

S.S.131 "Carlo Felice"
 Completamento itinerario Sassari – Olbia.
 Potenziamento e messa in sicurezza S.S.131
 dal km 192+500 al km 209+500.
 2° Lotto dal km 202+000 al km 209+500

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA357

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

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

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

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

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Frasca

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:




**OPERE D'ARTE MAGGIORI
 GALLERIE
 GALLERIA ARTIFICIALE_GA03**

Opere provvisionali – Relazione di calcolo




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA357_P00GA03GETRE01_A			
DPCA0357	D 20	CODICE ELAB.	P00GA03GETRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	GIU. 2021	A. SCHIRRIPA	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO


SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
1.3	DESCRIZIONE DELLE SEZIONI DI CALCOLO	7
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	9
3	NORME TECNICHE	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	10
4.1	CALCESTRUZZI	10
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	10
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	11
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	13
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE.....	13
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	13
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	14
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	14
4.3.1	<i>Acciaio per micropali</i>	14
4.3.2	<i>Acciaio per travi di ripartizione</i>	15
4.3.3	<i>Acciaio per trefoli</i>	15
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	16
5.1	STRATIGRAFIE DI CALCOLO	16
6	CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE	17
6.1	MODELLO DI CALCOLO.....	17
6.2	COEFFICIENTI DI SPINTA	18
6.3	STORIE DI CARICO.....	20
6.4	METODOLOGIA DI CALCOLO	21

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

6.4.1	Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)	21
6.4.2	Verifiche dei tiranti.....	22
6.4.3	Verifiche della trave porta tiranti	25
6.4.4	Verifiche di stabilità globale del complesso paratia-terreno	25
7	ANALISI DEI CARICHI	28
7.1	ANALISI ESEGUITE	28
7.2	AZIONE SISMICA.....	28
7.3	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI	30
7.4	SPINTA DELLE TERRE	30
7.5	CARICHI ACCIDENTALI	30
7.6	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	30
8	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE.....	32
8.1	RISULTATI DEL CALCOLO	32
8.2	VERIFICHE MICROPALI	32
8.2.1	Verifiche strutturali (A1+M1).....	32
8.2.2	Verifiche geotecniche del grado di mobilitazione della spinta passiva (A2+M2) 32	
8.2.3	Verifiche SLE	32
8.2.4	Verifiche di stabilità globale.....	33
8.3	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI ANCORAGGIO E CONTRASTO	35
8.3.1	Verifiche strutturali (A1+M1) e geotecniche (A2+M2) dei tiranti.....	35
8.3.2	Verifiche strutturali travi di contrasto.....	35
9	ALLEGATI	37
9.1	ALLEGATO 1 - PARATIA TIPO E – 4 TIRANTI ATTIVI.....	37
9.2	ALLEGATO 2 - PARATIA TIPO E – 3 TIRANTI ATTIVI.....	38

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione delle **paratie provvisionali** in corrispondenza della **Galleria Artificiale GA03 – asse sinistro**, dalla progressiva **Pk. 5+160.00** alla progressiva **Pk. 5+302.00**, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S. 131 Carlo Felice – Completamento itinerario Sassari-Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 – 2° lotto dal km 202 al km 209+500".

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. Gli stati limite di tipo geotecnico vengono verificati secondo l'equilibrio limite.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

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

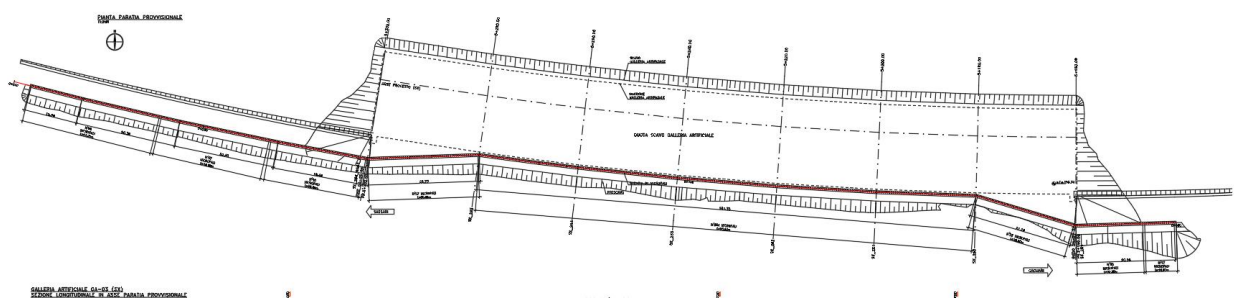


Figura 1.1 Pianta Paratia – Galleria artificiale GA03

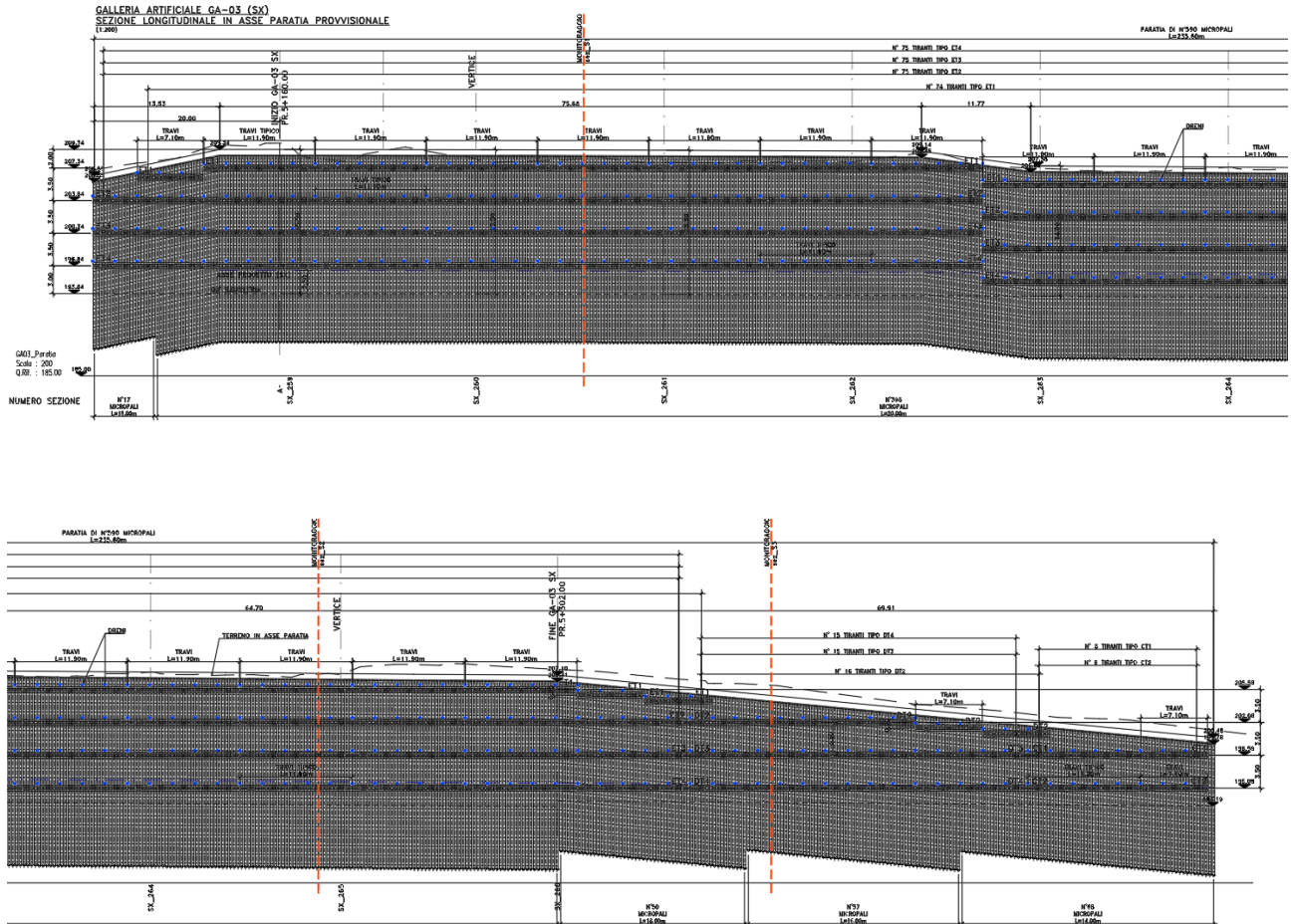



Figura 1.2 Prospetto Paratia – Galleria artificiale GA03

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

1.2 Descrizione delle opere

Le opere oggetto della presente relazione sono le paratie di micropali da realizzarsi come opere di sostegno a carattere provvisoriale durante l'esecuzione dei lavori in oggetto.

Al di sopra dei vari ordini di tiranti delle paratie, si prevede l'inserimento di tubi microfessurati di diametro $\Phi 60$ mm, lunghezza 20.0 m, posti ad interasse $i=2.40$ m con inclinazione di 2° e tali da garantire il progressivo abbassamento del livello di falda (se presente) in corrispondenza della quota stessa dei dreni, durante le operazioni di scavo. In tal modo, in ciascuna fase di scavo intermedia, la quota del livello di falda rispetto al fondo scavo risulta pari all'interasse verticale dei tiranti (3.50 m) più 1.0 m (esclusa al più la prima fase, a cui è associato il livello di falda in-situ). Nello specifico:

- **TIPO E:** paratia di micropali con quattro ordini di tiranti attivi.

La paratia è costituita da micropali $\Phi 240$ mm di lunghezza variabile da $L_m=13.6$ m a 19.60 m, armati con tubolare in acciaio $\Phi 168.3$ mm spessore 10 mm e lunghezza variabile da $L_t=14.0$ a 20.0 m. I micropali verticali sono posti ad un interasse $i = 0.40$ m.

I tiranti attivi a trefoli con $\Phi 150$ mm, sono inclinati di 20° e posti ad un interasse $i_t=2.40$ m. Ogni tirante presenta tre trefoli da 0.6". I tiranti del primo e del secondo ordine dall'altro, sono di lunghezza totale di 22.00 m (di cui il bulbo da 9.0 m), mentre il terzo e il quarto ordine dall'alto, sono di lunghezza totale di 18.00 m (di cui il bulbo da 9.0 m). Il primo ordine di tiranti è posto ad una distanza di 2.0 m da estradosso cordolo, il secondo ordine ad una distanza di 3.50 m dal primo ordine, il terzo ordine a 3.50 m dal secondo e il quarto ad una distanza di 3.50 m dal terzo ordine. I tiranti sono contrastati con 2 profili HEB180.

È presente un cordolo in c.a. di larghezza 0.60 m e di altezza 0.6 m.

Nel caso in esame l'altezza di scavo massima, misurata da estradosso cordolo, è di 15.50 m.

La superficie verticale della paratia in corrispondenza dello scavo, è regolarizzata e ricoperta con uno strato di spritz beton di spessore 0.15 m, armato con r.e.s. $\Phi 6/15 \times 15$ cm.

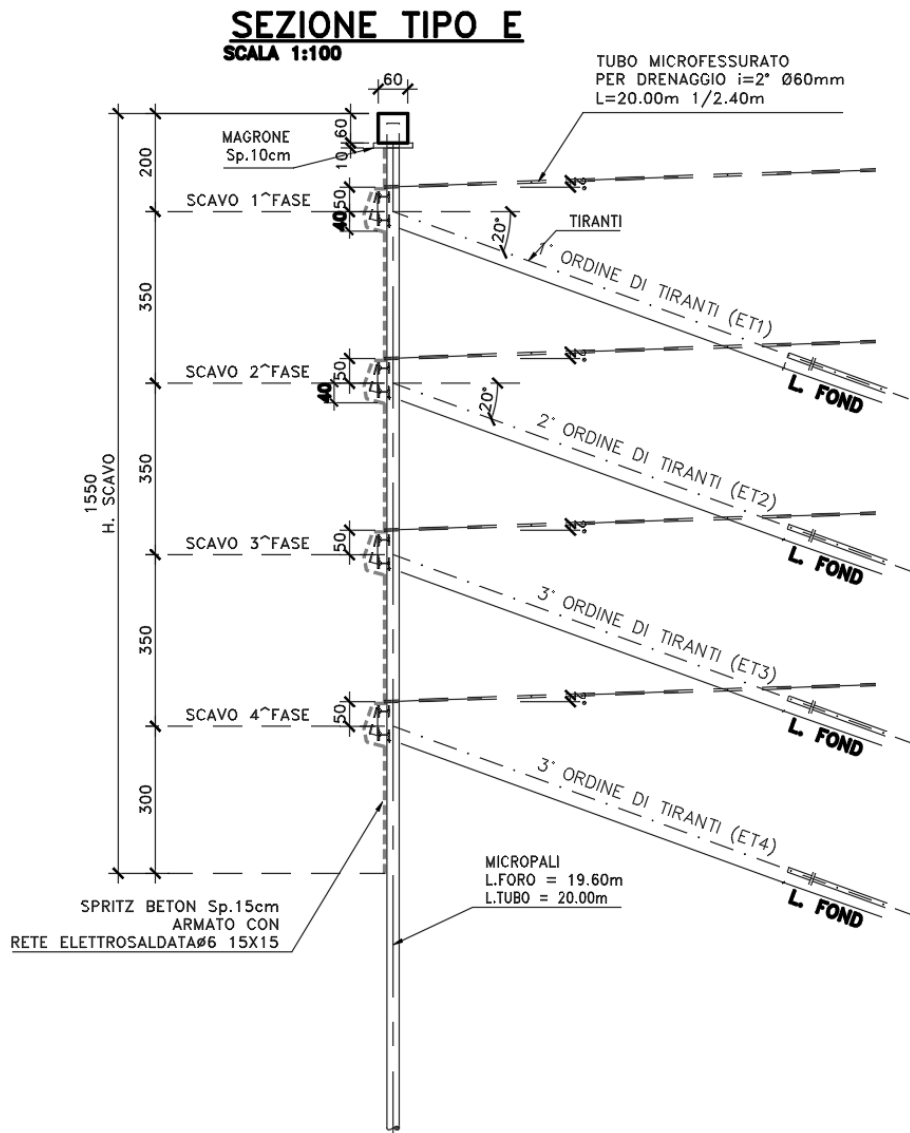



Figura 1.3 Sezione Paratia tipo E

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	


1.3 Descrizione delle sezioni di calcolo

Sono state analizzate N°2 sezioni di calcolo aventi le seguenti caratteristiche:

Paratie di micropali con 3 tiranti attivi a trefoli:

Dati generali		TIPO E
∅ micropalo	m	0.24
∅ tubo	mm	168.3
sp tubo	mm	10
int	mm	0.4
L micropalo = L foro	m	15.6
H cordolo	m	0.6
H _{tubo nel cord}	m	0.4
L tubo	m	16.0
H _{da intr cord}	m	11.9
H _{da estr cord}	m	12.5
H infissione	m	3.7
L tot	m	16.2
As	mm ²	4973.1
I	m ⁴	0.0000156
Wel	mm ³	185856.67
E	N/mm ²	210000
f _{yk}	MPa	355
Cl _s		C25/30


Tipologia di ancoraggio		TIRANTI ATTIVI
n° ordini	-	3
∅ bulbo	m	0.15
∅ trefoli	"	0.6
n° trefoli	-	3
A tot trefoli	m ²	0.00042
int	m	2.4
α sull'oriz	°	20
L tot, 1	m	22
L libera, 1	m	13
L bulbo, 1	m	9
L tot, 2	m	18
L libera, 2	m	9
L bulbo, 2	m	9
f _{ptk}	Mpa	1860
f _{p(1)k}	Mpa	1670

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Paratie di micropali con 4 tiranti attivi a trefoli:

Dati generali		TIPO E
∅ micropalo	m	0.24
∅ tubo	mm	168.3
sp tubo	mm	10
int	mm	0.4
L micropalo = l	m	19.6
H cordolo	m	0.6
H _{tubo nel cord}	m	0.4
L tubo	m	20
H _{da intr cord}	m	14.9
H _{da estr cord}	m	15.5
H infissione	m	4.7
L tot	m	20.2
As	mm ²	4973.1
I	m ⁴	0.0000156
Wel	mm ³	185856.67
E	N/mm ²	210000
f _{yk}	MPa	355
Cl _s		C25/30

Tipologia di ancoraggio		TIRANTI ATTIVI
n° ordini	-	4
∅ bulbo	m	0.15
∅ trefoli	"	0.6
n° trefoli	-	3
A tot trefoli	m ²	0.00042
int	m	2.4
α sull'oriz	°	20
L tot, 1	m	22
L libera, 1	m	13
L bulbo, 1	m	9
L tot, 2	m	18
L libera, 2	m	9
L bulbo, 2	m	9
f _{ptk}	Mpa	1860
f _{p(1)k}	Mpa	1670

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	<i>Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03</i>	


2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

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

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

3 NORME TECNICHE

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità


Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4] .

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

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)		
CALCESTRUZZO PER	Magrone di sottofondazione	Cordoli
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C25/30
Classe di esposizione ambientale	-	XC2
φ max inerti (mm)	Dupper	32
	Dlower	20
Classe di consistenza	-	S4
Rapporto max acqua/cemento	-	0.6
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	150	300

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 5 mm, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Per le produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferrini, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.


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

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRINI NOMINALI SECONDO NTC2018

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


Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	R_{ckmin}	R_{ck0}	barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} < R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} < R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} < R_{ck} < R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} < R_{ck} < R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	45	50	50	50

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Elemento	Cordoli
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1
Elemento a piastra	SI
Classe di esposizione	XC2
Ambiente	ordinario
Rck	Mpa 30
Check Rck min	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm 20
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm 0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri	0
Tolleranza di posa	10
copriferro nominale	mm 30
* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la ve	
copriferro nominale di progetto	mm 40

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14


ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.2.1 Qualità dell'acciaio

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

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

4.2.2 Resistenze di progetto


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

4.3 Acciaio per carpenteria metallica

4.3.1 Acciaio per micropali

Acciaio tipo [S355](#)

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica	Var	unità	UNI EN 10025	
Qualità dell'acciaio			S355 W	
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40$ mm	f_{yk}	Mpa	355
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Tensione caratteristica di snervamento	40 mm < $t \leq 80$ mm	f_{yk}	Mpa	335
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	490
Modulo elastico		Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI				
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrane γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrane	$t \leq 40$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrane	40 mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrane dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa	392.0

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

4.3.2 Acciaio per travi di ripartizione

Acciaio tipo **S275**

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica	Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio			S275
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa 275
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa 430
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa 255
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa 430
Modulo elastico		Es	Mpa 210000

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}	γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}	γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}	γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}	γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa 261.9
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa 261.9
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa 250.0
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa 309.6
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa 242.9
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa 242.9
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa 231.8
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa 344.0


4.3.3 Acciaio per trefoli

Caratteristiche Acciaio da precompressione	Var	unità	
Tipologia di armatura			Trefoli
Tensione caratteristica a carico ultimo	f_{ptk}	Mpa	1860
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk} \quad f_{p(0.1)k} \quad f_{p(1)k}^*$	Mpa	1670
Modulo elastico	Es	Mpa	195000

* f_{pyk} per acciaio in barre $f_{p(0.1)k}$ per acciaio in fili $f_{p(1)k}$ per acciaio in trefoli e trecce

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	1452

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 Stratigrafie di calcolo

Per le paratie sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

Strato 1	CB
Profondità - z (m)	-
Peso di volume – γ (kN/mc)	20.1
Angolo di attrito – φ' (°)	26.7
Coesione drenata – c' (kPa)	125


Ai fini del dimensionamento delle opere, è stata considerata un'unica stratigrafia per la quale si sono assunti i parametri geotecnici sopra indicati, costituita da un unico strato, rappresentato dai calcari bioclastici "CB".

Cautelativamente e a favore di sicurezza, tenuto conto del peso della coesione nei problemi geotecnici di scarico tensionale e per tener conto di una possibile riduzione di questo parametro a lungo termine, per i terreni di natura rocciosa, sono stati adottati valori di c' dimezzati rispetto a quelli indicati nella Relazione Geotecnica.

Si è inoltre tenuto conto direttamente della presenza di prescavi a tergo delle opere.

Nel caso in esame la falda non è stata considerata in quanto non risulta presente.

Relativamente ai moduli elastici del terreno sono stati adottati valori "operativi", che tengono conto del livello di deformazione tipico del problema esaminato, pari a $E_0 = 530$ MPa (per i calcari bioclastici "CB").

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

6 CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE

6.1 Modello di calcolo

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo Paratie Plus prodotto da CeAS.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Il problema è risolto con una schematizzazione a modello piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria.


La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidità flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie puntonate/tirantate viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un insieme di puntoni/tiranti applicati, da una precisa disposizione di carichi.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson.

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step. Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

6.2 Coefficienti di spinta

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

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

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

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


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

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

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

Dove

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

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

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

Secondo la formulazione di Coulomb il coefficiente di spinta attiva K_a vale:

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

dove:

φ' è l'angolo di attrito del terreno

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

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno posto pari a $2/3 \varphi'$.

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

Secondo la formulazione di Caquot – Kerisel il coefficiente di spinta passiva K_p viene calcolato secondo la seguente figura:

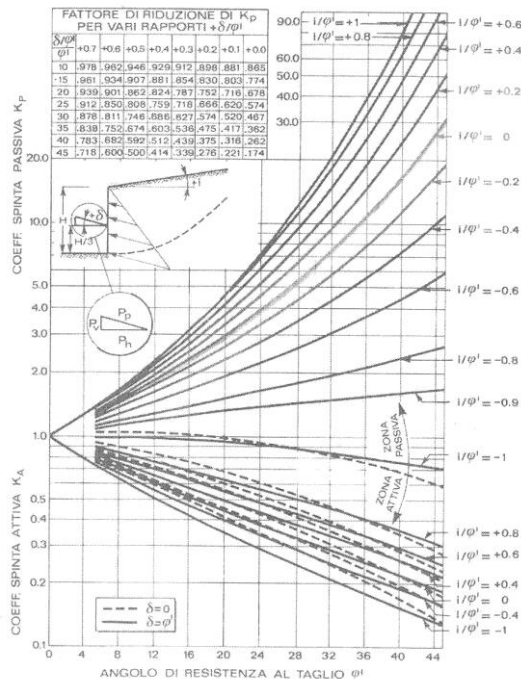



Figura 6.1: Formulazione di Caquot – Kerisel per K_p che considera superfici di rottura curvilinee

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

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

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

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse, k , è data da:

$$K = E / L$$

ove E è un modulo di rigidezza del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidezza di ogni molla è:

$$K = (E \cdot \Delta) / L$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

in zona attiva (uphill) $L_A = 2/3 \cdot l_a \cdot \tan(45^\circ - \phi'/2)$

in zona Passiva (downhill) $L_P = 2/3 \cdot l_p \cdot \tan(45^\circ + \phi'/2)$

con l_a e l_p rispettivamente:

$$l_a = \min(l, 2H)$$

$$l_p = \min(l - H, H)$$


dove l = altezza totale della paratia e H = altezza corrente dello scavo

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

6.3 Storie di carico

Tenendo conto delle verifiche da effettuare agli SLE ed agli SLU sono state considerate le seguenti storie di carico:

- **Configurazione A1+M1 (STATICA):** Una prima storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. Questa storia fornisce le

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

sollecitazioni sugli elementi strutturali e gli spostamenti orizzontali delle paratie per le successive verifiche agli SLE. Inoltre, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo γ_F ;

- **Configurazione A1+M1 (SISMICA):** Una seconda storia di carico anch'essa con parametri del terreno caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario in cui è presente l'azione sismica. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali per le successive verifiche agli SLU-SLV. In questo caso, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo γ_F pari ad 1.0;
- **Configurazione A2+M2 (STATICA):** Una terza storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia;
- **Configurazione A2+M2 (SISMICA):** Una quarta storia di carico anch'essa con i parametri del terreno considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. In questo caso è presente l'azione sismica. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.

