0,00	650,37	0,00	283,38	61,98	4.572
4	SLU - STR	650,37	0,00	650,37	0,00	283,38	87,77	3.229
5	SLU - STR	609,27	0,00	609,27	0,00	265,48	88,86	2.987
6	SLU - STR	609,27	0,00	609,27	0,00	265,48	114,59	2.317
7	SLU - STR	513,17	0,00	513,17	0,00	223,60	115,20	1.941
8	SLU - STR	513,17	0,00	513,17	0,00	223,60	142,49	1.569
9	SLU - STR	389,14	0,00	389,14	0,00	169,56	144,12	1.177
10	SLU - STR	389,14	0,00	389,14	0,00	169,56	171,48	0.989
11	SLV - STR	389,14	0,00	389,14	0,00	169,56	170,36	0.995

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
N	sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	ESE	9,31	3,40	9,37	2,50	65,85	20,00	MAX
		-0,64	8,20	-3,86	4,55	0,00	0,00	MIN
2	ESE	78,22	2,00	98,33	2,00	117,62	20,00	MAX
		-10,47	4,80	-94,86	2,00	0,00	0,00	MIN
3	ESE	79,93	2,00	101,94	2,00	116,89	20,00	MAX
		-13,26	4,70	-88,52	2,00	0,00	0,00	MIN
4	ESE	67,88	2,00	100,62	2,00	165,87	20,00	MAX
		-22,23	6,00	-119,25	4,00	0,00	0,00	MIN
5	ESE	74,96	4,00	102,31	2,00	166,12	20,00	MAX
		-42,07	6,30	-117,47	4,00	0,00	0,00	MIN
6	ESE	63,61	2,00	96,87	2,00	215,01	20,00	MAX
		-36,01	7,20	-119,16	6,00	0,00	0,00	MIN
7	ESE	63,10	2,00	96,57	2,00	214,83	20,00	MAX
		-42,08	7,70	-116,72	6,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	63,23	2,00	117,73	9,00	266,70	20,00	MAX
		-46,55	7,65	-118,69	6,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	63,24	2,00	134,90	9,00	266,90	20,00	MAX
		-42,73	7,55	-117,29	6,00	0,00	0,00	MIN
10	ESE	63,23	2,00	131,63	9,00	318,82	20,00	MAX
		-42,48	7,55	-117,18	6,00	0,00	0,00	MIN
11	ESE	63,30	2,00	131,31	9,00	320,21	20,00	MAX
		-42,85	7,55	-118,13	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	18,21	3,45	15,30	2,50	65,85	20,00	MAX
		-1,30	8,20	-7,54	4,65	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	79,62	2,00	100,91	2,00	117,62	20,00	MAX
		-5,43	5,35	-92,27	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	82,44	2,00	102,93	2,00	117,76	20,00	MAX
		-10,38	4,45	-90,78	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	70,67	2,00	101,78	2,00	166,76	20,00	MAX
		-17,40	6,10	-118,24	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	81,62	4,00	106,29	2,00	168,84	20,00	MAX
		-53,41	6,25	-127,18	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	69,51	2,00	100,87	2,00	217,73	20,00	MAX
		-39,40	7,05	-118,98	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	68,89	2,00	100,72	2,00	218,87	20,00	MAX
		-52,27	7,65	-122,91	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	69,02	2,00	125,89	9,00	270,74	20,00	MAX
		-56,75	7,60	-124,88	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - STR	70,75	9,00	142,37	9,00	273,83	20,00	MAX
		-59,75	12,05	-119,65	6,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - STR	69,34	9,00	138,17	9,00	325,82	20,00	MAX
		-48,96	12,70	-119,49	6,00	0,00	0,00	MIN

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kNm]	[m]	[kN]	[m]	[kN]	[m]	
11	SLV - STR	68,88	2,00	139,53	9,00	323,69	20,00	MAX
		-48,45	12,70	-116,97	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	21,39	3,70	14,99	2,60	65,85	20,00	MAX
		-1,64	8,30	-8,84	4,90	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	75,94	2,00	99,57	2,00	117,62	20,00	MAX
		-2,35	5,95	-93,62	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	77,16	2,00	101,98	2,00	117,67	20,00	MAX
		-13,22	4,45	-91,38	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	66,49	2,00	100,61	2,00	166,60	20,00	MAX
		-18,91	5,50	-119,93	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	79,45	4,00	103,63	2,00	167,96	20,00	MAX
		-54,50	6,30	-123,84	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	64,79	2,00	98,23	2,00	216,84	20,00	MAX
		-43,44	7,10	-120,96	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	66,04	4,00	97,94	2,00	217,42	20,00	MAX
		-50,24	7,65	-120,54	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	66,02	4,00	125,35	9,00	269,29	20,00	MAX
		-54,72	7,65	-122,51	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLU - GEO	82,93	9,00	137,06	9,00	274,16	20,00	MAX
		-72,58	12,10	-115,19	6,00	0,00	0,00	MIN
10	SLU - GEO	81,32	9,00	132,77	9,00	326,19	20,00	MAX
		-62,79	12,70	-115,01	6,00	0,00	0,00	MIN
11	SLV - GEO	82,14	9,00	128,41	9,00	330,47	20,00	MAX
		-63,18	12,70	-117,33	6,00	0,00	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
U	spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
V	spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	ESE	0,5017	0,00	0,0024	0,00	MAX
		-0,0132	5,75	0,0000	0,00	MIN
2	ESE	0,3342	0,00	0,0057	0,00	MAX
		-0,3492	2,35	0,0000	0,00	MIN
3	ESE	0,3434	0,00	0,0057	0,00	MAX
		-0,3947	2,40	0,0000	0,00	MIN
4	ESE	0,4831	0,00	0,0085	0,00	MAX
		-0,7252	3,40	0,0000	0,00	MIN
5	ESE	0,4823	0,00	0,0085	0,00	MAX
		-0,7276	3,30	0,0000	0,00	MIN
6	ESE	0,5062	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,8040	3,80	0,0000	0,00	MIN
7	ESE	0,5103	0,00	0,0110	0,00	MAX
		-0,8189	3,80	0,0000	0,00	MIN
8	ESE	0,5094	0,00	0,0130	0,00	MAX
		-0,8151	3,80	0,0000	0,00	MIN
9	ESE	0,5090	0,00	0,0130	0,00	MAX
		-0,8139	3,80	0,0000	0,00	MIN
10	ESE	0,5090	0,00	0,0145	0,00	MAX
		-0,8139	3,80	0,0000	0,00	MIN
11	ESE	0,5093	0,00	0,0146	0,00	MAX
		-0,8041	3,80	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - STR	1,0182	0,00	0,0024	0,00	MAX
		-0,0256	5,85	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,8531	0,00	0,0057	0,00	MAX
		-0,1793	2,90	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,8283	0,00	0,0058	0,00	MAX
		-0,1458	2,70	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,9659	0,00	0,0086	0,00	MAX
		-0,5504	3,70	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,9497	0,00	0,0087	0,00	MAX
		-0,4973	3,35	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,9727	0,00	0,0111	0,00	MAX
		-0,5773	3,80	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - STR	0,9792	0,00	0,0112	0,00	MAX
		-0,6002	3,80	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - STR	0,9783	0,00	0,0133	0,00	MAX
		-0,5964	3,80	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - STR	0,9863	11,80	0,0134	0,00	MAX
		-0,5945	3,80	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - STR	0,9775	0,00	0,0149	0,00	MAX
		-0,5945	3,80	0,0000	0,00	MIN
11	SLV - STR	0,9818	0,00	0,0148	0,00	MAX

