

COMUNE DI REGGELLO



Dott. Ing. Daniele Lapi

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE IN FRANA NELLA FRAZIONE DI TOSI- LOC.TABORRA -1°STRALCIO-

ELABORATO

N° 2

**RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO E
DESCRITTIVA** (relazione sismica, relazione sui materiali,
relazione geotecnica, relazione di calcolo e fascicolo calcoli,
relazione gestione delle materie, relazione sulle interferenze)
-1° STRALCIO-

PROGETTO
ESECUTIVO

	REVISIONE	DATA
	0	Febbraio 2019

Sommario

A03_Generalità	2
Relazione sismica	4
A_04 Relazione sui Materiali.	6
A06_A07_ Relazione Geotecnica	8
A08_A09_ Relazione di calcolo e fascicolo calcoli	9
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	48
CONSOLIDAMENTO PARETE ROCCIOSA	49
RELAZIONE GESTIONE DELLE MATERIE	69
RELAZIONE INTERFERENZE	74

A03_Generalità

Il presente progetto descrive il complesso delle opere necessarie per il consolidamento del versante in frana nella frazione di Tosi, loc. Taborra, nel comune di Reggello, definendo con maggior dettaglio il **primo stralcio** delle opere che consentano la risoluzione delle criticità ritenute più urgenti.

L'area di Taborra risulta soggetta a fenomeni di dissesto di vario tipo che necessitano di interventi di consolidamento per la messa in sicurezza dell'abitato.

Il livello di pericolosità dell'area e le cause che contribuiscono al dissesto in atto sono esaurientemente esposti e sviluppati nella relazione geologica a cura del Dott. Pellegrino Innocenti.

Sulla base del quadro conoscitivo ad oggi disponibile sono stati individuati una serie di interventi, riassunti in un progetto preliminare generale nel quale venivano trattate tutte le criticità riguardanti l'area di Taborra.

Gli interventi individuati nel progetto preliminare sono quelli necessari per la messa in sicurezza definitiva di tutta l'area, ma in considerazione della possibilità di avere finanziamenti parziali, si è suddiviso l'intervento in tre stralci funzionali che riducano progressivamente il rischio per cose e persone.

Questi stralci funzionali possono essere così descritti:

- 1) messa in sicurezza abitazioni poste sulla via comunale di Taborra e sistemazione idraulico forestale di versante immediatamente sottostante
- 2) restauro reticolo superficiale per tutto l'abitato di Taborra, con inserimento di nuovi fossi di guardia, dreni superficiali ed ipodermici, rifacimento tratti di fognatura e di sistemazioni superficiali e collettamento delle acque in sicurezza sino al recettore finale;
- 3) opere di regimazione idraulica e protezione di sponda al piede del versante lungo il Vicano ed il fosso dei Bruciati.

Il **primo stralcio** risulta il più urgente poichè prevede quelle opere che riducono in modo maggiore il rischio per persone e cose, abitazioni private e viabilità comunale.

Interventi di consolidamento e di bonifica dell'area prevedibili con l'attuale grado di conoscenza geologico – tecnica

Sulla scorta di quanto esposto nella relazione geologica redatta dal Dott. Pellegrino Innocenti, si provvede alla descrizione delle opere del primo stralcio, ipotizzate al fine di conseguire a bonifica e la mitigazione del rischio presso l'abitato di Taborra.

Dal punto di vista prettamente strutturale si prevede la realizzazione di una paratia di pali in prossimità dell'orlo superiore della scarpata che dalla vecchia via di Taborra scende fino al Torrente Vicano/Fosso dei Bruciati. Tale opera, che a monte fungerà da elemento di contrasto a protezione dei fabbricati ivi presenti e non protetti dalla paratia già in opera, andrà a completare l'intervento iniziato nel 2002 sotto la direzione del Genio Civile di Firenze. Data la ristrettezza dei luoghi e degli accessi alle aree di lavoro, si prevede la realizzazione di pali di piccolo diametro (foro $\Phi 254$ mm).

A fianco di tale intervento saranno realizzati una serie di interventi volti al riordino generale del sistema scolante lungo la vecchia via di Taborra, per un tratto di oltre 100 m, in maniera tale da ottimizzare il contenimento dell'erosione attualmente in atto.

Si prevede infatti la ribaulatura della strada e l'inserimento di cordonati, zanelle e griglie in maniera tale da intercettare le acque meteoriche, evitando così il ruscellamento lungo la pendice sottostante.

Le acque raccolte saranno di seguito immesse nell'impluvio presente sotto strada che sarà a sua volta ripristinato, ripulito e consolidato mediante tecniche di ingegneria naturalistica.

Per quanto riguarda infine la porzione di versante a valle dell'abitato sono previsti interventi di varia natura per la mitigazione del dissesto in atto.

Sulla porzione di scarpata rocciosa che si erge sopra la strada provinciale, subito dopo l'attraversamento sul Torrente Vicano, è prevista la manutenzione dell'intervento di protezione corticale esistente mediante la pulizia della parete, lo svuotamento delle eventuali sacche di detrito formatesi, la sostituzione delle porzioni di rete ammalorate o danneggiate e l'integrazione di eventuali nuovi ancoraggi. Una volta ripulita l'area, sulla base di quanto rilevato, potrà essere prevista l'estensione del suddetto intervento mediante la posa di nuove reti in opportunamente fissate mediante ancoraggi in barra d'acciaio.

Su una porzione di versante a valle dell'abitato, che declina fino al torrente, si prevede di effettuare una regolarizzazione della scarpata, oltre all'inserimento di opere di ingegneria naturalistica tipo biostuoia seminata e viminate, che comporteranno una riduzione della velocità di scorrimento delle acque di ruscellamento con conseguente riduzione dell'erosione superficiale. Sarà inoltre previsto il taglio

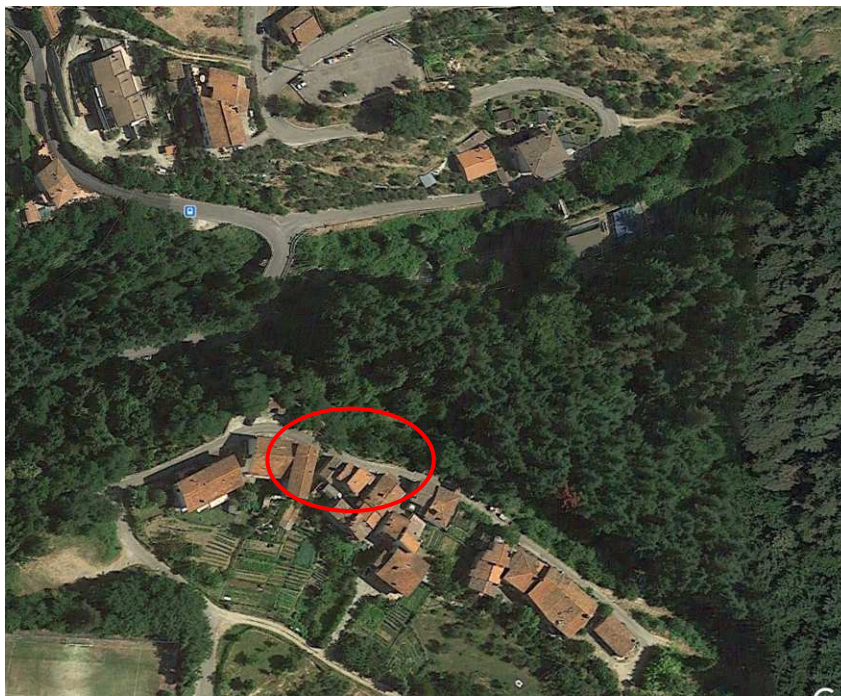
selettivo delle piante di alto fusto che già sono in posizione di equilibrio precario oppure ubicate in particolari posizioni che possono favorire l'instaurarsi di meccanismi di dissesto.

Relazione sismica .

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

Analisi sismica**Identificazione del sito**

Latitudine 43.751600
 Longitudine 11.537000

Punti di interpolazione del reticolo 20063 - 20062 - 20284 - 20285

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
 Vita di riferimento 50 anni

Si considera la classe II poiche si tratta di strada urbana che serve un ristretto bacino di utenza e non suscettibile di affollamenti significativi.

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.447	0.620
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.430	2.542
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*	0.303	0.272
Coefficiente di amplificazione topografica (St) T2	1.200	1.200
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S _s)	1.600	1.600
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.060	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.455	0.455
Prodotto α β	0.455 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	12.882	5.520

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)

0.00

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

A_04 Relazione sui Materiali.

- **Acciaio per armatura micropali**

 $E=210000 \text{ N/mm}^2$ modulo elastico; $G=E/[2(1+\nu)] \text{ N/mm}^2$ modulo di elasticità trasversale; $\nu=0.3$ coefficiente di Poisson; $\alpha=12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ coefficiente di espansione termica lineareS 355 H (Fe510) $f_{yk}=355 \text{ N/mm}^2$, $f_{tk}=510 \text{ N/mm}^2$, $\gamma_{Rd}=1.15$

Saldature di seconda classe eseguite con elettrodi di qualità

- **Acciaio B450C per getti**

 $f_{yd}=f_{yk}/1.15=450/1.15=391 \text{ N/mm}^2$

Legge costitutiva: modello elastico perfettamente plastico indefinito, tipo “b” punto 4.1.2.1.2.3 NTC 08.

- **Calcestruzzo per fondazioni, elevazioni, cordoli e boiaccia micropali C25/30**

Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

Classi di esposizione ambientale: Xc2

Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

Copriferro minimo: 30 mm

- **Acciaio per tiranti**

Resistenza caratteristica a rottura $f_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$ Resistenza caratteristica a snervamento $f_{p(1)tk} = 1670 \text{ MPa}$

- **Malta per tiranti**

Classe di resistenza a compressione minima: C25/30

Rapporto minimo a/c = 0.45

Barre fi 32 36 mm

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante barrre

Malta utilizzata per i tiranti

Classe di Resistenza

C25/30

Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}

306

[kg/cm³]**Acciaio utilizzato per i tiranti**

Diametro nominale \varnothing [mm]	Tensione snervamento/ tensione rottura $f_{p0.1k}/f_{pk}$ [N/mm ²]	Sezione trasversale A [mm ²]	Carico snervamento: $F_{p0.1k}$ [kN]	Carico ultimo F_{pk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]	Omologazione
26.5	950/1,050	552	525	580	4.48	7.4	○ X
32	950/1,050	804	760	845	6.53	9.8	○ X
36	950/1,050	1,018	960	1,070	8.27	12.3	○ X
40	950/1,050	1,257	1,190	1,320	10.21	14.0	○ X
47	950/1,050	1,735	1,650	1,820	14.10	20.0	X

- Reti in acciaio**

Rete tridimensionale ordita in filo di acciaio di diametro non inferiore a 2 mm tipo Tecco G 45/2 , a maglia romboidale

$$f_{yk} = 1770 \text{ N/mm}^2$$

Forma della maglia:	romboidale	Diametro del filo:	d = 2.0 mm
Diagonale:	x · y = 82 - 95 mm (+/- 3%)	Classe de resistenza:	$f_t \geq 1770 \text{ N/mm}^2$
Apertura maglia:	$D_i = 48 \text{ mm (+/- 3%)}$	Materiale:	filo d'acciaio ad alta resistenza
Angolatura della maglia:	$\epsilon = 54^\circ$	Resist. alla trazione di un filo:	$Z_w = 5.5 \text{ kN}$
Spessore totale della rete:	$h_{tot} = 7.0 \text{ mm (+/- 1 mm)}$	Protezione contro la corrosione TECCO® **)	
Luce nello spessore della rete:	$h_l = 3.0 \text{ mm (+/- 1 mm)}$	Protezione contro la corrosione GEOBRUGG SUPERCOATING®	
Numero di maglie longitudinale:	$n_l = 10.5 \text{ pcs/m}$	Lega:	95% Zn / 5% Al
Numero di maglie trasversale:	$n_t = 16.1 \text{ pcs/m}$	Rivestimento:	min. 115 g/m ²
Parametri di resistenza (tipo standard)		Rotolo standard rete TECCO®	
Resistenza alla trazione:	$z_t \geq 85 \text{ kN/m'}$	Ampiezza del rotolo:	$b_{rot} = 3.5 \text{ m}$
Resistenza al punzonamento:	$D_{Rt} \geq 80 \text{ kN} / 110 \text{ kN}^*)$	Lunghezza del rotolo:	$l_{rot} = 30 \text{ m}$
Resistenza al taglio superiore alla piastra:	$P_R \geq 40 \text{ kN} / 55 \text{ kN}^*)$	Superficie totale per rotolo:	$A_{rot} = 105 \text{ m}^2$
Resistenza alla trazione lungo pendio parallelamente alla superficie:	$Z_R \geq 10 \text{ kN} / 10 \text{ kN}^*)$	Peso unitario al m ² :	$g = 1.15 \text{ kg/m}^2$
Allungamento nel test a trazione longitudinale:	$\delta < 6.0 \% ^*)$	Peso per rotolo:	$G_{rot} = 121 \text{ kg}$
		Bordature:	Anelli ritorti e chiusi

Piastra nervata tipo P25 dim 330* mm * 205 sp. 7 mm geometria romboidale aisi 316L , Resistenza a flessione 2.5 KNxm .

Barre tipo Gewi D 25 L= 3 metri interasse 3.2 x 3.2 mt inclinate 26 gradi

Diametro nominale \varnothing [mm]	Tensione snerv. / rottura $f_{0,2k}/f_{tk}$ [N/mm ²]	Sezione trasversale A [mm ²]	Carico snervamento F_{yk} [kN]	Carico ultimo F_{tk} [kN]	Peso [kg/m]	Peso DCP [kg/m]
16	500/550	201	101	111	1.58	5.2
20	500/550	314	157	173	2.47	5.9
25	500/550	491	245	270	3.85	7.0
28	500/550	616	308	339	4.83	8.6
32	500/550	804	402	442	6.31	9.5
40	500/550	1,257	628	691	9.86	13.6
50	500/550	1,963	982	1,080	15.41	21.0
63.5	555/700	3,167	1,758	2,217	24.86	32.4

A06_A07_ Relazione Geotecnica .

Ci si riferisce alla relazione del Dott. Geol. Pellegrino Innocenti

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

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

Profilo di monte

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	20,00	0,00	0.00

Profilo di valle

N°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	-12,00	-10,50	0.00
2	-10,00	-10,00	0.00
3	0,00	-6,00	180.00

Come si desume dall'indagine geognostica la altezza media dell'alterazione sul fronte è di 6 mt.

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine
Descrizione Descrizione del terreno
 γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
 γ_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
 ϕ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
 δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ^q]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]
1	Alterazione	2100,0	2200,0	35,00	25,00	0,030
2	Substrato	2300,0	2400,0	38,00	25,00	0,300

Parametri per il calcolo dei tiranti

Simbologia adottata

ϕ_{min}	angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
δ_{min}	angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C_{min}	coesione minima del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{med}	angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
δ_{med}	angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C_{med}	coesione media del terreno espressa in [kg/cm ²]

N°	Descrizione	ϕ_{min}	ϕ_{med}	δ_{min}	δ_{med}	C_{min}	C_{med}
		[°]	[°]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
1	Alterazione	35,00	38,00	23,00	25,00	0,030	0,050
2	Substrato	38,00	40,00	25,00	26,00	0,300	0,500

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

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

N°	sp	α_M	α_V	Kw_M	Kw_V	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ² /cm]	[kg/cm ² /cm]		
1	6,50	10,00	20,00	1,65	1,65	Alterazione	Alterazione
2	10,00	10,00	0,00	7,66	7,66	Substrato	Substrato

A08_A09_Relazione di calcolo e fascicolo calcoli .

Richiami teorici

Metodo di analisi

Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la contropinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la contropinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, contropinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adatterà la seguente notazione:

K_{am}	diagramma della spinta attiva agente da monte
K_{av}	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
K_{pm}	diagramma della spinta passiva agente da monte
K_{pv}	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad e \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione. Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su $\tan(\phi)$ e sulla coesione

Calcolo della spinte

Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

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

Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con W il peso del cuneo e con C il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con S la spinta calcolata in condizioni statiche e con S_s la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a 1/3 dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in alto).

Tiranti di ancoraggio

Le paratie possono essere tirantate, con tiranti attivi o con tiranti passivi, realizzati entrambi tramite perforazione e iniezione del foro con malta in pressione previa sistemazione delle armature opportune.

I tiranti attivi, contrariamente ai tiranti passivi, sono sottoposti ad uno sforzo di pretensione prendendo il contrasto sulla struttura stessa. Il tiro finale sul tirante attivo dipende sia dalla pretensione che dalla deformazione della struttura oltre che dalle cadute di tensione. Nel caso di tiranti passivi il tiro dipende unicamente dalla deformabilità della struttura. L'armatura dei tiranti attivi è costituita da trefoli ad alta resistenza (trefoli per c.a.p.), viceversa i tiranti passivi possono essere armati con trefoli o con tondini o, in alcuni casi, con profilati tubolari. La capacità di resistenza dei tiranti è legata all'attrito e all'aderenza fra superficie del tirante e terreno.

Calcolo della lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio (fondazione) del tirante si calcola determinando la lunghezza massima atta a soddisfare le tre seguenti condizioni:

1. Lunghezza necessaria per garantire l'equilibrio fra tensione tangenziale che si sviluppa fra la superficie laterale del tirante ed il terreno e lo sforzo applicato al tirante;
2. Lunghezza necessaria a garantire l'aderenza malta-armatura;
3. Lunghezza necessaria a garantire la resistenza della malta.

Siano N lo sforzo nel tirante, δ l'angolo d'attrito tirante-terreno, c_a l'adesione tirante-terreno, γ il peso di volume del terreno, D ed L_f il diametro e la lunghezza di ancoraggio (o lunghezza efficace) del tirante ed H la profondità media al di sotto del piano campagna abbiamo la relazione

$$N = \pi D L_f \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D L_f c_a$$

da cui si ricava la lunghezza di ancoraggio L_f

$$L_f = \frac{N}{\pi D \gamma H K_s \operatorname{tg} \delta + \pi D c_a}$$

K_s rappresenta il coefficiente di spinta che si assume pari al coefficiente di spinta a riposo

$$K_s = K_0 = 1 - \sin \phi$$

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione

$$L_f = \frac{N}{\pi d \tau_{c0} \omega}$$

dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, τ_{c0} è la resistenza tangenziale limite della malta ed ω è un coefficiente correttivo dipendente dal numero di trefoli ($\omega = 1 - 0.075 [n \text{ trefoli} - 1]$).

Per quanto riguarda la verifica della terza condizione si impone che la tensione tangenziale limite tirante-terreno non possa superare la tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo $f_{1,td}$.

Alla lunghezza efficace determinata prendendo il massimo valore di L_f si deve aggiungere la lunghezza di franco L che rappresenta la lunghezza del tratto compreso fra la paratia e la superficie di ancoraggio.