6.4 Metodologia di calcolo


6.4.1 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e R_d è il valore di progetto della resistenza del terreno.

La resistenza R_d è stata determinata nei casi in oggetto con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale γ_m specificato nella tabella 6.2. II delle suddette norme:

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

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

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

Le Azioni e i relativi coefficienti parziali γ_i sono indicate nella tabella 6.2.I delle norme.

Le verifiche agli SLU strutturali sono state condotte per le combinazioni **A1 + M1**, mentre le verifiche agli SLU geotecniche con le combinazioni **A2 + M2**.

6.4.2 Verifiche dei tiranti

L'armatura e la lunghezza delle fondazioni dei tiranti sono state dimensionate in base ai criteri nel seguito esposti tenendo conto del loro massimo carico di esercizio, della loro inclinazione rispetto all'orizzontale e del loro interasse.

Devono essere soddisfatte le seguenti verifiche:

- Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali;
- Verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.


Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali

Le sollecitazioni di output del codice di calcolo per i tiranti sono fornite per metro lineare per cui, nelle verifiche di resistenza, è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei tiranti. La verifica a rottura dei tiranti di ancoraggio risulta soddisfatta quando:

$$T_{Ed} \leq T_{Rd}$$

Con:

$$T_{Ed} = T_{Ed,ml} \cdot i_{tiranti} \cdot \cos(\theta)$$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisoriali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Dove:

$T_{Ed,ml}$ è il tiro massimo al metro lineare ottenuto dall'analisi SLU;

$i_{tiranti}$ è l'interasse tra i tiranti;

θ è l'angolo di inclinazione dei tiranti nel piano orizzontale;

T_{Ed} è il tiro massimo sul singolo tirante ottenuto dall'analisi SLU;

T_{Rd} è il tiro resistente del singolo tirante allo stato limite ultimo.

Il tiro resistente allo SLU dei tiranti a trefoli è calcolato come segue:

$$T_{Rd} = 0.9 \cdot \frac{f_{pt(1)k} \cdot n_t \cdot A_t}{\gamma_s}$$

Dove:

$f_{pt(1)k}$ è la tensione caratteristica all'1% della deformazione totale;

γ_s è il coefficiente di sicurezza dell'acciaio e vale 1,15;


n_t è il numero di trefoli che compongono il tirante;

A_t è l'area di ciascun trefolo.

Da cui: $N_{ys} = f_{p(1)k} / 1.15 = 1670 / 1.15 = 1452$ Mpa

Per i micropali a cavalletto si considera la seguente relazione:

$$N_{ys} = f_{yk} / 1.05 = 355 / 1.05 = 338.1$$
 Mpa

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Verifica allo sfilamento della fondazione

La verifica allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione $T_{max,d}$ considerando tutti i possibili SLU con la resistenza di progetto R_{ad} determinata applicando alla resistenza caratteristica i seguenti fattori parziali:

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

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1,2

Poiché nel caso in esame si hanno esclusivamente opere provvisionali, si è adottato un coefficiente parziale $\gamma_{Ra,t} = 1.1$.

Il valore caratteristico R_{ak} è stato determinato analiticamente in funzione dei parametri geotecnici:

$$R_{ak} = R_{a,c} / \xi$$

dove ξ è un fattore di correlazione che dipende dal numero di profili di indagine. Avendo a disposizione 1 verticale d'indagine per ogni opera in oggetto, si assume $\xi = 1.8$. Il valore di $R_{a,c}$ è stato stimato con l'approccio di Bustamante e Doix:

$$R_{a,c} = \pi \cdot D_e \cdot \tau_{lim} \cdot L_{anc}$$

ove:


- D_e = diametro efficace della fondazione dopo l'iniezione;
- τ_{lim} = adesione unitaria limite fondazione - terreno.

Il valore di D_e non dipende oltre che dal diametro di perforazione dal tipo di terreno e dalla modalità di iniezione ed è calcolato come:

$$D_e = \alpha \cdot D, \text{ con } D = \text{diametro di perforazione.}$$

Con riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) e tenendo conto del tipo d'iniezione del bulbo d'ancoraggio (IRS) sono stati assunti i seguenti valori:

- $\alpha = 1.10$

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

- $\tau_{lim} = 250 \text{ KPa}$

6.4.3 Verifiche della trave porta tiranti

La verifica di questo elemento strutturale è eseguita come una trave continua su più appoggi, con luce pari all'interasse tra i tiranti, sottoposta ad un carico ripartito (p). La sezione risulta verificata se vale:

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

Con:

$$M_{Ed} = T_{Ed,ml} \cdot \frac{i_{tiranti}^2}{10}$$

Avendo posto:


$T_{Ed,ml}$ è il tiro massimo al metro lineare ottenuto dall'analisi SLU;

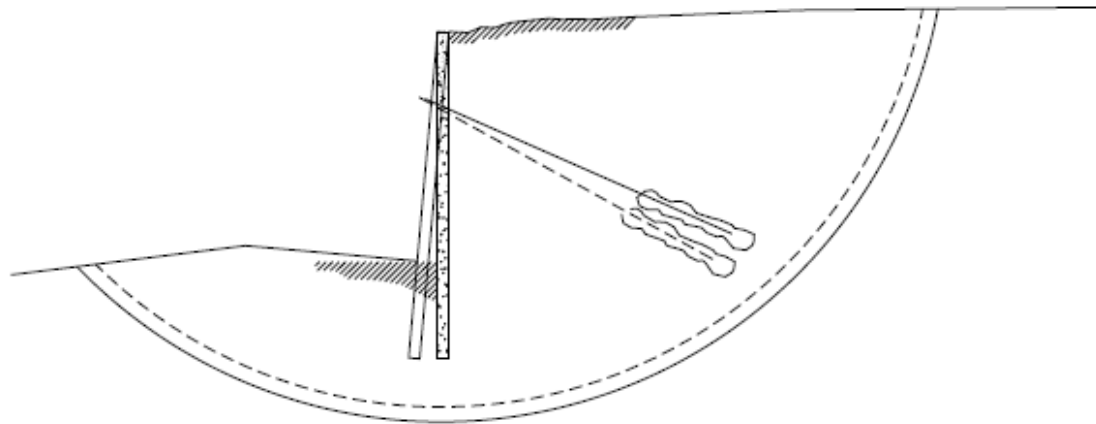
$i_{tiranti}$ è l'interasse orizzontale tra i tiranti

M_{Rd} , è il momento resistente ultimo della sezione delle travi porta-tiranti.

6.4.4 Verifiche di stabilità globale del complesso paratia-terreno

Al fine di pervenire alla definizione della sicurezza dell'opera di sostegno, è necessario, tra le altre cose, garantire la stabilità globale del complesso paratia-terreno.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	



Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo dell'opera. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri posta in prossimità della sommità del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il [metodo di Bishop](#). Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:


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

dove il termine m è espresso da

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


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

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

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	<i>Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03</i>	

La verifica viene effettuata secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1 come previsto dalle NTC2018.

Mentre i coefficienti A2 e M2 sono integrati nel software di calcolo PARATIE-PLUS, il coefficiente riduttivo della resistenza viene utilizzato come termine di confronto con il coefficiente di sicurezza restituito dall'analisi che, quindi, dovrà essere $FS \geq 1.10$.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

7 ANALISI DEI CARICHI

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per le tipologie di opere in oggetto ed i carichi considerati. Data la natura provvisoria delle opere si trascura la presenza del sisma.

7.1 Analisi eseguite

Sono stati analizzati tutti i casi di verifica, secondo i criteri esposti al Cap. 6, come segue:

SLE	STR
SLU (A1+M1)	STR
SLU (A2+M2)	GEO
SLV	STR
SLV	GEO

7.2 Azione sismica

Per tener conto della possibilità che la condizione di scavo permanga per più di 2 anni, e comunque in via cautelativa, data l'importanza delle strutture in oggetto, si tiene conto della seguente azione sismica, relativa a "*costruzioni temporanee o provvisorie*" (tab. 2.4.I [D_3]) e quindi ad periodo di riferimento $V_R = 35$ anni (tab. 2.4.I [D_3]).

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


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

Tabella 7.1: Valori minimi della vita nominale V_N

Tabella C2.4.I. - Intervalli di valori attribuiti a V_R al variare di V_N e C_U

VITA NOMINALE V_N	VALORI DI V_R			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

Tabella 7.2: Valori dei parametri V_R , al variare di C_U e V_N

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Il sito è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Categoria di sottosuolo **B**;
- Categoria topografica **T1**.

Stato Limite	V_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLV	35	0.0452	2.8549	0.3324

Tabella 7.3: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^ per suolo rigido*

L'accelerazione massima attesa al sito a_{max} è definita attraverso la seguente relazione:

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

in cui:

$a_g = 0.0452$ g accelerazione massima su sito rigido;

$S_S = 1.20$ coefficiente d'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.0$ coefficiente d'amplificazione topografica.

L'analisi della spinta del terreno in condizioni sismiche è eseguita in maniera differenziata in funzione delle rigidità delle strutture di contrasto e delle relative capacità di spostamento.

In particolare:

- Per le paratie di imbocco multitirantate si è utilizzata, in via cautelativa, la teoria di Wood per elementi rigidi.

Le componenti dell'accelerazione equivalente a_h (orizzontale) e a_v (verticale), sono valutate come:


$$a_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

$$a_v = 0$$

essendo

$\alpha = 1.0$ coefficiente di deformabilità;

$\beta = 1.0$ coefficiente di spostamento.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

7.3 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali é automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi.

7.4 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della paratia determina una spinta laterale sulla stessa avente distribuzione triangolare. L'effetto di incremento della spinta per la presenza di prescavi e inclinazioni a monte, è preso in conto mediante pendenza equivalente della superficie inclinata.

7.5 Carichi accidentali

Data la conformazione del problema in oggetto, a tergo delle paratie non risultano presenti carichi accidentali.

7.6 Combinazioni delle azioni

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

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

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

- *Combinazione rara*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

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

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

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:


SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisoriale - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	


Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	---	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
	5	0,0	0,0	0,0
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

8 RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE

8.1 Risultati del calcolo

Si rimanda agli output di calcolo per la visione completa dei risultati.

8.2 Verifiche micropali

8.2.1 Verifiche strutturali (A1+M1)

La verifiche, tutte ampiamente soddisfatte, sono riportate in allegato.

8.2.2 Verifiche geotecniche del grado di mobilitazione della spinta passiva (A2+M2)

La sicurezza nei confronti dello stato limite d'equilibrio geotecnico è calcolata confrontando la spinta passiva mobilitata con la spinta passiva disponibile:

Tipo E con 3 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	280.7
Max spinta ammissib (kN/m)	1289.2
c.u.	22%

Tipo E con 4 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche geotecniche (comb A2+M2+R1)

Spinta reale efficace (kN/m)	582.4
Max spinta ammissib (kN/m)	1850.4
c.u.	31%

La sicurezza nei confronti della mobilitazione della resistenza limite del terreno è garantita per ogni tipologia di opera provvisoria prevista.


8.2.3 Verifiche SLE

Di seguito si riporta lo spostamento massimo delle paratie calcolato nella fase di raggiungimento del fondo scavo:

Tipo E con 3 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

H fuori terra (m)	12.50
δ_{sle} (mm)	0.9
δ_{sle}/H	0.01%

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Tipo E con 4 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche spostamenti (COMB SLE)

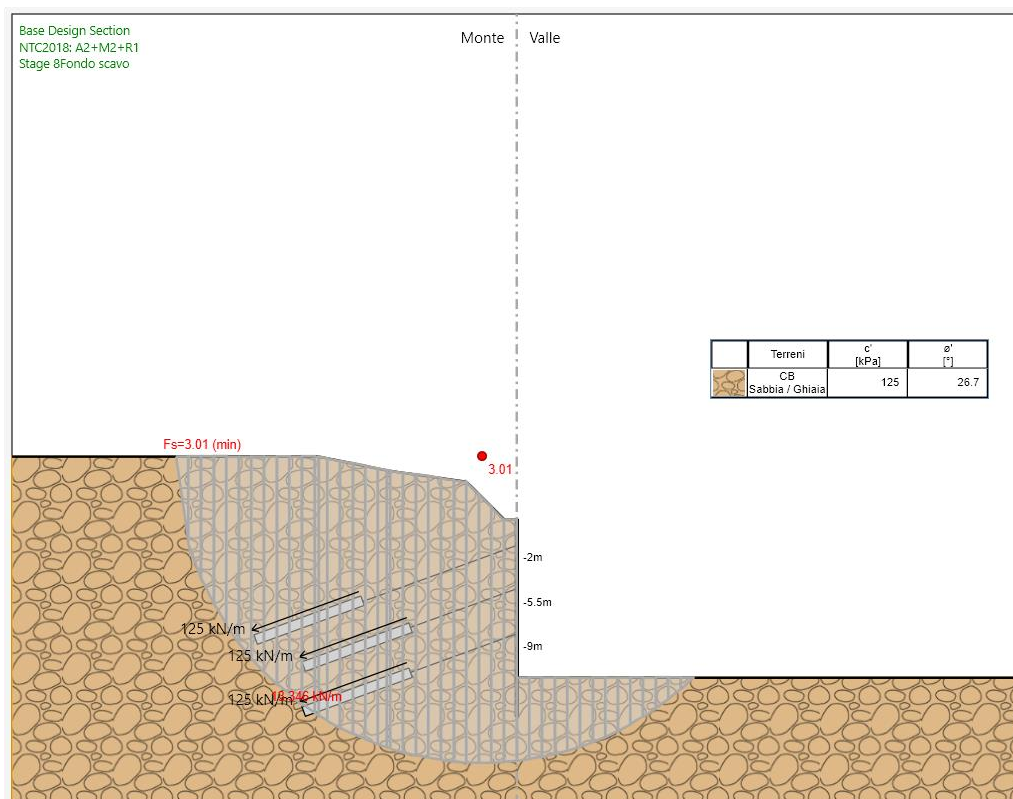
H fuori terra (m)	15.50
δ_{sle} (mm)	0.99
δ_{sle}/H	0.01%


Il rapporto fra spostamento massimo e altezza totale fuori terra è inferiore all' 2%. Pertanto, tenuto conto dell'assenza di strutture a tergo delle opere e della natura provvisoria delle paratie stesse, si ritiene che i requisiti prestazionali in termini di deformabilità risultino soddisfatti.

8.2.4 Verifiche di stabilità globale

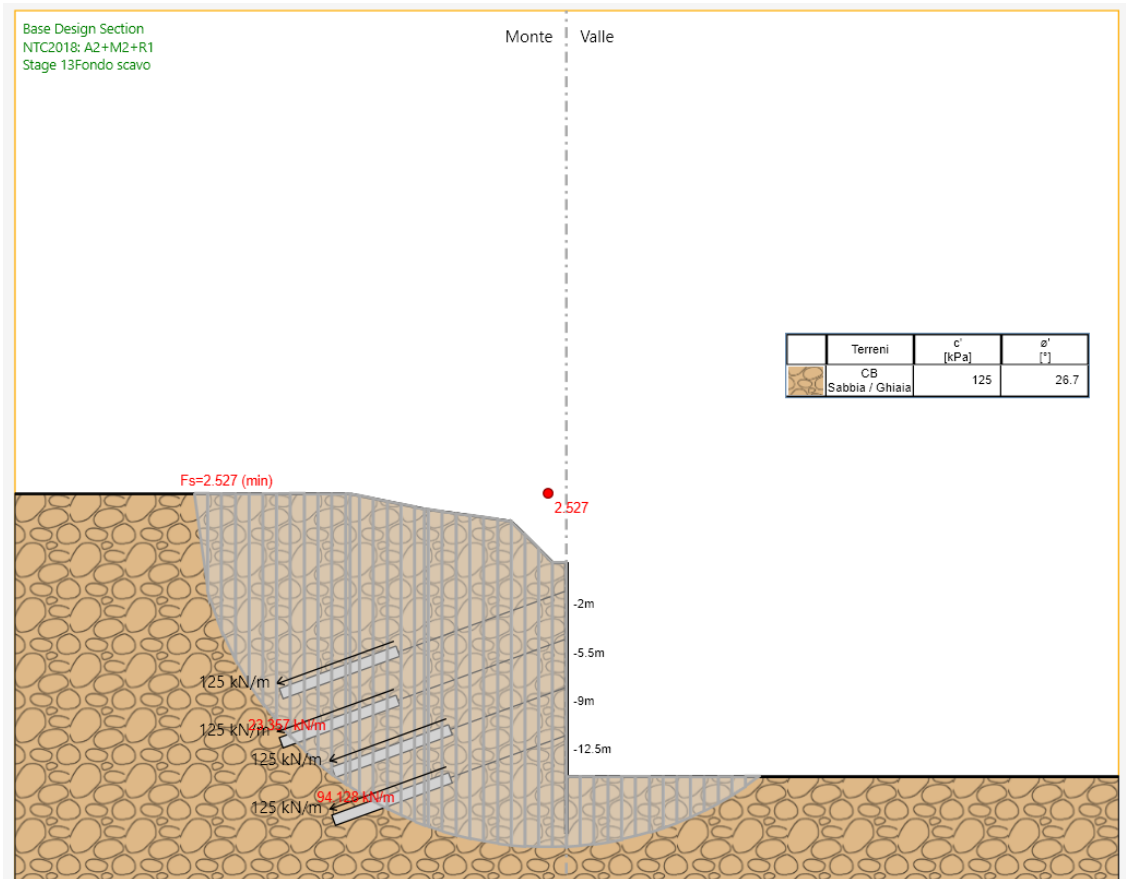
Di seguito si riporta la verifica di stabilità globale del complesso paratia-terreno, calcolata nella fase di raggiungimento del fondo scavo:

Tipo E con 3 tiranti attivi a trefoli:




SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Tipo E con 4 tiranti attivi a trefoli:



Il fattore di sicurezza associato alla stabilità globale risulta in ogni sezione superiore a **1.10**.
 Risulta pertanto verificata la stabilità del complesso paratia-terreno.

SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-357	Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

8.3 Verifiche degli elementi ancoraggio e contrasto

8.3.1 Verifiche strutturali (A1+M1) e geotecniche (A2+M2) dei tiranti

Tipo E con 3 tiranti attivi a trefoli:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumption
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1
T3	Stage 7_Activ. T3	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1

Tipo E con 4 tiranti attivi a trefoli:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumption
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1
T3	Stage 8_Activ. T3	390	589.05	550.44	0.662	0.709	✓	NTC2018: A1+M1+R1
T4	Stage 13_Fondo scavo	390.83	589.05	550.44	0.663	0.71	✓	NTC2018: A1+M1+R1

Come è possibile evincere dalle precedenti tabelle, tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.


8.3.2 Verifiche strutturali travi di contrasto

Ogni ordine di tiranti sarà contrastato tramite due travi **HEB180**. Di seguito si riportano le verifiche strutturali a flessione e taglio delle suddette travi.