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	U [cm]	Yu [m]	V [cm]	Yv [m]	
		-0,6204	3,85	0,0000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	1,2963	0,00	0,0024	0,00	MAX
		-0,0294	6,05	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	1,0524	0,00	0,0057	0,00	MAX
		-0,0770	3,55	0,0000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,8883	0,00	0,0058	0,00	MAX
		-0,0017	9,35	0,0000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	1,0134	0,00	0,0086	0,00	MAX
		-0,3744	3,70	0,0000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,9936	0,00	0,0086	0,00	MAX
		-0,3395	3,40	0,0000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	1,0169	0,00	0,0111	0,00	MAX
		-0,4240	3,85	0,0000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	1,0237	0,00	0,0111	0,00	MAX
		-0,4479	3,85	0,0000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	1,0228	0,00	0,0132	0,00	MAX
		-0,4439	3,85	0,0000	0,00	MIN
9	SLU - GEO	1,3082	11,85	0,0134	0,00	MAX
		-0,4422	3,85	0,0000	0,00	MIN
10	SLU - GEO	1,2044	11,75	0,0149	0,00	MAX
		-0,4422	3,85	0,0000	0,00	MIN
11	SLV - GEO	1,2157	11,75	0,0151	0,00	MAX
		-0,4151	3,85	0,0000	0,00	MIN

Verifica a spostamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione/Fase
Tipo	Tipo combinazione/Fase
Ulim	spostamento orizzontale limite, espresso in [cm]
U	spostamento orizzontale calcolato, espresso in [cm] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim [cm]	U [cm]
1	ESE	10,0000	0,5017
2	ESE	10,0000	0,3342
3	ESE	10,0000	0,3434
4	ESE	10,0000	0,4831
5	ESE	10,0000	0,4823
6	ESE	10,0000	0,5062
7	ESE	10,0000	0,5103
8	ESE	10,0000	0,5094
9	ESE	10,0000	0,5090
10	ESE	10,0000	0,5090
11	ESE	10,0000	0,5093
1	SLU - STR	10,0000	1,0182
2	SLU - STR	10,0000	0,8531
3	SLU - STR	10,0000	0,8283
4	SLU - STR	10,0000	0,9659
5	SLU - STR	10,0000	0,9497
6	SLU - STR	10,0000	0,9727
7	SLU - STR	10,0000	0,9792
8	SLU - STR	10,0000	0,9783
9	SLU - STR	10,0000	0,9863
10	SLU - STR	10,0000	0,9775
11	SLV - STR	10,0000	0,9818
1	SLU - GEO	10,0000	1,2963
2	SLU - GEO	10,0000	1,0524
3	SLU - GEO	10,0000	0,8883
4	SLU - GEO	10,0000	1,0134
5	SLU - GEO	10,0000	0,9936
6	SLU - GEO	10,0000	1,0169
7	SLU - GEO	10,0000	1,0237
8	SLU - GEO	10,0000	1,0228
9	SLU - GEO	10,0000	1,3082
10	SLU - GEO	10,0000	1,2044
11	SLV - GEO	10,0000	1,2157

Verifiche di corpo rigido

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kN]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kN]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kN]

PROGETTAZIONE ATI:

T Reazione tiranti espresso in [kN]
P Reazione puntoni espresso in [kN]
V Reazione vincoli espresso in [kN]
C Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kN]
Y Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
FS_{RIB} Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS_{SCO} Fattore di sicurezza a scorrimento
I punti di applicazione delle azioni sono riferiti alla testa della paratia.
La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S	R	W	T	P	V	C	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]		
33	SLV - GEO	786,8324 11,85	1967,4185 17,45	301,8535 15,88	987,5697 6,75	0,0000 0,00	0,0000 0,00	0,0000 0,00	7655,1075	18101,6964	2.365	2.714

Stabilità globale

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
Tipo Tipo della combinazione/fase
(X_c; Y_c) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X_v; Y_v) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X_m; Y_m) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS Coefficiente di sicurezza
R Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _c , Y _c [m]	R [m]	X _v , Y _v [m]	X _m , Y _m [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	11.570	1.100
2	ESE	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	11.992	1.100
3	ESE	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	8.041	1.100
4	ESE	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	8.262	1.100
5	ESE	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	6.208	1.100
6	ESE	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	6.347	1.100
7	ESE	0,00; 8,00	28,00	-21,46; -9,99	27,49; 2,65	4.348	1.100
8	ESE	0,00; 12,00	32,00	-23,25; -9,99	30,71; 2,97	4.447	1.100
9	ESE	-2,00; 0,00	20,10	-16,62; -13,79	18,03; -1,62	2.963	1.100
10	ESE	-2,00; 0,00	20,10	-16,62; -13,79	18,03; -1,62	3.052	1.100
11	ESE	-4,00; 10,00	30,27	-22,71; -13,79	25,31; 2,43	2.816	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	9.256	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	9.594	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	6.435	1.100
4	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	6.612	1.100
5	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	4.970	1.100
6	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	5.082	1.100
7	SLU - GEO	0,00; 8,00	28,00	-21,46; -9,99	27,49; 2,65	3.482	1.100
8	SLU - GEO	0,00; 12,00	32,00	-23,25; -9,99	30,71; 2,97	3.561	1.100
9	SLU - GEO	-2,00; 0,00	20,10	-16,62; -13,79	18,03; -1,62	2.378	1.100
10	SLU - GEO	-2,00; 0,00	20,10	-16,62; -13,79	18,03; -1,62	2.450	1.100
11	SLV - GEO	-4,00; 16,00	36,22	-24,61; -13,79	29,77; 2,88	2.575	1.200

Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)
Le strisce sono numerate da monte verso valle
N° numero d'ordine della striscia
W peso della striscia espresso in [kN]
α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b larghezza della striscia espressa in [m]
L sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
C_{tn}, C_{tt} contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kN]

Fase n° 9 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

PROGETTAZIONE ATI:

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kN]	α [°]	L [m]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	(Ctn; Ctt) [kN]
1	6,0886	-45.28	0,98	29.26	48,0	3,3	(0,00; 0,00)
2	18,1122	-42.54	0,94	29.26	48,0	9,9	(0,00; 0,00)
3	29,0538	-39.91	0,90	29.26	48,0	15,8	(0,00; 0,00)
4	39,0378	-37.38	0,87	29.26	48,0	21,3	(0,00; 0,00)
5	48,1612	-34.94	0,84	29.26	48,0	26,2	(0,00; 0,00)
6	56,5015	-32.56	0,82	29.26	48,0	30,8	(0,00; 0,00)
7	64,1215	-30.25	0,80	29.26	48,0	34,9	(0,00; 0,00)
8	71,0731	-27.98	0,78	29.26	48,0	38,7	(0,00; 0,00)
9	77,3989	-25.77	0,77	29.26	48,0	42,1	(0,00; 0,00)
10	83,1349	-23.60	0,76	29.26	48,0	45,3	(0,00; 0,00)
11	88,3114	-21.46	0,74	29.26	48,0	48,1	(0,00; 0,00)
12	92,9537	-19.35	0,73	29.26	48,0	50,6	(0,00; 0,00)
13	97,0836	-17.27	0,73	29.26	48,0	52,9	(0,00; 0,00)
14	100,7190	-15.21	0,72	29.26	48,0	54,8	(0,00; 0,00)
15	103,8755	-13.18	0,71	29.26	48,0	56,6	(0,00; 0,00)
16	106,5657	-11.15	0,71	29.26	48,0	58,0	(0,00; 0,00)
17	108,8003	-9.15	0,70	29.26	48,0	59,2	(0,00; 0,00)
18	110,5877	-7.15	0,70	29.26	48,0	60,2	(0,00; 0,00)
19	111,9346	-5.17	0,70	29.26	48,0	61,0	(0,00; 0,00)
20	112,8459	-3.19	0,69	29.26	48,0	61,4	(0,00; 0,00)
21	113,3249	-1.21	0,69	29.26	48,0	61,7	(0,00; 0,00)
22	113,3734	0.76	0,69	29.26	48,0	61,7	(0,00; 0,00)
23	112,9916	2.74	0,69	29.26	48,0	61,5	(0,00; 0,00)
24	112,1779	4.72	0,70	29.26	48,0	61,1	(0,00; 0,00)
25	309,2523	6.67	0,67	29.26	48,0	97,7	(0,00; 0,00)
26	307,8051	8.59	0,68	29.26	48,0	96,8	(0,00; 0,00)
27	306,5946	10.52	0,68	29.26	48,0	95,7	(0,00; 0,00)
28	305,0829	12.47	0,68	29.26	48,0	94,4	(0,00; 0,00)
29	303,1567	14.42	0,69	29.26	48,0	92,8	(0,00; 0,00)
30	300,8058	16.40	0,70	29.26	48,0	91,0	(0,00; 0,00)
31	298,0177	18.39	0,70	29.26	48,0	88,9	(0,00; 0,00)
32	294,7780	20.41	0,71	29.26	48,0	86,6	(0,00; 0,00)
33	291,0693	22.46	0,72	29.26	48,0	84,1	(0,00; 0,00)
34	286,8715	24.54	0,73	29.26	48,0	81,2	(0,00; 0,00)
35	282,1608	26.65	0,75	29.26	48,0	78,1	(0,00; 0,00)
36	276,9093	28.80	0,76	29.26	48,0	74,6	(0,00; 0,00)
37	271,0836	31.00	0,78	29.26	48,0	70,9	(0,00; 0,00)
38	264,6444	33.25	0,80	29.26	48,0	66,7	(0,00; 0,00)
39	257,5442	35.56	0,82	29.26	48,0	62,3	(0,00; 0,00)
40	249,7257	37.93	0,85	29.26	48,0	57,4	(0,00; 0,00)
41	241,1184	40.39	0,88	29.26	48,0	52,0	(0,00; 0,00)
42	231,6341	42.94	0,91	29.26	48,0	46,2	(0,00; 0,00)
43	221,1611	45.60	0,95	29.26	48,0	39,8	(0,00; 0,00)
44	209,5535	48.40	1,01	29.26	48,0	32,8	(0,00; 0,00)
45	196,6150	51.36	1,07	29.26	48,0	25,0	(103,21; 45,19)
46	182,0710	54.52	1,15	29.26	48,0	16,3	(0,00; 0,00)
47	165,5149	57.96	1,26	29.26	48,0	6,5	(0,00; 0,00)
48	146,2961	61.76	1,41	29.26	48,0	0,0	(104,35; 24,55)
49	123,8469	66.13	1,65	24.86	26,0	0,0	(108,99; 17,01)
50	101,2588	71.48	2,10	20.46	4,0	0,0	(111,32; 6,85)
51	65,5732	79.94	3,82	20.46	4,0	0,0	(0,00; 0,00)

Resistenza a taglio paratia = 0,0000 [kN]

$\Sigma W_i = 8468,3736$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 2667,0910$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 4700,4776$ [kN]

9.2. FASE DEFINITIVA

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	10,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[m]
Lunghezza paratia	10,00	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0,50	[m]
Diametro dei micropali	0,3000	[m]
Numero totale di micropali	19	
Numero di micropali per metro lineare	1.90	
Diametro esterno del tubolare	219,10	[mm]
Spessore del tubolare	12,50	[mm]

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine del cordolo
Y	posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B	Base della sezione del cordolo espresso in [m]
H	Altezza della sezione del cordolo espresso in [m]

Cordoli in acciaio

A	Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [mq]
W	Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [m ³]

N°	Y [m]	Tipo	B [m]	H [m]	A [mq]	W [m ³]
1	0,00	Calcestruzzo	0,6000	0,6000	--	--
2	2,00	Calcestruzzo	0,6000	0,6000	--	--
3	4,00	Calcestruzzo	0,6000	0,6000	--	--
4	6,00	Calcestruzzo	0,6000	0,6000	--	--
5	9,00	Calcestruzzo	0,6000	0,6000	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, 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 [°]

Profilo di monte

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	1,00	0,00	0.00
3	11,00	1,00	5.71

Profilo di valle - Fase n° 1

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-2,50	--
2	0,00	-2,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 3