La lunghezza totale del tirante sarà quindi data da

$$L_t = L_f + L$$

Nel caso di tiranti attivi, cioè tiranti soggetti ad uno stato di pretensione, bisogna considerare le cadute di tensione. A tale scopo è stato introdotto il coefficiente di caduta di tensione, β , che rappresenta il rapporto fra lo sforzo N_0 al momento del tiro e lo sforzo N in esercizio

$$\beta = N_0 / N$$

Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia I e l'area A per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta L la lunghezza libera del tirante, A_f l'area di armatura nel tirante ed E_s il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad L , area A_f , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico E_s . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo, k , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo $[F/L^3]$. È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se (m è l'interasse fra le molle (in cm) e b è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ($b=100$ cm) occorre ricavare l'area equivalente, A_m , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con E_m il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in Kg/cm^2), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore X_{max} ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione p_{max} . Tale pressione p_{max} può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale (K matrice di rigidezza, u vettore degli spostamenti nodali, p vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale p_0 , fino a raggiungere il carico totale p . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassembleta escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassembleggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con u ed u_0 gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con s ed s_0 gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con K la matrice di rigidità della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s = s_0 + K(u - u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare. In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove n 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 e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$). Quindi, assunto un cerchio di tentativo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento è eseguito per il numero di centri prefissato e è assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Dati

Geometria paratia

Tipo paratia: **Paratia di micropali**

Altezza fuori terra	6,00	[m]
Profondità di infissione	6,00	[m]
Altezza totale della paratia	12,00	[m]
Lunghezza paratia	30,00	[m]
Numero di file di micropali	2	
Interasse fra le file di micropali	1,00	[m]
Interasse fra i micropali della fila	1,00	[m]
Diametro dei micropali	25,40	[cm]
Numero totale di micropali	59	
Numero di micropali per metro lineare	1,97	
Diametro esterno del tubolare	193,70	[mm]
Spessore del tubolare	10,00	[mm]

Geometria cordoli

Simbologia adottata

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

Cordoli in calcestruzzo

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

Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]
W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm³]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	190,00	50,00	--	--

Geometria profilo terreno**Simbologia adottata e sistema di riferimento**

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

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

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	20,00	0,00	0.00

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-12,00	-10,50	0.00
2	-10,00	-10,00	0.00
3	0,00	-6,00	180.00

Descrizione terreni**Simbologia adottata**

n° numero d'ordine
Descrizione Descrizione del terreno
 γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
 γ_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
 ϕ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
 δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c coesione del terreno espressa in [kg/cm²]

N°	Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]
1	Alterazione	2100,0	2200,0	35.00	25.00	0,030
2	Substrato	2300,0	2400,0	38.00	25.00	0,300

Parametri per il calcolo dei tiranti**Simbologia adottata**

ϕ_{min} angolo d'attrito minimo interno del terreno espresso in [°]
 δ_{min} angolo d'attrito minimo terreno/paratia espresso in [°]
C_{min} coesione minima del terreno espressa in [kg/cm²]
 ϕ_{med} angolo d'attrito medio interno del terreno espresso in [°]
 δ_{med} angolo d'attrito medio terreno/paratia espresso in [°]
C_{med} coesione media del terreno espressa in [kg/cm²]

N°	Descrizione	ϕ_{min} [°]	ϕ_{med} [°]	δ_{min} [°]	δ_{med} [°]	c_{min} [kg/cmq]	c_{med} [kg/cmq]
1	Alterazione	35.00	38.00	23.00	25.00	0,030	0,050
2	Substrato	38.00	40.00	25.00	26.00	0,300	0,500

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

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

N°	sp [m]	α_M [°]	α_V [°]	Kw_M [kg/cmq/cm]	Kw_V [kg/cmq/cm]	Terreno M	Terreno V
1	6,50	10.00	20.00	1.65	1.65	Alterazione	Alterazione
2	10,00	10.00	0.00	7.66	7.66	Substrato	Substrato

Caratteristiche tiranti di ancoraggio

Tipologia tiranti n° 1 - Tirante attivo (trefoli)

Calcolo tiranti:	VERIFICA	
Diametro della perforazione	16,00	[cm]
Coeff. di espansione laterale	1.10	
Malta utilizzata per i tiranti		
Classe di Resistenza	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	306	[kg/cmq]
Acciaio utilizzato per i tiranti		
Tipo	Barre	
Tensione di snervamento f_{yk}	9500	[kg/cmq]
Tiranti passivi armati con tondini		
Numero tondini:	1	
Diametro dei tondini:	32	[mm]

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

- Aliquota angolo di attrito	100.00	[%]
- Aliquota coesione	35.00	[%]
Superficie di ancoraggio	Angolo di rottura	
Coefficiente di spinta	Spinta a riposo	
Tensione limite resistenza malta	Media valori τ_{c0} e τ_{c1}	

Descrizione tiranti di ancoraggio

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Y [m]	I [m]	f [m]	Alfa [°]	ALL	nr	Lt [m]	Lf [m]	T [kg]
1	Tirante attivo (trefoli)	0,25	2,80	0,20	36.00	Centrati	11	17,00	--	--

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

γ_{cls}	Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]
Classe cls	Classe di appartenenza del calcestruzzo
Rck	Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm ²]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm ²]
Acciaio	Tipo di acciaio
n	Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	γ_{cls} [kg/mc]	Classe cls	Rck [kg/cm ²]	E [kg/cm ²]	Acciaio	n
Paratia	2500	C25/30	306	320666	S355	15.00
Cordolo/Muro	2500	C25/30	306	320666	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/compresso 1.00

Condizioni di carico**Simbologia e convenzioni adottate**

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Ig	Indice di gruppo
F_x	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
F_y	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
M	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
Q_l, Q_r	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
V_l, V_s	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
R	Resultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Variabile - carico stradale (Ig=0) [$\Psi_0=0.70 - \Psi_1=0.60 - \Psi_2=0.60$]

Carico distribuito sul profilo	$X_l = 0,00$	$X_r = 3,00$	$Q_l = 2000$	$Q_r = 2000$
--------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Combinazioni generate			
	N°	Caso	Sisma
✳	1	A1-M1	Assente
	2	A2-M2	Assente
	3	A2-M2	H +V [0,00]
	4	SLER	Assente
	5	SLEF	Assente
	6	SLEQ	Assente
	7	SLEQ	H +V [0,00]

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.30	
carico stradale	SFAV	1.50	1.00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.30	1.00

Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.00	0.60

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.00	0.60

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.00	0.60

Combinazione n° 7 - SLD

Condizione	Fav/Sfav	γ	Ψ
Spinta terreno	SFAV	1.00	
carico stradale	SFAV	1.00	0.60

Impostazioni di progetto

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

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{ou}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

TIRANTI DI ANCORAGGIOCoefficienti parziali γ_R per le verifiche dei tiranti

Resistenza **R3**
 Laterale γ_{st} 1,20

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

Numero di verticali indagate 2 $\xi_3=1,75$ $\xi_4=1,70$

Verifica materiali : Stato Limite**Impostazioni verifiche SLU**Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Verifica Taglio

Sezione in acciaio

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / 3 \cdot 0.5$$

con:

 A_v Area lorda sezione profiloImpostazioni di analisi**Analisi per Combinazioni di Carico.**Rottura del terreno: Pressione passivaInfluenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)Stabilità globale: Metodo di FelleniusImpostazioni analisi sismica**Identificazione del sito**

Latitudine 43.751600
 Longitudine 11.537000
 Comune
 Provincia
 Regione

Punti di interpolazione del reticolo 20063 - 20062 - 20284 - 20285

Tipo di opera

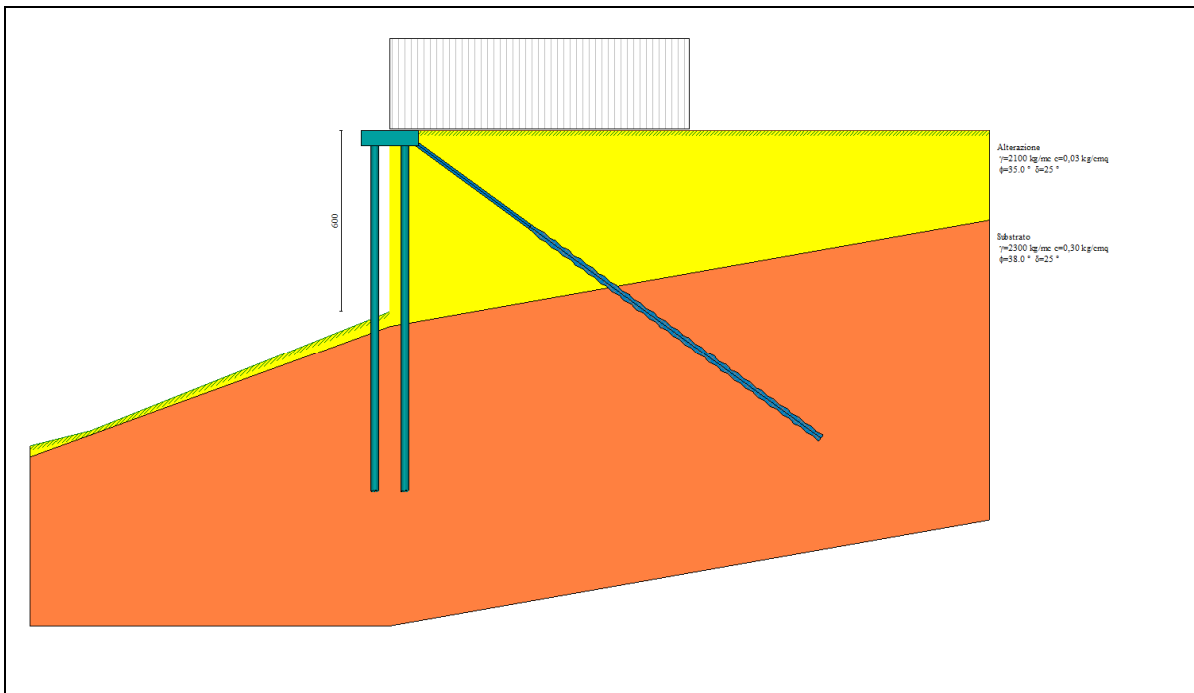
Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

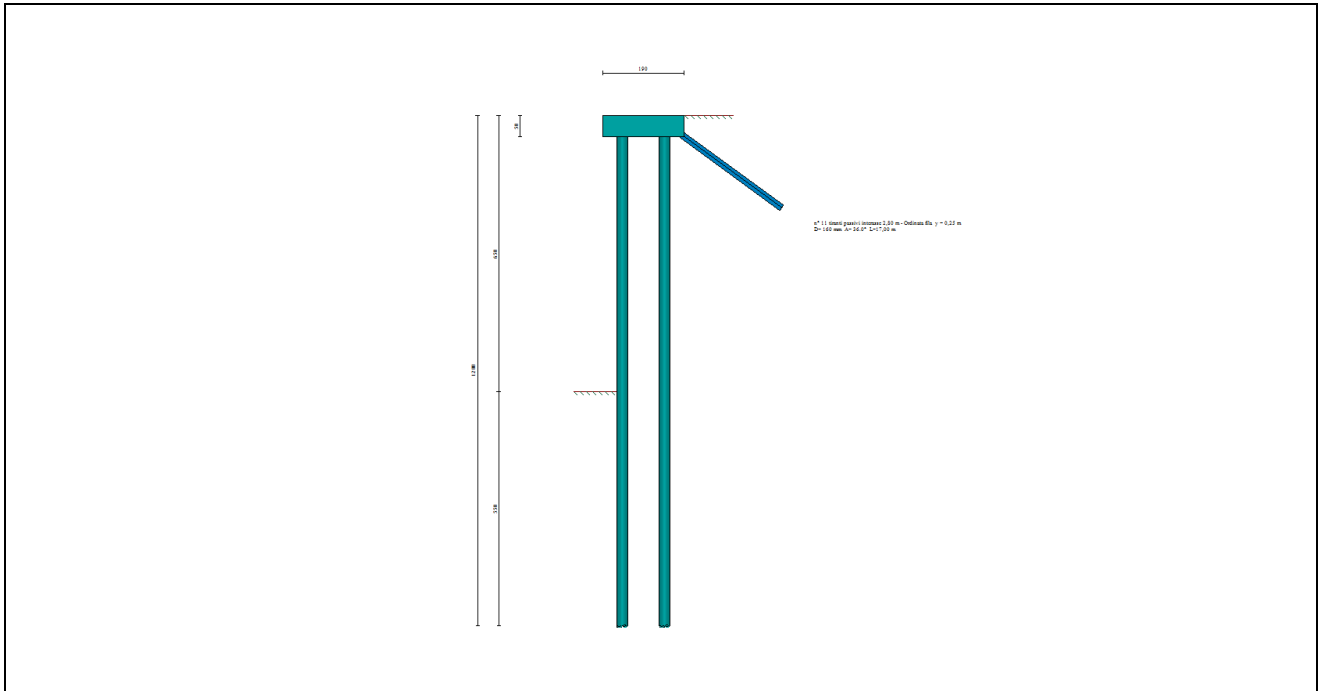
Combinazioni/Fase

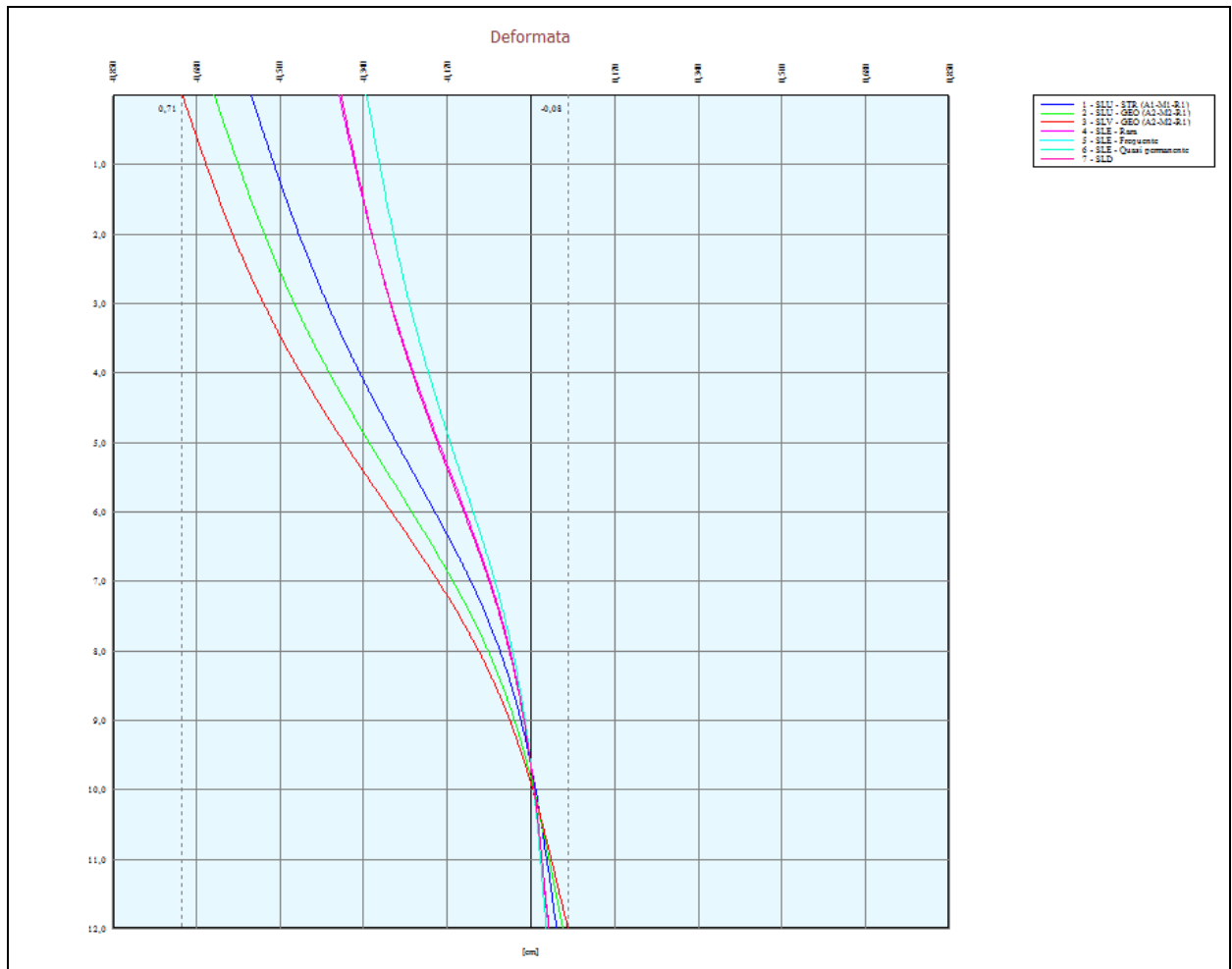
	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.447	0.620
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F ₀	2.430	2.542
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T _c *	0.303	0.272
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Tipo di sottosuolo	E	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S _s)	1.600	1.600
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (α)	1.000	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U _s [m]	0.060	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (β)	0.455	0.455
Prodotto α β	0.455 > 0.2	
Coefficiente di intensità sismica (percento)	12.882	5.520

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

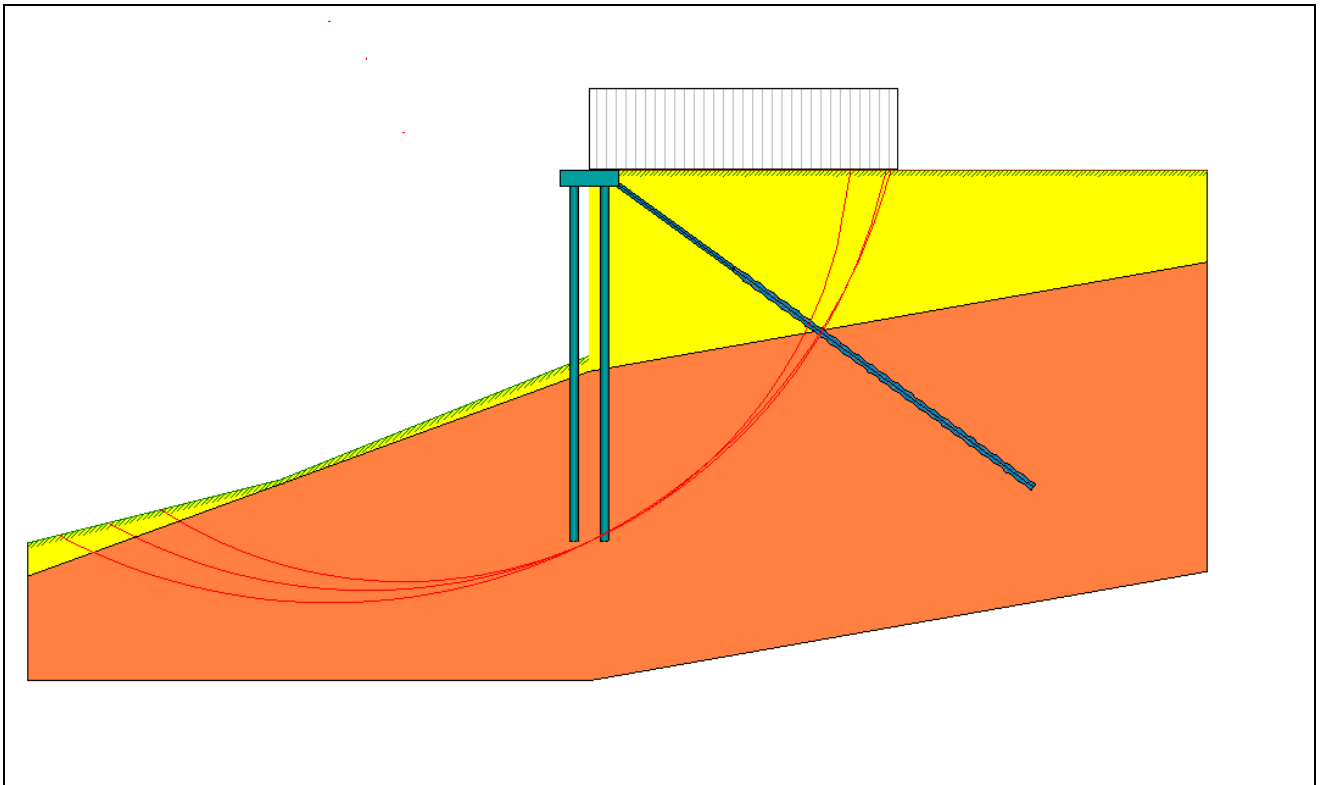
Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