Tipo E con 3 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche travi di contrasto

Ntirante (kN/m)	162.50
Med (kNm)	93.60
Ved (kNm)	195.00
Wrd (cm ³)	425.7
Mrd (kNm)	222.99
c.u.	42%
Vrd (kNm)	437.60
c.u.	45%


SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-357	Opere Provvisoriali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03	

Tipo E con 4 tiranti attivi a trefoli:

Verifiche travi di contrasto

Ntirante (kN/m)	162.92
Med (kNm)	93.84
Ved (kNm)	195.50
Wrd (cm ³)	425.7
Mrd (kNm)	222.99
c.u.	42%
Vrd (kNm)	437.60
c.u.	45%

Come è possibile evincere dalle precedenti tabelle, tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500</p>		
<p>CA-357</p>	<p><i>Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03</i></p>	

9 ALLEGATI

9.1 Allegato 1 - Paratia tipo E – 4 tiranti attivi

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 50 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c'	c	S_u	Modulo Elastico	E_u	E_{vc}	E_{ur}	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	kPa	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	CB	20.1	20.1	26.7		125			Constant		540000	864000										

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Area equivalente : 0.019045141329815 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.24 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS168.3*10

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

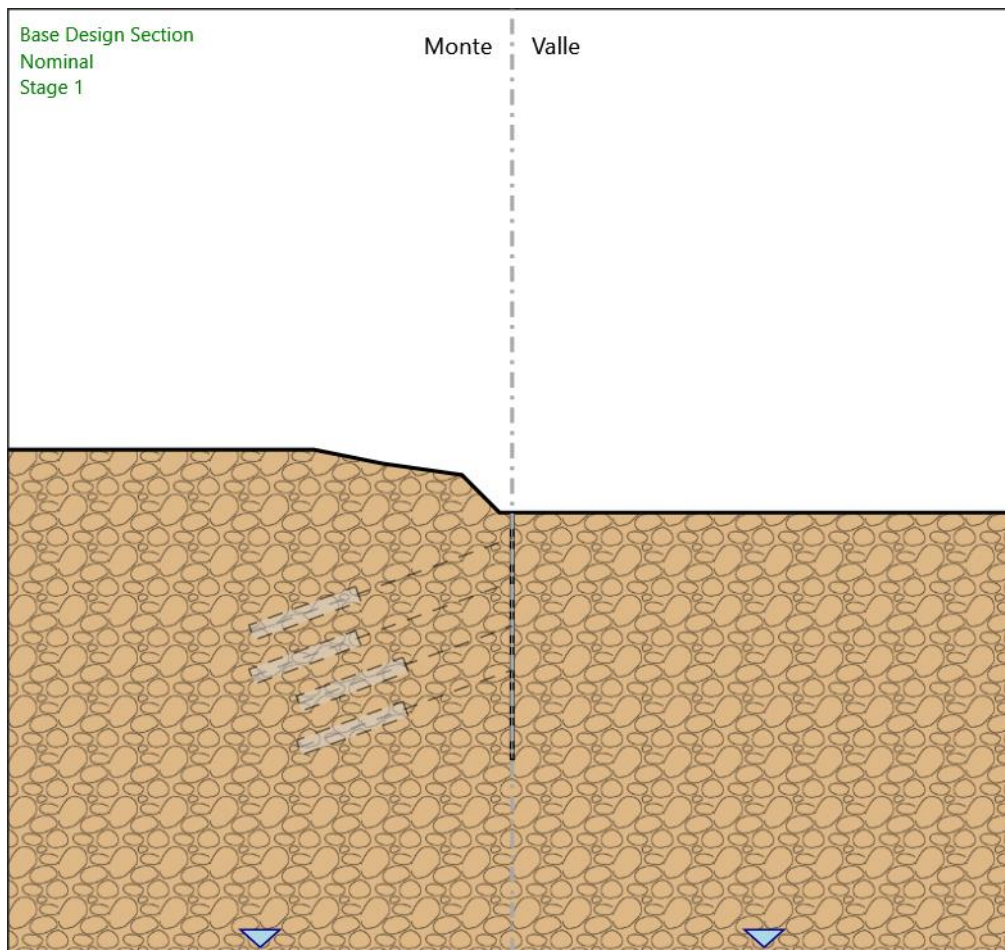
Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

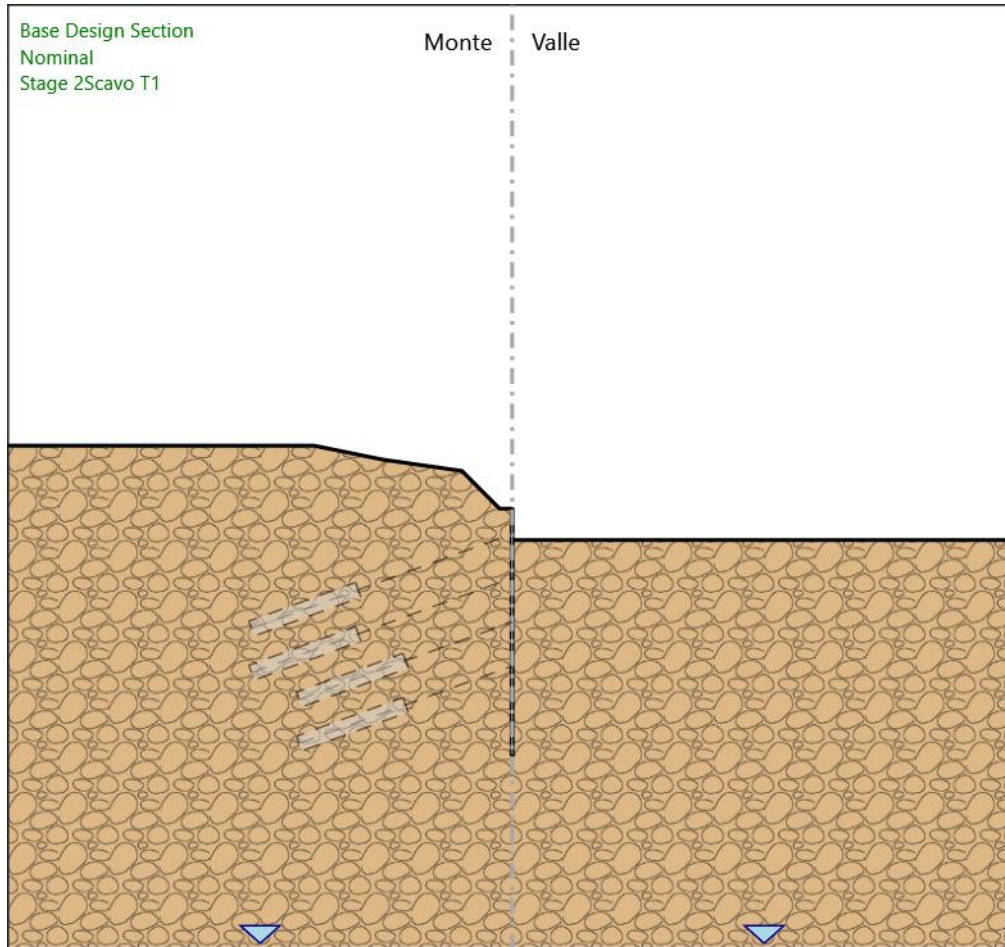
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

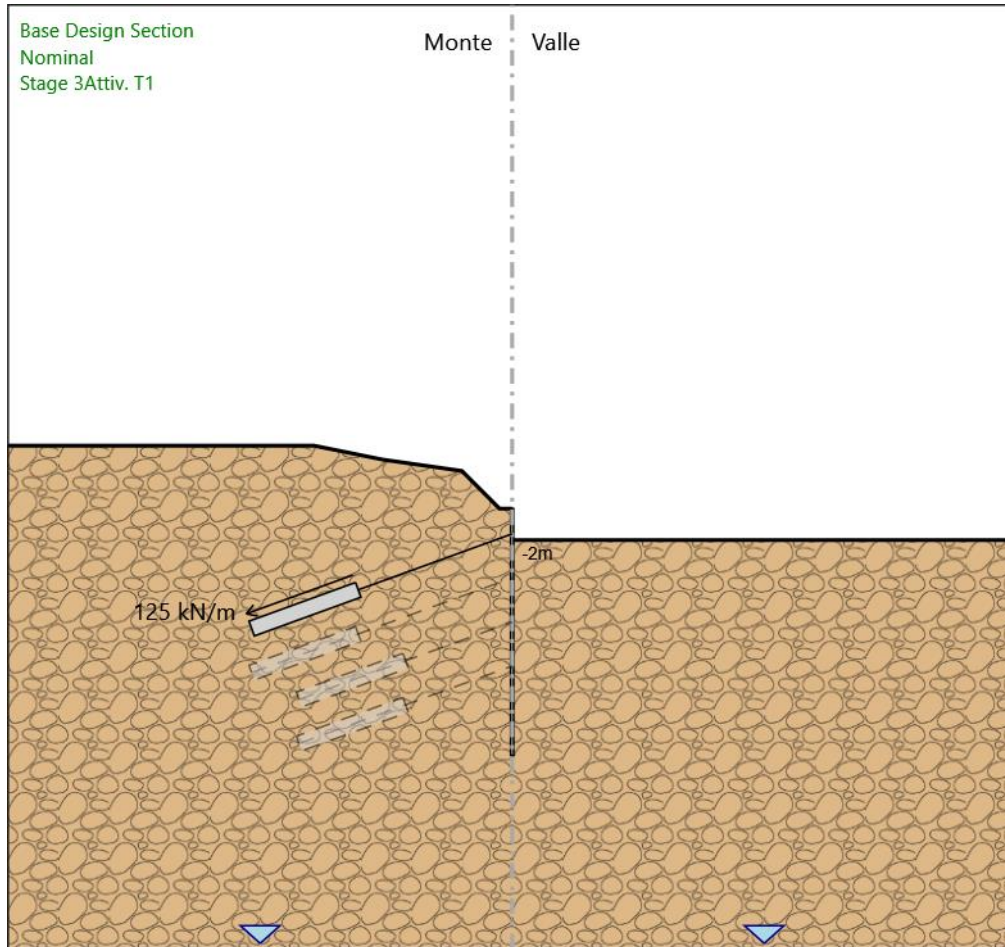
Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 3_Activ. T1



Stage 3_Activ. T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

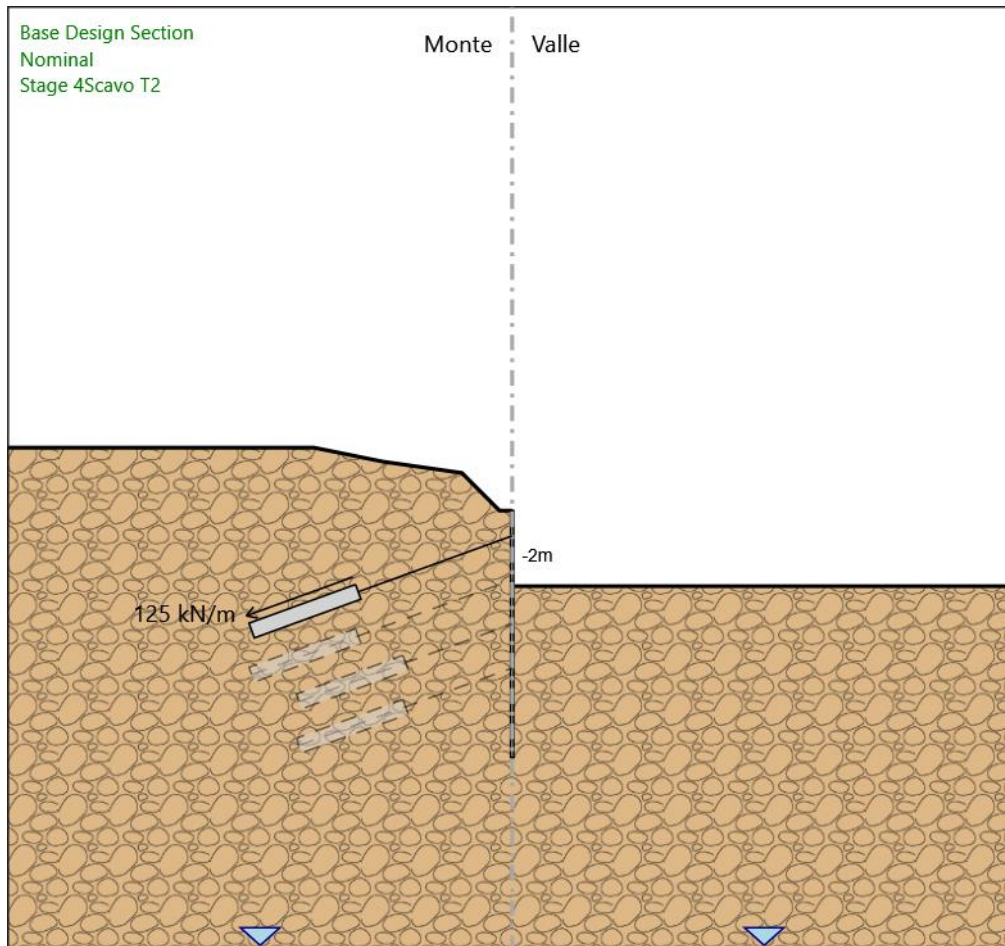
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 4_Scavo T2



Stage 4_Scavo T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

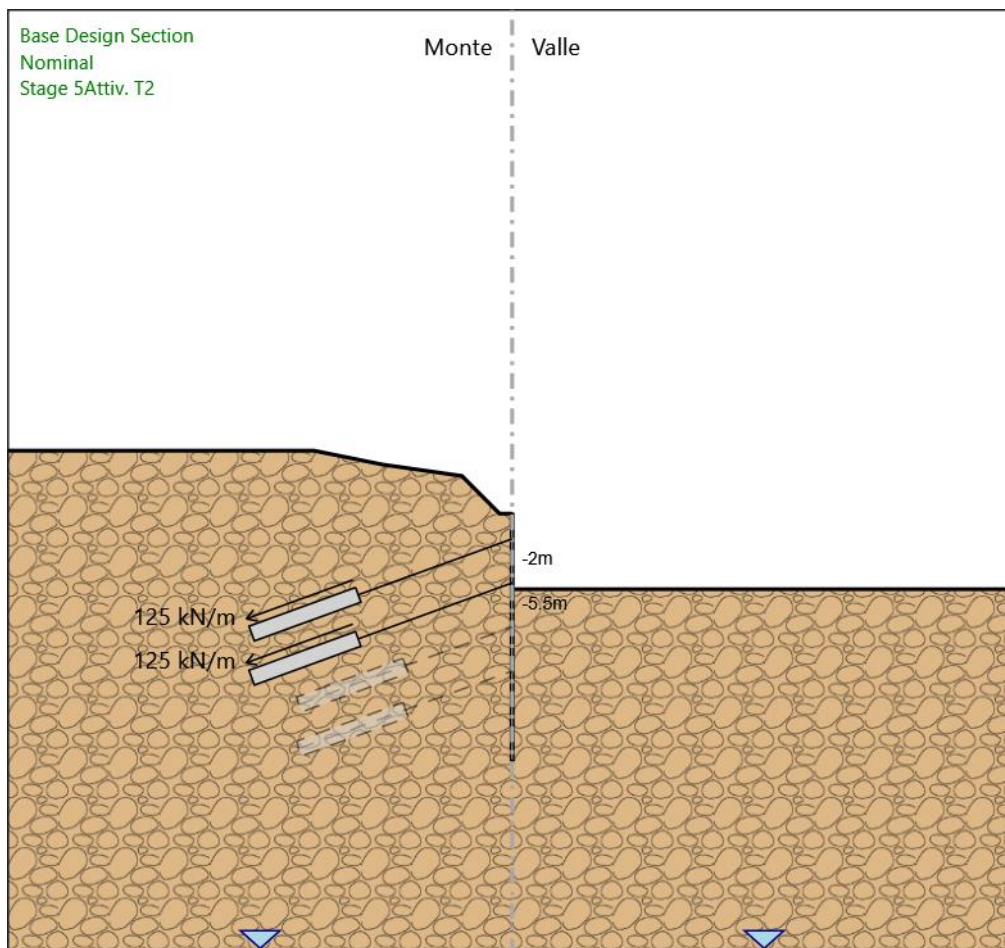
Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m
 Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10
 Tirante : T1
 X : 0 m
 Z : -2 m
 Lunghezza bulbo : 9 m
 Diametro bulbo : 0.15 m
 Lunghezza libera : 13 m
 Spaziatura orizzontale : 2.4 m
 Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 5_Activ. T2



Stage 5_Activ. T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

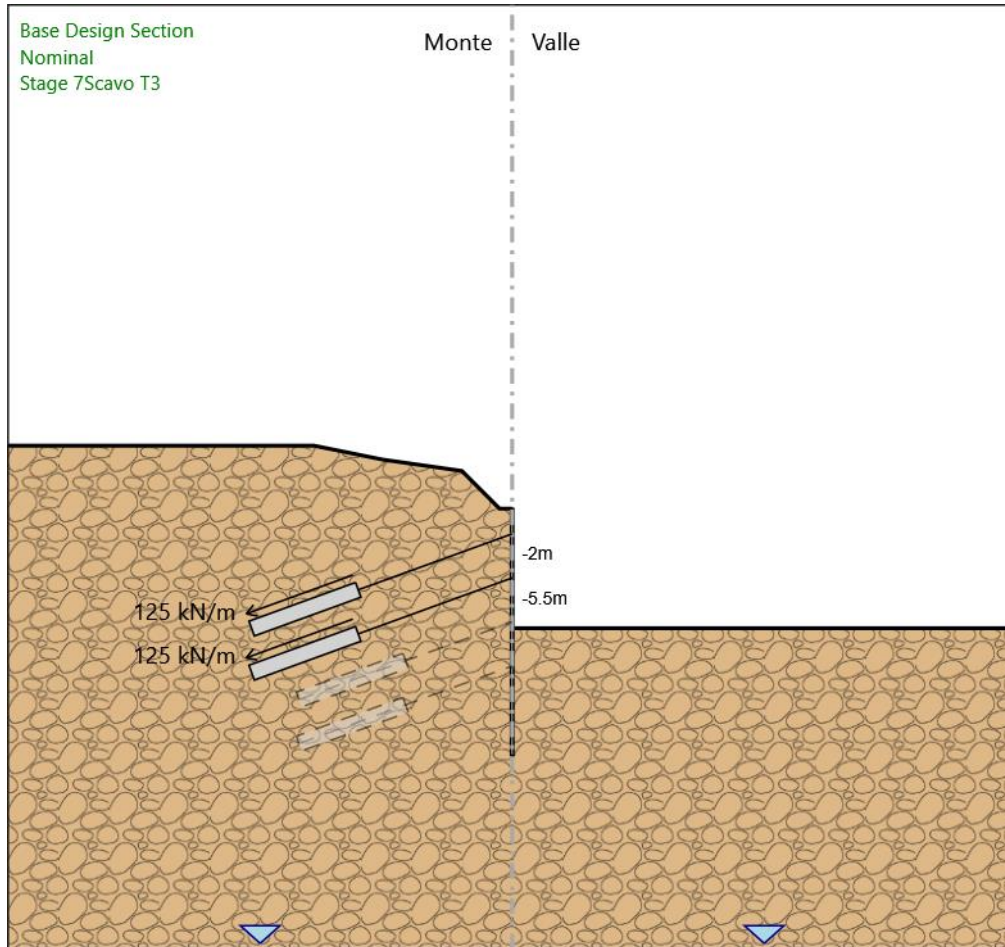
Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 7_Scavo T3



Stage 7_Scavo T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

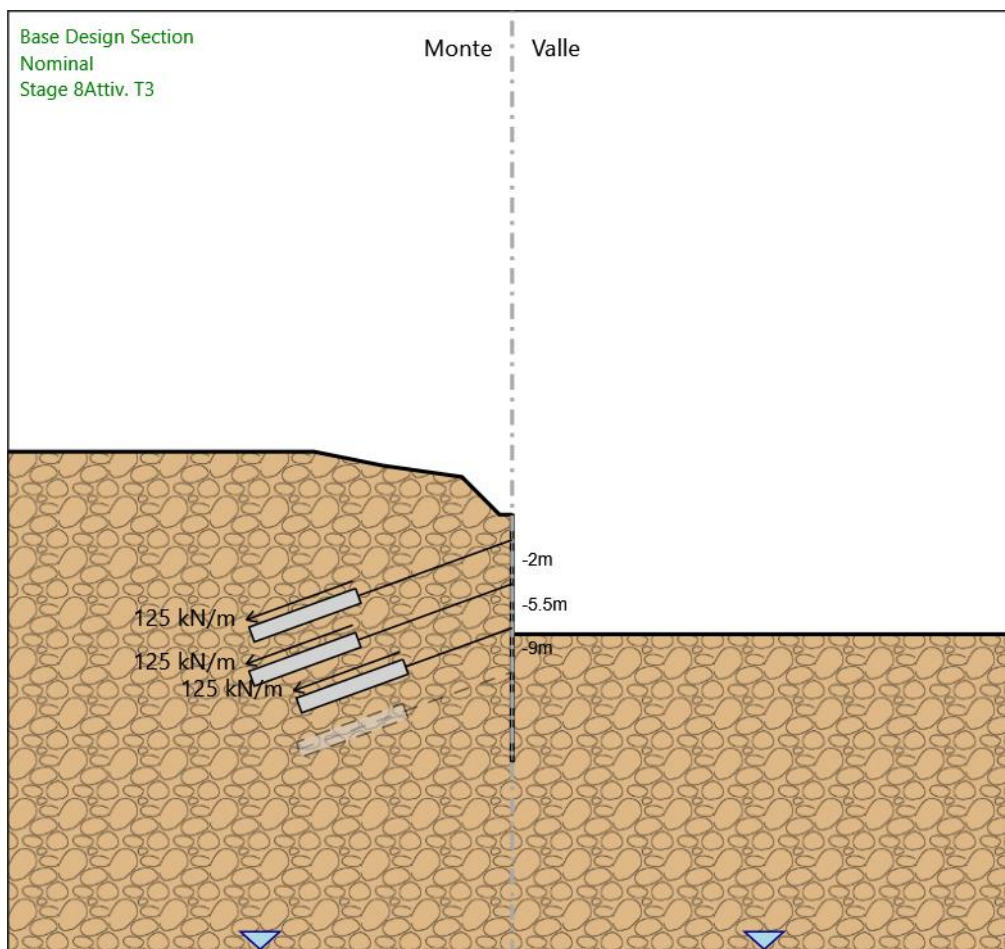
X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 8_Activ. T3



Stage 8_Activ. T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)

(-4;3)
(-1;0)
(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

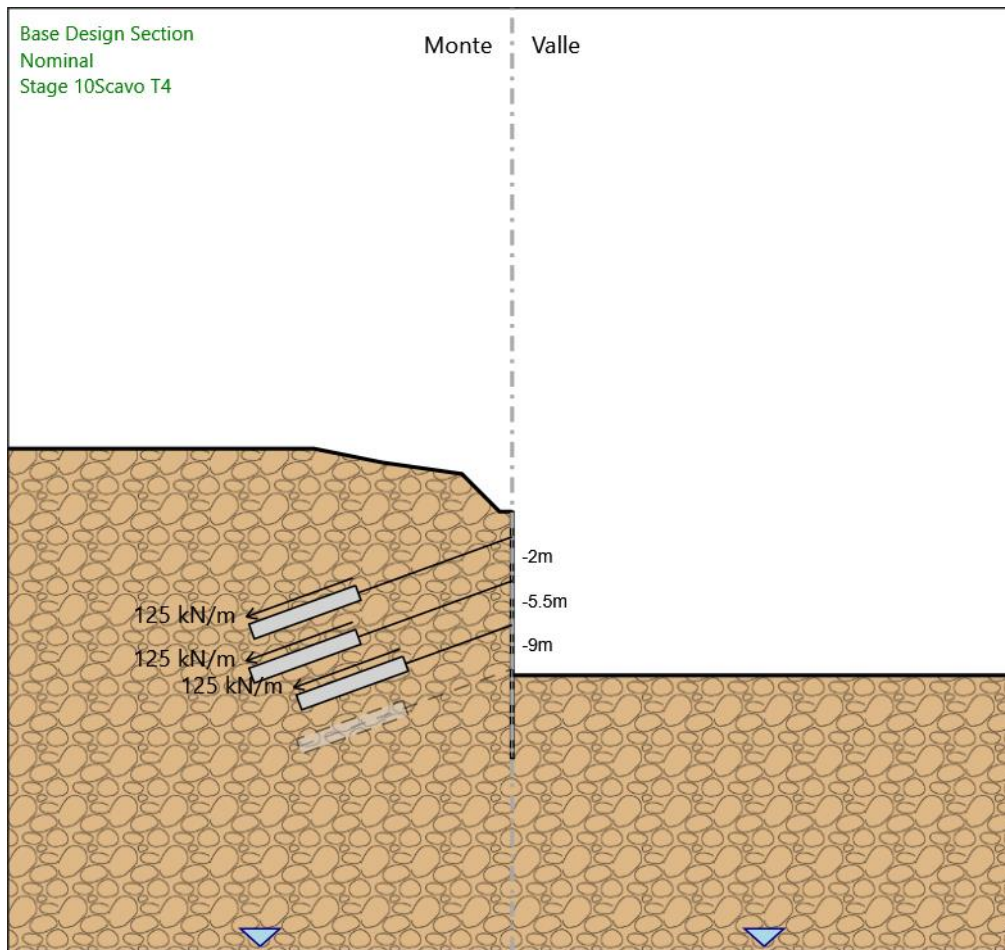
Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 10_Scavo T4



Stage 10_Scavo T4
Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -13 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-13 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -19.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