PROGETTAZIONE ATI:

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-4,50	--
2	0,00	-4,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 5

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-6,50	--
2	0,00	-6,50	0.00

Profilo di valle - Fase n° 7

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-10,00	-10,00	--
2	0,00	-10,00	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_{sat}	peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kPa]
ca	adesione terreno/paratia espressa in [kPa]
Parametri per il calcolo dei tiranti secondo il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	coeff. di espansione laterale minimo e medio del tirante nello strato
τ_i	tensione tangenziale minima e media lungo il tirante espresso in [kPa]
I parametri medi e minimi vengono usati per il calcolo di portanza di progetto dei pali e per la resistenza di progetto a sfilamento dei tiranti	

N°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	τ_i [kPa]	
1	Terreno 1	19,000	20,000	25.00	12.00	5,0	0,0	1.00	0,0	CAR
				25.00	12.00	5,0	0,0			MIN
				25.00	12.00	5,0	0,0			MED
2	Terreno 2	26,000	26,000	35.00	17.00	60,0	0,0	1.00	0,0	CAR
				35.00	17.00	60,0	0,0			MIN
				35.00	17.00	60,0	0,0			MED

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in [Kg/cm ² /cm]
α	inclinazione dello strato espressa in [°] (M: strato di monte, V: strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte, V: strato di valle)

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	K _{wM} [kg/cm ² /cm]	K _{wV} [kg/cm ² /cm]	Terreno M	Terreno V
1	8,00	0.00	0.00	1.21	1.21	Terreno 1	Terreno 1
2	15,00	0.00	0.00	10.06	10.06	Terreno 2	Terreno 2

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	5,00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	5,00	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante attivo (trefoli)

PROGETTAZIONE ATI:

Calcolo tiranti:	PROGETTO	
Diametro della perforazione	0,1600	[m]
Coeff. di espansione laterale	1.00	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	Rck 250	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	24517	[kPa]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	Precomp	
Tensione di snervamento f_{yk}	1569089	[kPa]
Tiranti attivi armati con trefoli		
Area del singolo trefolo:	0,000139	[mq]
Numero di trefoli del tirante:	4	
Coefficiente cadute di tensione:	1.30	
Coeff. correttivo ω :	NO	

I parametri di interazione tiranti-terreno sono stati definiti come percentuale di angolo di attrito e coesione dello strato:

- Aliquota angolo di attrito	50.00	[%]
- Aliquota coesione	30.00	[%]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Tensione tangenziale aderenza acciaio-cla f_{bd} = 1643 [kPa]	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
Tipologia	Descrizione tipologia tirante
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
I	interasse tra le file di tiranti espressa in [m]
f	franco laterale espressa in [m]
alfa	inclinazione dei tiranti della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei tiranti della fila (CENTRATI o SFALSATI)
nr	numero di tiranti della fila
Lt	lunghezza totale del tirante espresso in [m]
Lf	lunghezza di fondazione del tirante espresso in [m]
T	tiro iniziale espresso in [kN]

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kN]
1	Tirante attivo (trefoli)	2,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
2	Tirante attivo (trefoli)	4,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
3	Tirante attivo (trefoli)	6,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000
4	Tirante attivo (trefoli)	9,00	2,00	0,20	15.00	Centrati	5	---	--	0,0000

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{ds}	Peso specifico cls, espresso in [kN/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{ds} [kN/mc]	Classe cls	Rck [kPa]	E [kPa]	Acciaio	n
Paratia	24,52	C20/25	25000	30200389	B450C	15.00
Cordolo/Muro	24,52	C20/25	25000	30200389	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/compresso 1.00

Fasi di scavo

Simbologia adottata

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase

PROGETTAZIONE ATI:

Tempo Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 2.50 metri	0
2	Quota falda valle 5.00 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=2.50]	0
3	Inserimento tirante 1 (X=2.00) [Hscavo=2.50]	1
4	Tesatura tirante 1 N=40788 [Hscavo=2.50]	1
5	Scavo fino alla profondità di 4.50 metri	2
6	Inserimento tirante 2 (X=4.00) [Hscavo=4.50]	3
7	Tesatura tirante 2 N=40788 [Hscavo=4.50]	3
8	Scavo fino alla profondità di 6.50 metri	4
9	Quota falda valle 6.50 metri - Quota falda monte 5.00 metri [Hscavo=6.50]	4
10	Inserimento tirante 3 (X=6.00) [Hscavo=6.50]	5
11	Tesatura tirante 3 N=40788 [Hscavo=6.50]	5
12	Scavo fino alla profondità di 10.00 metri	6
13	Quota falda valle 10.00 metri - Quota falda monte 8.00 metri [Hscavo=10.00]	6
14	Inserimento tirante 4 (X=9.00) [Hscavo=10.00]	7
15	Tesatura tirante 4 N=40788 [Hscavo=10.00]	7
16	Inserimento sisma	8

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	γ_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIO

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza

Laterale γ_{st} **R3**
1,20

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei tiranti.

Numero di verticali indagate 1 $\xi_3=1,80$ $\xi_4=1,80$

Verifica materiali: Stato Limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo 1.50
 Coefficiente di sicurezza acciaio 1.15
 Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica 0.83
 Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo 0.85
 Coefficiente di sicurezza per la sezione 1.00

PROGETTAZIONE ATI:

Risultati

Analisi della paratia

L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 200 elementi fuori terra e 200 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incrementi di carico.