Sovraccarico stradale 2000 kg/m²

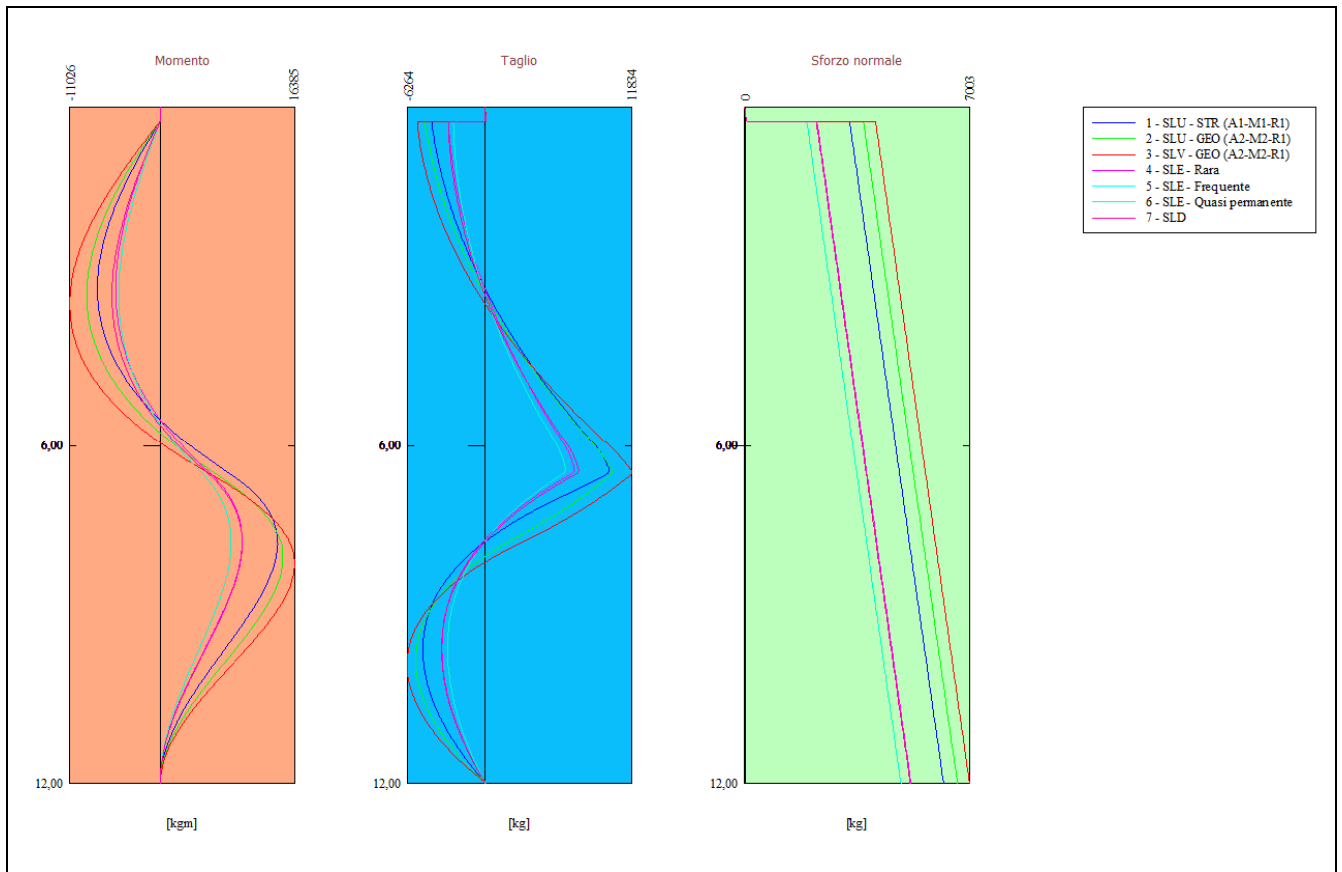




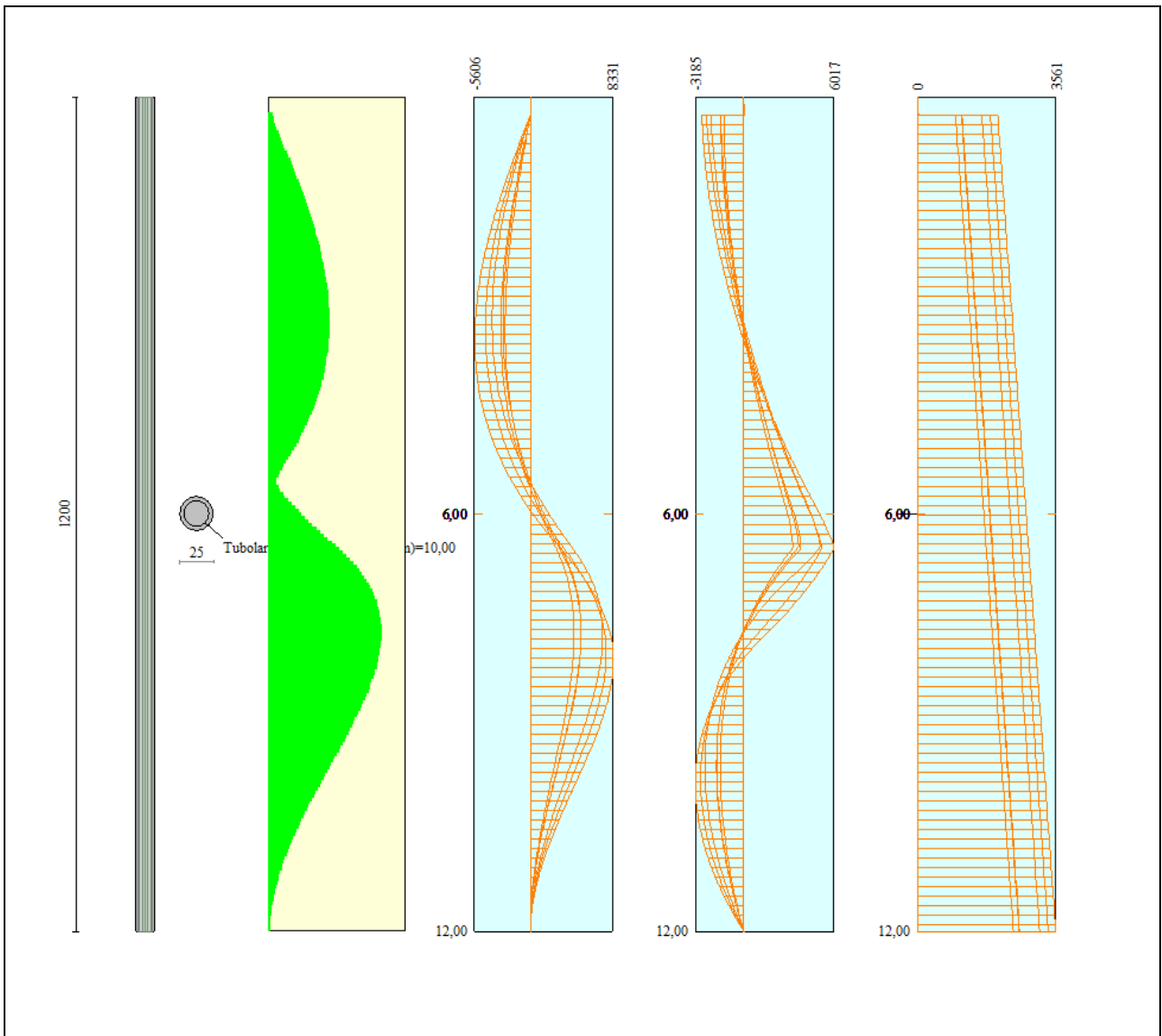
Deformata < 1 cm



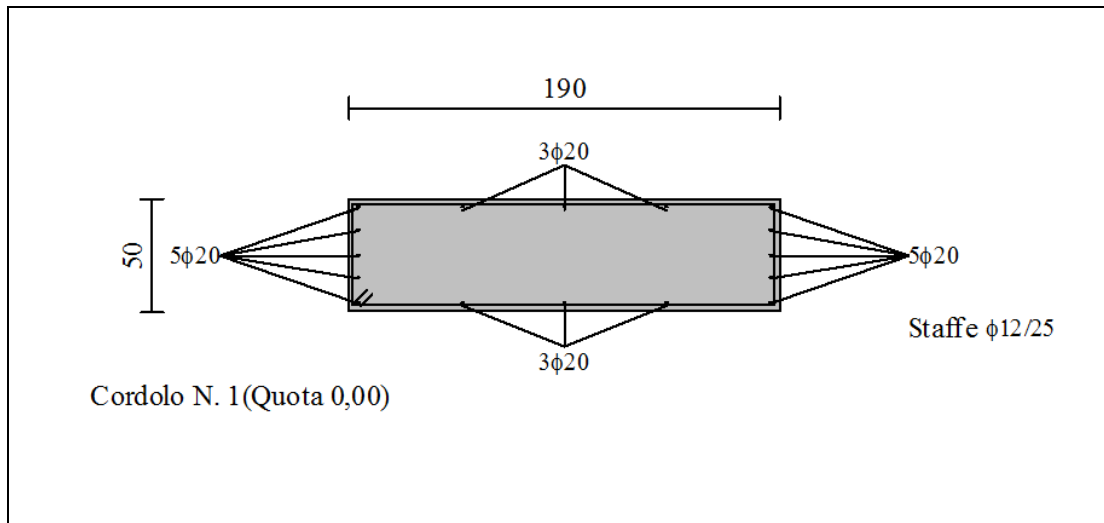
Fs min > 1.7



Inviluppo sollecitazioni



Verifica tubo armatura con involuppo combinazioni.



Armatura cordolo

Risultati

Analisi della spinta

Pressioni terreno

Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo
 Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.
 Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]
 σ_{am} sigma attiva da monte
 σ_{av} sigma attiva da valle
 σ_{pm} sigma passiva da monte
 σ_{pv} sigma passiva da valle
 δ_a inclinazione spinta attiva espressa in [°]
 δ_p inclinazione spinta passiva espressa in [°]

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	Y [m]	σ_{am} [kg/mq]	σ_{av} [kg/mq]	σ_{pm} [kg/mq]	σ_{pv} [kg/mq]	δ_a [°]	δ_p [°]
1	0,00	444	0	12101	0	25.00	0.00
2	0,10	513	0	13169	0	25.00	0.00
3	0,20	581	0	14238	0	25.00	0.00
4	0,30	648	0	15245	0	25.00	0.00
5	0,40	715	0	16253	0	25.00	0.00
6	0,50	781	0	17260	0	25.00	0.00
7	0,60	848	0	18268	0	25.00	0.00
8	0,70	914	0	19275	0	25.00	0.00
9	0,80	981	0	20282	0	25.00	0.00
10	0,90	1048	0	21290	0	25.00	0.00
11	1,00	1114	0	22297	0	25.00	0.00
12	1,10	1181	0	19903	0	25.00	0.00
13	1,20	1248	0	16732	0	25.00	0.00
14	1,30	1314	0	16868	0	25.00	0.00
15	1,40	1381	0	17692	0	25.00	0.00
16	1,50	1448	0	18530	0	25.00	0.00
17	1,60	1514	0	19381	0	25.00	0.00
18	1,70	1581	0	20243	0	25.00	0.00
19	1,80	1648	0	21117	0	25.00	0.00
20	1,90	1715	0	22000	0	25.00	0.00
21	2,00	1781	0	22893	0	25.00	0.00
22	2,10	1848	0	23795	0	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{sv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
23	2,20	1915	0	24704	0	25.00	0.00
24	2,30	1981	0	25621	0	25.00	0.00
25	2,40	2048	0	26545	0	25.00	0.00
26	2,50	2115	0	27475	0	25.00	0.00
27	2,60	2181	0	28410	0	25.00	0.00
28	2,70	2248	0	29351	0	25.00	0.00
29	2,80	2315	0	30297	0	25.00	0.00
30	2,90	2382	0	31247	0	25.00	0.00
31	3,00	2448	0	32201	0	25.00	0.00
32	3,10	2515	0	33159	0	25.00	0.00
33	3,20	2582	0	34121	0	25.00	0.00
34	3,30	2648	0	35086	0	25.00	0.00
35	3,40	2715	0	36054	0	25.00	0.00
36	3,50	2782	0	37024	0	25.00	0.00
37	3,60	2849	0	37997	0	25.00	0.00
38	3,70	2915	0	38973	0	25.00	0.00
39	3,80	2982	0	39950	0	25.00	0.00
40	3,90	3049	0	40930	0	25.00	0.00
41	4,00	3116	0	41911	0	25.00	0.00
42	4,10	3182	0	42894	0	25.00	0.00
43	4,20	3249	0	43879	0	25.00	0.00
44	4,30	3316	0	44865	0	25.00	0.00
45	4,40	3382	0	45853	0	25.00	0.00
46	4,50	3449	0	46841	0	25.00	0.00
47	4,60	3516	0	47831	0	25.00	0.00
48	4,70	3583	0	48822	0	25.00	0.00
49	4,80	3649	0	49814	0	25.00	0.00
50	4,90	3716	0	50807	0	25.00	0.00
51	5,00	3777	0	51801	0	25.00	0.00
52	5,10	3806	0	52796	0	25.00	0.00
53	5,20	3803	0	53791	0	25.00	0.00
54	5,30	3798	0	54787	0	25.00	0.00
55	5,40	3792	0	55784	0	25.00	0.00
56	5,50	3787	0	56781	0	25.00	0.00
57	5,60	3781	0	57779	0	25.00	0.00
58	5,70	3775	0	58777	0	25.00	0.00
59	5,80	3774	0	59776	0	25.00	0.00
60	5,90	3766	0	60775	0	25.00	0.00
61	6,00	3761	0	61775	591	25.00	0.00
62	6,10	3760	0	62775	1075	25.00	0.00
63	6,20	3761	0	63776	1559	25.00	0.00
64	6,30	3795	0	64776	2036	25.00	0.00
65	6,40	3860	0	65728	2488	25.00	0.00
66	6,48	3911	37	66429	2819	25.00	0.00
67	6,50	2398	18	83964	6117	25.00	0.00
68	6,52	884	0	101485	9408	25.00	0.00
69	6,60	929	0	102166	9771	25.00	0.00
70	6,70	990	0	103132	10312	25.00	0.00
71	6,80	1054	0	104192	10897	25.00	0.00
72	6,90	1118	0	105290	11485	25.00	0.00
73	7,00	1183	0	106416	12073	25.00	0.00
74	7,10	1247	0	107564	12661	25.00	0.00
75	7,20	1311	0	108731	13248	25.00	0.00
76	7,30	1375	0	109914	13835	25.00	0.00
77	7,40	1440	0	110703	14422	25.00	0.00
78	7,50	1504	0	111319	15008	25.00	0.00
79	7,60	1568	0	112346	15593	25.00	0.00
80	7,70	1633	0	113563	16178	25.00	0.00
81	7,80	1697	0	114786	16763	25.00	0.00
82	7,90	1762	0	116015	17347	25.00	0.00
83	8,00	1826	0	117250	17931	25.00	0.00
84	8,10	1891	0	118489	18514	25.00	0.00
85	8,20	1955	0	119732	19097	25.00	0.00
86	8,30	2020	0	120978	19680	25.00	0.00
87	8,40	2084	0	122227	20263	25.00	0.00
88	8,50	2149	0	123480	20845	25.00	0.00
89	8,60	2214	0	124734	21427	25.00	0.00
90	8,70	2278	0	125991	22008	25.00	0.00
91	8,80	2343	0	127250	22589	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
92	8,90	2407	0	128511	23171	25,00	0,00
93	9,00	2472	0	129773	23751	25,00	0,00
94	9,10	2537	0	131036	24332	25,00	0,00
95	9,20	2602	0	132301	24913	25,00	0,00
96	9,30	2666	0	133567	25493	25,00	0,00
97	9,40	2731	0	134834	26073	25,00	0,00
98	9,50	2796	0	136102	26653	25,00	0,00
99	9,60	2861	0	137371	27233	25,00	0,00
100	9,70	2925	0	138641	27812	25,00	0,00
101	9,80	2990	0	139911	28392	25,00	0,00
102	9,90	3055	0	141182	28971	25,00	0,00
103	10,00	3120	0	142454	29550	25,00	0,00
104	10,10	3185	0	143726	30129	25,00	0,00
105	10,20	3250	11	144999	30708	25,00	0,00
106	10,30	3314	49	146272	31287	25,00	0,00
107	10,40	3379	102	147545	31865	25,00	0,00
108	10,50	3444	156	148819	32444	25,00	0,00
109	10,60	3509	209	150094	33022	25,00	0,00
110	10,70	3574	263	151368	33601	25,00	0,00
111	10,80	3639	316	152643	34179	25,00	0,00
112	10,90	3704	370	153918	34757	25,00	0,00
113	11,00	3769	424	155194	35335	25,00	0,00
114	11,10	3834	477	156469	35913	25,00	0,00
115	11,20	3899	531	157745	36491	25,00	0,00
116	11,30	3964	584	159021	37069	25,00	0,00
117	11,40	4029	638	160298	37647	25,00	0,00
118	11,50	4094	691	161574	38224	25,00	0,00
119	11,60	4159	745	162851	38802	25,00	0,00
120	11,70	4224	799	164127	39380	25,00	0,00
121	11,80	4289	852	165404	40071	25,00	0,00
122	11,90	4354	906	166681	40844	25,00	0,00
123	12,00	4419	959	167958	41581	25,00	0,00

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	535	0	8306	0	20,46	0,00
2	0,10	602	0	8959	0	20,46	0,00
3	0,20	669	0	9612	0	20,46	0,00
4	0,30	733	0	10224	0	20,46	0,00
5	0,40	797	0	10835	0	20,46	0,00
6	0,50	861	0	11447	0	20,46	0,00
7	0,60	925	0	12058	0	20,46	0,00
8	0,70	989	0	12670	0	20,46	0,00
9	0,80	1053	0	13281	0	20,46	0,00
10	0,90	1117	0	13893	0	20,46	0,00
11	1,00	1181	0	14504	0	20,46	0,00
12	1,10	1245	0	15031	0	20,46	0,00
13	1,20	1309	0	15294	0	20,46	0,00
14	1,30	1373	0	15836	0	20,46	0,00
15	1,40	1438	0	16323	0	20,46	0,00
16	1,50	1502	0	16818	0	20,46	0,00
17	1,60	1566	0	17321	0	20,46	0,00
18	1,70	1630	0	17831	0	20,46	0,00
19	1,80	1694	0	18347	0	20,46	0,00
20	1,90	1758	0	18869	0	20,46	0,00
21	2,00	1822	0	19397	0	20,46	0,00
22	2,10	1886	0	19930	0	20,46	0,00
23	2,20	1950	0	20469	0	20,46	0,00
24	2,30	2015	0	21012	0	20,46	0,00
25	2,40	2079	0	21559	0	20,46	0,00
26	2,50	2143	0	22111	0	20,46	0,00
27	2,60	2207	0	22666	0	20,46	0,00
28	2,70	2271	0	23225	0	20,46	0,00
29	2,80	2335	0	23787	0	20,46	0,00
30	2,90	2399	0	24353	0	20,46	0,00
31	3,00	2464	0	24921	0	20,46	0,00

n°	Y	σ_{am}	σ_{sv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
32	3,10	2528	0	20492	0	20.46	0.00
33	3,20	2592	0	21065	0	20.46	0.00
34	3,30	2656	0	21641	0	20.46	0.00
35	3,40	2720	0	22219	0	20.46	0.00
36	3,50	2784	0	22799	0	20.46	0.00
37	3,60	2848	0	23382	0	20.46	0.00
38	3,70	2912	0	23965	0	20.46	0.00
39	3,80	2977	0	24551	0	20.46	0.00
40	3,90	3041	0	25138	0	20.46	0.00
41	4,00	3105	0	25726	0	20.46	0.00
42	4,10	3169	0	26316	0	20.46	0.00
43	4,20	3233	0	26907	0	20.46	0.00
44	4,30	3297	0	27499	0	20.46	0.00
45	4,40	3357	0	28093	0	20.46	0.00
46	4,50	3389	0	28687	0	20.46	0.00
47	4,60	3390	0	29282	0	20.46	0.00
48	4,70	3387	0	29879	0	20.46	0.00
49	4,80	3386	0	30476	0	20.46	0.00
50	4,90	3388	0	31074	0	20.46	0.00
51	5,00	3387	0	31672	0	20.46	0.00
52	5,10	3383	0	32272	0	20.46	0.00
53	5,20	3383	0	32872	0	20.46	0.00
54	5,30	3380	0	33472	0	20.46	0.00
55	5,40	3380	0	34073	0	20.46	0.00
56	5,50	3378	0	34675	0	20.46	0.00
57	5,60	3377	0	35277	0	20.46	0.00
58	5,70	3376	0	35880	0	20.46	0.00
59	5,80	3375	0	36483	0	20.46	0.00
60	5,90	3383	0	37087	0	20.46	0.00
61	6,00	3425	0	37691	447	20.46	0.00
62	6,10	3496	0	38295	757	20.46	0.00
63	6,20	3568	0	38900	1067	20.46	0.00
64	6,30	3640	0	39504	1371	20.46	0.00
65	6,40	3708	0	40080	1657	20.46	0.00
66	6,48	3757	51	40503	1867	20.46	0.00
67	6,50	2411	26	50744	4312	20.46	0.00
68	6,52	1063	0	60975	6742	20.46	0.00
69	6,60	1107	0	61385	6957	20.46	0.00
70	6,70	1167	0	61963	7296	20.46	0.00
71	6,80	1231	0	62596	7667	20.46	0.00
72	6,90	1294	0	63249	8039	20.46	0.00
73	7,00	1357	0	63919	8412	20.46	0.00
74	7,10	1420	0	64602	8785	20.46	0.00
75	7,20	1483	0	65295	9157	20.46	0.00
76	7,30	1547	0	65998	9529	20.46	0.00
77	7,40	1610	0	66708	9901	20.46	0.00
78	7,50	1673	0	67425	10271	20.46	0.00
79	7,60	1736	0	67855	10642	20.46	0.00
80	7,70	1800	0	68265	11012	20.46	0.00
81	7,80	1863	0	68968	11382	20.46	0.00
82	7,90	1926	0	69700	11751	20.46	0.00
83	8,00	1989	0	70434	12120	20.46	0.00
84	8,10	2053	0	71171	12488	20.46	0.00
85	8,20	2116	0	71911	12857	20.46	0.00
86	8,30	2179	0	72653	13225	20.46	0.00
87	8,40	2243	0	73398	13592	20.46	0.00
88	8,50	2306	0	74143	13959	20.46	0.00
89	8,60	2370	0	74891	14326	20.46	0.00
90	8,70	2433	0	75640	14693	20.46	0.00
91	8,80	2496	0	76390	15059	20.46	0.00
92	8,90	2560	0	77141	15426	20.46	0.00
93	9,00	2623	0	77893	15791	20.46	0.00
94	9,10	2687	0	78646	16157	20.46	0.00
95	9,20	2750	0	79401	16523	20.46	0.00
96	9,30	2813	0	80156	16888	20.46	0.00
97	9,40	2877	0	80911	17253	20.46	0.00
98	9,50	2940	0	81667	17618	20.46	0.00
99	9,60	3004	0	82424	17982	20.46	0.00
100	9,70	3067	0	83182	18347	20.46	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
101	9,80	3131	0	83940	18711	20.46	0.00
102	9,90	3194	23	84698	19075	20.46	0.00
103	10,00	3258	71	85457	19439	20.46	0.00
104	10,10	3321	123	86216	19803	20.46	0.00
105	10,20	3385	174	86976	20166	20.46	0.00
106	10,30	3448	225	87736	20530	20.46	0.00
107	10,40	3512	276	88496	20893	20.46	0.00
108	10,50	3576	327	89256	21256	20.46	0.00
109	10,60	3639	379	90017	21619	20.46	0.00
110	10,70	3703	430	90778	21982	20.46	0.00
111	10,80	3766	481	91539	22345	20.46	0.00
112	10,90	3830	532	92301	22708	20.46	0.00
113	11,00	3894	584	93063	23071	20.46	0.00
114	11,10	3957	635	93824	23433	20.46	0.00
115	11,20	4021	686	94586	23795	20.46	0.00
116	11,30	4084	737	95349	24158	20.46	0.00
117	11,40	4154	789	96111	24520	20.46	0.00
118	11,50	4229	840	96874	24882	20.46	0.00
119	11,60	4298	891	97636	25244	20.46	0.00
120	11,70	4362	942	98399	25606	20.46	0.00
121	11,80	4426	993	99162	25967	20.46	0.00
122	11,90	4490	1045	99925	26329	20.46	0.00
123	12,00	4553	1096	100688	26694	20.46	0.00