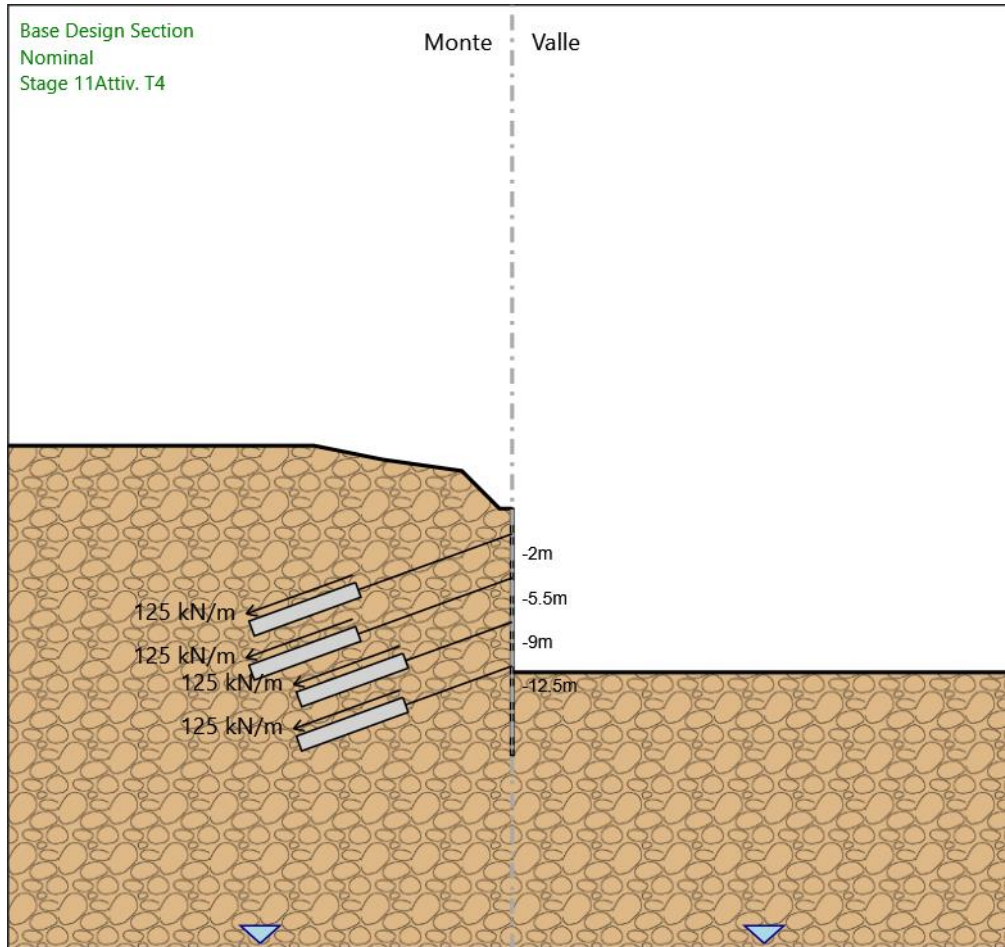
Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 11_Activ. T4



Stage 11_Activ. T4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -13 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-13 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

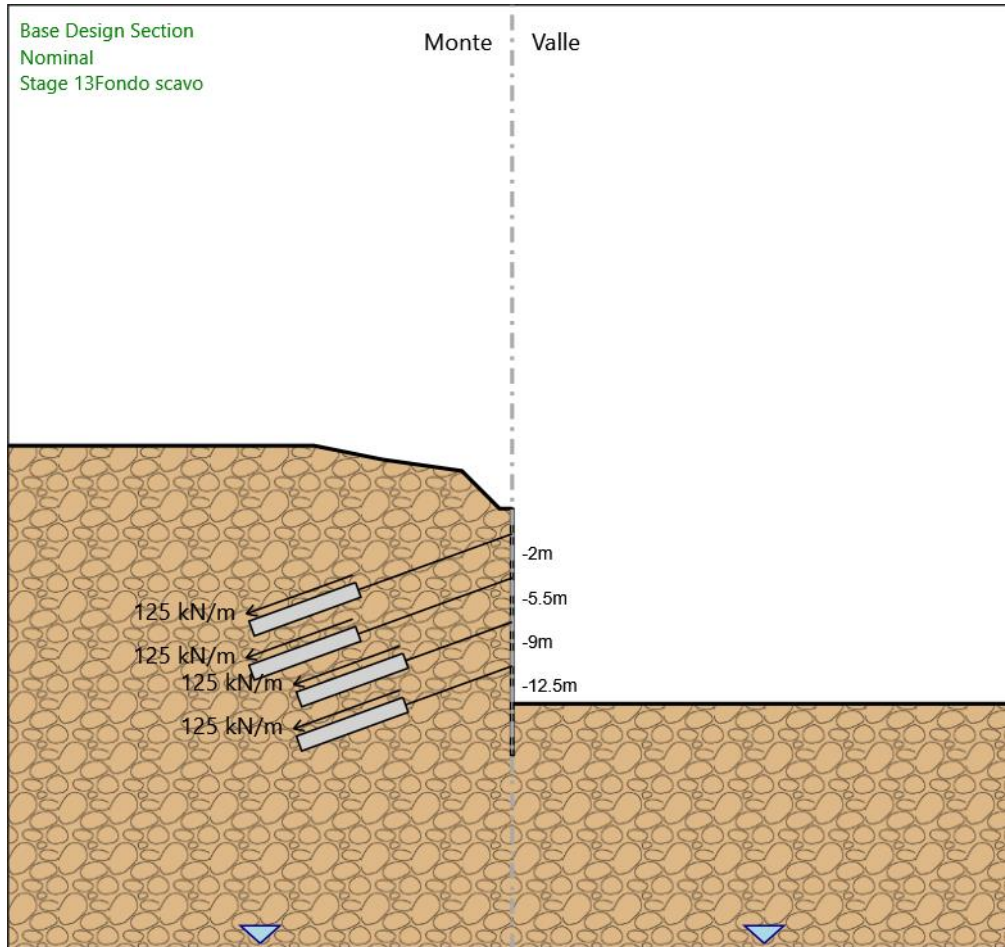
Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T4

X : 0 m
Z : -12.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 13_Fondo scavo



Stage 13_Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -15.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-15.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

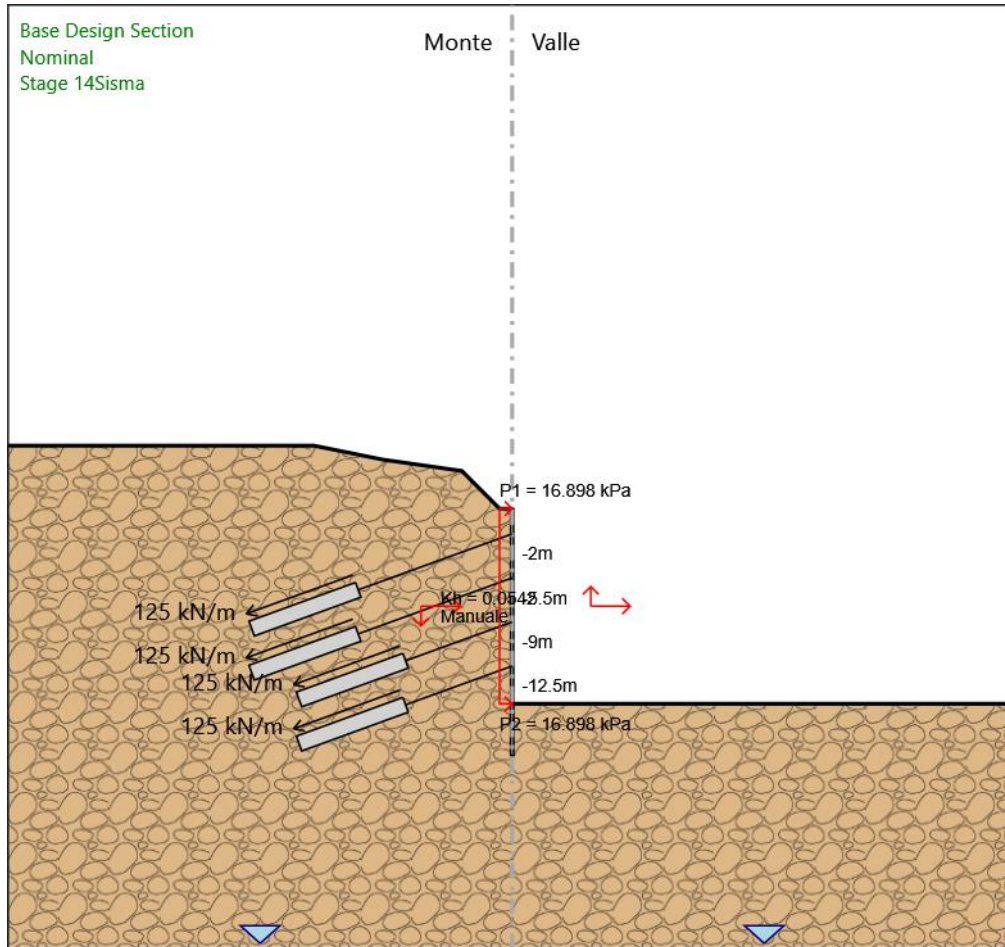
Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T4

X : 0 m
Z : -12.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 14_Sisma



Stage 14_Sisma

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -15.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-15.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -19.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

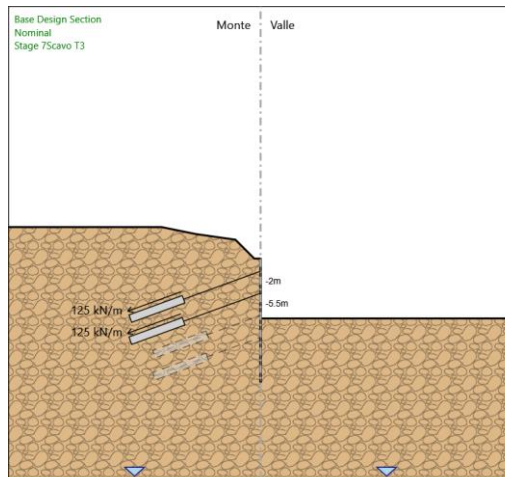
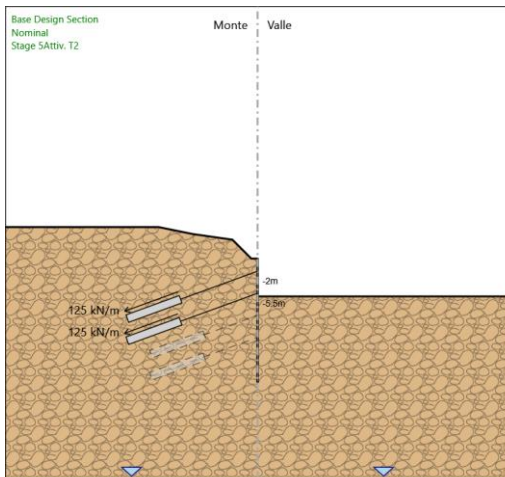
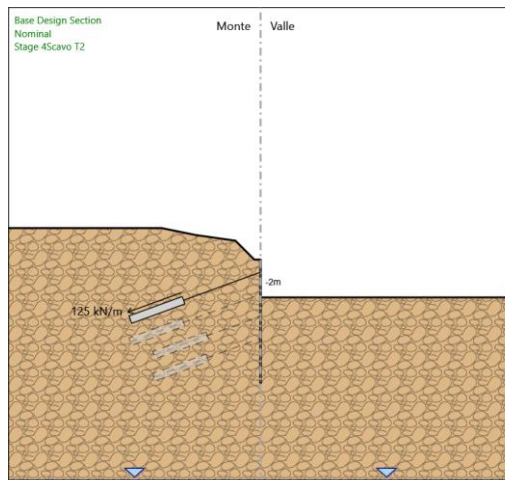
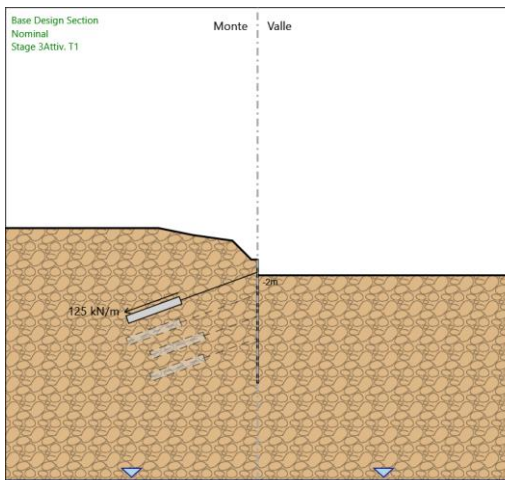
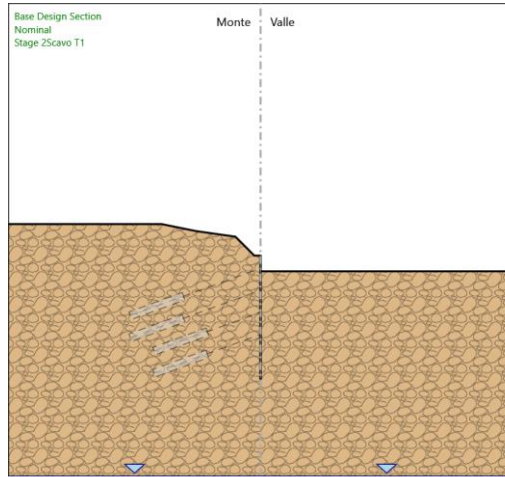
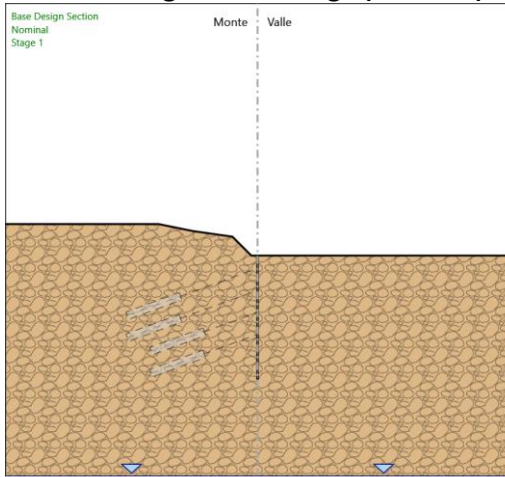
Tirante : T3

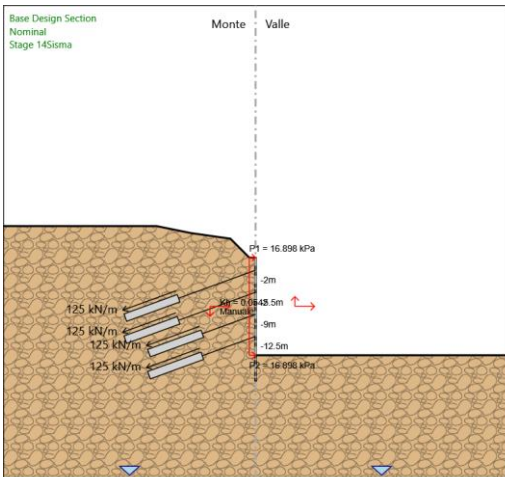
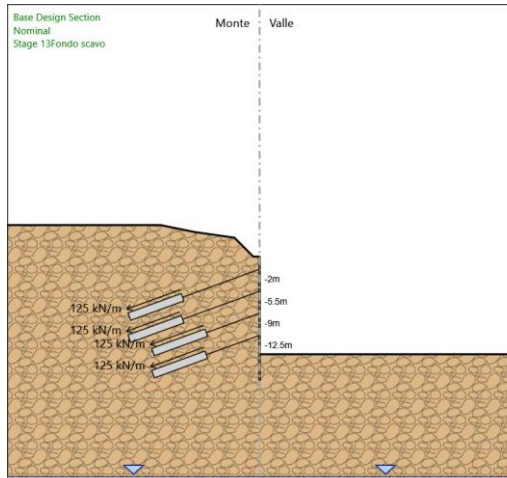
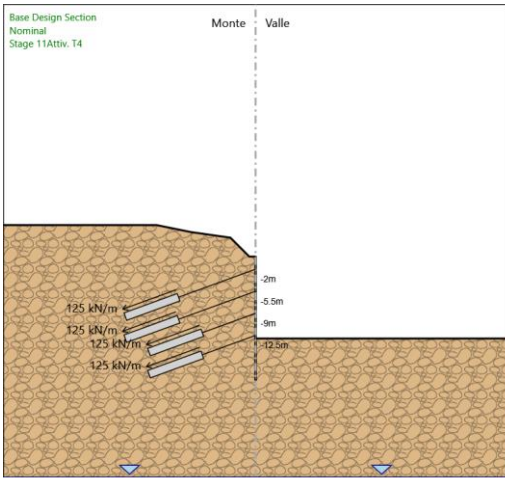
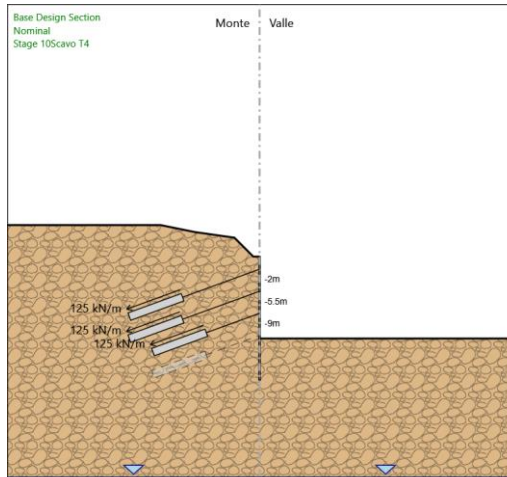
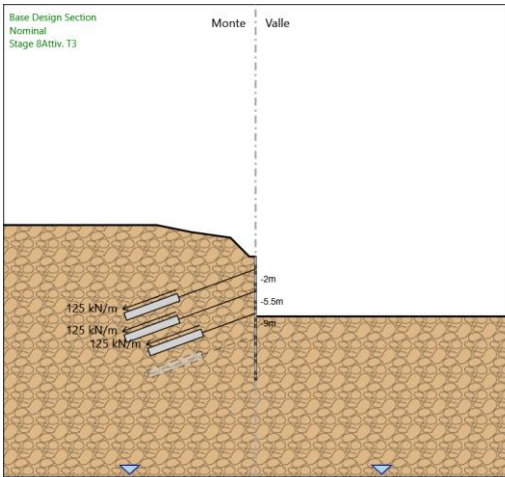
X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T4

X : 0 m
Z : -12.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tabella Configurazione Stage (Nominal)





Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Perma- nenti Sfavore- voli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Perma- nenti Favore- voli (F_dead_load_f avour)	Carichi Varia- bili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Varia- bili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Si- smico (F_seism_loa d)	Pres- sioni Acqua Lato Mont (F_Wa terDR Res)	Pres- sioni Acqua Lato Valle (F_Wa terDR Res)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_HYD_QDSta b)
Simbolo	yG	yG	yQ	yQ	yQE	yG	yG	yGdst	yGstb	yQdst	yGdst	yGstb	yQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre- quente/Qua- si Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	y ϕ	yc	ycu	yqu	yy
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	yRe	yap	yat	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_At- tiv. T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_At- tiv. T2	Stage 7_Scavo T3	Stage 8_At- tiv. T3	Stage 10_Scavo T4	Stage 11_At- tiv. T4	Stage 13_Fondo scavo	Stage 14_Si- sma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)											
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1											
NTC2018: SISMICA STR											
NTC2018: SISMICA GEO											V

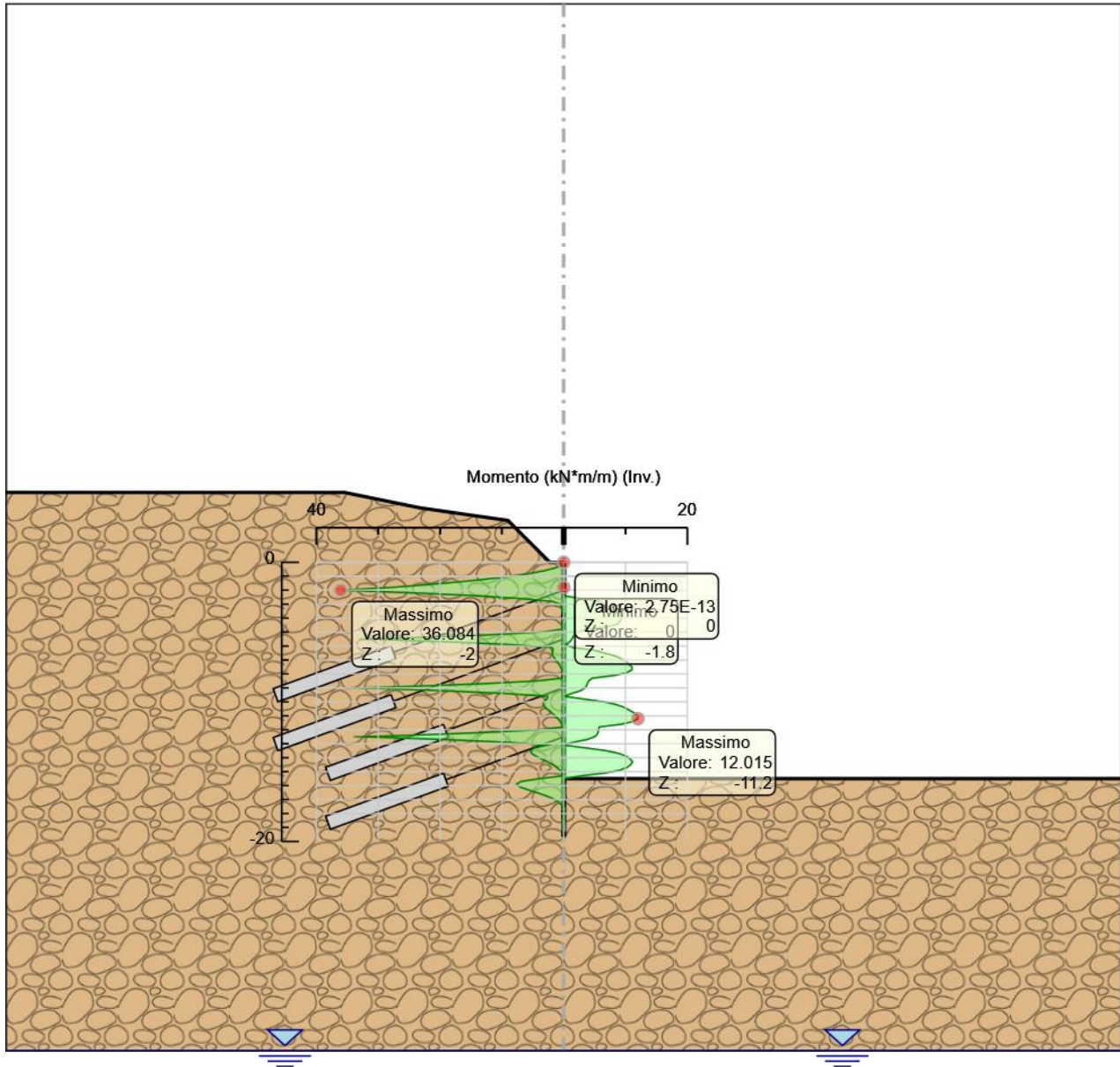
Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.2	0.347	0	
-0.4	1.384	0	
-0.6	3.111	0	
-0.8	5.526	0	
-1	8.625	0	
-1.2	12.408	0	
-1.4	16.875	0	
-1.6	22.022	0	
-1.8	27.978	0	
-2	36.084	0	
-2.2	23.509	0	
-2.4	13.914	0	
-2.6	6.909	2.891	
-2.8	1.855	5.819	
-3	0.501	6.53	
-3.2	0.393	6.291	
-3.4	0.27	7.251	
-3.6	0.164	8.71	
-3.8	0.086	9.394	
-4	0.035	9.32	
-4.2	0.024	9.115	
-4.4	0.243	8.789	
-4.6	0.296	7.321	
-4.8	0.263	4.108	
-5	3.695	2.013	
-5.2	12.204	1.738	
-5.4	24.294	1.462	
-5.5	31.623	1.324	
-5.7	18.315	0.994	
-5.9	8.556	0.303	
-6.1	1.812	1.515	
-6.3	1.729	4.937	
-6.5	1.893	6.621	
-6.7	1.746	8.294	
-6.9	1.442	9.275	
-7.1	1.092	10.086	
-7.3	0.762	10.584	
-7.5	0.488	11.047	
-7.7	0.28	11.041	
-7.9	0.135	10.249	
-8.1	0.116	8.274	
-8.3	0.266	4.647	
-8.5	4.362	4.028	
-8.7	13.271	3.826	
-8.9	25.376	3.623	
-9	32.687	3.424	
-9.2	19.329	2.718	
-9.4	9.468	1.274	
-9.6	2.572	0.065	
-9.8	2.717	3.328	
-10	3.308	6.571	
-10.2	3.315	8.587	
-10.4	2.971	9.817	
-10.6	2.457	10.662	
-10.8	1.899	11.44	
-11	1.377	11.97	
-11.2	0.931	12.015	
-11.4	0.58	11.263	
-11.6	0.322	9.324	
-11.8	0.145	5.741	
-12	4.191	5.638	
-12.2	13.207	5.562	
-12.4	25.277	5.3	
-12.5	32.561	4.971	
-12.7	19.072	3.769	
-12.9	8.829	1.4	
-13.1	2.621	0.02	
-13.3	4.712	3.648	
-13.5	5.388	6.948	
-13.7	5.158	8.972	
-13.9	4.432	10.135	
-14.1	3.506	10.797	
-14.3	2.577	11.132	
-14.5	1.757	10.835	
-14.7	1.096	10.258	
-14.9	0.603	8.99	
-15.1	0.265	6.661	
-15.3	0.167	2.787	
-15.5	3.925	0.061	
-15.7	6.906	0.109	
-15.9	7.639	0.114	
-16.1	7.024	0.095	
-16.3	5.751	0.066	
-16.5	4.324	0.035	
-16.7	3.011	0.007	
-16.9	1.907	0	
-17.1	1.067	0	
-17.3	0.482	0	
-17.5	0.115	0	
-17.7	0.045	0.15	

Selected Design Assumptions Z (m)	Involupi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
-17.9	0.043		0.22
-18.1	0.039		0.219
-18.3	0.034		0.181
-18.5	0.028		0.131
-18.7	0.022		0.083
-18.9	0.015		0.045
-19.1	0.009		0.019
-19.3	0.004		0.005
-19.5	0.001		0
-19.6	0		0

Grafico Involupi Momento



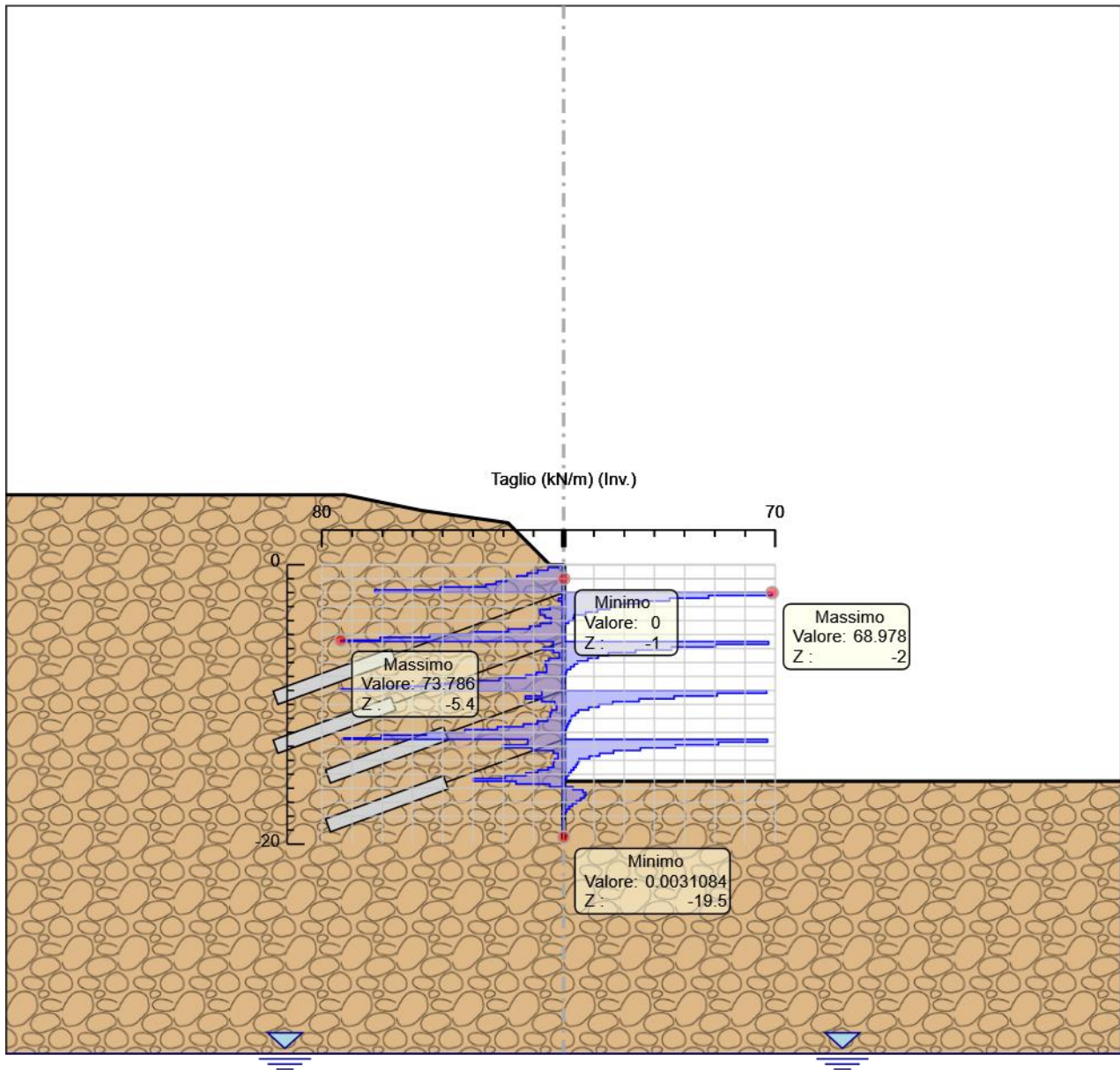
Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.733	0
-0.2	5.189	0
-0.4	8.635	0
-0.6	12.071	0
-0.8	15.497	0
-1	18.918	0
-1.2	22.333	0
-1.4	25.736	0
-1.6	40.804	0
-1.8	62.527	0
-2	62.527	68.978
-2.2	0.348	68.978
-2.4	1.77	47.973
-2.6	1.77	35.023
-2.8	0.578	25.274
-3	4.499	19.094
-3.2	7.809	15.194
-3.4	7.809	11.238
-3.6	7.751	7.298
-3.8	6.15	3.421
-4	4.161	3.139
-4.2	7.684	1.657
-4.4	11.221	0.063
-4.6	18.324	0.169
-4.8	30.163	0.338
-5	44.361	0.349
-5.2	60.709	0.349
-5.4	73.786	0.284
-5.5	73.786	67.812
-5.7	3.458	67.812
-5.9	6.799	50.206
-6.1	6.799	35.717
-6.3	3.358	23.781
-6.5	1.411	14.801
-6.7	4.931	11.393
-6.9	6.104	7.985
-7.1	6.104	4.578
-7.3	5.857	3.463
-7.5	5.63	2.313
-7.7	9.029	1.04
-7.9	12.573	0.722
-8.1	21.239	0.454
-8.3	32.287	0.25
-8.5	45.645	0.108
-8.7	60.826	0.234
-8.9	73.649	0.276
-9	73.649	67.148
-9.2	7.22	67.148
-9.4	12.71	50.82
-9.6	12.71	36.555
-9.8	7.241	24.975
-10	2.958	16.244
-10.2	2.345	11.676
-10.4	3.978	8.279
-10.6	4.429	4.883
-10.8	4.429	3.887
-11	5.306	2.651
-11.2	8.702	2.225
-11.4	13.325	1.756
-11.6	21.95	1.292
-11.8	32.734	0.882
-12	45.442	0.55
-12.2	60.348	0.3
-12.4	72.846	0.126
-12.5	72.846	67.445
-12.7	11.845	67.445
-12.9	20.105	51.217
-13.1	20.105	36.999
-13.3	10.452	25.387
-13.5	3.383	16.498
-13.7	1.865	11.893
-13.9	3.084	8.488
-14.1	3.356	5.083
-14.3	3.356	4.645
-14.5	5.124	4.102
-14.7	8.524	3.306
-14.9	12.518	2.461
-15.1	19.373	1.691
-15.3	29.929	1.056
-15.5	29.929	0.575
-15.7	15.76	0.239
-15.9	4.644	3.076
-16.1	0.147	6.364
-16.3	0.155	7.298
-16.5	0.155	7.298
-16.7	0.138	6.815
-16.9	0.109	5.624
-17.1	0.077	4.213
-17.3	0.047	2.922
-17.5	0.023	1.835
-17.7	0.004	1.003
-17.9	0.005	0.423
-18.1	0.187	0.06
-18.3	0.251	0.029

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
-18.5	0.251		0.031
-18.7	0.241		0.032
-18.9	0.193		0.032
-19.1	0.13		0.031
-19.3	0.069		0.026
-19.5	0.022		0.017
-19.6	0.003		0.005

Grafico Inviluppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT	5.81
NTC2018: SISMICA STR	Stage 14_Sisma	Left Wall	RIGHT	17.63

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: SISMICA STR	Stage 14_Sisma	Left Wall	LEFT	2138.15

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_At- tiv. T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_At- tiv. T2	Stage 7_Scavo T3	Stage 8_At- tiv. T3	Stage 10_Scavo T4	Stage 11_At- tiv. T4	Stage 13_Fondo scavo	Stage 14_Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)											
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1											
NTC2018: SISMICA STR											V
NTC2018: SISMICA GEO											

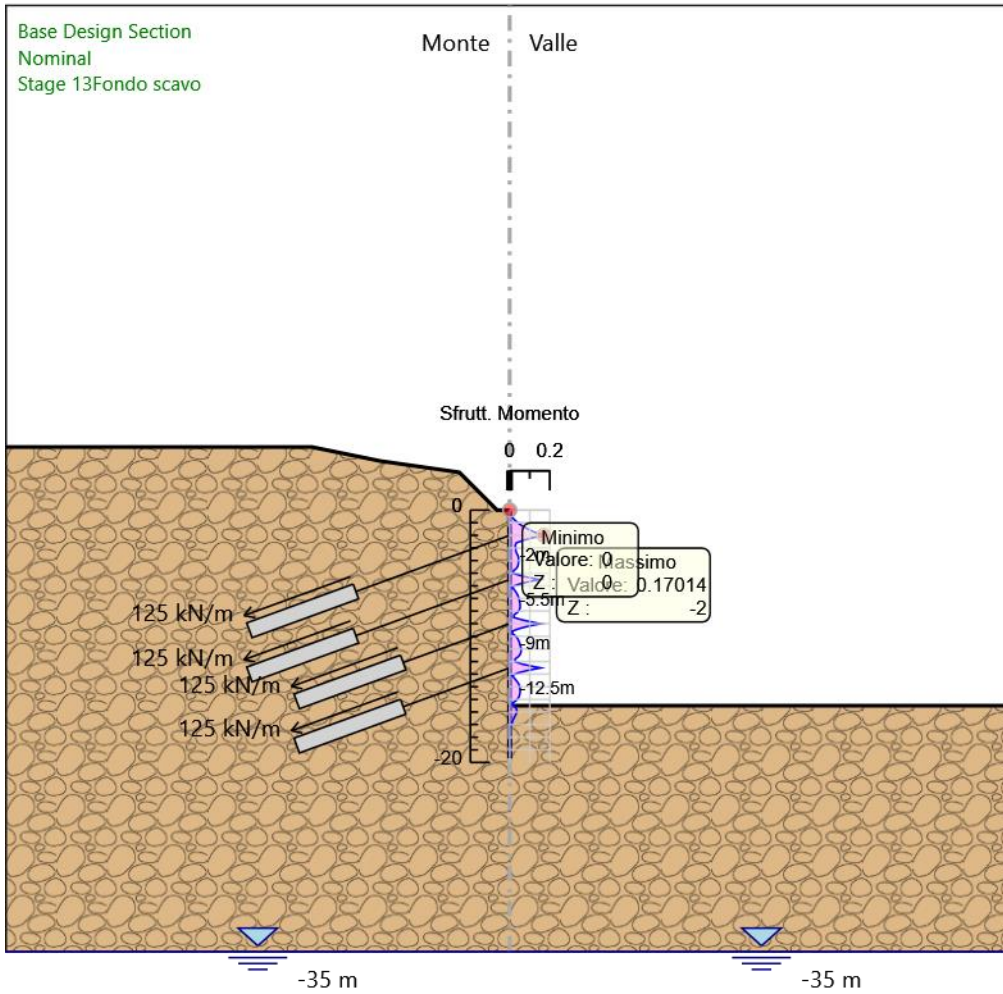
Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
Z (m)	
0	0
-0.2	0.002
-0.4	0.007
-0.6	0.015
-0.8	0.026
-1	0.041
-1.2	0.059
-1.4	0.08
-1.6	0.104
-1.8	0.132
-2	0.17
-2.2	0.111
-2.4	0.066
-2.6	0.033
-2.8	0.027
-3	0.031
-3.2	0.03
-3.4	0.034
-3.6	0.041
-3.8	0.044
-4	0.044
-4.2	0.043
-4.4	0.041
-4.6	0.035
-4.8	0.019
-5	0.017
-5.2	0.058
-5.4	0.115
-5.5	0.149
-5.7	0.086
-5.9	0.04
-6.1	0.009
-6.3	0.023
-6.5	0.031
-6.7	0.039
-6.9	0.044
-7.1	0.048
-7.3	0.05
-7.5	0.052
-7.7	0.052
-7.9	0.048
-8.1	0.039
-8.3	0.022
-8.5	0.021
-8.7	0.063
-8.9	0.12
-9	0.154
-9.2	0.091

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-9.4	0.045	
-9.6	0.012	
-9.8	0.016	
-10	0.031	
-10.2	0.04	
-10.4	0.046	
-10.6	0.05	
-10.8	0.054	
-11	0.056	
-11.2	0.057	
-11.4	0.053	
-11.6	0.044	
-11.8	0.027	
-12	0.027	
-12.2	0.062	
-12.4	0.119	
-12.5	0.154	
-12.7	0.09	
-12.9	0.042	
-13.1	0.012	
-13.3	0.022	
-13.5	0.033	
-13.7	0.042	
-13.9	0.048	
-14.1	0.051	
-14.3	0.052	
-14.5	0.051	
-14.7	0.048	
-14.9	0.042	
-15.1	0.031	
-15.3	0.013	
-15.5	0.019	
-15.7	0.033	
-15.9	0.036	
-16.1	0.033	
-16.3	0.027	
-16.5	0.02	
-16.7	0.014	
-16.9	0.009	
-17.1	0.005	
-17.3	0.002	
-17.5	0.001	
-17.7	0.001	
-17.9	0.001	
-18.1	0.001	
-18.3	0.001	
-18.5	0.001	
-18.7	0	
-18.9	0	
-19.1	0	
-19.3	0	
-19.5	0	
-19.6	0	

Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld



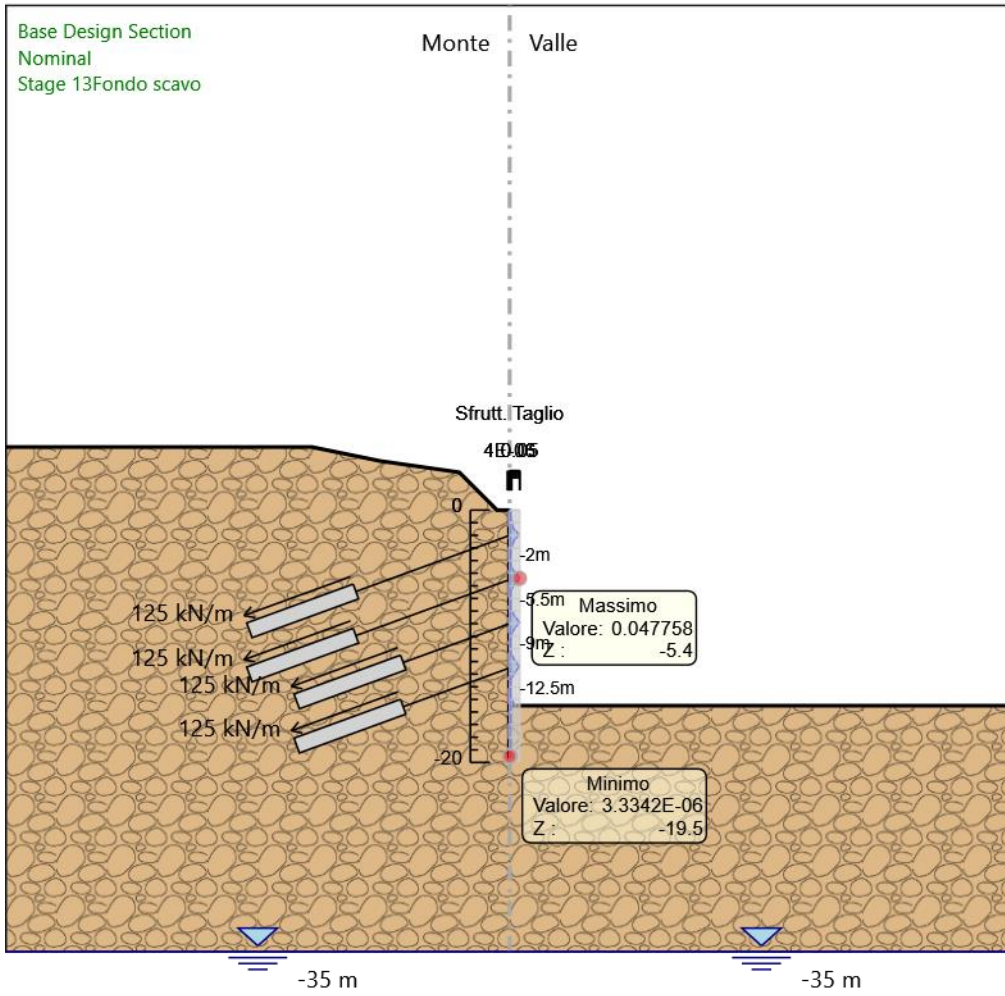
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
0		0.001
-0.2		0.003
-0.4		0.006
-0.6		0.008
-0.8		0.01
-1		0.012
-1.2		0.014
-1.4		0.017
-1.6		0.026
-1.8		0.04
-2		0.045
-2.2		0.031
-2.4		0.023
-2.6		0.016
-2.8		0.012
-3		0.01
-3.2		0.007
-3.4		0.005
-3.6		0.004
-3.8		0.003
-4		0.003
-4.2		0.005
-4.4		0.007
-4.6		0.012
-4.8		0.02
-5		0.029
-5.2		0.039
-5.4		0.048
-5.5		0.044

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-5.7	0.032
-5.9	0.023
-6.1	0.015
-6.3	0.01
-6.5	0.007
-6.7	0.005
-6.9	0.004
-7.1	0.004
-7.3	0.003
-7.5	0.004
-7.7	0.006
-7.9	0.008
-8.1	0.014
-8.3	0.021
-8.5	0.03
-8.7	0.039
-8.9	0.048
-9	0.043
-9.2	0.033
-9.4	0.024
-9.6	0.016
-9.8	0.011
-10	0.008
-10.2	0.005
-10.4	0.003
-10.6	0.003
-10.8	0.003
-11	0.003
-11.2	0.006
-11.4	0.009
-11.6	0.014
-11.8	0.021
-12	0.029
-12.2	0.039
-12.4	0.047
-12.5	0.044
-12.7	0.033
-12.9	0.024
-13.1	0.016
-13.3	0.011
-13.5	0.008
-13.7	0.005
-13.9	0.003
-14.1	0.003
-14.3	0.003
-14.5	0.003
-14.7	0.006
-14.9	0.008
-15.1	0.013
-15.3	0.019
-15.5	0.01
-15.7	0.003
-15.9	0.002
-16.1	0.004
-16.3	0.005
-16.5	0.004
-16.7	0.004
-16.9	0.003
-17.1	0.002
-17.3	0.001
-17.5	0.001
-17.7	0
-17.9	0
-18.1	0
-18.3	0
-18.5	0
-18.7	0
-18.9	0
-19.1	0
-19.3	0
-19.5	0
-19.6	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.973	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	299.995	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 7_Scavo T3	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 8_Activ. T3	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 10_Scavo T4	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 11_Activ. T4	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 13_Fondo scavo	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 14_Sisma	299.998	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 7_Scavo T3	300.074	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 8_Activ. T3	300.131	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 10_Scavo T4	300.134	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 11_Activ. T4	300.133	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 13_Fondo scavo	300.133	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 14_Sisma	300.133	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T3	Stage 8_Activ. T3	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T3	Stage 10_Scavo T4	300.328	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO
T3	Stage 11_Activ. T4	300.405	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO
T3	Stage 13_Fondo scavo	300.408	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO
T3	Stage 14_Sisma	300.408	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO
T4	Stage 11_Activ. T4	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T4	Stage 13_Fondo scavo	300.638	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO
T4	Stage 14_Sisma	300.638	1166.316	550.44	0.258	0.546		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	389.964	589.049	550.44	0.662	0.708		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	389.993	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 7_Scavo T3	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 8_Activ. T3	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 10_Scavo T4	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 11_Activ. T4	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 13_Fondo scavo	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 14_Sisma	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 7_Scavo T3	390.096	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 8_Activ. T3	390.17	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 10_Scavo T4	390.174	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 11_Activ. T4	390.173	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 13_Fondo scavo	390.173	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 14_Sisma	390.173	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T3	Stage 8_Activ. T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T3	Stage 10_Scavo T4	390.426	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
T3	Stage 11_Activ. T4	390.527	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
T3	Stage 13_Fondo scavo	390.531	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
T3	Stage 14_Sisma	390.531	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
T4	Stage 11_Activ. T4	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T4	Stage 13_Fondo scavo	390.83	589.049	550.44	0.663	0.71		NO
T4	Stage 14_Sisma	390.83	589.049	550.44	0.663	0.71		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.971	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 7_Scavo T3	300.003	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 8_Activ. T3	300.003	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 10_Scavo T4	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 11_Activ. T4	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 13_Fondo scavo	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 14_Sisma	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 7_Scavo T3	300.092	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 8_Activ. T3	300.16	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 10_Scavo T4	300.167	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 11_Activ. T4	300.166	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 13_Fondo scavo	300.165	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 14_Sisma	300.165	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T3	Stage 8_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3	Stage 10_Scavo T4	300.342	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3	Stage 11_Activ. T4	300.438	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3	Stage 13_Fondo scavo	300.375	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3	Stage 14_Sisma	300.375	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T4	Stage 11_Activ. T4	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T4	Stage 13_Fondo scavo	308.694	589.049	550.44	0.524	0.561		NO
T4	Stage 14_Sisma	308.694	589.049	550.44	0.524	0.561		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR


Design Assumption: NTC2018: SISMICA		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)				
STR	Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1		Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 4_Scavo T2	299.973	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 5_Activ. T2	299.995	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 7_Scavo T3	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 8_Activ. T3	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 10_Scavo T4	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 11_Activ. T4	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 13_Fondo scavo	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 14_Sisma	301.37	589.049	550.44	0.512	0.548		NO
T2		Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2		Stage 7_Scavo T3	300.074	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2		Stage 8_Activ. T3	300.131	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 10_Scavo T4	300.134	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 11_Activ. T4	300.133	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 13_Fondo scavo	300.133	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 14_Sisma	300.939	589.049	550.44	0.511	0.547		NO
T3		Stage 8_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3		Stage 10_Scavo T4	300.328	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 11_Activ. T4	300.405	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 13_Fondo scavo	300.408	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 14_Sisma	301.397	589.049	550.44	0.512	0.548		NO
T4		Stage 11_Activ. T4	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T4		Stage 13_Fondo scavo	300.638	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T4		Stage 14_Sisma	301.63	589.049	550.44	0.512	0.548		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)				
GEO	Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1		Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 4_Scavo T2	299.973	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 5_Activ. T2	299.995	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 7_Scavo T3	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 8_Activ. T3	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 10_Scavo T4	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 11_Activ. T4	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 13_Fondo scavo	299.998	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1		Stage 14_Sisma	301.37	589.049	550.44	0.512	0.548		NO
T2		Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2		Stage 7_Scavo T3	300.074	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2		Stage 8_Activ. T3	300.131	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 10_Scavo T4	300.134	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 11_Activ. T4	300.133	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 13_Fondo scavo	300.133	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2		Stage 14_Sisma	300.939	589.049	550.44	0.511	0.547		NO
T3		Stage 8_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3		Stage 10_Scavo T4	300.328	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 11_Activ. T4	300.405	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 13_Fondo scavo	300.408	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3		Stage 14_Sisma	301.397	589.049	550.44	0.512	0.548		NO
T4		Stage 11_Activ. T4	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T4		Stage 13_Fondo scavo	300.638	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T4		Stage 14_Sisma	301.63	589.049	550.44	0.512	0.548		NO

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	
T3	Stage 8_Activ. T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	
T4	Stage 13_Fondo scavo	390.83	589.049	550.44	0.663	0.71	NO	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	

<p>SS 131 "Carlo Felice" Completamento itinerario Sassari - Olbia. Potenziamento e messa in sicurezza SS131 dal km 192+500 al km 209+500 - 2° lotto dal km 202+000 al km 209+500</p>		
<p>CA-357</p>	<p><i>Opere Provvisionali - Relazione di Calcolo – Galleria Artificiale GA03</i></p>	

9.2 Allegato 2 - Paratia tipo E – 3 tiranti attivi

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 50 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ_{cv}	ϕ_p	c'	S_u	Modulo Elastico	E_u	E_{vc}	E_{ur}	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	°	kPa	kPa		kPa	kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	CB	20.1	20.1	26.7			125		Constant		540000	864000										

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15.6 m

Muro di sinistra

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Area equivalente : 0.019045141329815 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.4 m

Diametro : 0.24 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS168.3*10

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.4 m

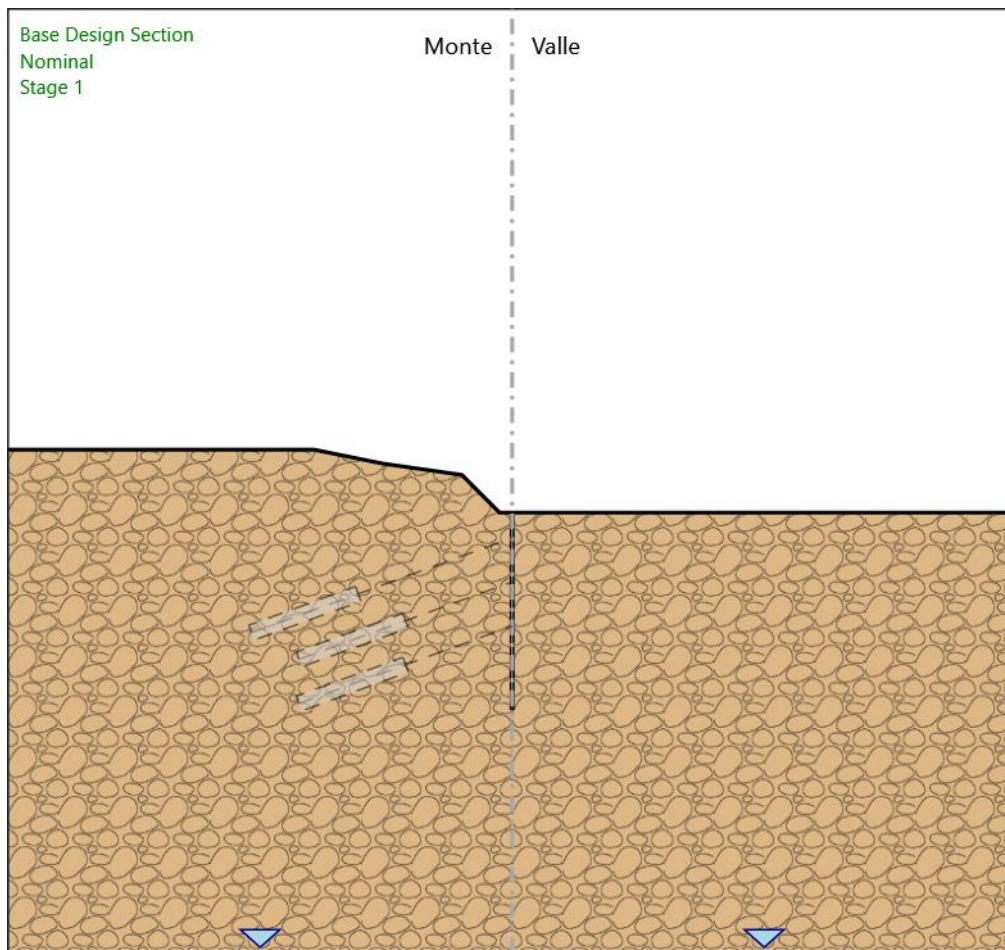
Spessore : 0.01 m

Diametro : 0.1683 m



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

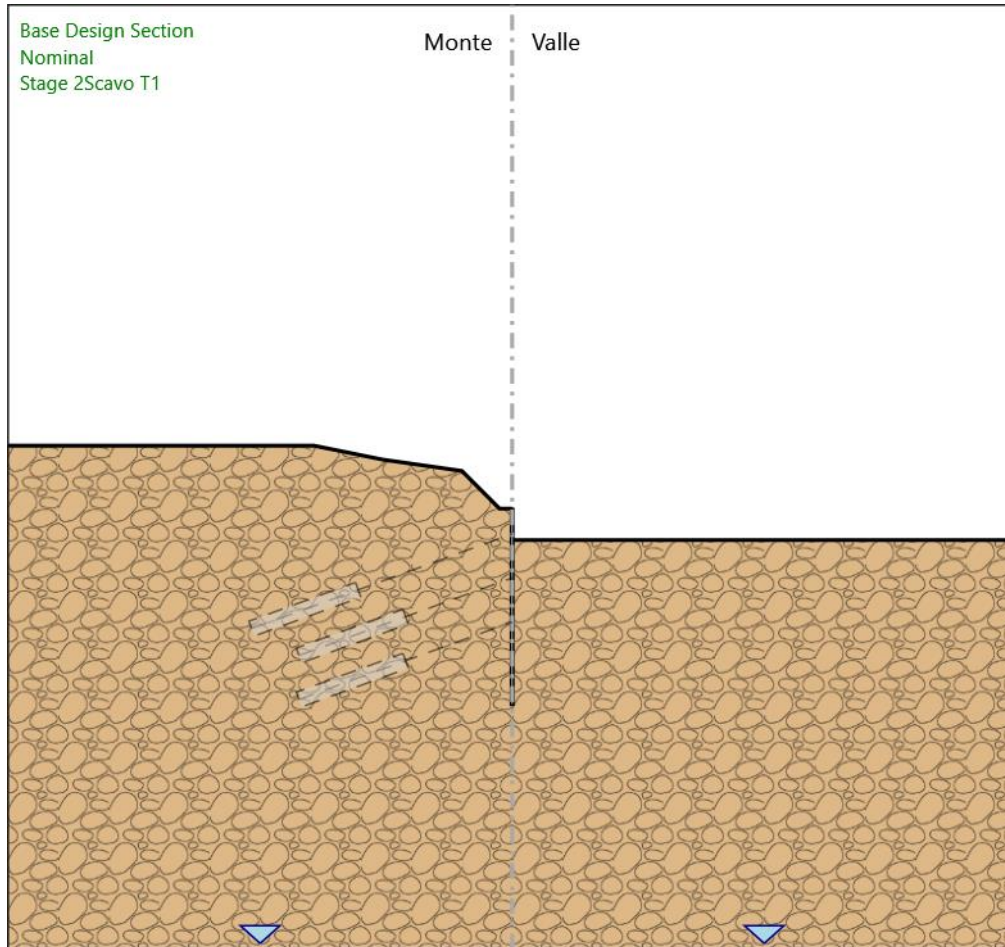
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 2_Scavo T1



Stage 2_Scavo T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

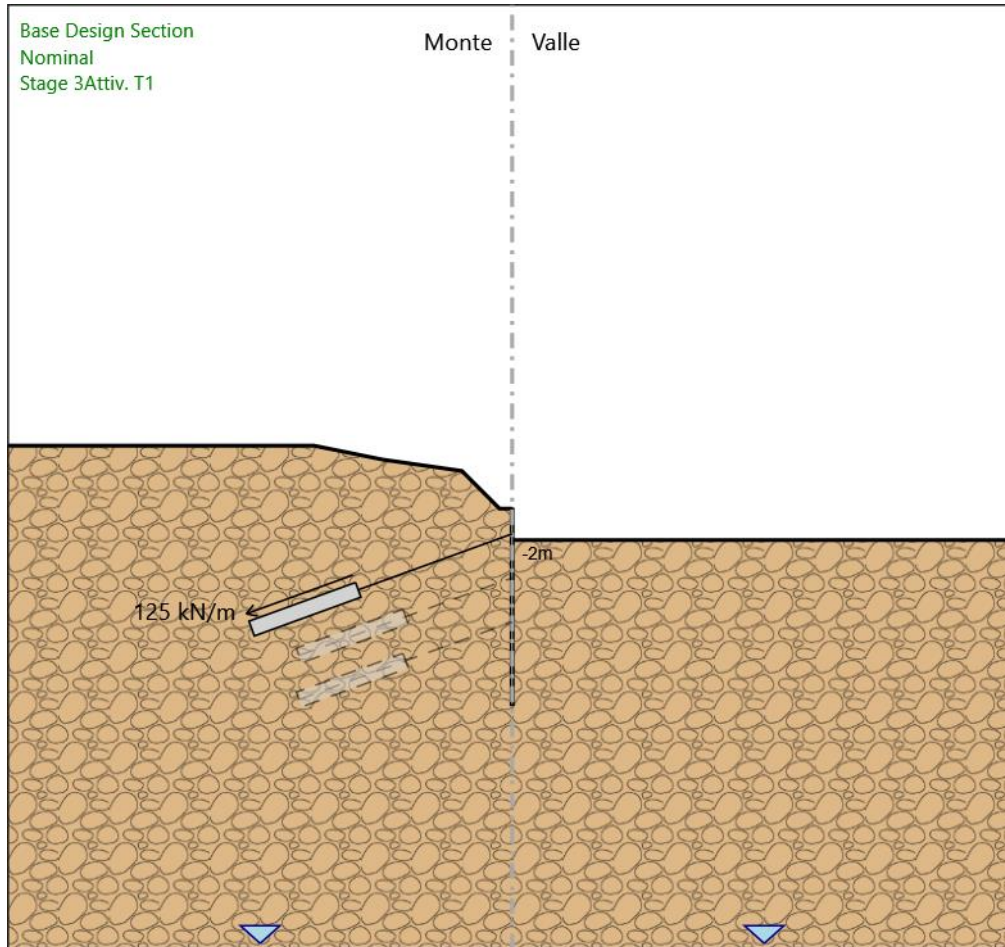
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15.6 m

Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Stage 3_Activ. T1



Stage 3_Activ. T1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

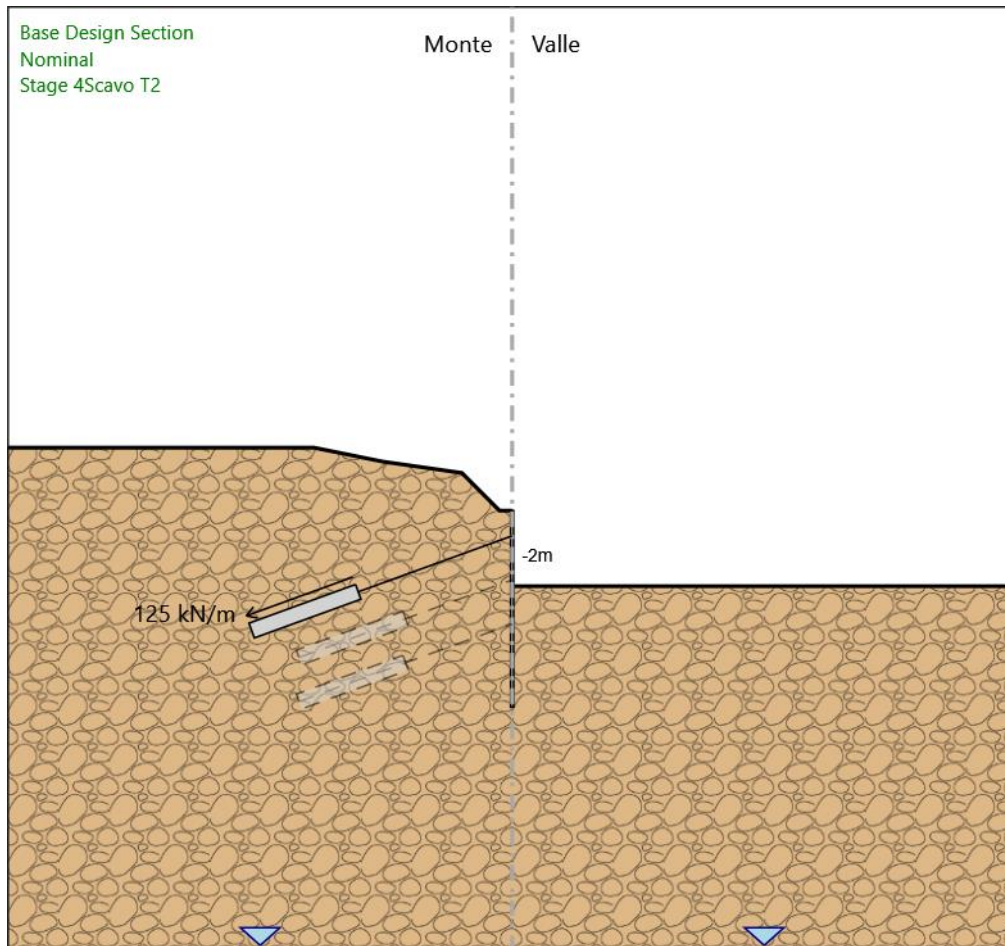
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 4_Scavo T2



Stage 4_Scavo T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m

Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m

Z : -2 m

Lunghezza bulbo : 9 m

Diametro bulbo : 0.15 m

Lunghezza libera : 13 m

Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 trefoli

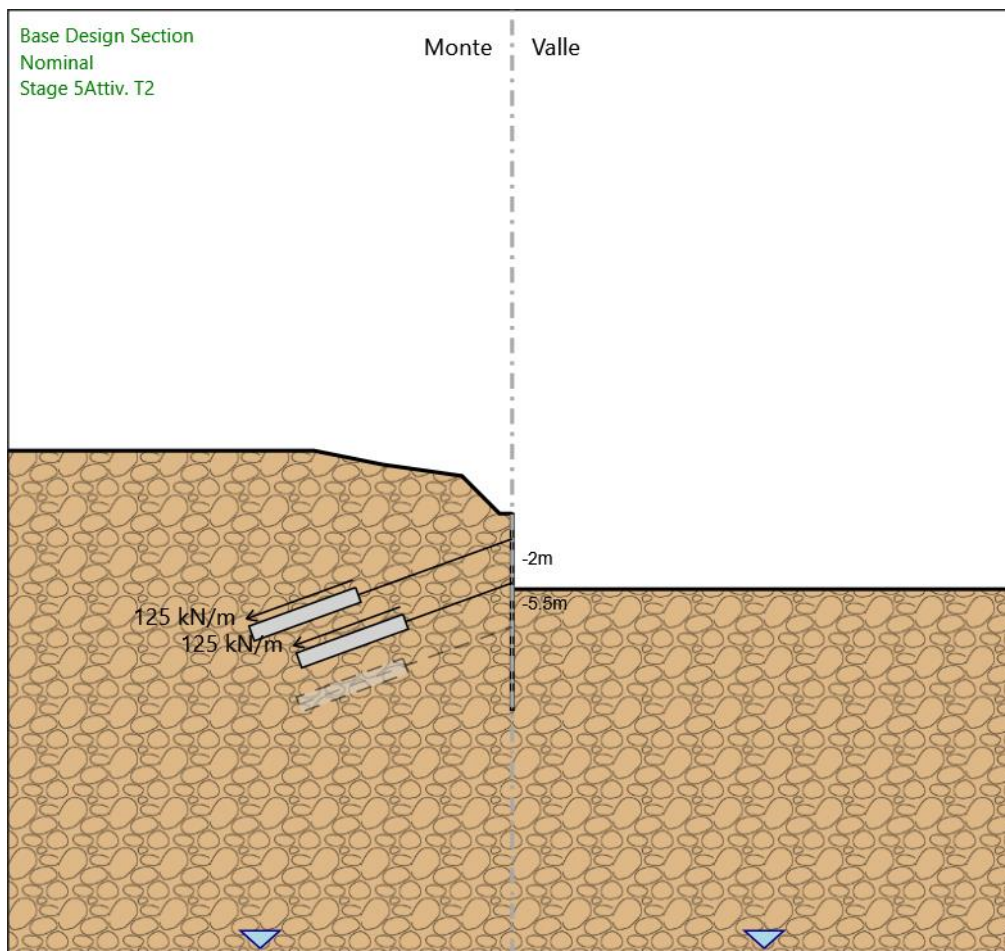
Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Stage 5_Activ. T2



Stage 5_Activ. T2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)

(-15.7;5)

(-10.3;3.9)

(-4;3)

(-1;0)

(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

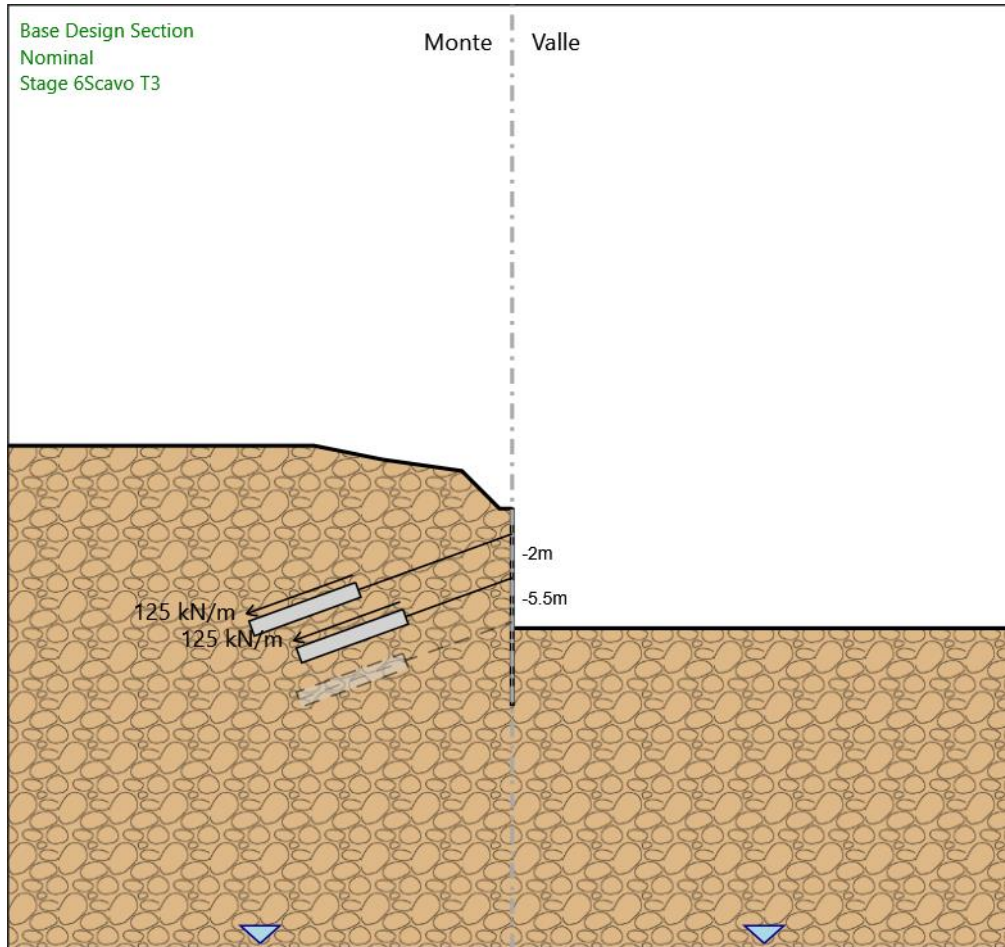
Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 6_Scavo T3



Stage 6_Scavo T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

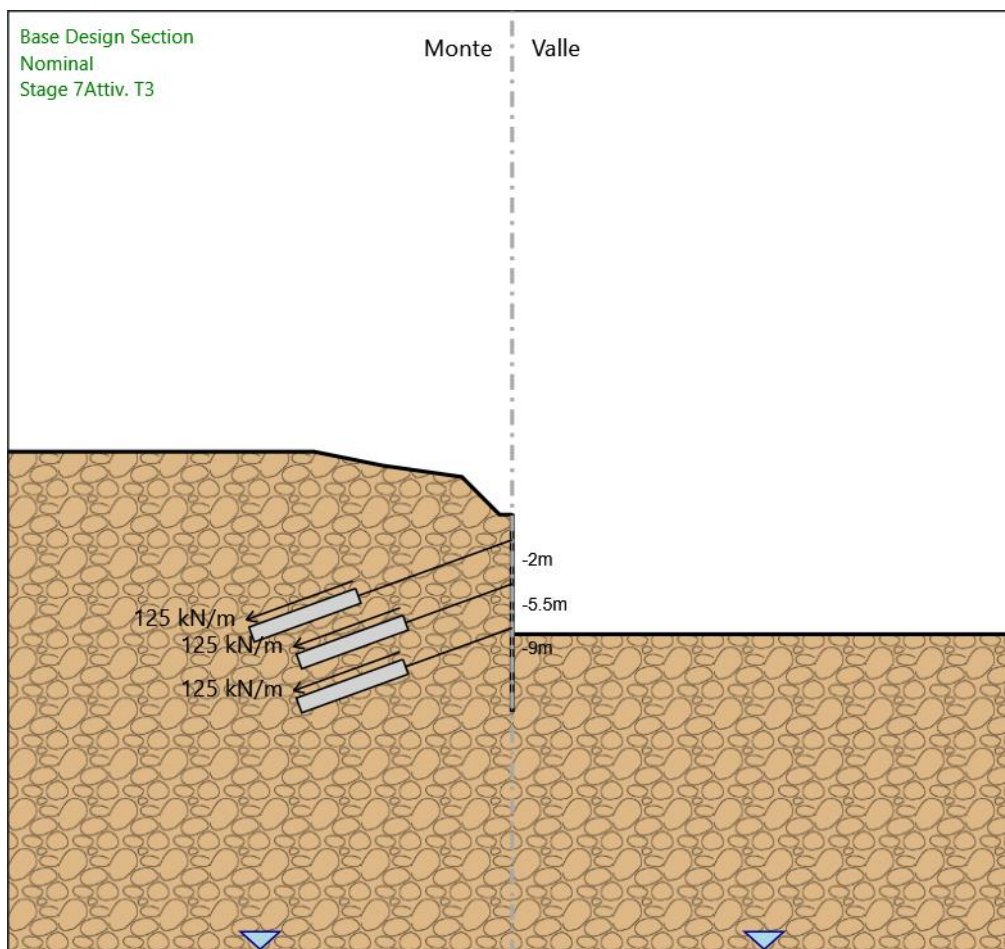
X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T2

X : 0 m
 Z : -5.5 m
 Lunghezza bulbo : 9 m
 Diametro bulbo : 0.15 m
 Lunghezza libera : 9 m
 Spaziatura orizzontale : 2.4 m
 Precarico : 300 kN
 Angolo : 20 °
 Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 7_Activ. T3



Stage 7_Activ. T3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
 Lato valle : -9.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
 (-15.7;5)
 (-10.3;3.9)

(-4;3)
(-1;0)
(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-9.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

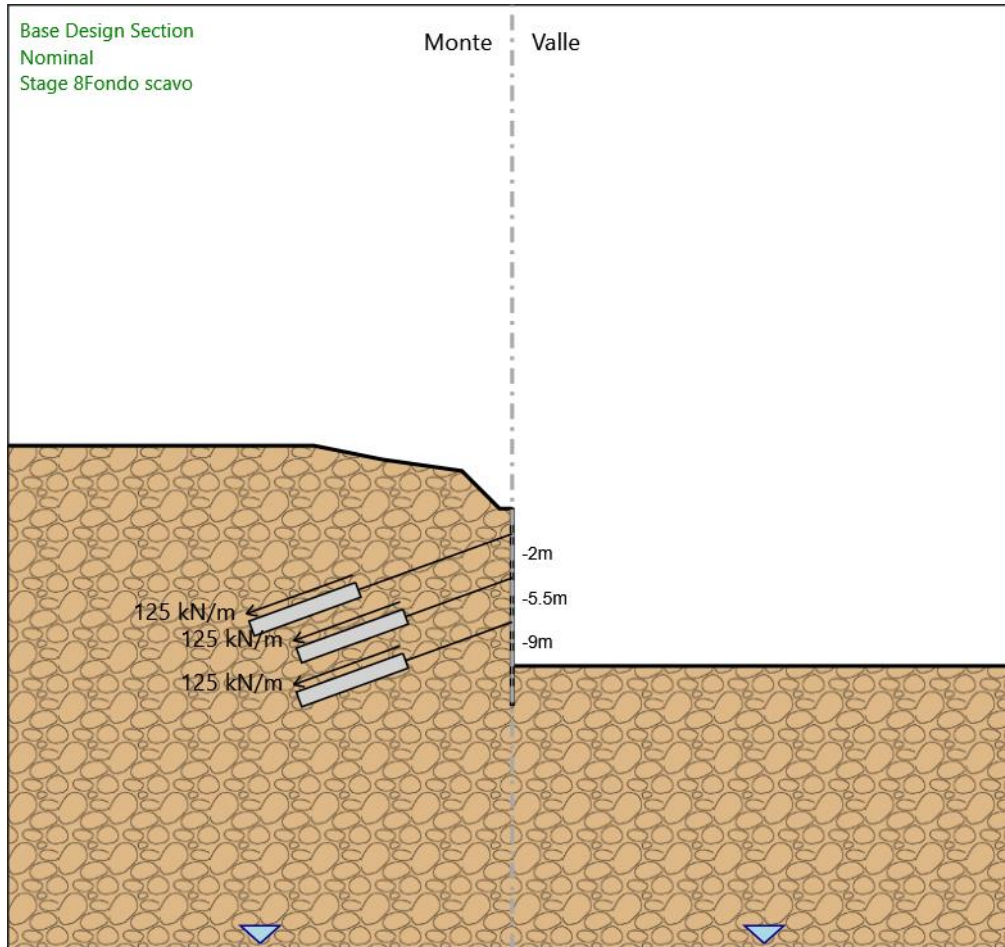
Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Stage 8_Fondo scavo



Stage 8_Fondo scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-12.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

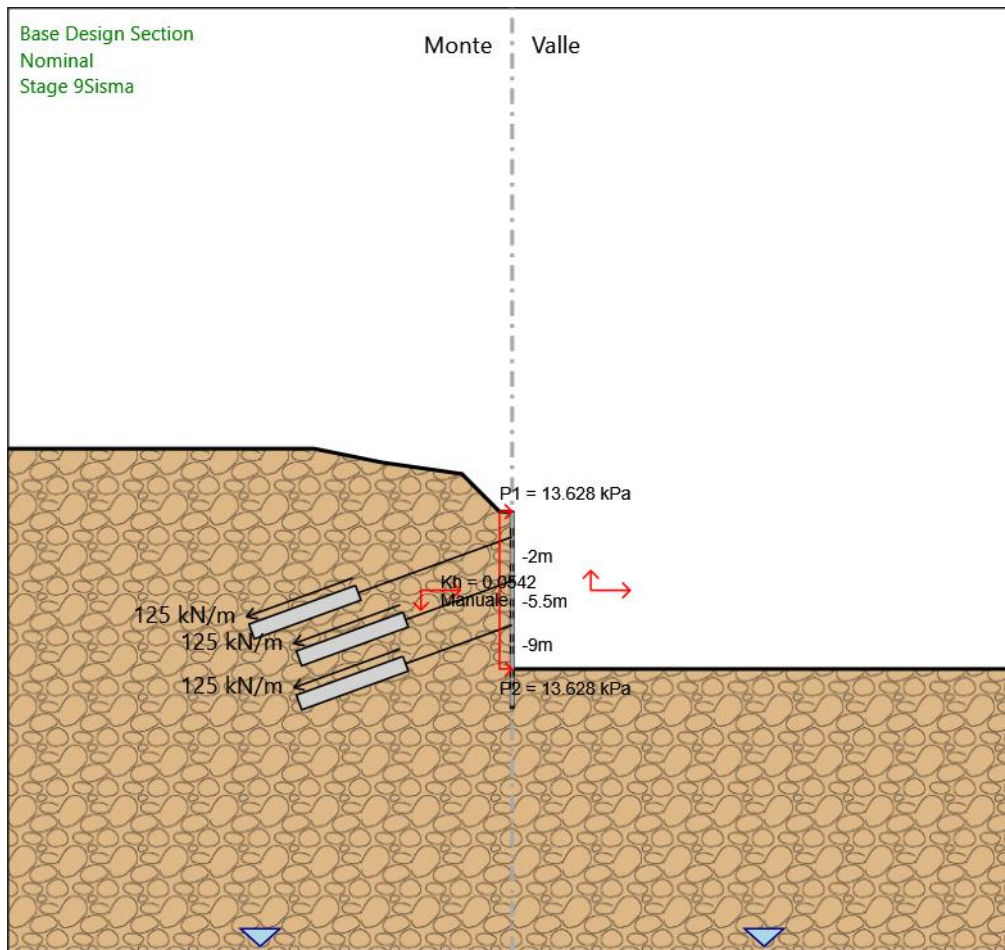
Tirante : T2

X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
 Tipo di barre : Barre trefoli
 Numero di barre : 3
 Diametro : 0.01331 m
 Area : 0.000417 m²

Stage 9_Sisma



Stage 9_Sisma

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m
Lato valle : -12.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-40;5)
(-15.7;5)
(-10.3;3.9)
(-4;3)
(-1;0)
(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-12.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -35 m
Falda di destra : -35 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -15.6 m
Sezione : Micropali fi240 - fi168.3 sp10

Tirante : T1

X : 0 m
Z : -2 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 13 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m

Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

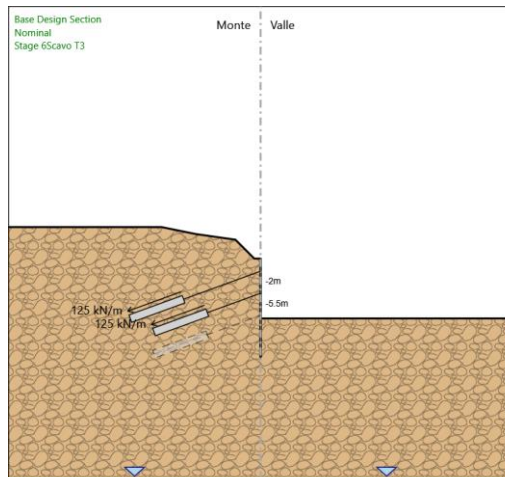
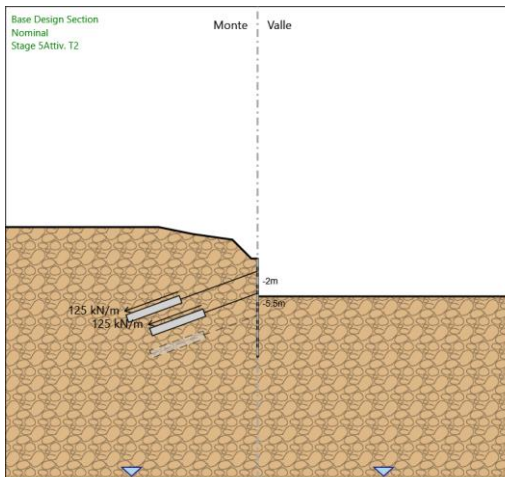
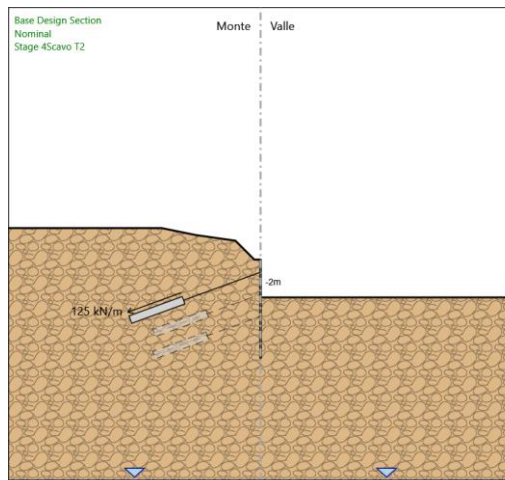
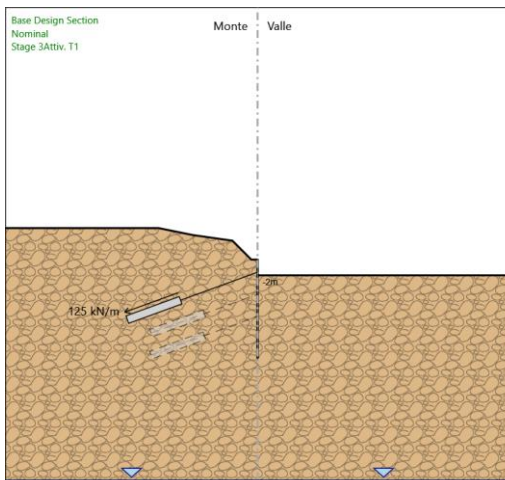
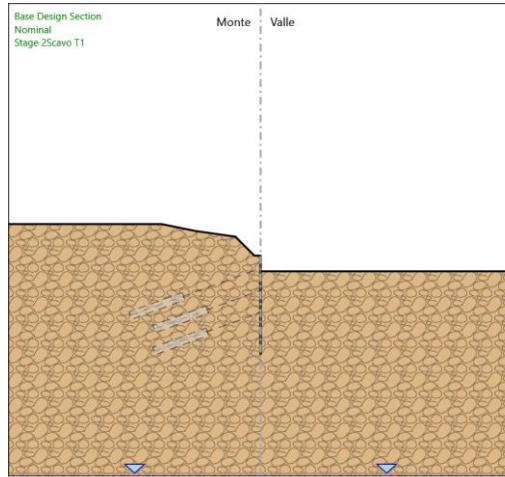
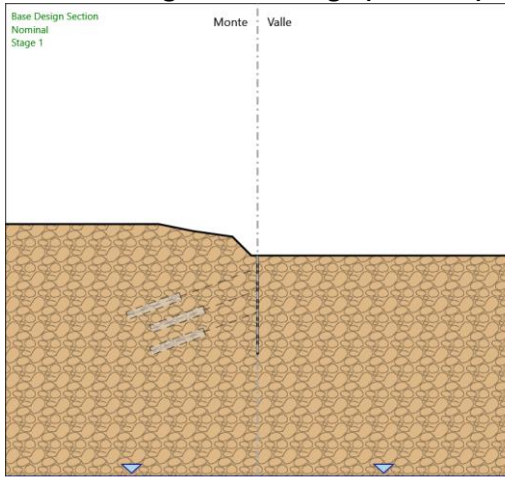
Tirante : T2

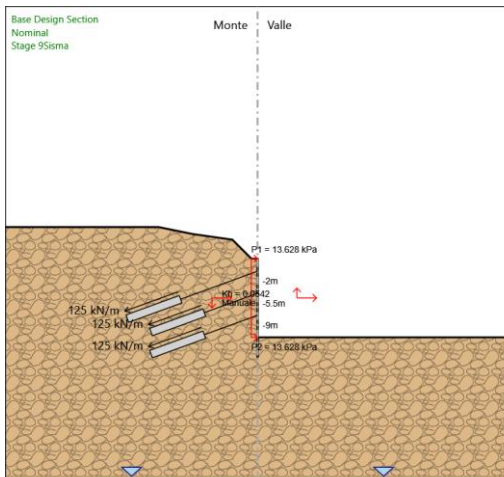
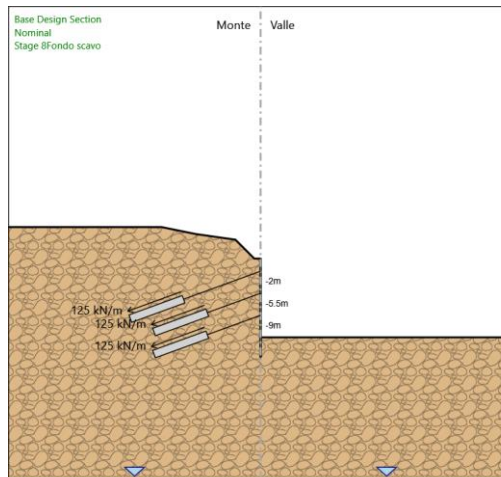
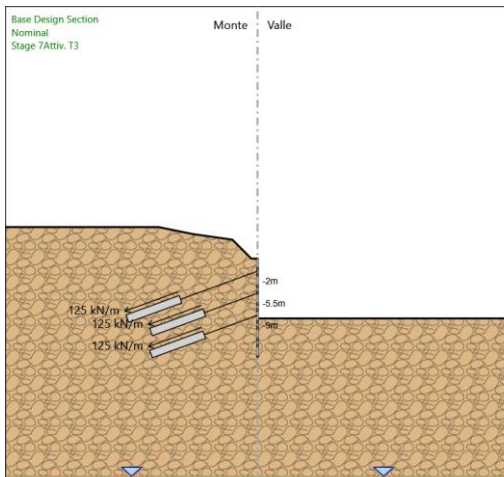
X : 0 m
Z : -5.5 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tirante : T3

X : 0 m
Z : -9 m
Lunghezza bulbo : 9 m
Diametro bulbo : 0.15 m
Lunghezza libera : 9 m
Spaziatura orizzontale : 2.4 m
Precarico : 300 kN
Angolo : 20 °
Sezione : 3 trefoli
Tipo di barre : Barre trefoli
Numero di barre : 3
Diametro : 0.01331 m
Area : 0.000417 m²

Tabella Configurazione Stage (Nominal)





Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Perma- nenti Sfavore- voli (F_dead_load_u nfavour)	Carichi Perma- nenti Favore- voli (F_dead_load_f avour)	Carichi Varia- bili Sfavorevoli (F_live_load_u nfavour)	Carichi Varia- bili Favorevoli (F_live_load_f avour)	Carico Si- smico (F_seism_loa d)	Pres- sioni Acqua Lato Monte (F_Wa terDR)	Pres- sioni Acqua Lato Valle (F_Wa terDR)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_UPL_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_UPL_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_UPL_QDSta b)	Carichi Perma- nenti Destabi- lizzanti (F_HYD_GDSta b)	Carichi Per- manenti Sta- bilizzanti (F_HYD_GSta b)	Carichi Varia- bili Destabiliz- zanti (F_HYD_QDSta b)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre- quente/Qua- si Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi)$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su S_u (F_Su)	Parziale su q_u (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attiv. T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attiv. T2	Stage 6_Scavo T3	Stage 7_Attiv. T3	Stage 8_Fondo scavo	Stage 9_Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)									
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1									
NTC2018: SISMICA STR									V
NTC2018: SISMICA GEO									

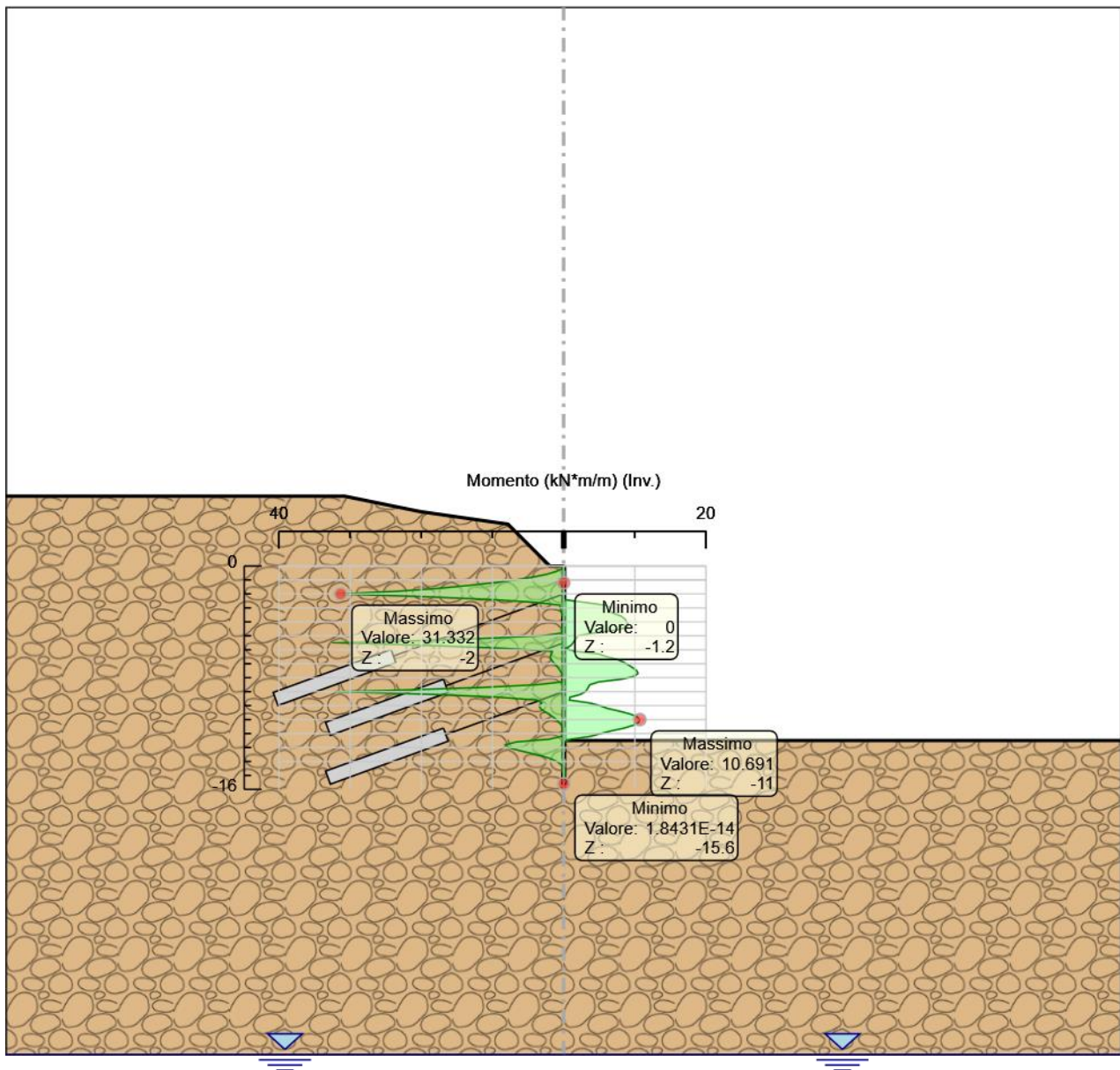
Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Momento Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	0
-0.2	0.275	0	0
-0.4	1.101	0	0
-0.6	2.477	0	0
-0.8	4.404	0	0
-1	6.882	0	0
-1.2	9.91	0	0
-1.4	13.489	0	0
-1.6	17.618	0	0
-1.8	23.171	0	0
-2	31.332	0	0
-2.2	19.184	0	0
-2.4	10.231	0	0
-2.6	4.005	2.891	
-2.8	0.539	5.819	
-3	0.501	6.53	
-3.2	0.393	6.275	
-3.4	0.27	7.052	
-3.6	0.164	8.128	
-3.8	0.086	8.62	
-4	0.035	8.837	
-4.2	0.024	9.115	
-4.4	0.243	8.789	
-4.6	0.296	7.321	
-4.8	0.263	4.108	
-5	3.122	2.013	
-5.2	11.856	1.738	
-5.4	23.963	1.462	
-5.5	31.317	1.324	
-5.7	18.091	0.994	
-5.9	8.256	0.303	
-6.1	1.592	1.515	
-6.3	1.729	4.937	
-6.5	1.893	6.105	
-6.7	1.746	7.604	
-6.9	1.442	8.473	
-7.1	1.092	9.135	
-7.3	0.762	9.743	
-7.5	0.488	10.281	
-7.7	0.28	10.435	
-7.9	0.135	9.881	
-8.1	0.116	8.207	
-8.3	0.266	4.917	
-8.5	3.837	3.67	
-8.7	11.686	3.444	
-8.9	23.68	3.219	
-9	31.007	3.021	
-9.2	17.824	2.328	
-9.4	9.11	0.872	
-9.6	3.793	0.811	
-9.8	3.076	3.601	
-10	3.468	5.084	
-10.2	3.268	6.181	
-10.4	2.758	7.868	
-10.6	2.137	9.36	
-10.8	1.532	10.301	
-11	1.013	10.691	
-11.2	0.606	10.531	
-11.4	0.314	9.82	
-11.6	0.121	8.558	
-11.8	0.22	6.746	
-12	0.28	5.231	
-12.2	0.282	3.793	
-12.4	2.013	1.053	
-12.6	6.651	0.046	

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
-12.8	8.181		0.027
-13	7.751		0.008
-13.2	6.356		0
-13.4	4.668		0
-13.6	3.087		0
-13.8	1.804		0
-14	0.944		0
-14.2	0.42		0
-14.4	0.102		0.06
-14.6	0.02		0.202
-14.8	0.015		0.22
-15	0.01		0.17
-15.2	0.005		0.095
-15.4	0.002		0.03
-15.6	0		0

Grafico Involuppi Momento

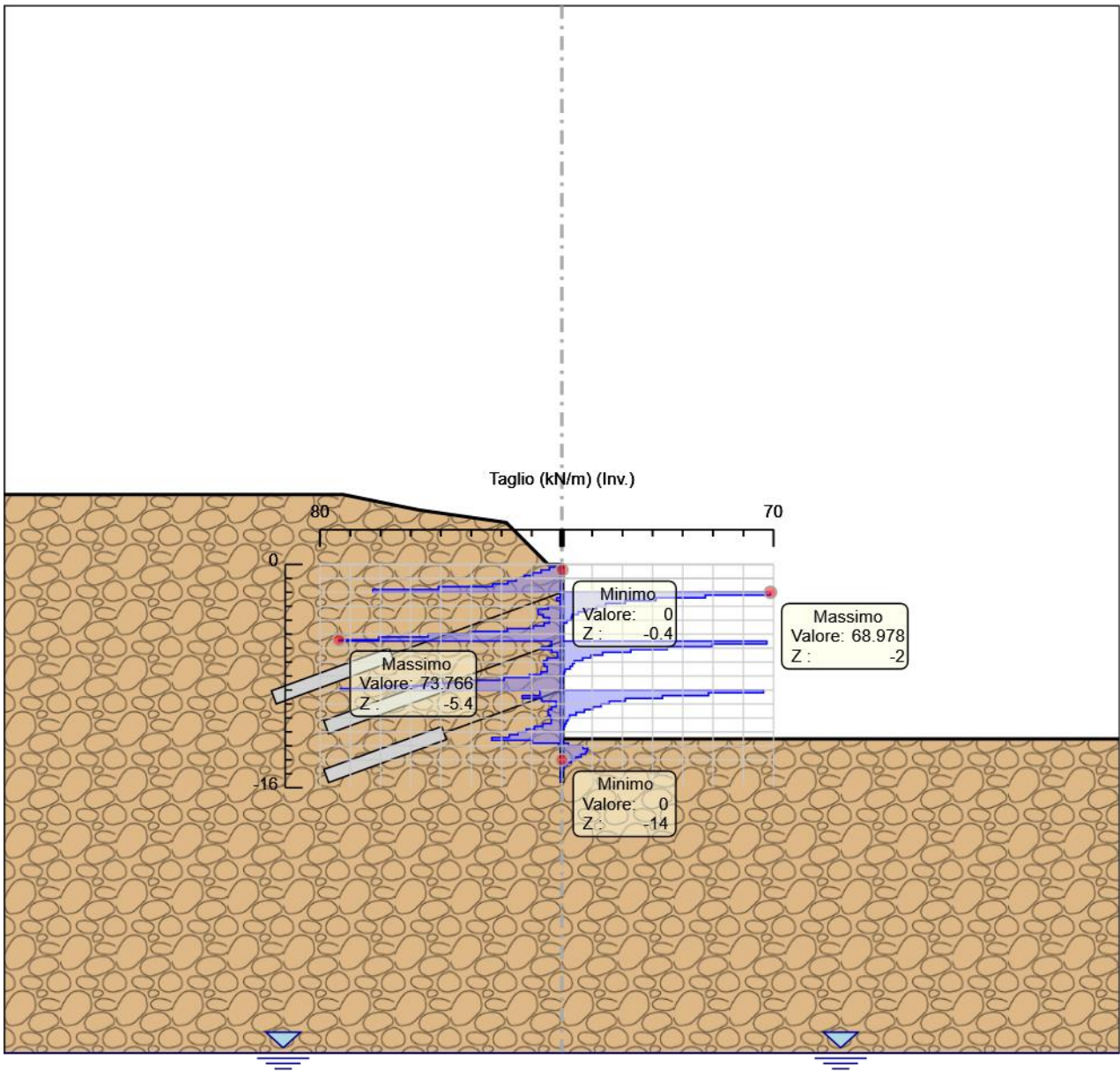


Momento

Tabella Involuppi Taglio Sx

Selected Design Assumptions Z (m)	Involuppi: Taglio		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	1.376		0
-0.2	4.129		0
-0.4	6.882		0
-0.6	9.635		0
-0.8	12.387		0
-1	15.14		0
-1.2	17.893		0
-1.4	22.893		0
-1.6	40.804		0
-1.8	62.527		0
-2	62.527	68.978	68.978
-2.2	0.348		68.978
-2.4	1.77		47.444
-2.6	1.77		31.131
-2.8	0.578		20.961
-3	4.499		14.503
-3.2	7.809		11.437
-3.4	7.809		8.383
-3.6	7.751		5.382
-3.8	6.15		3.377
-4	4.161		3.139
-4.2	5.895		1.657
-4.4	9.471		0.063
-4.6	18.111		0.169
-4.8	30.017		0.338
-5	44.273		0.349
-5.2	60.592		0.349
-5.4	73.766		0.284
-5.5	73.766	67.812	67.812
-5.7	3.458		67.812
-5.9	6.799		49.751
-6.1	6.799		34.859
-6.3	3.358		22.794
-6.5	1.411		13.486
-6.7	4.931		9.607
-6.9	6.104		6.85
-7.1	6.104		4.094
-7.3	5.857		3.526
-7.5	4.888		2.726
-7.7	6.923		1.04
-7.9	10.795		0.722
-8.1	19.115		0.454
-8.3	30.339		0.25
-8.5	44.145		0.108
-8.7	59.971		0.234
-8.9	73.269		0.276
-9	73.269	66.656	66.656
-9.2	7.275		66.656
-9.4	13.09		48.48
-9.6	13.09		33.272
-9.8	6.655		20.992
-10	1.955		15.715
-10.2	3.415		12.962
-10.4	4.521		10.21
-10.6	4.521		7.457
-10.8	4.507		4.704
-11	3.885		2.597
-11.2	3.554		2.033
-11.4	6.307		1.463
-11.6	9.06		0.965
-11.8	11.813		0.569
-12	14.565		0.281
-12.2	17.421		0.151
-12.4	23.186		0.224
-12.6	23.186	0.236	0.236
-12.8	9.756		2.148
-13	1.127		6.978
-13.2	0.076		8.438
-13.4	0.055		8.438
-13.6	0.034		7.907
-13.8	0.016		6.413
-14	0.002		4.645
-14.2	0		3.002
-14.4	0		1.674
-14.6	0		0.803
-14.8	0.251		0.265
-15	0.374		0.024
-15.2	0.374		0.023
-15.4	0.328		0.018
-15.6	0.148		0.008

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva	%
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 1	Left Wall	LEFT		5.19
NTC2018: SISMICA STR	Stage 9_Sisma	Left Wall	RIGHT		15.33

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2_Scavo T1	Stage 3_Attiv. T1	Stage 4_Scavo T2	Stage 5_Attiv. T2	Stage 6_Scavo T3	Stage 7_Attiv. T3	Stage 8_Fondo scavo	Stage 9_Sisma
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)									
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1									
NTC2018: SISMICA STR									V
NTC2018: SISMICA GEO									

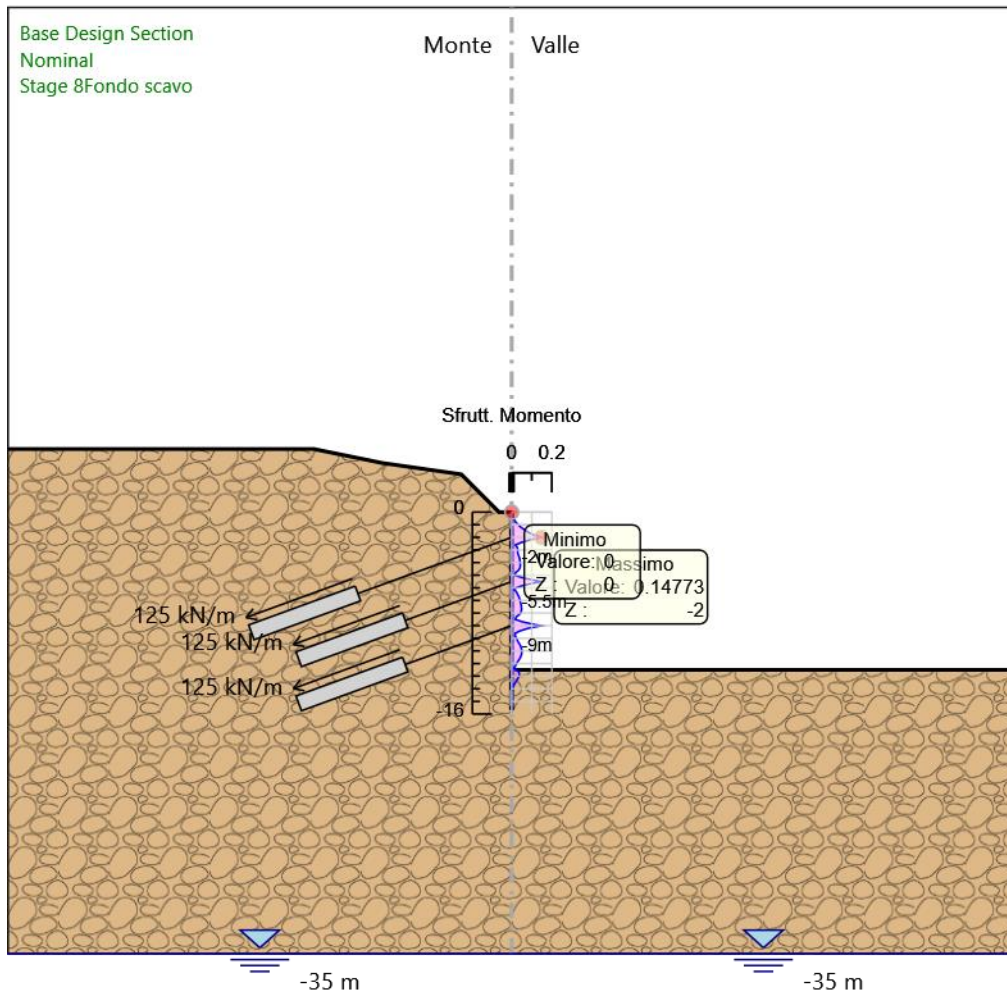
Risultati SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0.001
-0.4	0.005
-0.6	0.012
-0.8	0.021
-1	0.032
-1.2	0.047
-1.4	0.064
-1.6	0.083
-1.8	0.109
-2	0.148
-2.2	0.09
-2.4	0.048
-2.6	0.019
-2.8	0.027
-3	0.031
-3.2	0.03
-3.4	0.033
-3.6	0.038
-3.8	0.041
-4	0.042
-4.2	0.043
-4.4	0.041
-4.6	0.035
-4.8	0.019
-5	0.015
-5.2	0.056
-5.4	0.113
-5.5	0.148
-5.7	0.085
-5.9	0.039
-6.1	0.008
-6.3	0.023
-6.5	0.029
-6.7	0.036
-6.9	0.04
-7.1	0.043
-7.3	0.046
-7.5	0.048
-7.7	0.049
-7.9	0.047
-8.1	0.039
-8.3	0.023
-8.5	0.018
-8.7	0.055
-8.9	0.112
-9	0.146
-9.2	0.084
-9.4	0.043
-9.6	0.018
-9.8	0.017

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
-10		0.024
-10.2		0.029
-10.4		0.037
-10.6		0.044
-10.8		0.049
-11		0.05
-11.2		0.05
-11.4		0.046
-11.6		0.04
-11.8		0.032
-12		0.025
-12.2		0.018
-12.4		0.009
-12.6		0.031
-12.8		0.039
-13		0.037
-13.2		0.03
-13.4		0.022
-13.6		0.015
-13.8		0.009
-14		0.004
-14.2		0.002
-14.4		0
-14.6		0.001
-14.8		0.001
-15		0.001
-15.2		0
-15.4		0
-15.6		0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

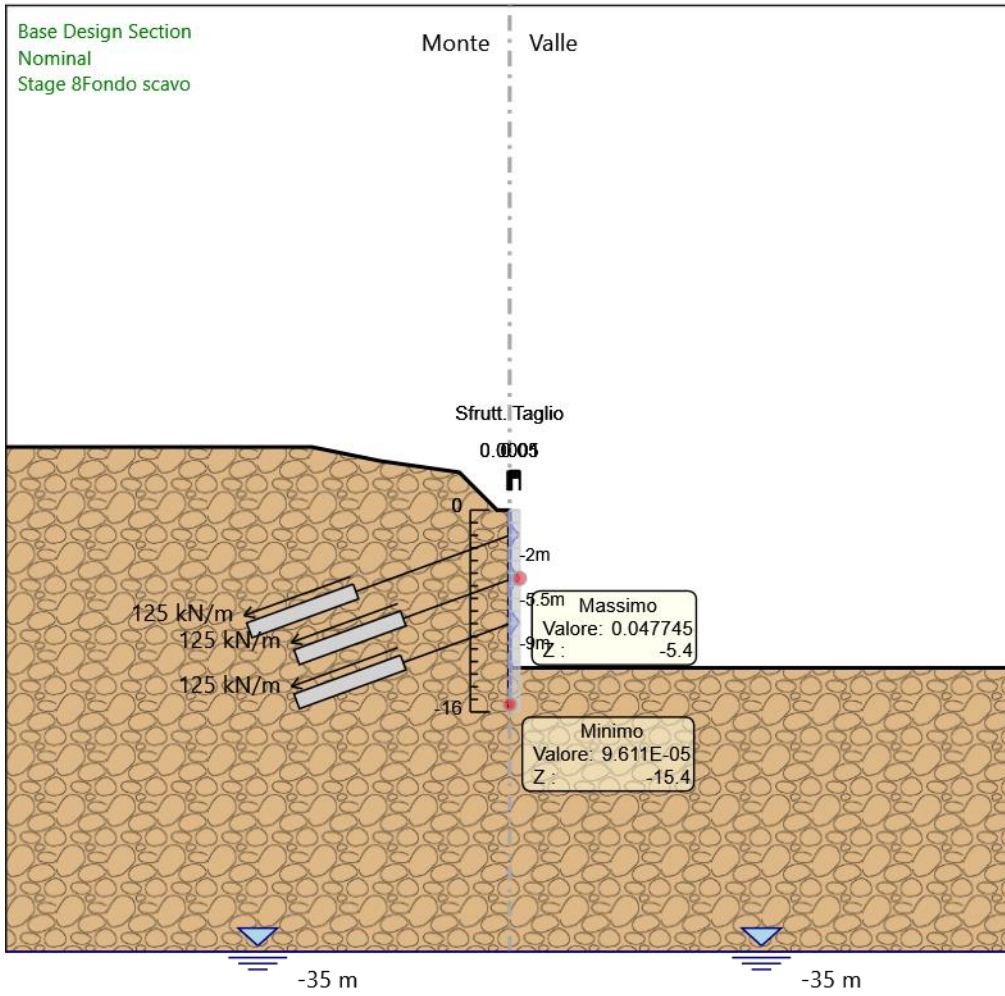


Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.001
-0.2	0.003
-0.4	0.004
-0.6	0.006
-0.8	0.008
-1	0.01
-1.2	0.012
-1.4	0.015
-1.6	0.026
-1.8	0.04
-2	0.045
-2.2	0.031
-2.4	0.02
-2.6	0.014
-2.8	0.009
-3	0.007
-3.2	0.005
-3.4	0.005
-3.6	0.004
-3.8	0.003
-4	0.002
-4.2	0.004
-4.4	0.006
-4.6	0.012
-4.8	0.019
-5	0.029
-5.2	0.039
-5.4	0.048
-5.5	0.044
-5.7	0.032
-5.9	0.023
-6.1	0.015
-6.3	0.009
-6.5	0.006
-6.7	0.004
-6.9	0.004
-7.1	0.004
-7.3	0.003
-7.5	0.003
-7.7	0.004
-7.9	0.007
-8.1	0.012
-8.3	0.02
-8.5	0.029
-8.7	0.039
-8.9	0.047
-9	0.043
-9.2	0.031
-9.4	0.022
-9.6	0.014
-9.8	0.01
-10	0.008
-10.2	0.007
-10.4	0.005
-10.6	0.003
-10.8	0.003
-11	0.002
-11.2	0.002
-11.4	0.004
-11.6	0.006
-11.8	0.008
-12	0.009
-12.2	0.011
-12.4	0.015
-12.6	0.006
-12.8	0.001
-13	0.005
-13.2	0.005
-13.4	0.005
-13.6	0.004
-13.8	0.003
-14	0.002
-14.2	0.001
-14.4	0.001
-14.6	0
-14.8	0
-15	0
-15.2	0
-15.4	0
-15.6	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.973	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	299.995	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 6_Scavo T3	299.997	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 7_Activ. T3	299.997	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 8_Fondo scavo	299.997	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T1	Stage 9_Sisma	299.997	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 6_Scavo T3	300.055	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 7_Activ. T3	300.103	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 8_Fondo scavo	300.107	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T2	Stage 9_Sisma	300.107	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T3	Stage 7_Activ. T3	300	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T3	Stage 8_Fondo scavo	300.246	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO
T3	Stage 9_Sisma	300.246	1166.316	550.44	0.257	0.545		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	389.964	589.049	550.44	0.662	0.708		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	389.993	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 6_Scavo T3	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 7_Activ. T3	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 8_Fondo scavo	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T1	Stage 9_Sisma	389.997	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 6_Scavo T3	390.072	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 7_Activ. T3	390.134	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 8_Fondo scavo	390.139	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T2	Stage 9_Sisma	390.139	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T3	Stage 7_Activ. T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709		NO
T3	Stage 8_Fondo scavo	390.319	589.049	550.44	0.663	0.709		NO
T3	Stage 9_Sisma	390.319	589.049	550.44	0.663	0.709		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.971	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 6_Scavo T3	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 7_Activ. T3	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 8_Fondo scavo	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 9_Sisma	300.002	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 6_Scavo T3	300.071	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 7_Activ. T3	300.129	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 8_Fondo scavo	300.134	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T2	Stage 9_Sisma	300.134	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T3	Stage 7_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3	Stage 8_Fondo scavo	300.281	589.049	550.44	0.51	0.546		NO
T3	Stage 9_Sisma	300.281	589.049	550.44	0.51	0.546		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA STR

Design Assumption: NTC2018: SISMICA STR		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.973	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	299.995	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 6_Scavo T3	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 7_Activ. T3	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 8_Fondo scavo	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 9_Sisma	300.715	589.049	550.44	0.511	0.546		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 6_Scavo T3	300.055	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 7_Activ. T3	300.103	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 8_Fondo scavo	300.107	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 9_Sisma	300.752	589.049	550.44	0.511	0.546		NO
T3	Stage 7_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3	Stage 8_Fondo scavo	300.246	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T3	Stage 9_Sisma	300.909	589.049	550.44	0.511	0.547		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: SISMICA GEO

Design Assumption: NTC2018: SISMICA GEO		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
T1	Stage 3_Activ. T1	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 4_Scavo T2	299.973	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 5_Activ. T2	299.995	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 6_Scavo T3	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 7_Activ. T3	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 8_Fondo scavo	299.997	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T1	Stage 9_Sisma	300.715	589.049	550.44	0.511	0.546		NO
T2	Stage 5_Activ. T2	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 6_Scavo T3	300.055	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 7_Activ. T3	300.103	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 8_Fondo scavo	300.107	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T2	Stage 9_Sisma	300.752	589.049	550.44	0.511	0.546		NO
T3	Stage 7_Activ. T3	300	589.049	550.44	0.509	0.545		NO
T3	Stage 8_Fondo scavo	300.246	589.049	550.44	0.51	0.545		NO
T3	Stage 9_Sisma	300.909	589.049	550.44	0.511	0.547		NO

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									Design Assumption
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
T1	Stage 3_Activ. T1	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO		NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
T2	Stage 5_Activ. T2	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO		NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
T3	Stage 7_Activ. T3	390	589.049	550.44	0.662	0.709	NO		NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)