Altezza fuori terra della paratia	10,00	[m]
Profondità di infissione	10,00	[m]
Altezza totale della paratia	20,00	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kN]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kN]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kN]
Pc	Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa [kN]	Y _{Pa} [m]	Is [kN]	Y _{Is} [m]	Pw [kN]	Y _{Pw} [m]	Pp [kN]	Y _{Pp} [m]	Pc [kN]	Y _{Pc} [m]
1	ESE	9,37	1,94	--	--	0,00	0,00	-13,71	3,41	4,34	6,57
2	ESE	133,53	1,48	--	--	0,00	0,00	-4,96	7,91	64,62	3,54
3	ESE	187,02	2,04	--	--	0,00	0,00	-6,25	7,84	8,76	5,40
4	ESE	306,66	2,70	--	--	0,00	0,00	-10,86	8,73	72,96	5,34
5	ESE	377,84	3,26	--	--	209,62	12,87	-217,27	12,87	0,00	0,00
6	ESE	507,10	3,93	--	--	209,62	12,87	-204,25	13,29	35,68	7,02
7	ESE	563,54	4,25	--	--	215,75	14,48	-232,02	14,20	0,00	0,00
8	ESE	743,23	5,39	--	--	215,75	14,48	-217,84	14,50	0,00	0,00
9	ESE	723,22	5,35	29,34	6,67	215,75	14,48	-218,49	14,49	0,00	0,00
1	SLU - STR	15,31	1,88	--	--	0,00	0,00	-23,81	3,59	8,50	6,66
2	SLU - STR	140,97	1,51	--	--	0,00	0,00	-2,57	8,32	54,79	3,56
3	SLU - STR	199,00	2,12	--	--	0,00	0,00	-6,48	6,84	1,37	7,63
4	SLU - STR	321,22	2,75	--	--	0,00	0,00	-8,55	8,78	60,54	5,36
5	SLU - STR	406,78	3,42	--	--	209,62	12,87	-232,36	12,52	0,00	0,00
6	SLU - STR	536,71	4,02	--	--	209,62	12,87	-219,52	12,88	35,17	7,01
7	SLU - STR	596,83	4,36	--	--	215,75	14,48	-243,99	13,96	0,00	0,00
8	SLU - STR	776,52	5,42	--	--	215,75	14,48	-229,81	14,23	0,00	0,00
9	SLV - STR	708,91	5,35	65,54	6,67	215,75	14,48	-232,08	14,19	0,00	0,00
1	SLU - GEO	14,99	1,89	--	--	0,00	0,00	-25,04	3,90	10,05	6,91
2	SLU - GEO	144,73	1,57	--	--	0,00	0,00	-1,15	8,69	49,61	3,41
3	SLU - GEO	203,65	2,20	--	--	0,00	0,00	-12,77	6,76	2,52	9,65
4	SLU - GEO	337,76	2,90	--	--	0,00	0,00	-9,26	8,27	44,12	5,21
5	SLU - GEO	414,25	3,54	--	--	209,62	12,87	-243,94	12,30	0,00	0,00
6	SLU - GEO	548,72	4,14	--	--	209,62	12,87	-237,25	12,51	36,87	7,06
7	SLU - GEO	592,70	4,38	--	--	215,75	14,48	-246,77	13,91	0,00	0,00
8	SLU - GEO	772,13	5,44	--	--	215,75	14,48	-232,62	14,18	0,00	0,00
9	SLV - GEO	726,89	5,37	65,46	6,67	215,75	14,48	-234,09	14,15	0,00	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Rc	Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kN]
Rt	Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kN]
Rv	Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kN]
Rp	Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kN]

n°	Tipo	Rc [kN]	Y _{Rc} [m]	Rt [kN]	Y _{Rt} [m]	Rv [kN]	Y _{Rv} [m]	Rp [kN]	Y _{Rp} [m]
1	ESE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ESE	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	ESE	0,00	0,00	189,53	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	ESE	0,00	0,00	368,76	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00
5	ESE	0,00	0,00	370,15	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	Rc [kN]	Yrc [m]	Rt [kN]	Yrt [m]	Rv [kN]	Yrv [m]	Rp [kN]	Yrp [m]
6	ESE	0,00	0,00	548,15	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
7	ESE	0,00	0,00	547,42	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00
8	ESE	0,00	0,00	741,13	5,35	0,00	0,00	0,00	0,00
9	ESE	0,00	0,00	749,83	5,37	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - STR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - STR	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - STR	0,00	0,00	193,87	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - STR	0,00	0,00	373,21	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - STR	0,00	0,00	383,98	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - STR	0,00	0,00	561,98	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - STR	0,00	0,00	568,75	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - STR	0,00	0,00	762,46	5,33	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLV - STR	0,00	0,00	758,12	5,35	0,00	0,00	0,00	0,00
1	SLU - GEO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	SLU - GEO	0,00	0,00	193,19	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	SLU - GEO	0,00	0,00	193,41	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	SLU - GEO	0,00	0,00	372,63	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
5	SLU - GEO	0,00	0,00	379,97	3,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	SLU - GEO	0,00	0,00	557,95	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
7	SLU - GEO	0,00	0,00	561,55	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00
8	SLU - GEO	0,00	0,00	755,26	5,34	0,00	0,00	0,00	0,00
9	SLV - GEO	0,00	0,00	774,01	5,36	0,00	0,00	0,00	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]
1	ESE	2,50	2,80	4,59	1,71	0,13
2	ESE	2,50	8,05	6,04	0,00	0,52
3	ESE	4,77	8,05	5,94	0,00	0,12
4	ESE	4,77	8,30	7,57	0,00	0,67
5	ESE	7,49	8,05	-7,00	11,07	2,84
6	ESE	7,49	8,60	7,95	0,00	2,93
7	ESE	10,00	10,00	0,00	0,00	4,49
8	ESE	10,00	10,00	0,00	0,00	4,22
9	ESE	10,00	10,00	0,00	0,00	4,23
1	SLU - STR	2,52	3,00	4,68	3,13	0,18
2	SLU - STR	2,52	8,05	6,72	0,00	0,32
3	SLU - STR	4,90	8,05	8,98	0,64	0,05
4	SLU - STR	4,90	8,35	7,65	0,00	0,42
5	SLU - STR	7,55	8,05	-7,00	11,07	2,35
6	SLU - STR	7,55	8,05	7,88	0,00	2,41
7	SLU - STR	10,00	10,00	0,00	0,00	3,84
8	SLU - STR	10,00	10,00	0,00	0,00	3,61
9	SLV - STR	10,00	10,00	0,00	0,00	4,50
1	SLU - GEO	2,65	3,45	4,91	5,41	0,34
2	SLU - GEO	2,65	8,20	7,49	0,00	0,48
3	SLU - GEO	5,45	6,05	8,61	9,97	0,17
4	SLU - GEO	5,45	8,05	6,61	0,00	0,58
5	SLU - GEO	7,98	8,05	-7,00	11,44	4,35
6	SLU - GEO	7,98	8,05	-7,00	0,00	4,54
7	SLU - GEO	10,00	10,05	0,00	1,00	6,80
8	SLU - GEO	10,00	10,05	0,00	0,00	6,41
9	SLV - GEO	10,00	10,05	0,00	0,00	6,44

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{P,med} , P _{P,min}	Portanza di punta media e minima, espressa in [kN]
P _{L,med} , P _{L,min}	Portanza laterale media e minima, espressa in [kN]
P _d	Portanza di progetto, espressa in [kN]
N	Sforzo normale alla base del palo, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto Pd/N)

n°	Tipo	P _{P,med} [kN]	P _{L,med} [kN]	P _{P,min} [kN]	P _{L,min} [kN]	P _d [kN]	N [kN]	FS
1	SLU - STR	691,46	0,00	691,46	0,00	301,29	34,66	8.693
2	SLU - STR	691,46	0,00	691,46	0,00	301,29	61,90	4.867
3	SLU - STR	650,37	0,00	650,37	0,00	283,38	62,00	4.571