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	222	0	5308	0	25.00	0.00
2	0,10	304	0	5946	0	25.00	0.00
3	0,20	387	0	6584	0	25.00	0.00
4	0,30	468	0	7196	0	25.00	0.00
5	0,40	550	0	7807	0	25.00	0.00
6	0,50	631	0	8419	0	25.00	0.00
7	0,60	712	0	9030	0	25.00	0.00
8	0,70	794	0	9642	0	25.00	0.00
9	0,80	875	0	10253	0	25.00	0.00
10	0,90	957	0	10864	0	25.00	0.00
11	1,00	1038	0	11476	0	25.00	0.00
12	1,10	1120	0	12087	0	25.00	0.00
13	1,20	1201	0	12699	0	25.00	0.00
14	1,30	1283	0	12294	0	25.00	0.00
15	1,40	1364	0	11182	0	25.00	0.00
16	1,50	1446	0	11046	0	25.00	0.00
17	1,60	1528	0	11579	0	25.00	0.00
18	1,70	1609	0	12118	0	25.00	0.00
19	1,80	1691	0	12663	0	25.00	0.00
20	1,90	1772	0	13214	0	25.00	0.00
21	2,00	1854	0	13770	0	25.00	0.00
22	2,10	1935	0	14330	0	25.00	0.00
23	2,20	2017	0	14895	0	25.00	0.00
24	2,30	2099	0	15463	0	25.00	0.00
25	2,40	2180	0	16035	0	25.00	0.00
26	2,50	2262	0	16610	0	25.00	0.00
27	2,60	2343	0	17188	0	25.00	0.00
28	2,70	2425	0	17768	0	25.00	0.00
29	2,80	2506	0	18351	0	25.00	0.00
30	2,90	2588	0	18936	0	25.00	0.00
31	3,00	2670	0	19523	0	25.00	0.00
32	3,10	2751	0	20112	0	25.00	0.00
33	3,20	2833	0	20703	0	25.00	0.00
34	3,30	2914	0	21295	0	25.00	0.00
35	3,40	2996	0	21889	0	25.00	0.00
36	3,50	3078	0	22484	0	25.00	0.00
37	3,60	3159	0	23080	0	25.00	0.00
38	3,70	3241	0	23677	0	25.00	0.00
39	3,80	3322	0	24275	0	25.00	0.00
40	3,90	3404	0	24875	0	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{bv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
41	4,00	3486	0	25475	0	25.00	0.00
42	4,10	3567	0	26075	0	25.00	0.00
43	4,20	3649	0	26677	0	25.00	0.00
44	4,30	3730	0	27279	0	25.00	0.00
45	4,40	3810	0	27882	0	25.00	0.00
46	4,50	3869	0	28485	0	25.00	0.00
47	4,60	3898	0	29089	0	25.00	0.00
48	4,70	3922	0	29693	0	25.00	0.00
49	4,80	3946	0	30298	0	25.00	0.00
50	4,90	3970	0	30903	0	25.00	0.00
51	5,00	3993	0	31509	0	25.00	0.00
52	5,10	4017	0	32115	0	25.00	0.00
53	5,20	4040	0	32721	0	25.00	0.00
54	5,30	4061	0	33328	0	25.00	0.00
55	5,40	4093	0	33934	0	25.00	0.00
56	5,50	4155	0	34542	0	25.00	0.00
57	5,60	4240	0	35149	0	25.00	0.00
58	5,70	4325	0	35757	0	25.00	0.00
59	5,80	4411	0	36364	0	25.00	0.00
60	5,90	4495	0	36972	0	25.00	0.00
61	6,00	4580	0	37581	447	25.00	0.00
62	6,10	4665	0	38189	757	25.00	0.00
63	6,20	4749	0	38797	1067	25.00	0.00
64	6,30	4833	0	39406	1371	25.00	0.00
65	6,40	4914	0	39985	1657	25.00	0.00
66	6,48	4974	51	40411	1867	25.00	0.00
67	6,50	3603	26	50305	4312	25.00	0.00
68	6,52	1093	0	60205	6742	25.00	0.00
69	6,60	1137	0	60656	6957	25.00	0.00
70	6,70	1197	0	61281	7296	25.00	0.00
71	6,80	1260	0	61956	7667	25.00	0.00
72	6,90	1323	0	62646	8039	25.00	0.00
73	7,00	1386	0	63346	8412	25.00	0.00
74	7,10	1449	0	64056	8785	25.00	0.00
75	7,20	1512	0	64772	9157	25.00	0.00
76	7,30	1575	0	65496	9529	25.00	0.00
77	7,40	1638	0	66224	9901	25.00	0.00
78	7,50	1701	0	66956	10271	25.00	0.00
79	7,60	1764	0	67588	10642	25.00	0.00
80	7,70	1827	0	68135	11012	25.00	0.00
81	7,80	1890	0	68789	11382	25.00	0.00
82	7,90	1953	0	69532	11751	25.00	0.00
83	8,00	2016	0	70277	12120	25.00	0.00
84	8,10	2079	0	71025	12488	25.00	0.00
85	8,20	2142	0	71774	12857	25.00	0.00
86	8,30	2205	0	72524	13225	25.00	0.00
87	8,40	2269	0	73276	13592	25.00	0.00
88	8,50	2332	0	74029	13959	25.00	0.00
89	8,60	2395	0	74783	14326	25.00	0.00
90	8,70	2458	0	75538	14693	25.00	0.00
91	8,80	2521	0	76294	15059	25.00	0.00
92	8,90	2584	0	77050	15426	25.00	0.00
93	9,00	2648	0	77807	15791	25.00	0.00
94	9,10	2711	0	78565	16157	25.00	0.00
95	9,20	2774	0	79324	16523	25.00	0.00
96	9,30	2838	0	80083	16888	25.00	0.00
97	9,40	2901	0	80842	17253	25.00	0.00
98	9,50	2964	0	81602	17618	25.00	0.00
99	9,60	3027	0	82362	17982	25.00	0.00
100	9,70	3091	0	83123	18347	25.00	0.00
101	9,80	3154	0	83884	18711	25.00	0.00
102	9,90	3217	23	84645	19075	25.00	0.00
103	10,00	3281	71	85406	19439	25.00	0.00
104	10,10	3344	123	86168	19803	25.00	0.00
105	10,20	3408	174	86930	20166	25.00	0.00
106	10,30	3471	225	87692	20530	25.00	0.00
107	10,40	3534	276	88454	20893	25.00	0.00
108	10,50	3598	327	89217	21256	25.00	0.00
109	10,60	3661	379	89980	21619	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
110	10,70	3725	430	90742	21982	25.00	0.00
111	10,80	3788	481	91505	22345	25.00	0.00
112	10,90	3852	532	92269	22708	25.00	0.00
113	11,00	3915	584	93032	23071	25.00	0.00
114	11,10	3979	635	93795	23433	25.00	0.00
115	11,20	4042	686	94559	23795	25.00	0.00
116	11,30	4112	737	95322	24158	25.00	0.00
117	11,40	4182	789	96086	24520	25.00	0.00
118	11,50	4246	840	96849	24882	25.00	0.00
119	11,60	4310	891	97613	25244	25.00	0.00
120	11,70	4374	942	98377	25606	25.00	0.00
121	11,80	4437	993	99141	25967	25.00	0.00
122	11,90	4501	1045	99905	26329	25.00	0.00
123	12,00	4564	1096	100669	26694	25.00	0.00

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	203	0	8448	0	25.00	0.00
2	0,10	255	0	9265	0	25.00	0.00
3	0,20	307	0	10083	0	25.00	0.00
4	0,30	358	0	10858	0	25.00	0.00
5	0,40	409	0	11633	0	25.00	0.00
6	0,50	460	0	12408	0	25.00	0.00
7	0,60	512	0	13183	0	25.00	0.00
8	0,70	563	0	13957	0	25.00	0.00
9	0,80	614	0	14732	0	25.00	0.00
10	0,90	665	0	15507	0	25.00	0.00
11	1,00	716	0	16282	0	25.00	0.00
12	1,10	768	0	16067	0	25.00	0.00
13	1,20	819	0	14029	0	25.00	0.00
14	1,30	870	0	12915	0	25.00	0.00
15	1,40	921	0	13563	0	25.00	0.00
16	1,50	973	0	14222	0	25.00	0.00
17	1,60	1024	0	14890	0	25.00	0.00
18	1,70	1075	0	15568	0	25.00	0.00
19	1,80	1126	0	16253	0	25.00	0.00
20	1,90	1178	0	16945	0	25.00	0.00
21	2,00	1229	0	17644	0	25.00	0.00
22	2,10	1280	0	18349	0	25.00	0.00
23	2,20	1332	0	19060	0	25.00	0.00
24	2,30	1383	0	19776	0	25.00	0.00
25	2,40	1434	0	20497	0	25.00	0.00
26	2,50	1486	0	21222	0	25.00	0.00
27	2,60	1537	0	21951	0	25.00	0.00
28	2,70	1588	0	22684	0	25.00	0.00
29	2,80	1639	0	23419	0	25.00	0.00
30	2,90	1691	0	24158	0	25.00	0.00
31	3,00	1742	0	24900	0	25.00	0.00
32	3,10	1793	0	25644	0	25.00	0.00
33	3,20	1845	0	26390	0	25.00	0.00
34	3,30	1896	0	27139	0	25.00	0.00
35	3,40	1947	0	27889	0	25.00	0.00
36	3,50	1999	0	28641	0	25.00	0.00
37	3,60	2050	0	29395	0	25.00	0.00
38	3,70	2101	0	30150	0	25.00	0.00
39	3,80	2153	0	30907	0	25.00	0.00
40	3,90	2204	0	31665	0	25.00	0.00
41	4,00	2255	0	32424	0	25.00	0.00
42	4,10	2306	0	33184	0	25.00	0.00
43	4,20	2358	0	33945	0	25.00	0.00
44	4,30	2409	0	34707	0	25.00	0.00
45	4,40	2460	0	35470	0	25.00	0.00
46	4,50	2512	0	36234	0	25.00	0.00
47	4,60	2563	0	36998	0	25.00	0.00
48	4,70	2614	0	37763	0	25.00	0.00
49	4,80	2666	0	38529	0	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{sv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
50	4,90	2717	0	39295	0	25.00	0.00
51	5,00	2768	0	40062	0	25.00	0.00
52	5,10	2801	0	40829	0	25.00	0.00
53	5,20	2807	0	41597	0	25.00	0.00
54	5,30	2805	0	42365	0	25.00	0.00
55	5,40	2801	0	43134	0	25.00	0.00
56	5,50	2799	0	43903	0	25.00	0.00
57	5,60	2796	0	44672	0	25.00	0.00
58	5,70	2793	0	45442	0	25.00	0.00
59	5,80	2792	0	46211	0	25.00	0.00
60	5,90	2788	0	46982	0	25.00	0.00
61	6,00	2786	0	47752	589	25.00	0.00
62	6,10	2790	0	48523	964	25.00	0.00
63	6,20	2819	0	49294	1338	25.00	0.00
64	6,30	2872	0	50065	1707	25.00	0.00
65	6,40	2924	0	50797	2055	25.00	0.00
66	6,48	2962	0	51337	2311	25.00	0.00
67	6,50	1502	0	66765	5518	25.00	0.00
68	6,52	40	0	82172	8718	25.00	0.00
69	6,60	75	0	82675	8996	25.00	0.00
70	6,70	121	0	83395	9414	25.00	0.00
71	6,80	170	0	84194	9866	25.00	0.00
72	6,90	219	0	85025	10319	25.00	0.00
73	7,00	268	0	85882	10773	25.00	0.00
74	7,10	317	0	86759	11227	25.00	0.00
75	7,20	366	0	87652	11681	25.00	0.00
76	7,30	415	0	88558	12134	25.00	0.00
77	7,40	464	0	89272	12586	25.00	0.00
78	7,50	513	0	89805	13039	25.00	0.00
79	7,60	562	0	90544	13491	25.00	0.00
80	7,70	611	0	91480	13942	25.00	0.00
81	7,80	660	0	92420	14393	25.00	0.00
82	7,90	709	0	93366	14844	25.00	0.00
83	8,00	759	0	94316	15295	25.00	0.00
84	8,10	808	0	95270	15745	25.00	0.00
85	8,20	857	0	96227	16195	25.00	0.00
86	8,30	906	0	97186	16645	25.00	0.00
87	8,40	955	0	98148	17094	25.00	0.00
88	8,50	1005	0	99113	17544	25.00	0.00
89	8,60	1054	0	100079	17993	25.00	0.00
90	8,70	1103	0	101047	18441	25.00	0.00
91	8,80	1153	0	102016	18890	25.00	0.00
92	8,90	1202	0	102987	19338	25.00	0.00
93	9,00	1251	0	103959	19787	25.00	0.00
94	9,10	1301	0	104932	20235	25.00	0.00
95	9,20	1350	0	105906	20682	25.00	0.00
96	9,30	1399	0	106881	21130	25.00	0.00
97	9,40	1449	0	107857	21578	25.00	0.00
98	9,50	1498	0	108834	22025	25.00	0.00
99	9,60	1548	0	109811	22472	25.00	0.00
100	9,70	1597	0	110789	22919	25.00	0.00
101	9,80	1647	0	111767	23366	25.00	0.00
102	9,90	1696	0	112746	23813	25.00	0.00
103	10,00	1746	0	113726	24259	25.00	0.00
104	10,10	1795	0	114705	24706	25.00	0.00
105	10,20	1845	0	115686	25152	25.00	0.00
106	10,30	1895	0	116666	25599	25.00	0.00
107	10,40	1944	0	117647	26045	25.00	0.00
108	10,50	1994	0	118628	26491	25.00	0.00
109	10,60	2043	0	119609	26937	25.00	0.00
110	10,70	2093	0	120591	27383	25.00	0.00
111	10,80	2143	0	121573	27829	25.00	0.00
112	10,90	2192	0	122555	28274	25.00	0.00
113	11,00	2242	0	123537	28720	25.00	0.00
114	11,10	2292	0	124519	29165	25.00	0.00
115	11,20	2341	0	125502	29611	25.00	0.00
116	11,30	2391	0	126484	30056	25.00	0.00
117	11,40	2441	0	127467	30501	25.00	0.00
118	11,50	2490	0	128450	30947	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
119	11,60	2540	58	129433	31392	25.00	0.00
120	11,70	2590	99	130416	31837	25.00	0.00
121	11,80	2640	141	131399	32282	25.00	0.00
122	11,90	2689	182	132382	32825	25.00	0.00
123	12,00	2739	223	133366	33441	25.00	0.00

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	11	0	5525	0	25.00	0.00
2	0,10	62	0	6328	0	25.00	0.00
3	0,20	113	0	7131	0	25.00	0.00
4	0,30	164	0	7906	0	25.00	0.00
5	0,40	215	0	8681	0	25.00	0.00
6	0,50	266	0	9455	0	25.00	0.00
7	0,60	317	0	10230	0	25.00	0.00
8	0,70	368	0	11005	0	25.00	0.00
9	0,80	419	0	11780	0	25.00	0.00
10	0,90	470	0	12555	0	25.00	0.00
11	1,00	521	0	13330	0	25.00	0.00
12	1,10	572	0	14105	0	25.00	0.00
13	1,20	623	0	14451	0	25.00	0.00
14	1,30	675	0	13460	0	25.00	0.00
15	1,40	726	0	12858	0	25.00	0.00
16	1,50	777	0	13554	0	25.00	0.00
17	1,60	828	0	14259	0	25.00	0.00
18	1,70	880	0	14971	0	25.00	0.00
19	1,80	931	0	15690	0	25.00	0.00
20	1,90	982	0	16414	0	25.00	0.00
21	2,00	1033	0	17144	0	25.00	0.00
22	2,10	1085	0	17878	0	25.00	0.00
23	2,20	1136	0	18616	0	25.00	0.00
24	2,30	1187	0	19357	0	25.00	0.00
25	2,40	1239	0	20102	0	25.00	0.00
26	2,50	1290	0	20850	0	25.00	0.00
27	2,60	1341	0	21600	0	25.00	0.00
28	2,70	1392	0	22353	0	25.00	0.00
29	2,80	1444	0	23107	0	25.00	0.00
30	2,90	1495	0	23864	0	25.00	0.00
31	3,00	1546	0	24622	0	25.00	0.00
32	3,10	1598	0	25381	0	25.00	0.00
33	3,20	1649	0	26142	0	25.00	0.00
34	3,30	1700	0	26904	0	25.00	0.00
35	3,40	1752	0	27667	0	25.00	0.00
36	3,50	1803	0	28431	0	25.00	0.00
37	3,60	1854	0	29196	0	25.00	0.00
38	3,70	1906	0	29962	0	25.00	0.00
39	3,80	1957	0	30729	0	25.00	0.00
40	3,90	2008	0	31496	0	25.00	0.00
41	4,00	2060	0	32264	0	25.00	0.00
42	4,10	2111	0	33032	0	25.00	0.00
43	4,20	2162	0	33801	0	25.00	0.00
44	4,30	2213	0	34570	0	25.00	0.00
45	4,40	2265	0	35339	0	25.00	0.00
46	4,50	2316	0	36109	0	25.00	0.00
47	4,60	2367	0	36880	0	25.00	0.00
48	4,70	2419	0	37651	0	25.00	0.00
49	4,80	2470	0	38421	0	25.00	0.00
50	4,90	2521	0	39193	0	25.00	0.00
51	5,00	2573	0	39964	0	25.00	0.00
52	5,10	2624	0	40736	0	25.00	0.00
53	5,20	2676	0	41508	0	25.00	0.00
54	5,30	2729	0	42280	0	25.00	0.00
55	5,40	2780	0	43052	0	25.00	0.00
56	5,50	2832	0	43825	0	25.00	0.00
57	5,60	2883	0	44597	0	25.00	0.00
58	5,70	2935	0	45370	0	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{bv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
59	5,80	2660	0	46143	0	25.00	0.00
60	5,90	2707	0	46916	0	25.00	0.00
61	6,00	2759	0	47689	589	25.00	0.00
62	6,10	2812	0	48462	964	25.00	0.00
63	6,20	2865	0	49235	1338	25.00	0.00
64	6,30	2918	0	50009	1707	25.00	0.00
65	6,40	2968	0	50743	2055	25.00	0.00
66	6,48	3004	0	51285	2311	25.00	0.00
67	6,50	1521	0	66330	5518	25.00	0.00
68	6,52	37	0	81372	8718	25.00	0.00
69	6,60	72	0	81920	8996	25.00	0.00
70	6,70	120	0	82691	9414	25.00	0.00
71	6,80	170	0	83533	9866	25.00	0.00
72	6,90	220	0	84401	10319	25.00	0.00
73	7,00	270	0	85289	10773	25.00	0.00
74	7,10	320	0	86191	11227	25.00	0.00
75	7,20	370	0	87107	11681	25.00	0.00
76	7,30	420	0	88032	12134	25.00	0.00
77	7,40	469	0	88894	12586	25.00	0.00
78	7,50	519	0	89596	13039	25.00	0.00
79	7,60	569	0	90375	13491	25.00	0.00
80	7,70	618	0	91323	13942	25.00	0.00
81	7,80	668	0	92276	14393	25.00	0.00
82	7,90	718	0	93232	14844	25.00	0.00
83	8,00	767	0	94192	15295	25.00	0.00
84	8,10	817	0	95155	15745	25.00	0.00
85	8,20	866	0	96120	16195	25.00	0.00
86	8,30	916	0	97087	16645	25.00	0.00
87	8,40	965	0	98056	17094	25.00	0.00
88	8,50	1015	0	99026	17544	25.00	0.00
89	8,60	1064	0	99998	17993	25.00	0.00
90	8,70	1114	0	100972	18441	25.00	0.00
91	8,80	1163	0	101946	18890	25.00	0.00
92	8,90	1213	0	102921	19338	25.00	0.00
93	9,00	1262	0	103898	19787	25.00	0.00
94	9,10	1312	0	104875	20235	25.00	0.00
95	9,20	1361	0	105853	20682	25.00	0.00
96	9,30	1411	0	106831	21130	25.00	0.00
97	9,40	1461	0	107810	21578	25.00	0.00
98	9,50	1510	0	108790	22025	25.00	0.00
99	9,60	1560	0	109770	22472	25.00	0.00
100	9,70	1609	0	110750	22919	25.00	0.00
101	9,80	1659	0	111731	23366	25.00	0.00
102	9,90	1708	0	112712	23813	25.00	0.00
103	10,00	1758	0	113694	24259	25.00	0.00
104	10,10	1808	0	114675	24706	25.00	0.00
105	10,20	1857	0	115657	25152	25.00	0.00
106	10,30	1907	0	116640	25599	25.00	0.00
107	10,40	1956	0	117622	26045	25.00	0.00
108	10,50	2006	0	118605	26491	25.00	0.00
109	10,60	2056	0	119588	26937	25.00	0.00
110	10,70	2105	0	120571	27383	25.00	0.00
111	10,80	2155	0	121554	27829	25.00	0.00
112	10,90	2205	0	122537	28274	25.00	0.00
113	11,00	2254	0	123520	28720	25.00	0.00
114	11,10	2304	0	124504	29165	25.00	0.00
115	11,20	2354	0	125488	29611	25.00	0.00
116	11,30	2404	0	126471	30056	25.00	0.00
117	11,40	2453	0	127455	30501	25.00	0.00
118	11,50	2503	0	128439	30947	25.00	0.00
119	11,60	2553	58	129423	31392	25.00	0.00
120	11,70	2602	99	130407	31837	25.00	0.00
121	11,80	2652	141	131391	32282	25.00	0.00
122	11,90	2702	182	132375	32825	25.00	0.00
123	12,00	2752	223	133359	33441	25.00	0.00