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	P _{p,med} [kN]	P _{L,med} [kN]	P _{p,min} [kN]	P _{L,min} [kN]	P _d [kN]	N [kN]	FS
4	SLU - STR	650,37	0,00	650,37	0,00	283,38	87,29	3.246
5	SLU - STR	609,27	0,00	609,27	0,00	265,48	88,81	2.989
6	SLU - STR	609,27	0,00	609,27	0,00	265,48	113,91	2.331
7	SLU - STR	513,17	0,00	513,17	0,00	223,60	114,87	1.947
8	SLU - STR	513,17	0,00	513,17	0,00	223,60	142,19	1.573
9	SLV - STR	513,17	0,00	513,17	0,00	223,60	141,57	1.579

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]
N	sfuerzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)
T	taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M [kNm]	Y _M [m]	T [kN]	Y _T [m]	N [kN]	Y _N [m]	
1	ESE	9,31	3,40	9,37	2,50	65,85	20,00	MAX
		-0,64	8,20	-3,86	4,55	0,00	0,00	MIN
2	ESE	78,22	2,00	98,33	2,00	117,62	20,00	MAX
		-10,47	4,80	-94,86	2,00	0,00	0,00	MIN
3	ESE	79,56	2,00	101,49	2,00	116,64	20,00	MAX
		-13,18	4,70	-88,04	2,00	0,00	0,00	MIN
4	ESE	66,69	4,00	98,46	2,00	164,66	20,00	MAX
		-22,04	6,00	-119,06	4,00	0,00	0,00	MIN
5	ESE	75,60	4,00	99,97	2,00	165,04	20,00	MAX
		-41,87	6,35	-117,65	4,00	0,00	0,00	MIN
6	ESE	62,18	2,00	94,81	2,00	212,73	20,00	MAX
		-35,61	7,25	-119,09	6,00	0,00	0,00	MIN
7	ESE	61,69	2,00	94,48	2,00	212,53	20,00	MAX
		-41,74	7,70	-116,92	6,00	0,00	0,00	MIN
8	ESE	61,81	2,00	117,54	9,00	264,44	20,00	MAX
		-46,20	7,65	-118,91	6,00	0,00	0,00	MIN
9	ESE	61,91	2,00	118,38	9,00	266,77	20,00	MAX
		-46,92	7,65	-120,98	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - STR	18,21	3,45	15,30	2,50	65,85	20,00	MAX
		-1,30	8,20	-7,54	4,65	0,00	0,00	MIN
2	SLU - STR	79,62	2,00	100,91	2,00	117,62	20,00	MAX
		-5,43	5,35	-92,27	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - STR	82,50	2,00	103,02	2,00	117,80	20,00	MAX
		-10,39	4,45	-90,85	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - STR	69,34	2,00	100,17	2,00	165,86	20,00	MAX
		-17,28	6,10	-118,11	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - STR	83,27	4,00	104,33	2,00	168,74	20,00	MAX
		-53,16	6,25	-128,71	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - STR	68,18	2,00	99,19	2,00	216,44	20,00	MAX
		-39,04	7,05	-119,11	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - STR	67,57	4,00	98,87	2,00	218,25	20,00	MAX
		-51,80	7,65	-124,73	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - STR	67,60	4,00	125,46	9,00	270,15	20,00	MAX
		-56,28	7,65	-126,72	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLV - STR	67,54	2,00	128,88	9,00	268,99	20,00	MAX
		-55,70	7,70	-123,68	6,00	0,00	0,00	MIN
1	SLU - GEO	21,39	3,70	14,99	2,60	65,85	20,00	MAX
		-1,64	8,30	-8,84	4,90	0,00	0,00	MIN
2	SLU - GEO	75,94	2,00	99,57	2,00	117,62	20,00	MAX
		-2,35	5,95	-93,62	2,00	0,00	0,00	MIN
3	SLU - GEO	77,16	2,00	102,01	2,00	117,68	20,00	MAX
		-13,22	4,45	-91,40	2,00	0,00	0,00	MIN
4	SLU - GEO	65,06	2,00	99,25	2,00	165,70	20,00	MAX
		-18,67	5,50	-119,81	4,00	0,00	0,00	MIN
5	SLU - GEO	80,99	4,00	102,16	2,00	167,67	20,00	MAX
		-54,27	6,30	-125,15	4,00	0,00	0,00	MIN
6	SLU - GEO	63,36	2,00	97,04	2,00	215,36	20,00	MAX
		-43,06	7,10	-121,01	6,00	0,00	0,00	MIN
7	SLU - GEO	64,78	4,00	96,62	2,00	216,32	20,00	MAX
		-49,81	7,65	-121,78	6,00	0,00	0,00	MIN
8	SLU - GEO	64,81	4,00	125,00	9,00	268,23	20,00	MAX
		-54,30	7,65	-123,77	6,00	0,00	0,00	MIN
9	SLV - GEO	65,25	4,00	126,92	9,00	273,25	20,00	MAX
		-55,92	7,60	-128,17	6,00	0,00	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

PROGETTAZIONE ATI:

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase
 Tipo Tipo della combinazione/fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [m] positivo verso valle
 V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [m] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [m]	Yu [m]	V [m]	Yv [m]	
1	ESE	0,005017	0,00	0,000024	0,00	MAX
		-0,000132	5,75	0,000000	0,00	MIN
2	ESE	0,003342	0,00	0,000057	0,00	MAX
		-0,003492	2,35	0,000000	0,00	MIN
3	ESE	0,003442	0,00	0,000057	0,00	MAX
		-0,003922	2,40	0,000000	0,00	MIN
4	ESE	0,004869	0,00	0,000084	0,00	MAX
		-0,007183	3,45	0,000000	0,00	MIN
5	ESE	0,004871	0,00	0,000085	0,00	MAX
		-0,007215	3,35	0,000000	0,00	MIN
6	ESE	0,005067	0,00	0,000108	0,00	MAX
		-0,007878	3,80	0,000000	0,00	MIN
7	ESE	0,005103	0,00	0,000108	0,00	MAX
		-0,008014	3,85	0,000000	0,00	MIN
8	ESE	0,005095	0,00	0,000129	0,00	MAX
		-0,007978	3,80	0,000000	0,00	MIN
9	ESE	0,005103	0,00	0,000130	0,00	MAX
		-0,007858	3,80	0,000000	0,00	MIN
1	SLU - STR	0,010182	0,00	0,000024	0,00	MAX
		-0,000256	5,85	0,000000	0,00	MIN
2	SLU - STR	0,008531	0,00	0,000057	0,00	MAX
		-0,001793	2,90	0,000000	0,00	MIN
3	SLU - STR	0,008282	0,00	0,000058	0,00	MAX
		-0,001465	2,70	0,000000	0,00	MIN
4	SLU - STR	0,009688	0,00	0,000085	0,00	MAX
		-0,005466	3,70	0,000000	0,00	MIN
5	SLU - STR	0,009565	0,00	0,000087	0,00	MAX
		-0,005019	3,40	0,000000	0,00	MIN
6	SLU - STR	0,009751	0,00	0,000111	0,00	MAX
		-0,005723	3,80	0,000000	0,00	MIN
7	SLU - STR	0,009812	0,00	0,000112	0,00	MAX
		-0,005944	3,85	0,000000	0,00	MIN
8	SLU - STR	0,009804	0,00	0,000132	0,00	MAX
		-0,005909	3,80	0,000000	0,00	MIN
9	SLV - STR	0,009842	0,00	0,000131	0,00	MAX
		-0,006101	3,85	0,000000	0,00	MIN
1	SLU - GEO	0,012963	0,00	0,000024	0,00	MAX
		-0,000294	6,05	0,000000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,010524	0,00	0,000057	0,00	MAX
		-0,000770	3,55	0,000000	0,00	MIN
3	SLU - GEO	0,008878	0,00	0,000058	0,00	MAX
		-0,000017	9,35	0,000000	0,00	MIN
4	SLU - GEO	0,010189	0,00	0,000085	0,00	MAX
		-0,003700	3,75	0,000000	0,00	MIN
5	SLU - GEO	0,010049	0,00	0,000086	0,00	MAX
		-0,003400	3,45	0,000000	0,00	MIN
6	SLU - GEO	0,010239	0,00	0,000110	0,00	MAX
		-0,004150	3,85	0,000000	0,00	MIN
7	SLU - GEO	0,010303	0,00	0,000110	0,00	MAX
		-0,004377	3,90	0,000000	0,00	MIN
8	SLU - GEO	0,010295	0,00	0,000131	0,00	MAX
		-0,004341	3,85	0,000000	0,00	MIN
9	SLV - GEO	0,010317	0,00	0,000134	0,00	MAX
		-0,004082	3,85	0,000000	0,00	MIN

Verifica a spostamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione/Fase
 Tipo Tipo combinazione/Fase
 Ulim spostamento orizzontale limite, espresso in [m]
 U spostamento orizzontale calcolato, espresso in [m] (positivo verso valle)

n°	Tipo	Ulim [m]	U [m]
1	ESE	0,100000	0,005017
2	ESE	0,100000	0,003342
3	ESE	0,100000	0,003442
4	ESE	0,100000	0,004869
5	ESE	0,100000	0,004871
6	ESE	0,100000	0,005067

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	Ulim [m]	U [m]
7	ESE	0,100000	0,005103
8	ESE	0,100000	0,005095
9	ESE	0,100000	0,005103
1	SLU - STR	0,100000	0,010182
2	SLU - STR	0,100000	0,008531
3	SLU - STR	0,100000	0,008282
4	SLU - STR	0,100000	0,009688
5	SLU - STR	0,100000	0,009565
6	SLU - STR	0,100000	0,009751
7	SLU - STR	0,100000	0,009812
8	SLU - STR	0,100000	0,009804
9	SLV - STR	0,100000	0,009842
1	SLU - GEO	0,100000	0,012963
2	SLU - GEO	0,100000	0,010524
3	SLU - GEO	0,100000	0,008878
4	SLU - GEO	0,100000	0,010189
5	SLU - GEO	0,100000	0,010049
6	SLU - GEO	0,100000	0,010239
7	SLU - GEO	0,100000	0,010303
8	SLU - GEO	0,100000	0,010295
9	SLV - GEO	0,100000	0,010317

Verifiche di corpo rigido

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
S	Spinta attiva da monte (risultante diagramma delle pressioni attive da monte) espressa in [kN]
R	Resistenza passiva da valle (risultante diagramma delle pressioni passive da valle) espresso in [kN]
W	Spinta netta falda (positiva da monte verso valle), espresso in [kN]
T	Reazione tiranti espresso in [kN]
P	Reazione puntoni espresso in [kN]
V	Reazione vincoli espresso in [kN]
C	Risultante carichi applicati sulla paratia (positiva da monte verso valle) espresso in [kN]
Y	Punto di applicazione, espresso in [m]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
FS _{RIB}	Fattore di sicurezza a ribaltamento
FS _{SCO}	Fattore di sicurezza a scorrimento

I punti di applicazione delle azioni sono riferiti alla testa della paratia.

La verifica a ribaltamento viene eseguita rispetto al centro di rotazione posto alla base del palo.

n°	Tipo	S Y [kN]	R Y [kN]	W Y [kN]	T Y [kN]	P Y [kN]	V Y [kN]	C Y [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	FS _{RIB}	FS _{SCO}
27	SLV - GEO	677,6165 11,53	4059,0891 16,05	215,7497 14,48	774,0092 5,36	0,0000 0,00	0,0000 0,00	0,0000 0,00	6928,6007	27373,3181	3.951	5.410

Stabilità globale

Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X _c ; Y _c)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X _v ; Y _v)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X _m ; Y _m)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza
R	Coefficiente di sicurezza richiesto

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _c , Y _c [m]	R [m]	X _v , Y _v [m]	X _m , Y _m [m]	FS	R
1	ESE	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	11.570	1.100
2	ESE	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	11.967	1.100
3	ESE	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	8.027	1.100
4	ESE	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	8.231	1.100
5	ESE	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	6.189	1.100
6	ESE	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	6.313	1.100
7	ESE	0,00; 8,00	28,00	-21,46; -9,99	27,49; 2,65	4.329	1.100
8	ESE	0,00; 12,00	32,00	-23,25; -9,99	30,71; 2,97	4.414	1.100
9	ESE	0,00; 18,00	38,00	-25,70; -9,99	35,09; 3,41	3.357	1.200
1	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	9.256	1.100
2	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-32,00; -2,49	35,09; 3,41	9.574	1.100
3	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	6.425	1.100