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	Y	σ_{am}	σ_{sv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	11	0	5525	0	25,00	0,00
2	0,10	62	0	6328	0	25,00	0,00
3	0,20	113	0	7131	0	25,00	0,00
4	0,30	164	0	7906	0	25,00	0,00
5	0,40	215	0	8681	0	25,00	0,00
6	0,50	266	0	9455	0	25,00	0,00
7	0,60	317	0	10230	0	25,00	0,00
8	0,70	368	0	11005	0	25,00	0,00
9	0,80	419	0	11780	0	25,00	0,00
10	0,90	470	0	12555	0	25,00	0,00
11	1,00	521	0	13330	0	25,00	0,00
12	1,10	572	0	14105	0	25,00	0,00
13	1,20	623	0	14451	0	25,00	0,00
14	1,30	675	0	13460	0	25,00	0,00
15	1,40	726	0	12858	0	25,00	0,00
16	1,50	777	0	13554	0	25,00	0,00
17	1,60	828	0	14259	0	25,00	0,00
18	1,70	880	0	14971	0	25,00	0,00
19	1,80	931	0	15690	0	25,00	0,00
20	1,90	982	0	16414	0	25,00	0,00
21	2,00	1033	0	17144	0	25,00	0,00
22	2,10	1085	0	17878	0	25,00	0,00
23	2,20	1136	0	18616	0	25,00	0,00
24	2,30	1187	0	19357	0	25,00	0,00
25	2,40	1239	0	20102	0	25,00	0,00
26	2,50	1290	0	20850	0	25,00	0,00
27	2,60	1341	0	21600	0	25,00	0,00
28	2,70	1392	0	22353	0	25,00	0,00
29	2,80	1444	0	23107	0	25,00	0,00
30	2,90	1495	0	23864	0	25,00	0,00
31	3,00	1546	0	24622	0	25,00	0,00
32	3,10	1598	0	25381	0	25,00	0,00
33	3,20	1649	0	26142	0	25,00	0,00
34	3,30	1700	0	26904	0	25,00	0,00
35	3,40	1752	0	27667	0	25,00	0,00
36	3,50	1803	0	28431	0	25,00	0,00
37	3,60	1854	0	29196	0	25,00	0,00
38	3,70	1906	0	29962	0	25,00	0,00
39	3,80	1957	0	30729	0	25,00	0,00
40	3,90	2008	0	31496	0	25,00	0,00
41	4,00	2060	0	32264	0	25,00	0,00
42	4,10	2111	0	33032	0	25,00	0,00
43	4,20	2162	0	33801	0	25,00	0,00
44	4,30	2213	0	34570	0	25,00	0,00
45	4,40	2265	0	35339	0	25,00	0,00
46	4,50	2316	0	36109	0	25,00	0,00
47	4,60	2367	0	36880	0	25,00	0,00
48	4,70	2419	0	37651	0	25,00	0,00
49	4,80	2470	0	38421	0	25,00	0,00
50	4,90	2521	0	39193	0	25,00	0,00
51	5,00	2573	0	39964	0	25,00	0,00
52	5,10	2612	0	40736	0	25,00	0,00
53	5,20	2626	0	41508	0	25,00	0,00
54	5,30	2629	0	42280	0	25,00	0,00
55	5,40	2630	0	43052	0	25,00	0,00
56	5,50	2632	0	43825	0	25,00	0,00
57	5,60	2635	0	44597	0	25,00	0,00
58	5,70	2637	0	45370	0	25,00	0,00
59	5,80	2660	0	46143	0	25,00	0,00
60	5,90	2707	0	46916	0	25,00	0,00
61	6,00	2759	0	47689	589	25,00	0,00
62	6,10	2812	0	48462	964	25,00	0,00
63	6,20	2865	0	49235	1338	25,00	0,00
64	6,30	2918	0	50009	1707	25,00	0,00
65	6,40	2968	0	50743	2055	25,00	0,00
66	6,48	3004	0	51285	2311	25,00	0,00
67	6,50	1521	0	66330	5518	25,00	0,00
68	6,52	37	0	81372	8718	25,00	0,00
69	6,60	72	0	81920	8996	25,00	0,00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
70	6,70	120	0	82691	9414	25.00	0.00
71	6,80	170	0	83533	9866	25.00	0.00
72	6,90	220	0	84401	10319	25.00	0.00
73	7,00	270	0	85289	10773	25.00	0.00
74	7,10	320	0	86191	11227	25.00	0.00
75	7,20	370	0	87107	11681	25.00	0.00
76	7,30	420	0	88032	12134	25.00	0.00
77	7,40	469	0	88894	12586	25.00	0.00
78	7,50	519	0	89596	13039	25.00	0.00
79	7,60	569	0	90375	13491	25.00	0.00
80	7,70	618	0	91323	13942	25.00	0.00
81	7,80	668	0	92276	14393	25.00	0.00
82	7,90	718	0	93233	14844	25.00	0.00
83	8,00	767	0	94192	15295	25.00	0.00
84	8,10	817	0	95155	15745	25.00	0.00
85	8,20	866	0	96120	16195	25.00	0.00
86	8,30	916	0	97087	16645	25.00	0.00
87	8,40	965	0	98056	17094	25.00	0.00
88	8,50	1015	0	99026	17544	25.00	0.00
89	8,60	1064	0	99998	17993	25.00	0.00
90	8,70	1114	0	100972	18441	25.00	0.00
91	8,80	1163	0	101946	18890	25.00	0.00
92	8,90	1213	0	102921	19338	25.00	0.00
93	9,00	1262	0	103898	19787	25.00	0.00
94	9,10	1312	0	104875	20235	25.00	0.00
95	9,20	1361	0	105853	20682	25.00	0.00
96	9,30	1411	0	106831	21130	25.00	0.00
97	9,40	1461	0	107810	21578	25.00	0.00
98	9,50	1510	0	108790	22025	25.00	0.00
99	9,60	1560	0	109770	22472	25.00	0.00
100	9,70	1609	0	110750	22919	25.00	0.00
101	9,80	1659	0	111731	23366	25.00	0.00
102	9,90	1708	0	112712	23813	25.00	0.00
103	10,00	1758	0	113694	24259	25.00	0.00
104	10,10	1808	0	114675	24706	25.00	0.00
105	10,20	1857	0	115657	25152	25.00	0.00
106	10,30	1907	0	116640	25599	25.00	0.00
107	10,40	1956	0	117622	26045	25.00	0.00
108	10,50	2006	0	118605	26491	25.00	0.00
109	10,60	2056	0	119588	26937	25.00	0.00
110	10,70	2105	0	120571	27383	25.00	0.00
111	10,80	2155	0	121554	27829	25.00	0.00
112	10,90	2205	0	122537	28274	25.00	0.00
113	11,00	2254	0	123520	28720	25.00	0.00
114	11,10	2304	0	124504	29165	25.00	0.00
115	11,20	2354	0	125488	29611	25.00	0.00
116	11,30	2404	0	126471	30056	25.00	0.00
117	11,40	2453	0	127455	30501	25.00	0.00
118	11,50	2503	0	128439	30947	25.00	0.00
119	11,60	2553	58	129423	31392	25.00	0.00
120	11,70	2602	99	130407	31837	25.00	0.00
121	11,80	2652	141	131391	32282	25.00	0.00
122	11,90	2702	182	132375	32825	25.00	0.00
123	12,00	2752	223	133359	33441	25.00	0.00

Combinazione n° 7 - SLD

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_a	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
1	0,00	11	0	5525	0	25.00	0.00
2	0,10	69	0	6328	0	25.00	0.00
3	0,20	126	0	7131	0	25.00	0.00
4	0,30	184	0	7906	0	25.00	0.00
5	0,40	242	0	8681	0	25.00	0.00
6	0,50	299	0	9455	0	25.00	0.00
7	0,60	357	0	10230	0	25.00	0.00
8	0,70	415	0	11005	0	25.00	0.00
9	0,80	473	0	11780	0	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{bv}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
10	0,90	531	0	12555	0	25.00	0.00
11	1,00	589	0	13330	0	25.00	0.00
12	1,10	647	0	14105	0	25.00	0.00
13	1,20	705	0	14451	0	25.00	0.00
14	1,30	763	0	13460	0	25.00	0.00
15	1,40	821	0	12858	0	25.00	0.00
16	1,50	879	0	13554	0	25.00	0.00
17	1,60	937	0	14259	0	25.00	0.00
18	1,70	995	0	14971	0	25.00	0.00
19	1,80	1053	0	15690	0	25.00	0.00
20	1,90	1111	0	16414	0	25.00	0.00
21	2,00	1169	0	17144	0	25.00	0.00
22	2,10	1227	0	17878	0	25.00	0.00
23	2,20	1285	0	18616	0	25.00	0.00
24	2,30	1343	0	19357	0	25.00	0.00
25	2,40	1401	0	20102	0	25.00	0.00
26	2,50	1459	0	20850	0	25.00	0.00
27	2,60	1517	0	21600	0	25.00	0.00
28	2,70	1575	0	22353	0	25.00	0.00
29	2,80	1633	0	23107	0	25.00	0.00
30	2,90	1691	0	23864	0	25.00	0.00
31	3,00	1749	0	24622	0	25.00	0.00
32	3,10	1807	0	25381	0	25.00	0.00
33	3,20	1865	0	26142	0	25.00	0.00
34	3,30	1923	0	26904	0	25.00	0.00
35	3,40	1981	0	27667	0	25.00	0.00
36	3,50	2039	0	28431	0	25.00	0.00
37	3,60	2097	0	29196	0	25.00	0.00
38	3,70	2156	0	29962	0	25.00	0.00
39	3,80	2214	0	30729	0	25.00	0.00
40	3,90	2272	0	31496	0	25.00	0.00
41	4,00	2330	0	32264	0	25.00	0.00
42	4,10	2388	0	33032	0	25.00	0.00
43	4,20	2446	0	33801	0	25.00	0.00
44	4,30	2504	0	34570	0	25.00	0.00
45	4,40	2562	0	35339	0	25.00	0.00
46	4,50	2620	0	36109	0	25.00	0.00
47	4,60	2678	0	36880	0	25.00	0.00
48	4,70	2736	0	37651	0	25.00	0.00
49	4,80	2794	0	38421	0	25.00	0.00
50	4,90	2853	0	39193	0	25.00	0.00
51	5,00	2911	0	39964	0	25.00	0.00
52	5,10	2956	0	40736	0	25.00	0.00
53	5,20	2977	0	41508	0	25.00	0.00
54	5,30	2987	0	42280	0	25.00	0.00
55	5,40	2995	0	43052	0	25.00	0.00
56	5,50	3004	0	43825	0	25.00	0.00
57	5,60	3013	0	44597	0	25.00	0.00
58	5,70	3022	0	45370	0	25.00	0.00
59	5,80	3052	0	46143	0	25.00	0.00
60	5,90	3105	0	46916	0	25.00	0.00
61	6,00	3165	0	47689	589	25.00	0.00
62	6,10	3224	0	48462	964	25.00	0.00
63	6,20	3284	0	49235	1338	25.00	0.00
64	6,30	3343	0	50009	1707	25.00	0.00
65	6,40	3400	0	50743	2055	25.00	0.00
66	6,48	3442	0	51285	2311	25.00	0.00
67	6,50	1960	0	66330	5518	25.00	0.00
68	6,52	37	0	81372	8718	25.00	0.00
69	6,60	72	0	81920	8996	25.00	0.00
70	6,70	120	0	82691	9414	25.00	0.00
71	6,80	170	0	83533	9866	25.00	0.00
72	6,90	220	0	84401	10319	25.00	0.00
73	7,00	270	0	85289	10773	25.00	0.00
74	7,10	320	0	86191	11227	25.00	0.00
75	7,20	370	0	87107	11681	25.00	0.00
76	7,30	420	0	88032	12134	25.00	0.00
77	7,40	469	0	88894	12586	25.00	0.00
78	7,50	519	0	89596	13039	25.00	0.00

n°	Y	σ_{am}	σ_{av}	σ_{pm}	σ_{pv}	δ_s	δ_p
	[m]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[kg/mq]	[°]	[°]
79	7,60	569	0	90375	13491	25,00	0,00
80	7,70	618	0	91323	13942	25,00	0,00
81	7,80	668	0	92276	14393	25,00	0,00
82	7,90	718	0	93233	14844	25,00	0,00
83	8,00	767	0	94192	15295	25,00	0,00
84	8,10	817	0	95155	15745	25,00	0,00
85	8,20	866	0	96120	16195	25,00	0,00
86	8,30	916	0	97087	16645	25,00	0,00
87	8,40	965	0	98056	17094	25,00	0,00
88	8,50	1015	0	99026	17544	25,00	0,00
89	8,60	1064	0	99998	17993	25,00	0,00
90	8,70	1114	0	100972	18441	25,00	0,00
91	8,80	1163	0	101946	18890	25,00	0,00
92	8,90	1213	0	102921	19338	25,00	0,00
93	9,00	1262	0	103898	19787	25,00	0,00
94	9,10	1312	0	104875	20235	25,00	0,00
95	9,20	1361	0	105853	20682	25,00	0,00
96	9,30	1411	0	106831	21130	25,00	0,00
97	9,40	1461	0	107810	21578	25,00	0,00
98	9,50	1510	0	108790	22025	25,00	0,00
99	9,60	1560	0	109770	22472	25,00	0,00
100	9,70	1609	0	110750	22919	25,00	0,00
101	9,80	1659	0	111731	23366	25,00	0,00
102	9,90	1708	0	112712	23813	25,00	0,00
103	10,00	1758	0	113694	24259	25,00	0,00
104	10,10	1808	0	114675	24706	25,00	0,00
105	10,20	1857	0	115657	25152	25,00	0,00
106	10,30	1907	0	116640	25599	25,00	0,00
107	10,40	1956	0	117622	26045	25,00	0,00
108	10,50	2006	0	118605	26491	25,00	0,00
109	10,60	2056	0	119588	26937	25,00	0,00
110	10,70	2105	0	120571	27383	25,00	0,00
111	10,80	2155	0	121554	27829	25,00	0,00
112	10,90	2205	0	122537	28274	25,00	0,00
113	11,00	2254	0	123520	28720	25,00	0,00
114	11,10	2304	0	124504	29165	25,00	0,00
115	11,20	2354	0	125488	29611	25,00	0,00
116	11,30	2404	0	126471	30056	25,00	0,00
117	11,40	2453	0	127455	30501	25,00	0,00
118	11,50	2503	0	128439	30947	25,00	0,00
119	11,60	2553	58	129423	31392	25,00	0,00
120	11,70	2602	99	130407	31837	25,00	0,00
121	11,80	2652	141	131391	32282	25,00	0,00
122	11,90	2702	182	132375	32825	25,00	0,00
123	12,00	2752	223	133359	33441	25,00	0,00

Forze agenti sulla paratia

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

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	SLU - STR	14440	4,00	--	--	--	--	-15036	7,50	5008	11,19
2	SLU - GEO	15249	4,00	--	--	--	--	-15823	7,75	5580	11,26
3	SLV - GEO	12337	4,23	5020	4,00	--	--	-18097	7,82	6264	11,29
4	SLE - Rara	10220	4,05	--	--	--	--	-10671	7,44	3468	11,18
5	SLE - Frequente	9077	4,16	--	--	--	--	-9521	7,44	3023	11,18
6	SLE - Quasi permanente	9077	4,16	--	--	--	--	-9521	7,44	3023	11,18

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
7	SLD	8901	4,21	1644	4,00	--	--	-11057	7,45	3497	11,19

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
		[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]
1	SLU - STR	0	0,00	4412	0,25	0	0,00	0	0,00
2	SLU - GEO	0	0,00	5006	0,25	0	0,00	0	0,00
3	SLV - GEO	0	0,00	5524	0,25	0	0,00	0	0,00
4	SLE - Rara	0	0,00	3016	0,25	0	0,00	0	0,00
5	SLE - Frequente	0	0,00	2579	0,25	0	0,00	0	0,00
6	SLE - Quasi permanente	0	0,00	2579	0,25	0	0,00	0	0,00
7	SLD	0	0,00	2985	0,25	0	0,00	0	0,00

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	Pp
		[m]	[m]	[m]	[%]	[%]	[m]
1	SLU - STR	6,49	6,90	9,64	6,61	4,85	55418
2	SLU - GEO	6,49	7,65	9,83	19,01	9,14	26782
3	SLV - GEO	6,50	7,80	9,90	21,49	10,69	55418
4	SLE - Rara	6,48	6,55	9,61	0,83	4,22	55418
5	SLE - Frequente	6,48	6,55	9,63	0,83	3,75	55418
6	SLE - Quasi permanente	6,48	6,55	9,63	0,83	3,75	55418
7	SLD	6,49	6,55	9,64	0,83	4,35	55418

Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia**Simbologia adottata**

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

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	SLU - STR	14304	7,75	10028	6,45	6195	12,00	MAX
		-7637	3,20	-5008	9,60	0	0,00	MIN
2	SLU - GEO	14987	8,00	10243	6,45	6627	12,00	MAX
		-8916	3,35	-5580	9,80	0	0,00	MIN
3	SLV - GEO	16385	8,10	11834	6,45	7003	12,00	MAX
		-11026	3,50	-6264	9,90	0	0,00	MIN
4	SLE - Rara	9990	7,70	7203	6,45	5181	12,00	MAX
		-5415	3,25	-3468	9,60	0	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	8659	7,70	6498	6,45	4864	12,00	MAX
		-5040	3,30	-3023	9,60	0	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	8659	7,70	6498	6,45	4864	12,00	MAX
		-5040	3,30	-3023	9,60	0	0,00	MIN
7	SLD	9989	7,75	7560	6,45	5158	12,00	MAX
		-5854	3,35	-3497	9,60	0	0,00	MIN

Spostamenti massimi e minimi della paratia

Simbologia adottata

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

n°	Tipo	U	Y _u	V	Y _v	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	SLU - STR	0,5685	0,00	0,0174	0,00	MAX
		-0,0524	12,00	0,0000	0,00	MIN
2	SLU - GEO	0,6434	0,00	0,0190	0,00	MAX
		-0,0645	12,00	0,0000	0,00	MIN
3	SLV - GEO	0,7083	0,00	0,0204	0,00	MAX
		-0,0753	12,00	0,0000	0,00	MIN
4	SLE - Rara	0,3900	0,00	0,0137	0,00	MAX
		-0,0358	12,00	0,0000	0,00	MIN
5	SLE - Frequente	0,3337	0,00	0,0125	0,00	MAX
		-0,0315	12,00	0,0000	0,00	MIN
6	SLE - Quasi permanente	0,3337	0,00	0,0125	0,00	MAX
		-0,0315	12,00	0,0000	0,00	MIN
7	SLD	0,3855	0,00	0,0136	0,00	MAX
		-0,0366	12,00	0,0000	0,00	MIN

Verifica a spostamento**Simbologia adottata**

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

n°	Tipo	Ulim	U
		[cm]	[cm]
3	SLV - GEO	6,0000	0,7083
7	SLD	6,0000	0,3855

Verifiche di corpo rigido**Simbologia adottata**

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

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

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

n°	Tipo	S	R	W	T	P	V	C	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]		
1	SLU - STR	35664	143618	0	4412	0	0	0	157936	357025	2.261	4.580
		7,11	9,88	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
2	SLU - GEO	36907	95015	0	5006	0	0	0	167478	263692	1.574	2.893
		7,16	9,84	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
3	SLV - GEO	38310	95015	0	5524	0	0	0	176767	269780	1.526	2.896
		6,91	9,84	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
4	SLE - Rara	22419	119008	0	3016	0	0	0	104180	293363	2.816	6.006
		6,87	9,83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
5	SLE - Frequente	20204	119008	0	2579	0	0	0	91804	288227	3.140	6.640
		6,99	9,83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
6	SLE - Quasi permanente	20204	119008	0	2579	0	0	0	91804	288227	3.140	6.640
		6,99	9,83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				
7	SLD	21853	119008	0	2985	0	0	0	103253	292990	2.838	6.160

n°	Tipo	S Y	R Y	W Y	T Y	P Y	V Y	C Y	Mr	Ms	FS _{RIB}	FS _{SCO}
		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]		
		6,79	9,83	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00				

Stabilità globale*Simbologia adottata*

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

Numero di cerchi analizzati 100

n°	Tipo	X _C , Y _C [m]	R [m]	X _V , Y _V [m]	X _M , Y _M [m]	FS
2	SLU - GEO	-6,00; 1,20	14,50	-13,89; -10,96	8,46; 0,00	1.776
3	SLV - GEO	-8,40; 4,80	18,78	-17,20; -11,79	9,77; 0,00	1.989

*Dettagli superficie con fattore di sicurezza minimo**Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)	
Le strisce sono numerate da monte verso valle	
N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] (L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

n°	W [kg]	α [°]	L [m]	φ [°]	c [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]	(Ctn; Ctt) [kg]
1	162,45	-31,98	0,51	29,26	0,024	0,000	0; 0
2	505,45	-29,98	0,50	30,63	0,132	0,000	0; 0
3	855,63	-28,01	0,49	32,01	0,240	0,000	0; 0
4	1189,83	-26,09	0,48	32,01	0,240	0,000	0; 0
5	1506,09	-24,19	0,48	32,01	0,240	0,000	0; 0
6	1805,22	-22,32	0,47	32,01	0,240	0,000	0; 0
7	2087,92	-20,48	0,46	32,01	0,240	0,000	0; 0
8	2354,81	-18,66	0,46	32,01	0,240	0,000	0; 0
9	2606,45	-16,86	0,45	32,01	0,240	0,000	0; 0
10	2874,70	-15,07	0,45	32,01	0,240	0,000	0; 0
11	3156,44	-13,30	0,45	32,01	0,240	0,000	0; 0
12	3424,08	-11,54	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0
13	3677,90	-9,80	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0
14	3918,14	-8,06	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0
15	4144,99	-6,33	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0
16	4358,61	-4,61	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0
17	4559,11	-2,89	0,43	32,01	0,240	0,000	0; 0
18	4746,57	-1,17	0,43	32,01	0,240	0,000	0; 0
19	4921,02	0,55	0,43	32,01	0,240	0,000	0; 0
20	5082,48	2,26	0,43	32,01	0,240	0,000	0; 0
21	5230,92	3,98	0,44	32,01	0,240	0,000	0; 0

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
22	5366,27	5,70	0,44	32.01	0,240	0,000	0; 0
23	5488,43	7,43	0,44	32.01	0,240	0,000	0; 0
24	5597,27	9,17	0,44	32.01	0,240	0,000	0; 0
25	5692,60	10,91	0,44	32.01	0,240	0,000	0; 0
26	5774,21	12,66	0,45	32.01	0,240	0,000	0; 0
27	5841,82	14,43	0,45	32.01	0,240	0,000	0; 0
28	5895,13	16,21	0,45	32.01	0,240	0,000	0; 0
29	5933,76	18,00	0,46	32.01	0,240	0,000	0; 0
30	5957,28	19,81	0,46	32.01	0,240	0,000	0; 0
31	5965,19	21,65	0,47	32.01	0,240	0,000	0; 0
32	5956,91	23,51	0,47	32.01	0,240	0,000	0; 0
33	12762,74	25,42	0,49	32.01	0,240	0,000	0; 0
34	12543,30	27,38	0,50	32.01	0,240	0,000	0; 0
35	12303,83	29,38	0,51	32.01	0,240	0,000	0; 0
36	12043,16	31,42	0,52	32.01	0,240	0,000	0; 0
37	11759,91	33,51	0,53	32.01	0,240	0,000	0; 0
38	11452,45	35,65	0,55	32.01	0,240	0,000	0; 0
39	11118,82	37,84	0,56	32.01	0,240	0,000	0; 0
40	10756,65	40,11	0,58	32.01	0,240	0,000	0; 0
41	10363,06	42,45	0,60	32.01	0,240	0,000	0; 0
42	9934,44	44,89	0,63	32.01	0,240	0,000	0; 0
43	9466,20	47,43	0,66	32.01	0,240	0,000	0; 0
44	8952,37	50,10	0,69	32.01	0,240	0,000	0; 0
45	8384,94	52,93	0,74	32.01	0,240	0,000	0; 0
46	7752,65	55,96	0,80	32.01	0,240	0,000	0; 0
47	7038,87	59,25	0,87	32.01	0,240	0,000	0; 0
48	6221,32	62,91	0,98	30.63	0,132	0,000	4283; 0
49	5306,85	67,10	1,14	29.26	0,024	0,000	0; 0
50	4163,84	72,25	1,46	29.26	0,024	0,000	0; 0
51	2335,62	79,98	2,56	29.26	0,024	0,000	0; 0

$$\Sigma W_i = 301298,70 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 121527,32 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 155333,61 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 57949,43 \text{ [kg]}$$

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

Numero di strisce 51

Caratteristiche delle strisce

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	221,25	-27,03	0,60	35.00	0,030	0,000	0; 0
2	670,57	-25,20	0,59	35.00	0,030	0,000	0; 0
3	1114,35	-23,40	0,59	38.00	0,300	0,000	0; 0
4	1562,39	-21,63	0,58	38.00	0,300	0,000	0; 0
5	1987,04	-19,87	0,57	38.00	0,300	0,000	0; 0
6	2388,79	-18,14	0,57	38.00	0,300	0,000	0; 0
7	2768,37	-16,42	0,56	38.00	0,300	0,000	0; 0
8	3126,36	-14,72	0,56	38.00	0,300	0,000	0; 0
9	3463,32	-13,03	0,55	38.00	0,300	0,000	0; 0
10	3779,69	-11,35	0,55	38.00	0,300	0,000	0; 0
11	4075,86	-9,68	0,55	38.00	0,300	0,000	0; 0
12	4352,16	-8,02	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
13	4608,85	-6,37	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
14	4862,62	-4,72	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
15	5164,49	-3,08	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
16	5454,48	-1,43	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
17	5725,42	0,21	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
18	5977,32	1,85	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
19	6210,16	3,49	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
20	6423,85	5,13	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
21	6618,28	6,78	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0
22	6793,27	8,44	0,54	38.00	0,300	0,000	0; 0

n°	W	α	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]	[°]	[m]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
23	6948,60	10,10	0,55	38,00	0,300	0,000	0; 0
24	7083,97	11,77	0,55	38,00	0,300	0,000	0; 0
25	7199,05	13,45	0,55	38,00	0,300	0,000	0; 0
26	7293,44	15,14	0,56	38,00	0,300	0,000	0; 0
27	7366,66	16,85	0,56	38,00	0,300	0,000	0; 0
28	7418,17	18,57	0,57	38,00	0,300	0,000	0; 0
29	7447,31	20,31	0,57	38,00	0,300	0,000	0; 0
30	7453,38	22,07	0,58	38,00	0,300	0,000	0; 0
31	7435,51	23,85	0,59	38,00	0,300	0,000	0; 0
32	7392,75	25,66	0,60	38,00	0,300	0,000	0; 0
33	13984,63	27,45	0,58	38,00	0,300	0,000	0; 0
34	13665,99	29,23	0,59	38,00	0,300	0,000	0; 0
35	13322,27	31,04	0,60	38,00	0,300	0,000	0; 0
36	12952,05	32,89	0,61	38,00	0,300	0,000	0; 0
37	12553,68	34,78	0,63	38,00	0,300	0,000	0; 0
38	12125,20	36,72	0,64	38,00	0,300	0,000	0; 0
39	11664,35	38,70	0,66	38,00	0,300	0,000	0; 0
40	11168,39	40,74	0,68	38,00	0,300	0,000	0; 0
41	10634,05	42,84	0,70	38,00	0,300	0,000	0; 0
42	10057,32	45,02	0,73	38,00	0,300	0,000	0; 0
43	9433,23	47,29	0,76	38,00	0,300	0,000	0; 0
44	8755,51	49,65	0,79	38,00	0,300	0,000	0; 0
45	8015,97	52,14	0,84	38,00	0,300	0,000	0; 0
46	7203,68	54,78	0,89	38,00	0,300	0,000	0; 0
47	6309,24	57,60	0,96	36,50	0,165	0,000	4545; 0
48	5364,50	60,67	1,05	35,00	0,030	0,000	0; 0
49	4300,04	64,06	1,18	35,00	0,030	0,000	0; 0
50	3044,51	67,94	1,37	35,00	0,030	0,000	0; 0
51	1488,24	72,33	1,69	35,00	0,030	0,000	0; 0

$$\Sigma W_i = 637729,30 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 252550,53 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 377408,35 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 140580,20 \text{ [kg]}$$

Risultati tiranti

Simbologia adottata

- N sforzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
 A_r area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
 L_f lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
 σ_r tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3 resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS Fattore di sicurezza (rapporto $\min(R1, R2, R3)/N$)

Combinazione n° 1 - SLU - STR

n°	N	A	L	L_f	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	14873	8,04	16,40	11,40	1849,25	0,55688	16890	73333	813900	1.136

Combinazione n° 2 - SLU - GEO

n°	N	A	L	L_f	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	16876	8,04	16,40	11,40	2098,32	0,63133	20268	73333	813900	1.201

Combinazione n° 3 - SLV - GEO

n°	N	A	L	L_f	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	

n°	N	A	L	Lf	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	18622	8,04	16,40	11,40	2315,49	0,69625	20268	73333	813900	1.088

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

n°	N	A	L	Lf	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	10169	8,04	16,40	11,40	1264,37	0,38204	40275	73333	813900	3.961

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

n°	N	A	L	Lf	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	8695	8,04	16,40	11,40	1081,13	0,32726	40275	73333	813900	4.632

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

n°	N	A	L	Lf	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	8695	8,04	16,40	11,40	1081,13	0,32726	40275	73333	813900	4.632

Combinazione n° 7 - SLD

n°	N	A	L	Lf	σ_r	u	R1	R2	R3	FS
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	10062	8,04	16,40	11,40	1251,06	0,37806	40275	73333	813900	4.003

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)**Verifica a flessione****Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
M _u	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
N _u	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

Area della sezione del tubolare 57,71 [cmq]

n° - Tipo	Y	M	N	M _u	N _u	FS
	[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
3 - SLV - GEO	8,10	8331	3067	11439	4211	1.373

Verifica a taglio**Simbologia adottata**

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
V _{Ed}	taglio agente sul palo, espresso in [kg]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kg]
FS	coefficiente di sicurezza a taglio (V _{Rd} /V _{Ed})

La verifica a taglio del micropalo è stata eseguita considerando una sezione anulare di area A = 57,71 cmq

n° - Tipo	Y	V _{Ed}	V _{Rd}	FS
	[m]	[kg]	[kg]	
3 - SLV - GEO	6,45	6017	71716	11.919

Verifica tensioni

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
- Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- σ_f tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
- τ_f tensione tangenziale in [kg/cmq]
- σ_{id} tensione ideale espressa in [kg/cmq]

Area della sezione del tubolare 57,71 [cmq]

σ_f	τ_f	σ_{id}	cmb
[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
2051,16	2,19	2051,16	4

Verifica sezione cordoli

Simbologia adottata

- M_h momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
- T_h taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
- M_v momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
- T_v taglio espresso in [kg] nel piano verticale

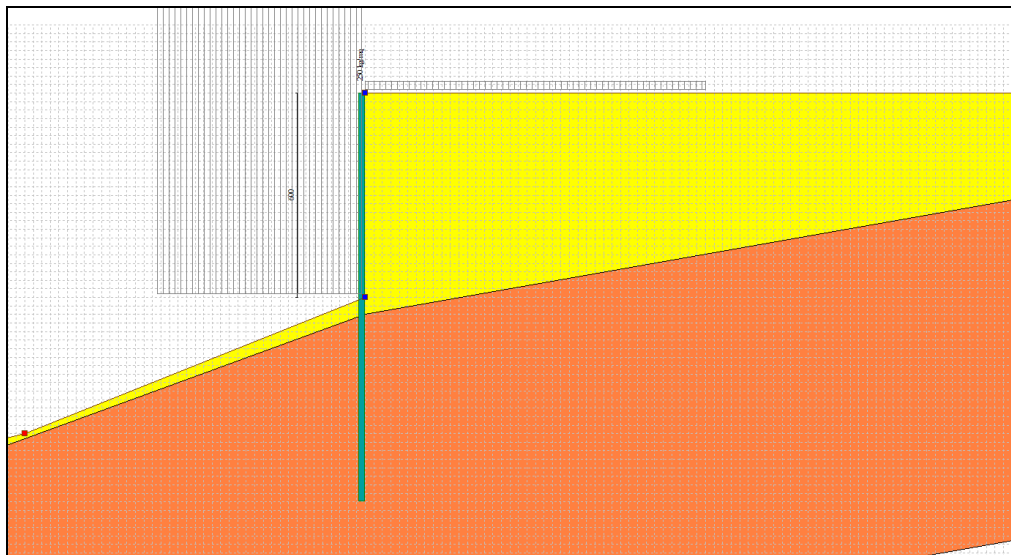
Cordolo N° 1 (X=0,00 m) (Cordolo in c.a.)

B=190,00 [cm]	H=50,00 [cm]	Staffe $\phi 12/7$	Nbh=2 - Nbv=2
$A_{fv}=15,71$ [cmq]	$A_{fh}=9,42$ [cmq]	FS=19.71	
$M_h=5807$ [kgm]	$M_{uh}=114455$ [kgm]	$FS_T=30.68$	
$T_h=8010$ [kg]	$T_{Rh}=245770$ [kg]	FS=6.71	
$M_v=4219$ [kgm]	$M_{uv}=28329$ [kgm]	$FS_{TV}=18.34$	
$T_v=5820$ [kg]	$T_R=106758$ [kg]		

---ooo---

Imboccolamento

Si ricava quindi la tensione sul tirante in condizioni di assenza di sisma , con peso a valle e modesto sovraccarico.



Risultati tiranti

Simbologia adottata

N	sfuerzo su ogni tirante della fila espresso in [kg]
A _f	area di armatura in ogni tirante espressa in [cmq]
L	lunghezza totale di progetto del tirante espressa in [m]
L _f	lunghezza di fondazione di progetto del tirante espressa in [m]
σ _f	tensione di trazione nell'acciaio del tirante espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del tirante della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]
R1, R2, R3	resistenza nei tre meccanismi considerati (sfilamento della fondazione, aderenza malta-armatura, resistenza malta) espressa in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto min(R1, R2, R3)/N)

n°	N	A _f	L _f	L	σ _f	u	R1	R2	R3	FS	cmb
	[kg]	[cmq]	[m]	[m]	[kg/cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	[kg]		
1	9541	8,04	12,00	17,00	1186,31	0,35870	16890	73333	813900	1.770	2

---ooo---

TIRANTI		T Kg
SLV COMB. 3		18622
SLE		10169
SLE IMB.		9451
tiro prova	1,2*10169	12203
Tiro SLU	1,5*18622	27933

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica non-lineare, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

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

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	PAC - Analisi e Calcolo Paratie
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ing. Lapi Daniele
Licenza	AIU4372SQ

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Modalità di presentazione dei risultati

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

Il progettista
()

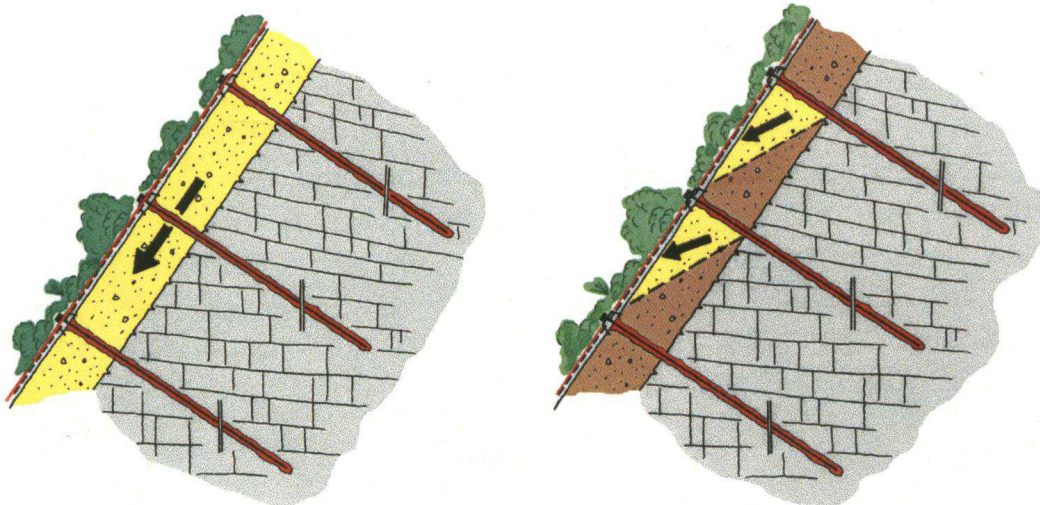
CONSOLIDAMENTO PARETE ROCCIOSA

Di seguito verranno esposti i dati caratterizzanti del versante, utilizzati nel processo di dimensionamento.

La presente verifica è subordinata alla ispezione dopo il disaggio per definire in modo certo la posizione della rete e la verifica della potenza della coltre istabile oggi considerata in 1.1 mt, con un'pendenza media del versante di 59°.

Descrizione del metodo di dimensionamento

Le condizioni di carattere eminentemente geologico e geotecnico sono sufficientemente omogenee e di conseguenza per il dimensionamento dell'intervento di consolidamento è stato impiegato un sistema di calcolo che modella la scarpata analizzandone la stabilità superficiale (intesa come scorrimento probabile di uno strato di terreno, o roccia alterata, su un substrato ritenuto stabile) e la stabilità locale (intesa come contenimento delle porzioni dello strato superficiale comprese nel reticolo degli elementi di ancoraggio, normalmente barre in acciaio ad alta resistenza).



Meccanismi di rottura considerati per il dimensionamento

Il sistema utilizzato per il dimensionamento – concetto RUVOLUM® di Ruegger e Flum, è uno tra i pochi software esistenti in cui la stabilizzazione e/o il consolidamento di un versante, che avviene per mezzo di ancoraggi strutturali, attivi e passivi, tiene conto del contributo del rivestimento superficiale del versante stesso, ossia della rete in acciaio ad alta resistenza.

Chiaramente, affinché il contributo sia sensibile, il materiale che riveste il versante, avente la funzione di distribuire lateralmente i carichi e le sollecitazioni, deve essere di caratteristiche tali da poter essere apprezzabili,

ovvero, in altre parole, avere una resistenza a trazione intrinseca elevata nelle due direzioni, ma anche una resistenza al punzonamento nota ed elevata.

La rete in acciaio, di diametro 2 mm ad alta resistenza, dovrà garantire le seguenti caratteristiche: / tipo tecco G45/2) e P25. Le barre sono tipo GEWI D=25mm.

- resistenza della rete allo sforzo di trazione parallelamente al versante, che per la rete è $Z_R = 20$ kN;
- resistenza della rete allo sforzo di pressione nella direzione dell'ancoraggio, che per la rete è $D_R = 80$ kN;
- resistenza della rete allo sforzo di taglio nella direzione dell'ancoraggio (immediatamente al di sopra della piastra romboidale), che per la rete è $P_R = 40$ kN;

I valori di resistenza ottenuti da prove di laboratorio d'accordo all'Eurocodice sono definiti come valori caratteristici; i valori di progetto sono ottenuti applicando un fattore di sicurezza riduttivo (tipicamente uguale a 1.5).

I valori di resistenza sopra riportati nascono dalla sperimentazione in laboratorio del sistema e dei suoi singoli componenti; il programma ne tiene conto nella verifica che le sollecitazioni non superino le capacità del sistema stesso. Essi intervengono nel dimensionamento che opera nello spirito della verifica di quattro prove:

- 1) prova di stabilizzazione dello strato instabile per mezzo degli ancoraggi secondo l'interasse calcolato (metodo del pendio indefinito);

$$S_d \leq S_{Rred} / \gamma_{SR}$$

Dove:

- S_d è la forza di taglio calcolata in funzione di V_{dl} (valore di dimensionamento della forza di pre-tensionamento dalla positiva influenza di V);
- S_{Rred} resistenza degli ancoraggi agli sforzi di taglio;
- γ_{SR} fattore di sicurezza per la resistenza al taglio degli ancoraggi.

- 2) prova di resistenza della rete contro lo scorrimento del terreno al di sopra delle piastre di ripartizione citate;

$$P_d \leq P_R / \gamma_{PR}$$

Dove:

- P_d è il massimo sforzo sulla rete per taglio in direzione parallela all'ancoraggio al bordo superiore della piastra;
 - P_R è la resistenza della rete al taglio in direzione parallela all'ancoraggio al bordo superiore della piastra;
 - γ_{PR} correzione per la resistenza della rete per taglio;
- 3) prova di resistenza della rete alla trasmissione del pre-carico dell'elemento di ancoraggio (normalmente mai superiore ai 30 kN);

$$Z_d \leq Z_R / \gamma_{ZR}$$

Dove:

- Z_d è la forza parallela al versante (in condizioni di equilibrio);
- Z_R la resistenza della rete agli sforzi di trazione paralleli al versante;
- γ_{ZR} il fattore di sicurezza alla trasmissione della forza Z ;

- 4) prova della rete rispetto al punzonamento

$$V_{dll} \leq D_R / \gamma_{DR}$$

Dove:

- V_{dll} è il valore di dimensionamento della forza di pre-tensionamento risultante dalla positiva influenza di V (forza di pre-tensionamento);
 - D_R resistenza della rete agli sforzi di punzonamento in direzione dell'ancoraggio;
 - γ_{DR} fattore di sicurezza per la resistenza al punzonamento.
- 5) prova della resistenza dell'ancoraggio sotto l'azione combinata di taglio (data dalla sollecitazione indotta dallo strato instabile) e trazione (data dal pre-carico dell'ancoraggio).

$$\left\{ [V_{dll} / (T_{Rred} / \gamma_{TR})]^2 + [S_d / (S_{Rred} / \gamma_{SR})]^2 \right\}^{0.5} \leq 1.0$$

$$\left\{ [P_d / (T_{Rred} / \gamma_{TR})]^2 + [S_d / (S_{Rred} / \gamma_{SR})]^2 \right\}^{0.5} \leq 1.0$$

Dove:

- V_{dll} è il valore di dimensionamento della forza di pre-tensionamento risultante dalla positiva influenza di V (forza di pre-tensionamento);
- T_{Rred} resistenza dell'ancoraggio agli sforzi di trazione;
- γ_{TR} fattore di sicurezza per la resistenza a trazione dell'ancoraggio;
- S_d forza di taglio calcolata in funzione di V_{dll} ;
- S_{Rred} resistenza dell'ancoraggio agli sforzi di taglio;
- γ_{SR} fattore di sicurezza per la resistenza al taglio dell'ancoraggio.

Una delle peculiarità del sistema scelto per il consolidamento del versante è anche quello della durata nei confronti della corrosione: la protezione è garantita dalla galvanizzazione che abbina allo Zinco una percentuale significativa di Alluminio, tale da implementare sensibilmente la durata anche in ambienti aggressivi.

In abbinamento alla rete in acciaio, dovrà essere prevista una piastra di ripartizione dei carichi trasferiti dagli ancoraggi alla rete e viceversa, in grado in sostanza di conferire, in abbinamento alla rete, in maniera omogenea i carichi con i quali gli ancoraggi sono serrati.

Il modello di calcolo applica l'Eurocodice 7 in tema di progettazione geotecnica, ossia introducendo Fattori di Sicurezza parziali, come meglio specificato in seguito, e dunque tiene conto di:

1. inclinazione del versante
2. spessore dello strato instabile
3. angolo di attrito caratteristico del terreno
4. coesione caratteristica del terreno
5. peso di volume caratteristico del terreno

Alle voci 3, 4 e 5 può essere applicato, in accordo all'Eurocodice 7, un Fattore di Sicurezza parziale ($F_\phi=1.25$ applicato alla tangente dell'angolo, $F_c=1.25$ $F_\gamma=1.0$) che ne riduce il valore dell'angolo d'attrito ϕ' e della coesione c' , mentre mantiene inalterato il peso di volume γ , rispettivamente.

Il lavorare con dei coefficienti di sicurezza parziali equivale all'impiego di un fattore di sicurezza globale che è maggiore a quello considerato nelle vecchie normative ($F_s = 1.3$), ma comunque in termini pratici vuol dire che la condizione di stabilità del versante è soddisfatta perché lontano dalla rottura. Da ciò si evince come il modello lavori in condizioni normalmente conservative.

Il programma permette poi di scegliere quale elemento di ancoraggio e consolidamento profondo sia ritenuto adatto al caso in esame; in particolare si deve individuare la tipologia, l'eventuale pre-tensione dell'elemento, l'angolo di applicazione del carico rispetto all'orizzontale e può essere imposto un decadimento delle proprietà meccaniche dell'acciaio a seguito di corrosione che può avvenire se la cementazione dell'armatura del foro non viene eseguita in maniera corretta. In accordo alle RECOMMENDATIONS CLOUTERRE 1991 (francesi), il degrado per ossidazione porta l'acciaio in barre immerso in terreni aggressivi a perdere, dopo 100 anni, 4 mm di diametro.

Calcolo della stabilità parallela al versante:

Considerando l'equilibrio nella direzione x (vedi figura sotto), si ricava l'azione di taglio agente sull'ancoraggio come:

$$S = G \cdot \sin \alpha - V \cdot \cos(\psi + \alpha) - \frac{c \cdot A + [G \cdot \cos \alpha + V \cdot \sin(\psi + \alpha)] \cdot \tan \phi'}{\gamma_{\text{mod}}}$$

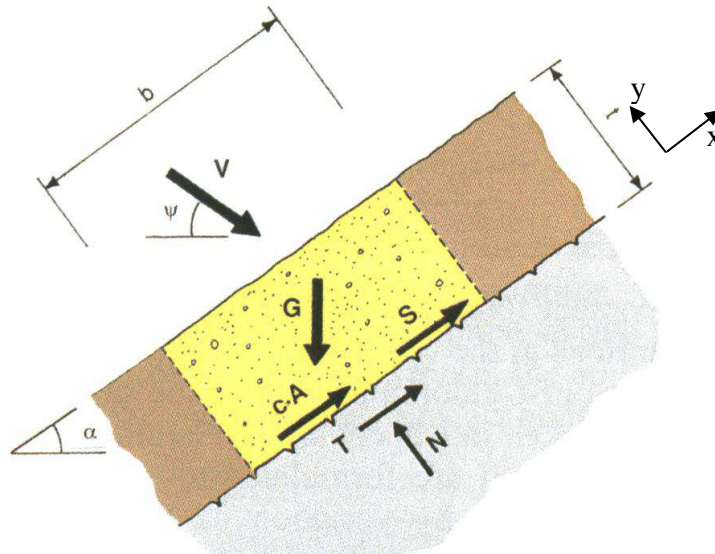
Dove:

G è il peso del corpo in giallo della figura sottostante

V è il precarico dell'ancoraggio dovuto alla pretensione dello stesso

ψ è l'inclinazione degli ancoraggi rispetto all'orizzontale

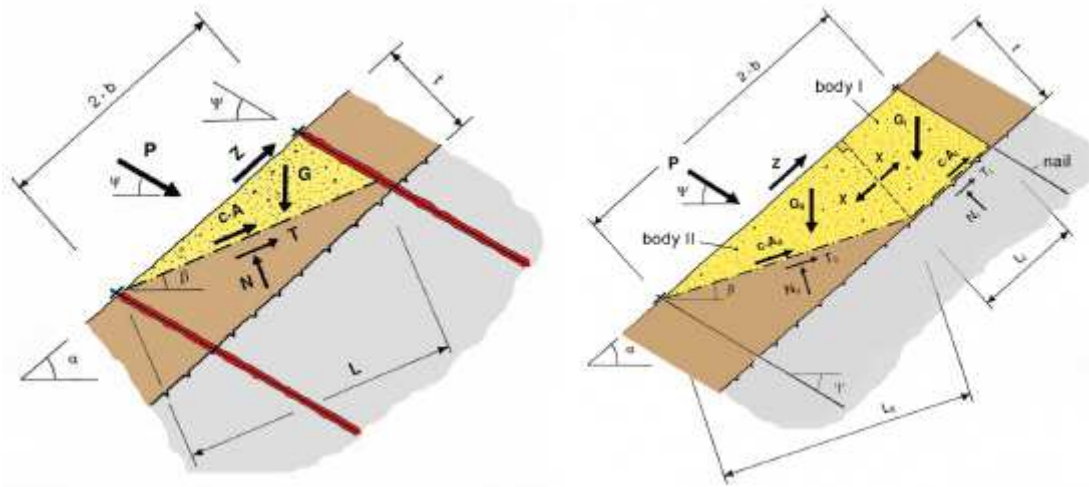
γ_{mod} è un fattore di riduzione che tiene conto delle incertezze del modello di calcolo.



Azione di taglio S sull'ancoraggio (meccanismo di rottura globale)

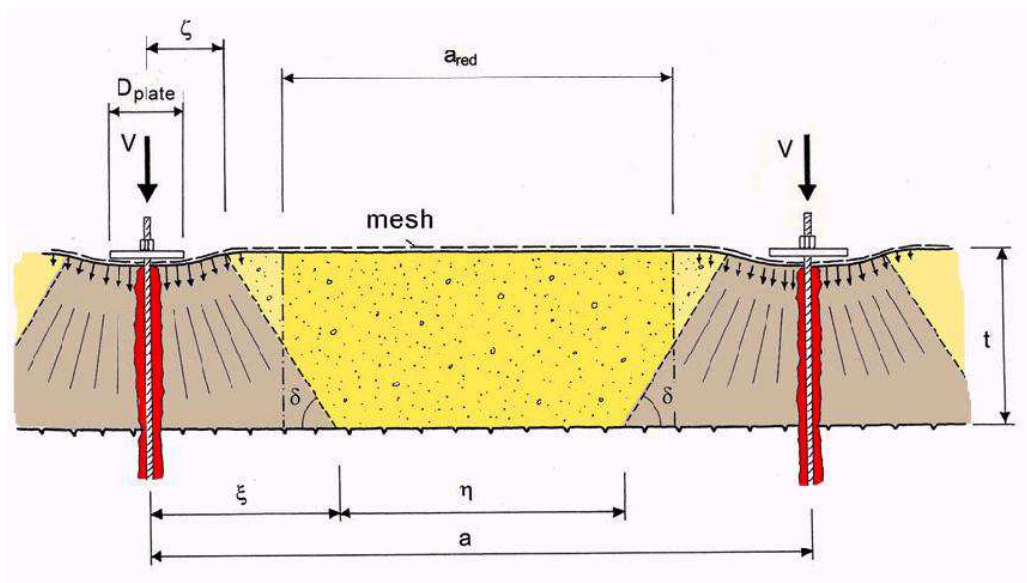
Calcolo della stabilità locale (meccanismi di rottura tra gli ancoraggi):

Sono assunti 2 tipi di meccanismi locali di rottura (vedi figura sotto). A sinistra s'ipotizza un meccanismo di rottura che coinvolge un singolo corpo instabile che scivola su una discontinuità avente un'inclinazione β sull'orizzontale. A destra s'ipotizza un meccanismo di rottura locale che coinvolge 2 corpi, dove il corpo I spinge sul corpo II.



Meccanismi di rottura locale

Nella figura sottostante si osserva una vista di fronte del corpo instabile tra gli ancoraggi, e la presenza del cono di pressione (zona stabile). L'angolo δ diminuisce con la consistenza del terreno o roccia.



Sezione trasversale del corpo instabile tra gli ancoraggi; cono di pressione attivo.

La forza stabilizzante P per il meccanismo instabile mostrato precedentemente (figura sx – meccanismo di rottura locale) è calcolata come:

$$P_1 = \frac{G \cdot \text{sen} \alpha - c \cdot A - G \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi' - Z \cdot [\cos(\alpha - \beta) + \text{sen}(\alpha - \beta) \cdot \tan \phi']}{\text{sen}(\psi + \beta) \cdot \tan \phi' + \cos(\psi + \beta)}$$

dove:

Z è la forza trasmessa dalla rete sull'ancoraggio di monte

Invece la forza stabilizzante P per il meccanismo instabile mostrato precedentemente (figura dx – meccanismo di rottura locale) è calcolata come:

$$P_2 = \frac{G_{II} \cdot [\gamma_{\text{mod}} \cdot \text{sen}\beta - \cos\beta \cdot \tan\phi'] + (X - Z) \cdot [\cos(\alpha - \beta) + \text{sen}(\alpha - \beta) \cdot \tan\phi'] - c' \cdot A_{II}}{\text{sen}(\psi + \beta) \cdot \tan\phi' + \cos(\psi + \beta) \cdot \gamma_{\text{mod}}}$$

Dove:

X è la forza di contatto del corpo I sul corpo II, calcolata come:

$$X = 1/\gamma_{\text{mod}} \cdot [G_I \cdot (\gamma_{\text{mod}} \cdot \text{sen}\alpha - \cos\alpha \cdot \tan\phi') - c' \cdot A_I]$$

Il programma di calcolo utilizzato fa variare l'inclinazione β della discontinuità a modo di trovare la forza stabilizzante massima. In altre parole il programma ricava la profondità della coltre superficiale, tale per cui si ha la massima richiesta di stabilizzazione del sistema di consolidamento, ovvero la profondità critica.

Dimensionamento

Nel seguito si illustrano i dati di input per l'analisi della soluzione; vengono considerati due diversi scenari ottenuti variando l'inclinazione del versante, individuando così due distinte aree di intervento.

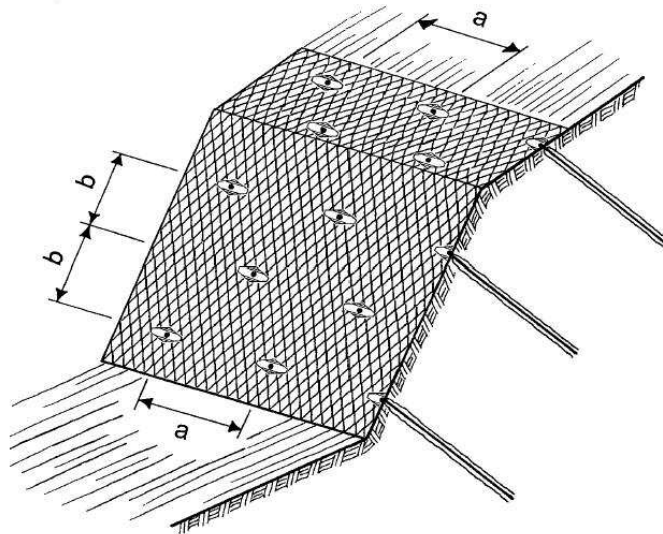
Scenario	Sp. Inst.	Inclin. Vers.	ϕ_k	c_k	γ	γ_ϕ	γ_c	γ_γ	Inclin. Ancor.
[-]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kN/m³]	[-]	[-]	[-]	[°]
1	1.1	59	38	12	23	1,25	1,25	1,00	26

Per maggiore chiarezza della tabella riguardante i diversi scenari analizzati, a completamento di quanto citato nel paragrafo precedente rispetto alla descrizione del metodo di dimensionamento, si precisa che:

- Lo spessore t instabile, cioè la profondità della coltre instabile viene valutata pari a max 1.1 mt
- Sui valori di coesione, di angolo di attrito e peso di volume operano i coefficienti riduttivi γ_ϕ , γ_c e γ_γ della tangente dell'angolo d'attrito, della coesione e del peso unitario, rispettivamente, in applicazione dell'Eurocodice 7. Gli ancoraggi ipotizzati sono del tipo 20 mm. Essi sono stati ipotizzati ad azione passiva con un'inclinazione rispetto l'orizzontale di 25° , pur avendo attribuito un pre-carico di tensionamento pari a 20 kN (affinché non si abbia a disperdere parte della loro resistenza per la reazione al movimento incipiente).
- Le analisi per il dimensionamento del sistema sono state svolte non considerando la pressione di flusso nel terreno.

Risultati

Per effetto delle considerazioni sopra espresse, in riferimento agli allegati tabulati ed allo schema sottostante



Rappresentazione schematica per l'interpretazione dei risultati

si ottiene il seguente riepilogo degli interassi (a = orizzontale, b = verticale) tra ancoraggi e tipologia di ancoraggio:

Scenario	a = H	b = V	Ancoraggi
[-]	[m]	[m]	[-]
1	3,2	3,2	25 mm

Riepilogo degli interassi tra ancoraggi

La rete individuata in fase progettuale, le cui prestazioni di elevata resistenza concorrono al dimensionamento, mobilita nel caso in esame la sua resistenza al taglio nella direzione parallela all'ancoraggio (90 kN) per spessori di meccanismi di rottura locale non superiori a 1, m. Per contro reti più deboli, giungerebbero a rottura per spessori di terreno instabile decisamente inferiori, con la conseguenza che per tali reti occorrerebbe, a parità di spessore instabile, realizzare un numero di ancoraggi molto più elevato, con evidente ricaduta negativa sull'aspetto economico del progetto.

Il meccanismo di rottura parallelo al versante è stabilizzato per mezzo di barre in acciaio, grazie alla loro resistenza al taglio e in minor grado al loro pretensionamento.

Gli ancoraggi necessari per resistere le azioni combinate di taglio e trazione secondo il meccanismo di instabilità allo scorrimento parallelo al versante sono del tipo GEWI 25 mm.

Ulteriore variabile in seno agli ancoraggi è il decadimento meccanico legato alla corrosione per ossidazione, come anticipato in precedenza. Il decadimento non è stato ammesso, ovvero, in altre parole, è stata considerata applicata ogni misura necessaria per realizzare l'ancoraggio a perfetta regola d'arte.

Degli ancoraggi ipotizzati sono riportate in seguito le resistenze caratteristiche dichiarate dai produttori. I valori di progetto della resistenza a trazione e taglio secondo le Nuove Norme Tecniche risultano dalla applicazione di un fattore di riduzione pari a 1,25, il che a favore di sicurezza è stato approssimato a 1,3 per i calcoli sviluppati.

Come citato in precedenza, il dimensionamento adotta un sistema di rivestimento delle superfici particolarmente innovativo, i cui punti essenziali sono riassumibili sia nell'elevata resistenza intrinseca del materiale costituente la rete superficiale (filo in acciaio da 1770 N/mm²), sia nelle elevate prestazioni in termini di resistenza alla trazione e nella resistenza al punzonamento, prestazioni che in ultima analisi permettono di trasferire le sollecitazioni lateralmente facendo collaborare più ancoraggi, senza giungere alla rottura.

In tutti i casi, per garantire la stabilità devono essere rispettate le seguenti condizioni di posa in opera:

1. vengano rispettate le modalità di posa della rete in acciaio suggerite dal produttore, ossia facendo aderire il più possibile la rete alla parete in maniera da esercitare una contropinta diffusa su tutto l'areale;
2. gli ancoraggi siano realizzati secondo una maglia più o meno regolare, e che siano realizzati ancoraggi supplementari per la stabilizzazione di porzioni di versante palesemente instabili, pericolose principalmente per gli operatori impegnati in parete;
3. gli ancoraggi siano mantenuti in posizione centrata rispetto al foro per mezzo di opportuni dispositivi centratrici;
4. gli ancoraggi siano realizzati di profondità adeguata allo spessore ritenuto instabile, previo adeguato dimensionamento tenendo conto di:
 - carico massimo di esercizio per il sistema impiegato
 - condizioni geotecniche dei terreni attraversati
 - diametro di perforazione
5. la boiaccia cementizia sia confezionata con additivi antiritiro, e sufficientemente fluida per intasare completamente il foro;
6. il pre-tensionamento degli ancoraggi sia effettuato con cura, per non eccedere mai i 30 kN previsti dal presente dimensionamento e a maturazione della boiaccia avvenuta, previa la posa in opera delle piastre speciali in senso ortogonale alla maglia della rete in acciaio.

Il pregio della rete individuata è infatti di potere essere tensionata e dunque essere fatta aderire al versante in maniera molto precisa. A tale scopo, pertanto, sarà necessario individuare i punti di ancoraggio/perforazione nelle cavità o depressioni eventualmente realizzate, con scavo, allo scopo. Laddove questo non risultasse possibile pena il mancato rispetto della disposizione a quinconce degli ancoraggi e soprattutto degli interassi calcolati, il ricorso a elementi di fissaggio a secco quali picchetti sagomati a manico di ombrello, di profondità compatibile con la loro infissione, potrebbe essere indispensabile.

Lunghezza degli ancoraggi

Il calcolo è stato sviluppato in accordo con le nuove Norme Tecniche delle Costruzioni, utilizzate in parallelo agli Eurocodici (EC). Gli Eurocodici sono stati sviluppati in ambito europeo, per armonizzare gli aspetti progettuali dei paesi membri, utilizzando come approccio la progettazione agli stati limite.

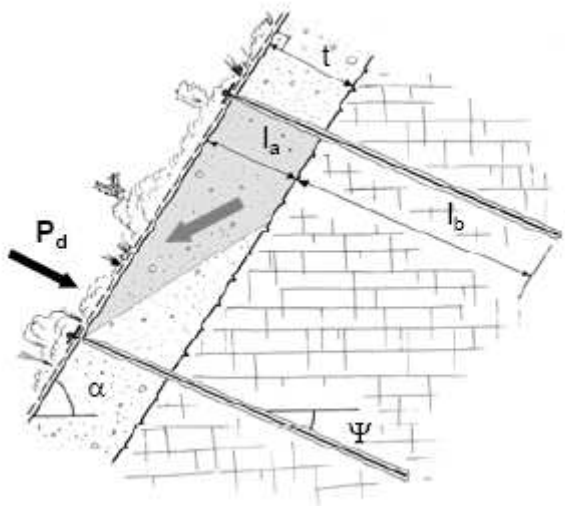
Negli Eurocodici, così come nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, si utilizzano dei coefficienti di sicurezza parziali, da applicare o alle azioni, o alle resistenze o ad entrambi, in funzione dell'approccio utilizzato. Il valore dei coefficienti di sicurezza utilizzato è indicato a livello Europeo, viene poi lasciata alle singole nazioni la possibilità di variare questi valori in funzione della propria specificità.

Gli Eurocodici sono stati la base per la redazione delle nuove Norme Tecniche, che ne recepiscono non solo lo spirito ma anche l'impostazione.

Il carico massimo applicato F_D (valore di progetto) è il maggiore tra i seguenti casi:

Caso A

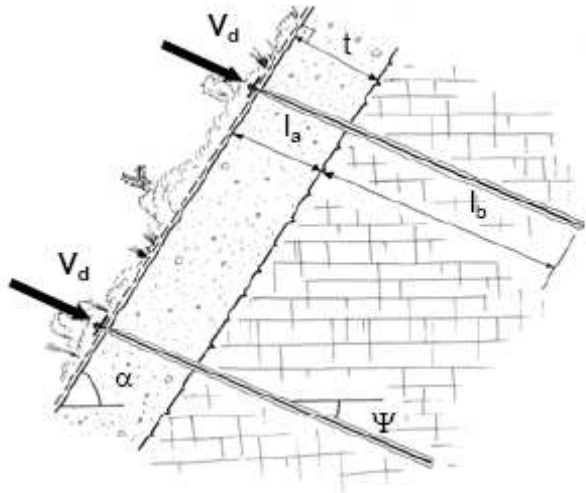
P_d : l'azione in direzione dell'ancoraggio necessaria per stabilizzare il meccanismo critico di instabilità locale (vedi figura sotto).



Caso A - verifica dell'ancoraggio soggetto al carico P_d .

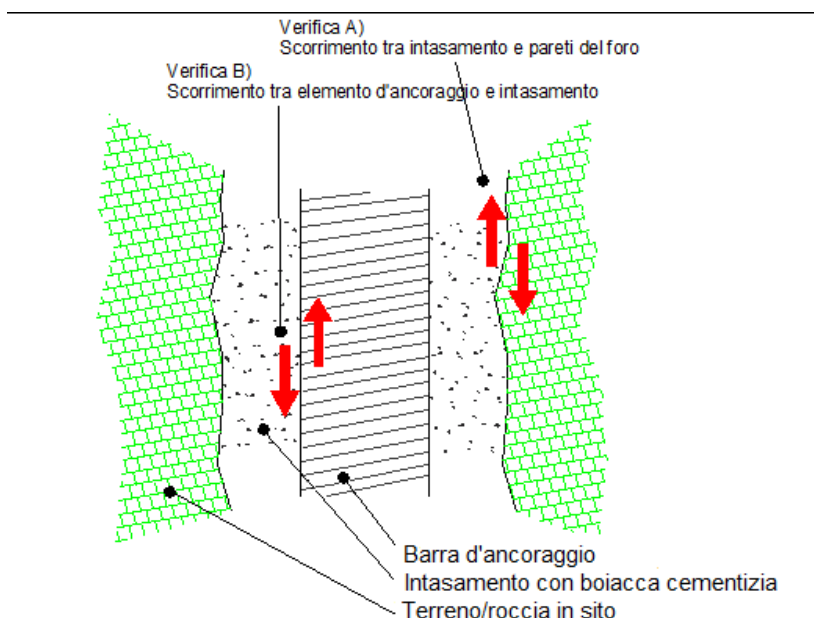
Caso B

V_d : l'azione di tiro sull'ancoraggio che contribuisce alla stabilizzazione del meccanismo di rottura parallelo al versante (vedi figura sotto).



Caso B - verifica dell'ancoraggio soggetto al carico V_d

Vengono effettuate tre differenti verifiche per il dimensionamento degli ancoraggi (vedi figura sotto): della sezione di acciaio, dell'interfaccia acciaio malta e dell'interfaccia malta-terreno; le prime due faranno riferimento agli eurocodici strutturali (EC2), l'ultima a quello che si occupa della progettazione geotecnica (EC7).



Verifiche rispetto allo sfilamento dell'ancoraggio

Verifica B sfilamento malta - acciaio

Nella seguente verifica deve essere soddisfatta la seguente equazione:

$$F_D = \frac{\tau_{s-m}}{\gamma_{s-m}} \cdot S_{Lat} \cdot L$$

dove:

- F_D ha il significato già illustrato 60
- γ_{s-m} è il fattore parziale per l'adesione malta – acciaio
- τ_{s-m} è l'adesione malta – acciaio 1.5
- S_{Lat} è la superficie effettiva di contatto malta – acciaio $3.1416 \cdot 25 = 62.8 \text{ mm}^2$
- L è la lunghezza dell'ancoraggio

Si considera un valore caratteristico dell'aderenza acciaio-malta pari a $1,5 \text{ N/mm}^2$. Utilizzando come valore del carico massimo di progetto quello massimo per i tre casi sopra descritti, F_D risulta pari a 60 kN.

Risolvendo l'equazione rispetto alla lunghezza dell'ancoraggio si ottiene: $L_1 = 2.4 \text{ m}$.

Verifica A sfilamento malta – terreno

Il diametro di perforazione è assunto pari a 42 mm (al fine di realizzare una corona di iniezione di spessore 10 mm circa, migliorando in questo modo la protezione contro la corrosione degli ancoraggi).

Sulla base del tipo di terreno presente in sito si **assume un'adesione malta – terreno τ_{M-T} pari a 0,45 MPa**. La resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio può essere espressa come:

$$\tau_R = \tau_{M-T} \cdot \phi_{foro} \cdot \pi$$

Per un diametro di foro pari a 42 mm, la resistenza allo sfilamento **dell'ancoraggio τ_R è 59.4 kN/m** circa.

Nel seguito si illustrano i calcoli realizzati tenendo conto di uno spessore della coltre di 1 m. Il valore di P_d corrisponde al massimo valore che può essere trasmesso del sistema finché la rete non subisca rottura, mentre il valore di V corrisponde all'azione di tiro sugli ancoraggi.

Alla resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio τ_R viene applicato secondo le NTC un coefficiente di riduzione della resistenza γ_R pari a 1,5 in questo caso.

Caso A:

$$P_d \text{ [kN]} = 60$$

$$L_b \cdot \tau_R / \gamma_R \geq P_d$$

$$L_b \text{ [m]} = 60 \cdot 1.5 / 59.4 = 1.51 \text{ m lunghezza ancoraggio}$$

$$L_a = t / \cos(90^\circ - \alpha - \psi)$$

Per $\alpha = 59^\circ$;

$$L_a \text{ [m]} = 96$$

$$L_{\text{tot}} \text{ [m]} = L_a + L_b = 2.47 \text{ mt}$$

Caso B:

$$V \text{ [kN]} = 20$$

$$\gamma_d \text{ [-]} = 1,5$$

$$V_d \text{ [kN]} = 30$$

$$L_b \cdot \tau_R / \gamma_R \geq V_d$$

$$L_b \cdot 59.4 / 1.5 = 30 \Rightarrow L_b \text{ [m]} = 0.8$$

$$L_{\text{tot}} \text{ [m]} = L_a + L_b = < 2.0 \text{ mt}$$

Valutando la lunghezza di progetto come quella massima ottenuta nelle due verifiche ed approssimando all'unità superiore, per tenere conto della situazione più critica oltre che del decadimento dei parametri di resistenza nella zona della superficie di scorrimento, si ritiene che una profondità di

$$L = 3.00 \text{ m}$$

possa essere adeguata per far fronte a fenomeni franosi di carattere superficiale. Tuttavia, si demanda a Impresa e Direzione dei Lavori di optare per soluzioni più cautelative se le prime perforazioni dovessero suggerire diversamente.

Di seguito si riporta una tabella con il riepilogo della lunghezza degli ancoraggi individuati per l'intervento di consolidamento:

Tipologia ancoraggi	Lunghezza [m]
25 mm	3

Riepilogo della lunghezza degli ancoraggi

Si ritiene opportuno che il consolidamento del versante possa essere conseguito con la posa di ancoraggi strutturali, in barra d'acciaio ad alta resistenza del tipo 20 mm, interconnessi in maniera solidale per mezzo di una rete in acciaio ad alta resistenza, che combina alta resistenza a trazione ma al tempo stesso una adeguata flessibilità tale da permettere una disposizione molto aderente alle superfici naturali. L'elevata resistenza della rete fa sì che non si rendano necessari reticoli di funi supplementari, di fatto spesso adottate quale rinforzo di reti commerciali molto meno robuste.

La disposizione degli ancoraggi deve seguire tendenzialmente lo schema rappresentato, ma la scelta della tipologia di rete, di fatto senza soluzioni di continuità per quanto attiene alla resistenza a trazione, permette una certa variabilità nella collocazione degli ancoraggi, che dunque saranno di preferenza realizzati nelle concavità naturali della parete per favorire maggiore aderenza e, quindi, un maggiore contributo attivo come descritto in letteratura.

Il sistema proposto è in grado di mettere in sicurezza la porzione di versante interessata dal sistema stesso con i fattori di sicurezza previsti dall'Eurocodice. E' chiaro che il risultato ottenuto in termini di sicurezza e di stabilità

del fronte dipende strettamente dalla tecnologia scelta, in particolare dalle possibilità della rete di essere tensionata e quindi di trasmettere un'azione stabilizzante al terreno. Altri tipi di intervento difficilmente possono essere altrettanto efficaci, soprattutto a parità di densità di ancoraggi.

Di seguito si riporta la verifica eseguita con il programma di calcolo della GeoBrug che conferma le precedenti verifiche inserendo il sisma

Input quantities		
Slope inclination	$\alpha=$	59.0 degrees
Layer thickness	$t=$	1.10 m
Friction angle ground (characteristic value)	$\Phi_c=$	38.0 degrees
Volume weight ground (characteristic value)	$\gamma_c=$	23.0 kN/m ³
Nail inclination	$\psi=$	26.0 degrees
Nail distance horizontal	$a=$	3.20 m
Nail distance in line of slope	$b=$	3.20 m
Load cases		
Streaming pressure		No
Earthquake		Yes
Coefficient of horizontal acceleration due to earthquake	$\epsilon_h=$	0.140 [-]
Coefficient of vertical acceleration due to earthquake	$\epsilon_v=$	0.070 [-]
Defaults and Safety Factors		
Cohesion ground (characteristic value)	$c_c=$	12.0 kN/m ²
Radius of pressure cone, top	$z=$	0.15 m
Inclination of pressure cone to horizontal	$\delta=$	45.0 degrees
Slope-parallel force	$Z_p=$	5.0 kN
Pretensioning force of the system	$V=$	20.0 kN
Partial safety correction value for friction angle	γ_ϕ	1.25 [-]
Partial safety correction value for cohesion	γ_c	1.25 [-]
Partial safety correction value for volume weight	γ_γ	1.00 [-]
Model uncertainty correction value	γ_{mod}	1.10 [-]
Dimensioning quantities		
	$\Phi_d=$	32.0 degrees
	$c_d=$	9.6 kN/m ²
	$\gamma_d=$	23.0 kN/m ³

Elements of the system		
Applied mesh type		TECCO G45/2
Applied spike plate		system spike plate P25
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	$Z_s =$	10 kN
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	$D_s =$	80 kN
Bearing resistance of mesh against shearing off in nail direction	$P_s =$	40 kN
Applied nail type		GEWI D = 25 mm
Taking into account rusting away		No
Bearing resistance of nail to tensile stress	$T_n =$	245 kN
Bearing resistance of nail to shear stress	$S_n =$	142 kN
Cross section surface of the applied nail with / without rusting away	$A =$	491 mm ²
Proofs		
Proof of the mesh against shearing off at the upslope edge of the spike plate		Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail		Fulfilled
Proof of the nail against sliding off of a superficial layer parallel to the slope		Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing		Fulfilled
Proof of the nail to combined stress		Fulfilled
The given proofs concern the investigation of superficial instabilities. Additional investigations are required if there is a risk regarding global stability of the slope. If necessary the nail type and nail pattern have to be adapted.		

Investigation of local instabilities between single nails		
Proof of the mesh against shearing off at the upslope edge of the spike plate		
Maximum stress on the mesh for shearing off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (dimensioning level).	$P_s =$	18.8 kN
Thickness of decisive sliding mechanism	$t_w =$	1.10 m
Bearing resistance of the mesh against shearing off in nail direction at the upslope edge of the spike plate (characteristic value).	$P_s =$	40.0 kN
Resistance correction value for shearing off of the mesh	$\gamma_w =$	1.5 [-]
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh against shearing off	$P_s/\gamma_w =$	26.7 kN
Proof of bearing safety	$P_s < P_s/\gamma_w$	Fulfilled
Proof of the mesh to selective transmission of the force Z onto the nail		
Slope parallel force taken into account in the equilibrium considerations	$Z_s =$	5.0 kN
Bearing resistance of the mesh to selective, slope parallel tensile stress	$Z_s =$	10.0 kN
Resistance correction value for selective, slope parallel transmission of the force Z	$\gamma_m =$	1.5 [-]
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to tensile stress	$Z_s/\gamma_m =$	6.7 kN
Proof of bearing safety	$Z_s < Z_s/\gamma_m$	Fulfilled

Investigation of slope-parallel instabilities		
Proof of the nail against sliding-off of a superficial layer parallel to the slope		
Pretensioning force effectively applied on nail	V=	20.0 kN
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{w+}	0.8 [-]
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{w+}	16.0 kN
Calculatedly required shear force at dimensioning level in function of V_{w+}	S_{r+}	93.0 kN
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{c+}	142.0 kN
Resistance correction value for shearing off of the nail	γ_{w+}	1.5 [-]
Dimensioning value of the bearing resistance of the nail to shear stress	S_w/γ_{w+}	94.7 kN
Proof of bearing safety	$S_{r+} < S_w/\gamma_{w+}$	Fulfilled
Proof of the mesh against puncturing		
Pretensioning force effectively applied on nail	V=	20.0 kN
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{w+}	1.5 [-]
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{w+}	30.0 kN
Bearing resistance of the mesh to pressure stress in nail direction	D_r	80.0 kN
Resistance correction value for puncturing	γ_{w+}	1.5 [-]
Dimensioning value of the bearing resistance of the mesh to pressure stress	D_w/γ_{w+}	53.3 kN
Proof of bearing safety	$V_{w+} < D_w/\gamma_{w+}$	Fulfilled
Proof of the nail to combined stress		
Pretensioning force effectively applied on nail	V=	20.0 kN
Load factor for positive influence of pretension V	γ_{w+}	0.8 [-]
Dimensioning value of the applied pretensioning force by positive influence of V	V_{w+}	16.0 kN
Load factor for negative influence of pretension V	γ_{w-}	1.5 [-]
Dimensioning value of the applied pretensioning force by negative influence of V	V_{w-}	30.0 kN
Calculatedly required shear force at dimensioning level in function of V_{w+}	S_{r+}	93.0 kN
Maximum stress on the mesh for shearing-off	P_r	18.8 kN
Bearing resistance of the nail to tensile stress	T_r	245.0 kN
Bearing resistance of the nail to shear stress	S_{c+}	142.0 kN
Resistance correction value for tensile stress	γ_{w+}	1.5 [-]
Resistance correction value for shear stress	γ_{w+}	1.5 [-]
Proof of bearing safety $([V_{w+}/(T_r \gamma_{w+})]^2 + [S_{r+}/(S_{c+} \gamma_{w+})]^2)^{0.5} <= 1.0$	1.00	Fulfilled
Proof of bearing safety $([P_r/(T_r \gamma_{w+})]^2 + [S_{r+}/(S_{c+} \gamma_{w+})]^2)^{0.5} <= 1.0$	0.99	Fulfilled
Minimal tensile strength in the nail for superficial instabilities		
Dimensioning value of the static equivalent tensile force in the nail for determination of the nail length	T_r	148.8 kN

Safety is our nature

Cross-section:

Layer thickness

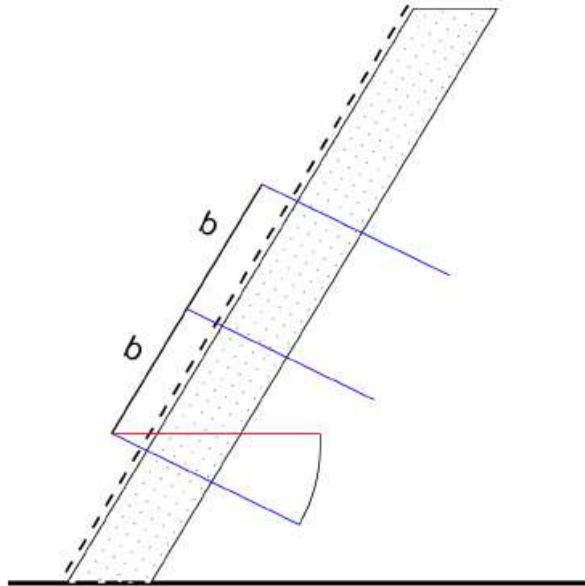
$t = 1.10$ m

Nail inclination

$\psi = 26.0$ degrees

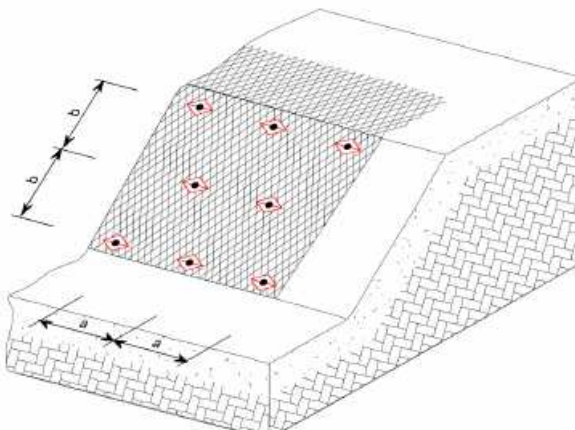
Slope inclination

$\alpha = 59.0$ degrees



View nail arrangement:

View nail arrangement:



Elements of the system	
Applied mesh type	TECCO G45/2
Applied spike plate	system spike plate P25
Bearing resistance of mesh to selective, slope parallel tensile stress	Z_R [kN] = 10
Bearing resistance of mesh to pressure stress in nail direction	D_R [kN] = 80
Bearing resistance of mesh against shearing-off in nail direction	P_R [kN] = 40
Applied nail type	GEWI D = 25 mm
Taking into account rusting away	Yes
Bearing resistance of nail to tensile stress	T_R [kN] = 245
Bearing resistance of nail to shear stress	S_R [kN] = 142
Cross-section surface of the applied nail with / without rusting away	A [mm ²] = 491

Potranno essere valutate dalla Direzione lavori modifiche al sistema di reti e ancoraggi a parità di grado di stabilizzazione.

RELAZIONE GESTIONE DELLE MATERIE

Nella presente relazione si vanno ad identificare le principali operazioni messe in atto per la realizzazione delle opere che determineranno la produzione di materiali terrigeni di risulta e/o altri materiali al fine di valutare, sin da questa fase, le opzioni applicabili per la gestione degli stessi.

Le operazioni generanti materiali di risulta sono le seguenti:

- Rimozione finitura stradale (binder);
- Rimozione massicciata stradale;
- Demolizione manufatti stradali in muratura e cls armato;
- Scavo tradizionale all'aperto;
- Disgaggio parete rocciosa;
- Trivellazione di micropali, tiranti e ancoraggi.

Tutti i materiali in esubero saranno conferiti ad un impianto di gestione rifiuti autorizzato che dovrà essere preventivamente sottoposto dall'impresa alla Direzione dei Lavori che ne verificherà la rispondenza alle normative vigenti.

L'impianto dovrà essere in grado di recepire anche i detriti di demolizione (qualora riutilizzabili ai sensi di legge).

La determinazione della gestione dei materiali di demolizione o di scavo dovrà avvenire ai sensi di legge.

Le terre e rocce provenienti dallo scavo per la realizzazione dell'opera di cui sopra, possono essere riconducibili, da un punto di vista normativo, a tre distinti regimi normativi di riferimento:

sottoprodotto – D.L. 69/2013, che detta le norme per il riutilizzo del materiale. La gestione dei materiali di scavo secondo il presente regime normativo è possibile qualora vengano rispettate tutte le condizioni individuate dalla norma.

articolo 185 – D.lgs. 152/2006, che detta le norme per l'esclusione del materiale dal regime dei rifiuti. Si applica alle terre scavate non contaminate che si intende reimpiegare in cantiere.

regime rifiuto, ossia quello dettato dalla legislazione specifica in materia di rifiuti (D. Lgs. n. 152/2006, D.M. 05/02/1998 e s.i.m.). La gestione dei materiali di scavo secondo la presente normativa

si rende necessaria nel caso in cui non sussistano le condizioni per l'esclusione dal presente regime normativogestionale.

La gestione delle terre e rocce da scavo provenienti dalla realizzazione dell'opera, prevede, nei casi sopraesposti, **l'obbligo dell'attivazione di procedure di controllo ed analisi chimiche** di classificazione che siano funzionali al corretto inquadramento del regime di riferimento.

L'ipotesi base della presente progettazione è quella di conferire a discarica autorizzata, in regime di rifiuto, il materiale proveniente dalla demolizione stradale (porzione di massicciata, binder e manufatti in muratura e cls), così come il materiale terrigeno (proveniente dalle operazioni di scavo, disgaggio e di trivellazione).

Per quanto riguarda quest'ultimo l'esigenza nasce, oltre che dalla pericolosità di reimpiegare il materiale in un'area in frana, anche dall'esigenza di sgomberare il cantiere dal materiale di risulta. La ristrettezza dei luoghi infatti non consente la materializzazione di consistenti aree di stoccaggio del materiale e le movimentazioni interne al cantiere potranno risultare estremamente difficoltose.

In tale direzione, quindi, si predisporranno le opportune attività di caratterizzazione chimico-fisica dei terreni che saranno oggetto di scavo.

Qualora l'Impresa appaltatrice intendesse riutilizzare il materiale terroso come sottoprodotto, il presente documento dovrà essere debitamente aggiornato.

Rimozione pavimentazione stradale

Le operazioni di rimozione saranno eseguite esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento/contaminazione del materiale estratto o che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

Il materiale di risulta dovrà essere gestito univocamente come rifiuto (CER 17.03.02 "miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17.03.01" per il fresato)

Rimozione massicciata

Le operazioni di rimozione saranno eseguite esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento/contaminazione del materiale estratto o che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

Il materiale di risulta dovrà essere gestito come rifiuto (CER 17.09.04 "rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17.09.01, 17.09.02 e 17.09.03")

Demolizione manufatti stradali

Le operazioni di demolizione saranno eseguite esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento/contaminazione del materiale demolito o che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

Il materiale di risulta dovrà essere gestito come rifiuto (CER 17.09.04 "rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17.09.01, 17.09.02 e 17.09.03")

Scavi e disgaggi

Gli scavi saranno eseguiti esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie di scavo che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento/contaminazione del materiale estratto o che prevedono l'uso di additivi o sostanze chimiche.

La natura meccanica dello scavo, eseguita con tale metodo, suggerisce il riutilizzo in opera dell'eventuale quantitativo necessario per i reinterri (previo soddisfacimento dei parametri chimici minimi richiesti dalla norma) ed il conferimento a discarica autorizzata del quantitativo eccedente secondo il regime dei rifiuti (CER 17.05.00 "terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio").

Trivellazioni

Le trivellazioni saranno effettuate per la realizzazione dei pali di grande diametro, per i micropali, i tiranti e le canne drenanti. Le trivellazioni saranno del tipo a rotazione per i pali di grande diametro ed a rotopercolazione per gli altri elementi. Le trivellazioni saranno eseguite esclusivamente mediante il ricorso a mezzi meccanici, senza l'impegno di altre metodologie quali l'utilizzo di fanghi che possono dare luogo a fenomeni di inquinamento/contaminazione del materiale estratto.

Il materiale di risulta dovrà essere gestito come rifiuto (CER 17.05.00 “terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio”).

Caratterizzazione chimica

La definizione dei parametri chimici da ricercare e delle metodiche di analisi da utilizzare è funzione dell'utilizzo che si vuole fare del materiale di scavo stesso.

Per l'eventuale riutilizzo in opera dei materiali di scavo, questi dovranno essere sottoposti a determinazioni analitiche di laboratorio su campioni rappresentativi della composizione media dell'intera massa del materiale, volte alla ricerca di alcuni analiti ritenuti significativi tra quelli elencati in tabella 1, allegato 5 alla Parte Quarta del D.lgs. 152/2006.

Per quanto concerne invece il materiale escavato e/o demolito che sarà trattato secondo il regime dei rifiuti, andranno condotte le dovute analisi richieste dall'impianto al quale sarà conferito il materiale.

Aree stoccaggio

Al fine di gestire la movimentazione si dovranno realizzare delle aree dove stoccare provvisoriamente i detriti. Vista la peculiare ubicazione dell'area di lavoro, si presuppone di realizzare un'area interna al cantiere in prossimità dell'accesso carrabile in modo da garantire l'accesso dei mezzi di trasporto del materiale di risulta.

Deposito esuberanti e rifiuti

Le quantità immediatamente riconoscibili come rifiuti saranno gestite nel regime di legge e saranno depositate per la loro caratterizzazione ed il loro allontanamento a discarica, in apposite aree ricavate all'interno dell'area di cantiere, non interferenti con le lavorazioni.

Modalità di movimentazione, trasporto e rintracciabilità

Il trasporto e la movimentazione avverranno integralmente tramite autocarri. Nel caso di trasporto di materiale non palabile si provvederà al trasporto del materiale con mezzi idonei presso impianto di trattamento/recupero/discarica debitamente autorizzato.

Terre e rocce da scavo escluse dal regime di rifiuto

Il riutilizzo interno al cantiere per la realizzazione delle opere previste potrà essere effettuato previa verifica della qualità chimico fisica dei materiali, come meglio descritto nei capitoli precedenti.

Altri materiali da scavo non escludibili dal regime di rifiuto

La rintracciabilità dei materiali che saranno gestiti in normativa rifiuti, come previsto dalla normativa vigente in tema di rifiuti (d.lgs. n. 152/2006 s.m.i.) verrà assicurata attraverso i formulari di identificazione rifiuto (FIR) e con la compilazione dei previsti registri di carico e scarico, che saranno compilati all'uscita del mezzo dal cantiere di produzione. Nei FIR saranno riportate le seguenti informazioni:

- a) la provenienza del materiale;
- b) la quantità;
- c) i risultati della certificazione analitica;
- d) la specifica destinazione.

RELAZIONE INTERFERENZE

Le opere di progetto andranno a coinvolgere l'intera sede stradale del tratto considerato e pertanto durante i lavori dovrà essere garantito un passaggio che consenta ai pedoni l'accesso alle abitazioni. Qualora comunque le lavorazioni impedissero la possibilità di lasciare un passaggio pedonale, si potrà utilizzare lo stradello esistente retrostante le abitazioni, che consente di by-passare il tratto entro cui si concentreranno le maggiori lavorazioni (paratia).

Il tratto di paratia da realizzarsi lungo la sede stradale andrà ad interferire con i seguenti sottoservizi, così come riportato nell'Elab - Tavola 1 "Planimetria stato attuale con ubicazione sottoservizi":

- linea acquedotto;
- linea gas;
- Linea fognatura esterna zancata muro ed in parte su resede stradale
- Sono presenti 5 x 3 15 allacci 5 per ogni utenza
- E' altresì presente un fontanello pubblico allacciato alla rete acquedottistica.

La fognatura mista attuale, dai sopralluoghi effettuati, non dovrebbe interferire con le operazioni di scavo e con i manufatti di progetto.

In fase di progettazione definitiva si è ipotizzata la messa in sicurezza delle linee durante l'esecuzione dei lavori mediante bypass per garantire la continuità del servizio ed il successivo ripristino delle stesse, come da specifiche degli enti gestori.

La paratia sarà realizzata sul margine di valle della strada ed i nuovi servizi, nel tratto interessato saranno spostati sul lato di monte della strada. Tale soluzione si ritiene essere la migliore in quanto i fabbricati, e quindi gli allacci alle linee principali, sono disposti tutti sul lato di monte della strada. In tal modo la disposizione consente di ripristinare gli allacci senza interferire col cordolo della paratia.

L'IMPRESA HA L'OBBLIGO DEL RAPPORTO CON GLI ENTI GESTORI e gli obblighi ed oneri conseguenti di tracciamento e verifica posizione esatta sottoservizi.