PROGETTAZIONE ATI:

n°	Tipo	Xc, Yc [m]	R [m]	Xv, Yv [m]	Xm, Ym [m]	FS	R
4	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-30,63; -4,48	35,09; 3,41	6.589	1.100
5	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	4.957	1.100
6	SLU - GEO	0,00; 18,00	38,00	-29,06; -6,49	35,09; 3,41	5.056	1.100
7	SLU - GEO	0,00; 8,00	28,00	-21,46; -9,99	27,49; 2,65	3.468	1.100
8	SLU - GEO	0,00; 12,00	32,00	-23,25; -9,99	30,71; 2,97	3.536	1.100
9	SLV - GEO	0,00; 18,00	38,00	-25,70; -9,99	35,09; 3,41	2.917	1.200

Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
 Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)
 Le strisce sono numerate da monte verso valle
 N° numero d'ordine della striscia
 W peso della striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 L sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kN]

Fase n° 9 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

N°	Wi [kN]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	(Ctn; Ctt) [kN]
1	15,2369	-41.39	1,56	35.00	60,0	4,9	(0,00; 0,00)
2	45,2933	-39.08	1,51	35.00	60,0	14,6	(0,00; 0,00)
3	73,0074	-36.85	1,46	35.00	60,0	23,6	(0,00; 0,00)
4	98,5848	-34.68	1,42	35.00	60,0	31,8	(0,00; 0,00)
5	122,1946	-32.56	1,39	35.00	60,0	39,4	(0,00; 0,00)
6	143,9774	-30.49	1,36	35.00	60,0	46,5	(0,00; 0,00)
7	164,0510	-28.47	1,33	35.00	60,0	53,0	(0,00; 0,00)
8	182,5152	-26.48	1,31	35.00	60,0	58,9	(0,00; 0,00)
9	199,4553	-24.53	1,28	35.00	60,0	64,4	(0,00; 0,00)
10	214,9438	-22.61	1,27	35.00	60,0	69,4	(0,00; 0,00)
11	229,0435	-20.71	1,25	35.00	60,0	73,9	(0,00; 0,00)
12	241,8082	-18.84	1,23	35.00	60,0	78,1	(0,00; 0,00)
13	253,2842	-16.99	1,22	35.00	60,0	81,8	(0,00; 0,00)
14	263,5114	-15.15	1,21	35.00	60,0	85,1	(0,00; 0,00)
15	272,5240	-13.33	1,20	35.00	60,0	88,0	(0,00; 0,00)
16	280,3511	-11.53	1,19	35.00	60,0	90,5	(0,00; 0,00)
17	287,0171	-9.74	1,19	35.00	60,0	92,7	(0,00; 0,00)
18	292,5423	-7.95	1,18	35.00	60,0	94,4	(0,00; 0,00)
19	296,9434	-6.18	1,18	35.00	60,0	95,9	(0,00; 0,00)
20	300,2331	-4.41	1,17	35.00	60,0	96,9	(0,00; 0,00)
21	302,4210	-2.64	1,17	35.00	60,0	97,6	(0,00; 0,00)
22	303,5135	-0.88	1,17	35.00	60,0	98,0	(0,00; 0,00)
23	561,2587	0.91	1,21	35.00	60,0	117,6	(0,00; 0,00)
24	561,8774	2.74	1,21	35.00	60,0	117,2	(0,00; 0,00)
25	562,2286	4.57	1,21	35.00	60,0	116,5	(0,00; 0,00)
26	561,3546	6.40	1,22	35.00	60,0	115,3	(0,00; 0,00)
27	559,2442	8.24	1,22	35.00	60,0	113,8	(0,00; 0,00)
28	555,8820	10.09	1,23	35.00	60,0	111,9	(0,00; 0,00)
29	551,2481	11.95	1,24	35.00	60,0	109,6	(0,00; 0,00)
30	545,3182	13.82	1,25	35.00	60,0	106,8	(0,00; 0,00)
31	538,0628	15.71	1,26	35.00	60,0	103,7	(0,00; 0,00)
32	529,4468	17.61	1,27	35.00	60,0	100,2	(0,00; 0,00)
33	519,4289	19.54	1,28	35.00	60,0	96,2	(0,00; 0,00)
34	507,9606	21.49	1,30	35.00	60,0	91,7	(0,00; 0,00)
35	494,9853	23.46	1,32	35.00	60,0	86,8	(0,00; 0,00)
36	480,4369	25.47	1,34	35.00	60,0	81,4	(0,00; 0,00)
37	464,2381	27.51	1,36	35.00	60,0	75,5	(0,00; 0,00)
38	446,2983	29.58	1,39	35.00	60,0	69,0	(0,00; 0,00)
39	426,5109	31.71	1,42	35.00	60,0	62,0	(44,56; 41,98)
40	404,7495	33.88	1,46	35.00	60,0	54,4	(0,00; 0,00)
41	380,8632	36.11	1,50	35.00	60,0	46,0	(0,00; 0,00)
42	354,6701	38.40	1,54	35.00	60,0	37,0	(57,90; 43,01)
43	325,9478	40.77	1,60	35.00	60,0	27,2	(60,96; 41,48)
44	294,4208	43.23	1,66	35.00	60,0	16,5	(61,94; 38,37)
45	259,7983	45.79	1,74	35.00	60,0	4,8	(0,00; 0,00)

PROGETTAZIONE ATI:

N°	W _i [kN]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	(C _{tn} ; C _{tt}) [kN]
46	228,3452	48,47	1,83	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)
47	198,0486	51,31	1,94	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)
48	164,0778	54,33	2,08	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)
49	125,5553	57,60	2,26	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)
50	81,1145	61,19	2,51	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)
51	28,6020	65,11	2,88	25,00	5,0	0,0	(0,00; 0,00)

Resistenza a taglio paratia = 0,0000 [kN]

$\Sigma W_i = 16294,4260$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3040,3044$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 11216,3387$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.36$

Risultati tiranti

Simbologia adottata

N sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kN]

A_f area di armatura in ogni tirante espressa in [mq]

L lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]

L_f lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]

σ_t tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kPa]

u spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [m]

R₁, R₂, R₃ resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kN]

FS Fattore di sicurezza (rapporto min(R₁, R₂, R₃)/N)

n°	N [kN]	A _f [mq]	L _f [m]	L [m]	σ _t [kPa]	u [m]	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	FS	cmb
1	372,75	0,000556	45,30	50,60	670409	-0,0021084	372,83	11896,74	35770,54	1.000	13
2	400,00	0,000556	43,20	47,20	719424	-0,0067559	400,10	6841,31	20570,13	1.000	4
3	415,11	0,000556	37,80	40,40	746608	-0,0002565	415,46	8819,52	26518,12	1.001	26
4	400,00	0,000556	32,40	33,10	719424	0,0010892	400,06	4560,88	13713,42	1.000	8

PROGETTAZIONE ATI: