AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

- UFFICIO TECNICO -

SETTORE VIABILITA' - LOGISTICA E PROTEZIONE CIVILE

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE E DI RIORDINO GENERALE SULLE SS.RR. E SULLE SS.PP. RICOMPRESE NEI TERRITORI DEI COMUNI DI CASTEL DEL MONTE, SANTO STEFANO DI SESSANIO, CASTELVECCHIO CALVISIO, CARAPELLE CALVISIO, SAN PIO DELLE CAMERE, VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI E CALASCIO (AQ)

PROGETTO ESECUTIVO

Il Progettista	Il Responsabile del Procedimento
Ing. Giuseppe Pace	Ing. Angela Ghizzoni
	Visto Il Dirigente: Ing. Nicolino D'Amico

Opera	Allegato
RELAZIONI TECNICHE	RT02
Tavola: RELAZIONE INTERVENTI SU VERSANTI CON RETE PARAMASSI	Scala

Aggiornamenti			Data
Mod.	Data		Giugno 2025
Rev. 0			
Rev. 1			

Sommario

1. PREMESSA 2
2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI 2
3. VERIFICHE DI STABILITÀ 3
4.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO 3
4.2 GENERALITÀ SUL MODELLO DI CALCOLO 3
4.3 DESCRIZIONE METODO DI CALCOLO 4
4. INTERVENTO N°1 - S.R. 602 KM 11+350 - 5
4.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 5
4.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°1 11
4.3 CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE CON CHIODATURE 19
4.4 VERIFICA DI STABILITÀ CON LE CHIODATURE 20
4.5 RISULTATI OTTENUTI CON L'INTERVENTO 30
5. INTERVENTO N°3 - S.P. 7 KM 21+500 - 34
5.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 34
5.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°3 35
6. INTERVENTO N°4 - S.R. 17 bis KM 59+000 - 42
6.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 42
6.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°4 43
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2) 50

1. PREMESSA

In seguito al Decreto del Ministero Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili, che di concerto con il Ministro dell'economia e delle finanze n. 12 del 12 Ottobre 2021 recante titolo "Ripartizione e Utilizzo dei fondi per la messa in sicurezza e manutenzione straordinaria della rete viaria per l'accessibilità delle aree interne" e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 290 del 06 Dicembre 2021 che ha destinato la somma complessiva di Euro 300 milioni, ripartita in sei annualità, per il finanziamento delle aree interne individuate dalla strategia SNAI, l'Amministrazione Provinciale dell'Aquila ha trasmesso all'autorità competente il programma del sessennio 2021-2026, approvato con Decreto del presidente n. 22 del 31/03/2022 e successivamente autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, con nota pec n.6308 del 27/06/2022 acquisita agli atti a mezzo pec n. 14399 del 27/06/2022. Con Determinazione Dirigenziale n. 409 del 06/11/2024 è stato approvato il Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP) di cui all'Art. 3, All. I.7 Sez 1 del D.Lgs 36/2023.

Con Determinazione Dirigenziale N° 478 del 09/12/2024 avente per oggetto: "DM 12.10.2021 Area interna "Subequana". Interventi di sistemazione e di riordino generale sulle SS.RR. e sulle SS.PP. ricomprese nei territori dei Comuni di Castel del Monte, Santo Stefano di Sessanio, Castelvecchio Calvisio, Carapelle Calvisio, San Pio delle Camere, Villa Santa Lucia degli Abruzzi e Calascio (AQ)", l'Amministrazione Provinciale dell'Aquila ha affidato la "Redazione Progetto di fattibilità tecnico economica, Progetto Esecutivo, Direzione Lavori e Coordinamento per la Sicurezza, ai sensi dell'Art. 50, comma 1, lett. b) del D.Lgs. n. 36/2023".

2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il progetto si articola nella realizzazione di quattro interventi mirati, distribuiti tra i comuni di Ofena (interventi n° 1 e n° 2) e Castel del Monte (interventi n° 3 e n° 4).

L'intervento n°1 sulla S.R. 602 al km 11+350 riguarda un tratto sul quale è già presente una rete paramassi sulla quale sono evidenti fenomeni di distacco di frammenti rocciosi e dissesti del rivestimento presente e prevede il consolidamento del rivestimento e la sua integrazione nei tratti limitrofi; l'intervento n°2 sulla S.R. 602 al km 8+500 non viene trattato nella presente relazione in quanto prevede solo la sostituzione delle barriere di protezione laterali sul lato destro mentre l'intervento n°3 sulla S.P. 7 al km 21+500 riguarda un tratto con presenza di reti che manifestano un accumulo di detriti a valle per il quale viene previsto lo svuotamento degli accumuli distaccati ed il ripristino della rete esistente; infine, come per il precedente, l'intervento n°4 sulla S.R. 17bis al km 59+000 viene eseguito su un tratto con presenza di reti che manifestano un accumulo di detriti a valle per il quale oltre allo svuotamento dai suddetti detriti, viene prevista la sostituzione della rete esistente.

Per gli interventi n°1, n°3 e n°4 verranno eseguite le verifiche di stabilità e di conseguenza progettati eventuali interventi di manutenzione, ripristino ed incremento delle condizioni di sicurezza.

3. VERIFICHE DI STABILITÀ

4.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- 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. 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).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

4.2 GENERALITÀ SUL MODELLO DI CALCOLO

Le analisi di stabilità hanno seguito l'approccio indicato nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018), adottando pertanto coefficienti riduttivi per le caratteristiche di resistenza dei terreni secondo l'approccio M2.
Per tutte le verifiche condotte è stata quindi verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove per Ed si intende lo sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento critica e per Rd la resistenza al taglio disponibile.
Le Nuove Norme Tecniche prevedono inoltre che la resistenza al taglio disponibile sia ulteriormente ridotta attraverso un coefficiente $\cdot_r$ (approccio A2+M2+R2) che nel caso di verifiche di stabilità risulta essere pari a 1,1.
Pertanto, sia le analisi statiche che quelle sismiche si ritengono superate se il coefficiente di sicurezza ottenuto dal calcolo (pari a R_d/E_d) risulterà superiore a 1,1.
Le verifiche di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite rispondono a requisiti di semplicità e rapidità e sono correntemente impiegate, malgrado le loro limitazioni, nella pratica professionale e nella ricerca; ognuno dei metodi disponibili fornisce un'equazione finale che permette di determinare il coefficiente di sicurezza.
Ogni metodo assume una serie di ipotesi semplificative così da poter rendere risolvibile il sistema di equazioni che, come vedremo, risulta essere staticamenteindeterminato.
Alcuni di questi metodi sono stati risolti con metodo iterativo, vale a dire creando una procedura di calcolo che facilita la loro implementazione su macchina.
Le analisi di stabilità che adottano tali metodi sono quelle dell'equilibrio limite globale. Tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio. Scelta quindi una superficie di rottura si suddivide in conci la parte instabile, si studia dapprima l'equilibrio della singola striscia e poi si passa alla stabilità globale. Dato l'elevato numero di incognite, ogni metodo assume delle ipotesi semplificative che rendono risolvibile il sistema e sono proprio tali ipotesi che differenziano un metodo dall'altro.
Esistono diverse formulazioni ascrivibili a diversi autori per il calcolo e la soluzione di problem relativi alla stabilità dei pendii tramite metodi dell'equilibrio limite, tutti questi metodi si basano su ipotesi comuni, che sono:

- Il coefficiente di sicurezza è definito come il rapporto tra la resistenza al taglio lungo un'ipotetica superficie di scorrimento e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la stessa superficie;
- La rottura avviene, per il raggiungimento della resistenza limite, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento.
- Il coefficiente di sicurezza è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento.
- La resistenza al taglio è espressa dal criterio di Coulomb.

Nell'utilizzare tali metodi di calcolo si fa sempre riferimento a problemi piani nei quali, quindi, la superficie di scorrimento è rappresentata da una curva e si trascura ogni effetto dovuto alle sezioni adiacenti. Tali schematizzazioni sono giustificabili se le proprietà meccaniche dei terreni sono omogenee in direzione trasversale e quando l'estensione del pendio è predominante sulla dimensione trasversale.
In generale la massa di terreno compresa tra la superficie di scorrimento e la superficie del suolo viene suddivisa in conci e le forze che agiscono su ciascuna striscia possono essere calcolate imponendo le condizioni di equilibrio. L'equilibrio dell'intera massa è dato poi dalla composizione delle forze che agiscono su ciascuna striscia.

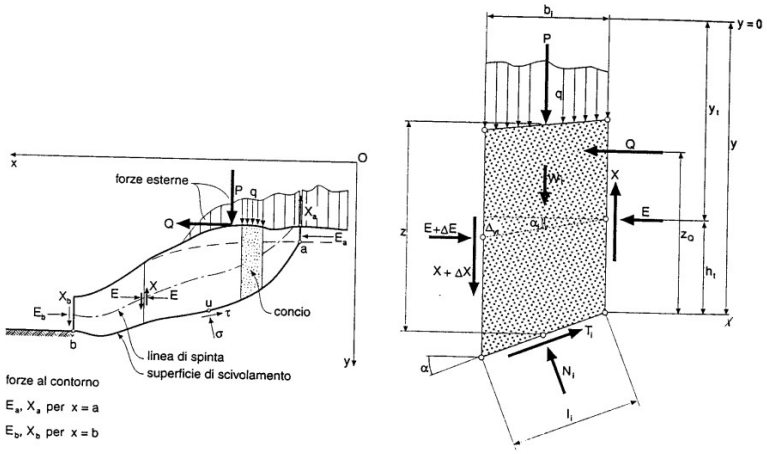


Figura 1 - Metodo delle strisce

Le forze agenti su ciascun concio sono, con riferimento alla figura precedente: Il peso W,

l'azione tangenziale alla base T, l'azione normale efficace alla base N, la spinta dell'acqua sulla base U, gli sforzi tangenziali X e quelli normali E sulle superfici laterali (forze d'interfaccia).

4.3 DESCRIZIONE METODO DI CALCOLO

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R.
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia b=l x cos(α)
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
$\mathbf{E_s}$, $\mathbf{E_d}$	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{X_s}$, $\mathbf{X_d}$	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
$\mathbf{E_a}$, $\mathbf{E_b}$	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
Δ**X**	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\mathbf{\Delta X = X_d - X_s}$
Δ**E**	variazione delle forze normali sulla striscia $\mathbf{\Delta E = E_d - E_s}$

Metodo di Fellenius (metodo svedese)

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

$$F = \frac{\Sigma_i \left(\frac{c_i b_i}{\cos\alpha_i} + [W_i \cos\alpha_i - u_i l_i] tg\phi_i \right)}{\Sigma_i W_i \sin\alpha_i}$$

dove **n** è il numero delle strisce considerate, $\mathbf{b_i}$ e $\boldsymbol{\alpha_i}$ sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ rispetto all'orizzontale, $\mathbf{W_i}$ è il peso della striscia $\mathbf{i_{esima}}$ e $\mathbf{c_i}$ e $\boldsymbol{\phi_i}$ sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.
Inoltre $\mathbf{u_i}$ ed $\mathbf{l_i}$ rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($\mathbf{l_i = b_i / \cos\alpha_i}$).
Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in **n** strisce e dalla formula precedente si ricava **F**. Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza del pendio il minimo dei coefficienti così determinati.

4. INTERVENTO N°1 - S.R. 602 KM 11+350 -

4.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento n°1 si concentra sulla manutenzione e potenziamento della rete paramassi esistente, agendo su un'infrastruttura già presente e consolidata nel paesaggio.

Le attività prevedono:

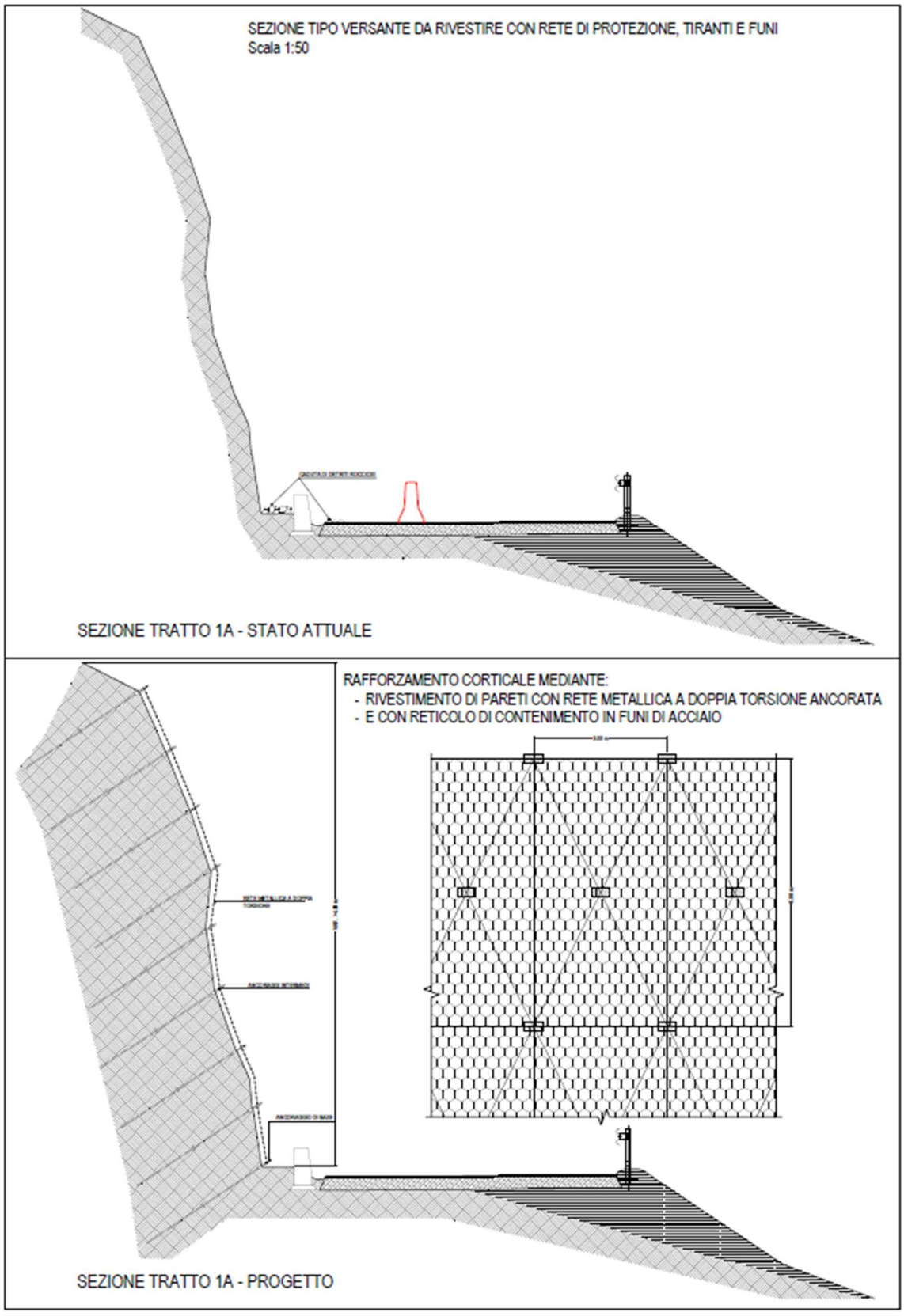
- ✓ lo svuotamento del materiale detritico accumulato, un'operazione che ripristina la funzionalità della rete senza introdurre nuove strutture o alterare l'assetto del versante;
- ✓ l'integrazione di funi e tiranti in tratti selezionati, soluzione che aumenta la resistenza strutturale della rete esistente con un impatto visivo e fisico minimo;
- ✓ l'installazione di nuove sezioni di rete dove attualmente assente, completando una copertura protettiva essenziale.

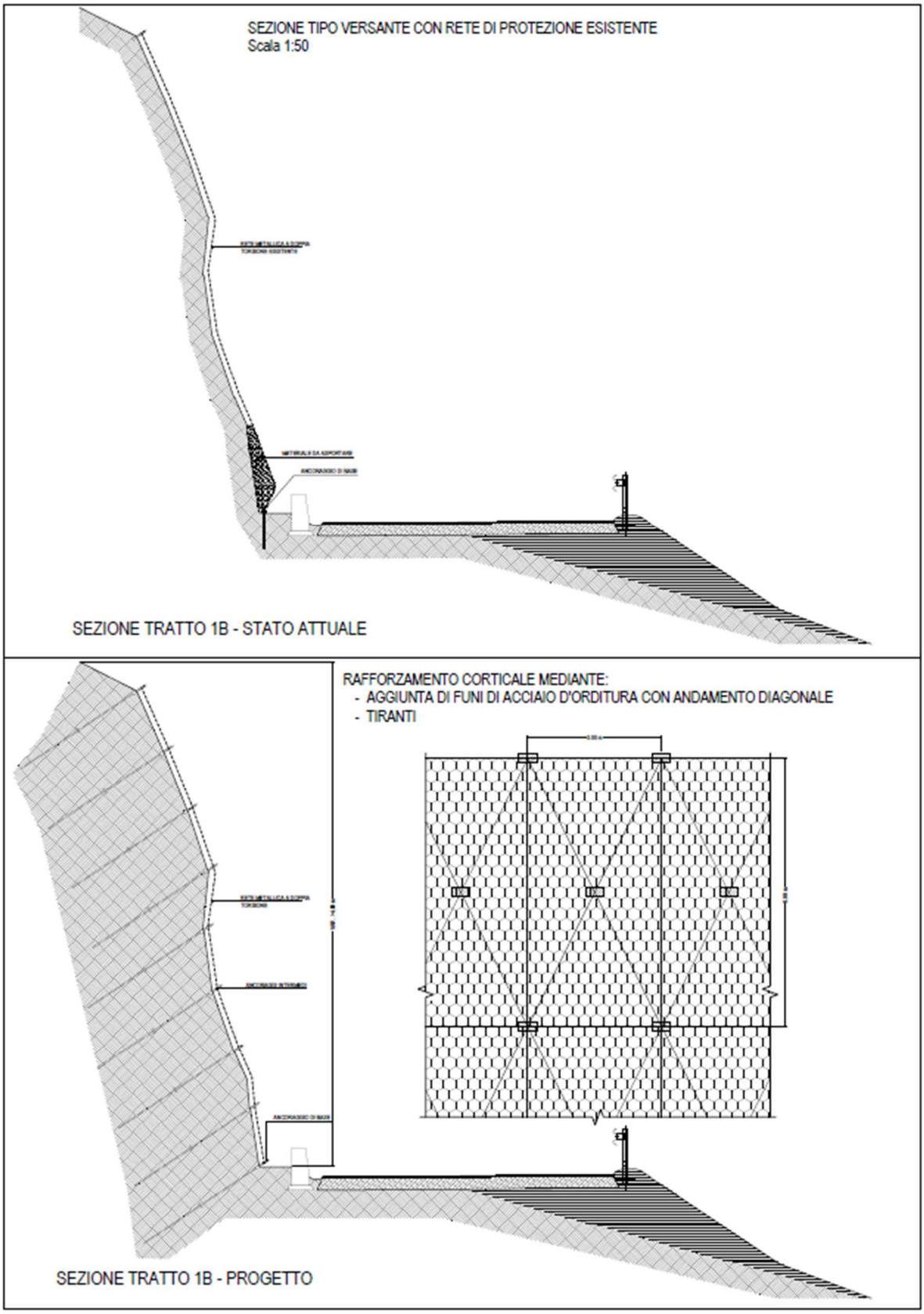


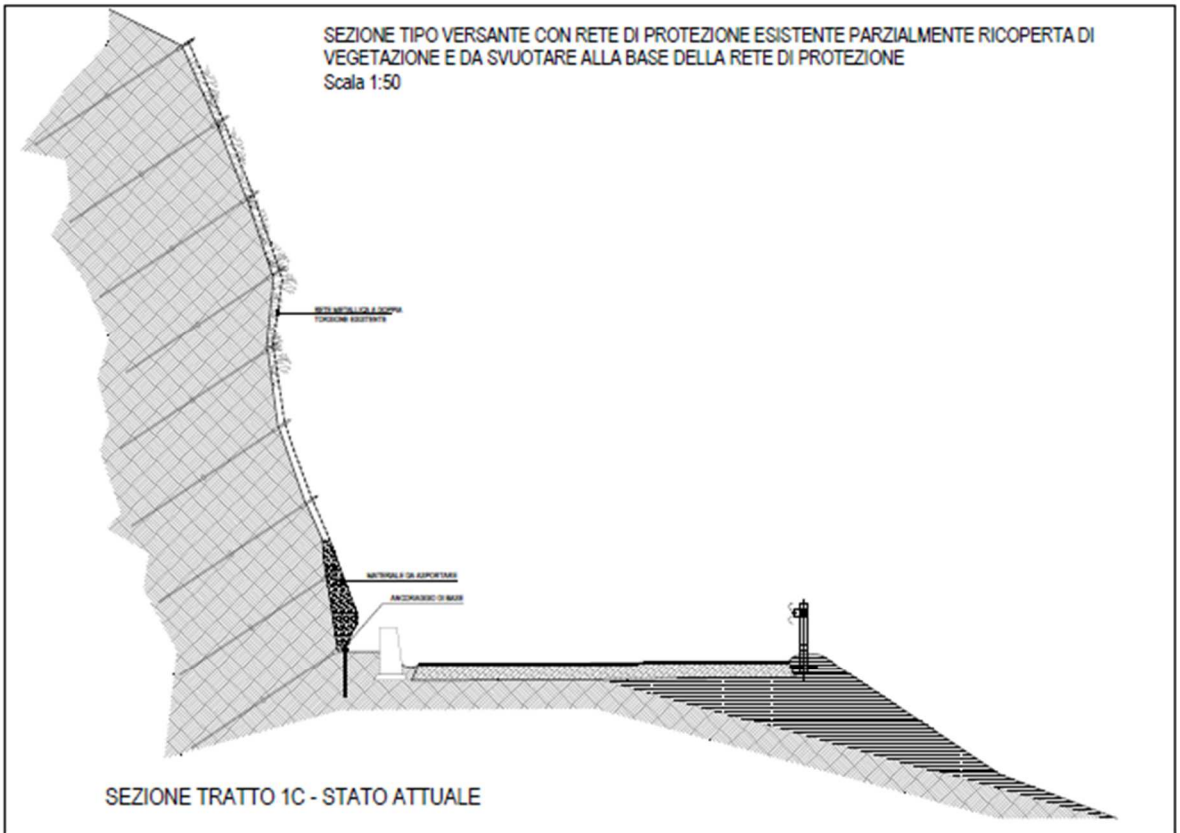


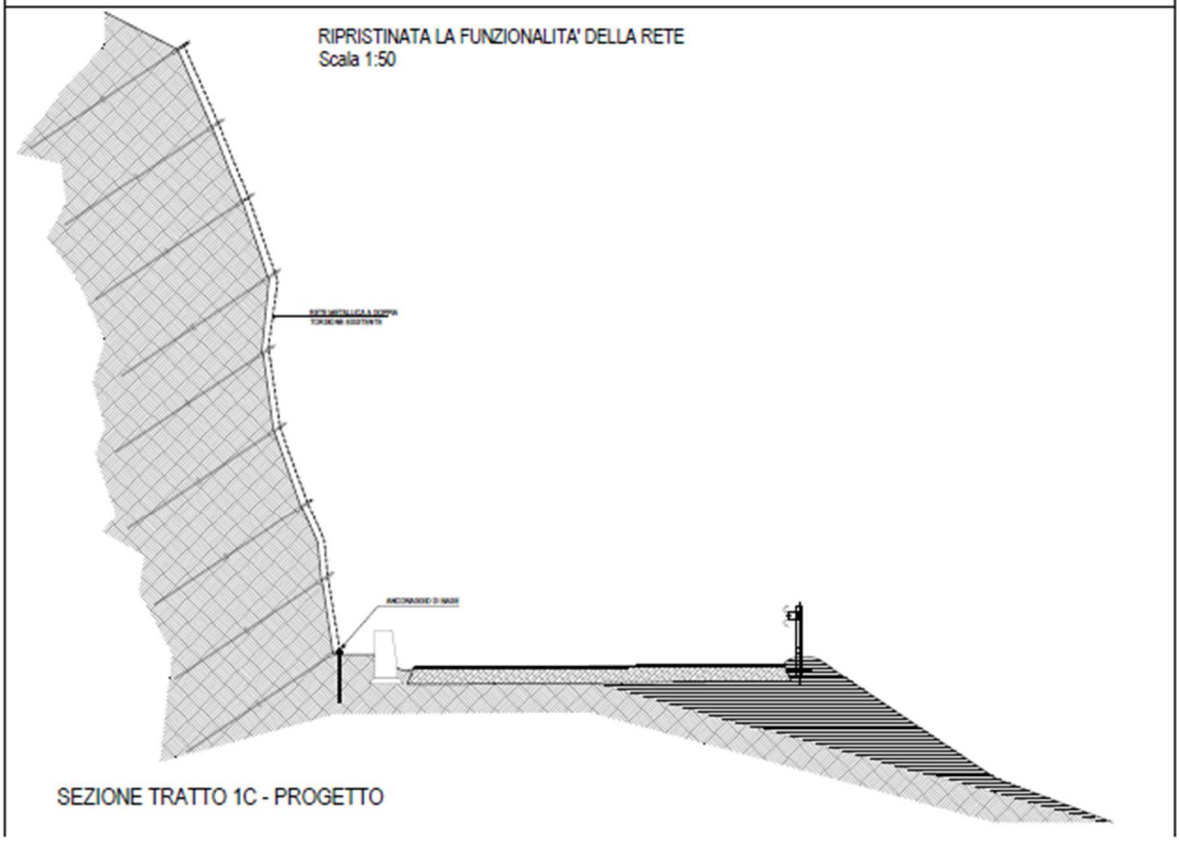
Gli interventi descritti sono stati individuati sugli elaborati di progetto con con quattro tratti denominati "Tratto 1A", "Tratto 1B", "Tratto 1C", "Tratto 1D" e "Tratto 1E", dei queli si riporta nel seguito uno schema grafico.

Per i dettagli dei veri interventi si rimanda ai grafici di progetto.

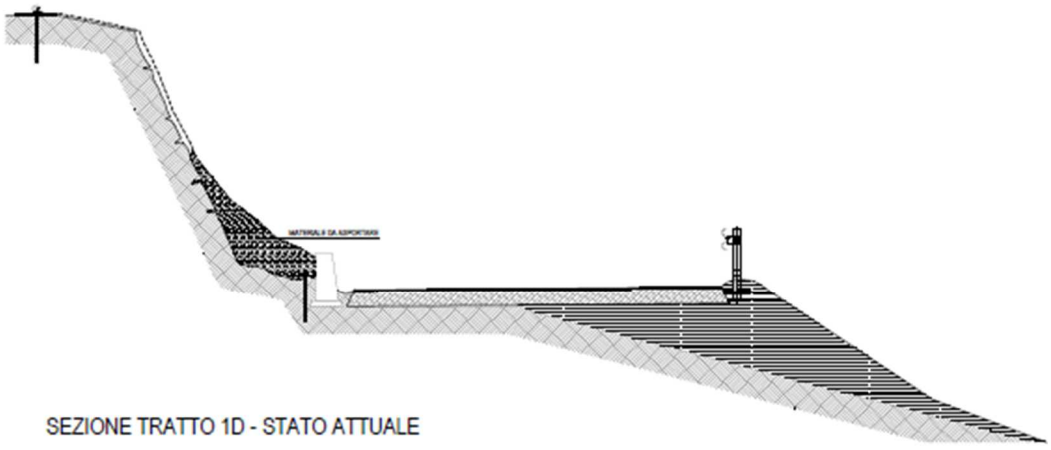

SEZIONE TIPO VERSANTE DA RIVESTIRE CON RETE DI PROTEZIONE, TIRANTI E FUNI
Scala 1:50
SEZIONE TRATTO 1A - STATO ATTUALE
RAFFORZAMENTO CORTICALE MEDIANTE:
- RIVESTIMENTO DI PARETI CON RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE ANCORATA
- E CON RETICOLO DI CONTENIMENTO IN FUNI DI ACCIAIO
SEZIONE TRATTO 1A - PROGETTO


SEZIONE TIPO VERSANTE CON RETE DI PROTEZIONE ESISTENTE
Scala 1:50
SEZIONE TRATTO 1B - STATO ATTUALE
RAFFORZAMENTO CORTICALE MEDIANTE:
- AGGIUNTA DI FUNI DI ACCIAIO D'ORDITURA CON ANDAMENTO DIAGONALE
- TIRANTI
SEZIONE TRATTO 1B - PROGETTO


SEZIONE TIPO VERSANTE CON RETE DI PROTEZIONE ESISTENTE PARZIALMENTE RICOPERTA DI VEGETAZIONE E DA SVUOTARE ALLA BASE DELLA RETE DI PROTEZIONE
Scala 1:50
SEZIONE TRATTO 1C - STATO ATTUALE

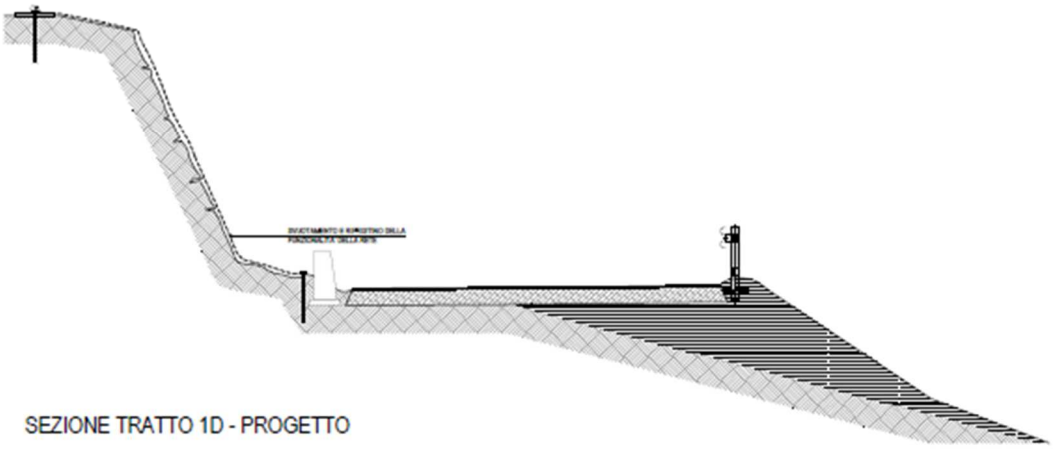

RIPRISTINATA LA FUNZIONALITA' DELLA RETE
Scala 1:50
SEZIONE TRATTO 1C - PROGETTO

SEZIONE TIPO VERSANTE DA SVUOTARE ALLA BASE DELLA RETE DI PROTEZIONE
Scala 1:50



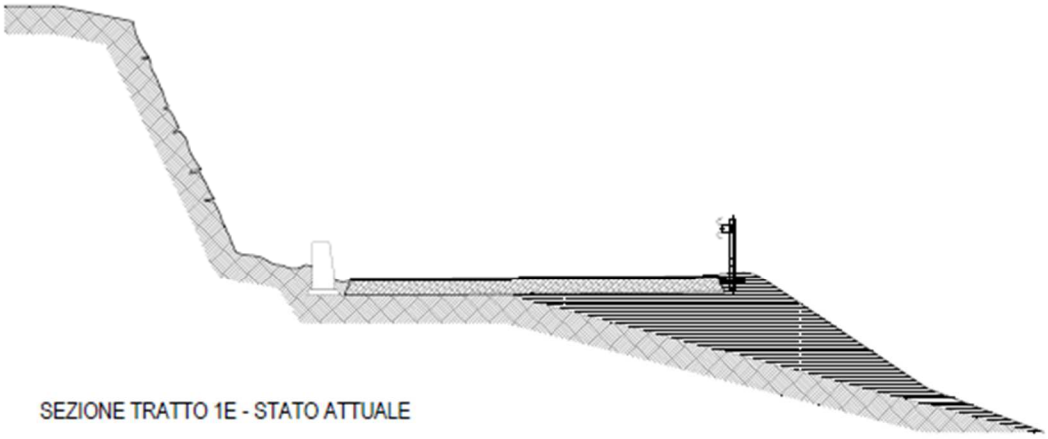
SEZIONE TRATTO 1D - STATO ATTUALE

RIPRISTINATA LA FUNZIONALITA' DELLA RETE
Scala 1:50



SEZIONE TRATTO 1D - PROGETTO

SEZIONE TIPO VERSANTE DA RIVESTIRE CON RETE DI PROTEZIONE
Scala 1:50

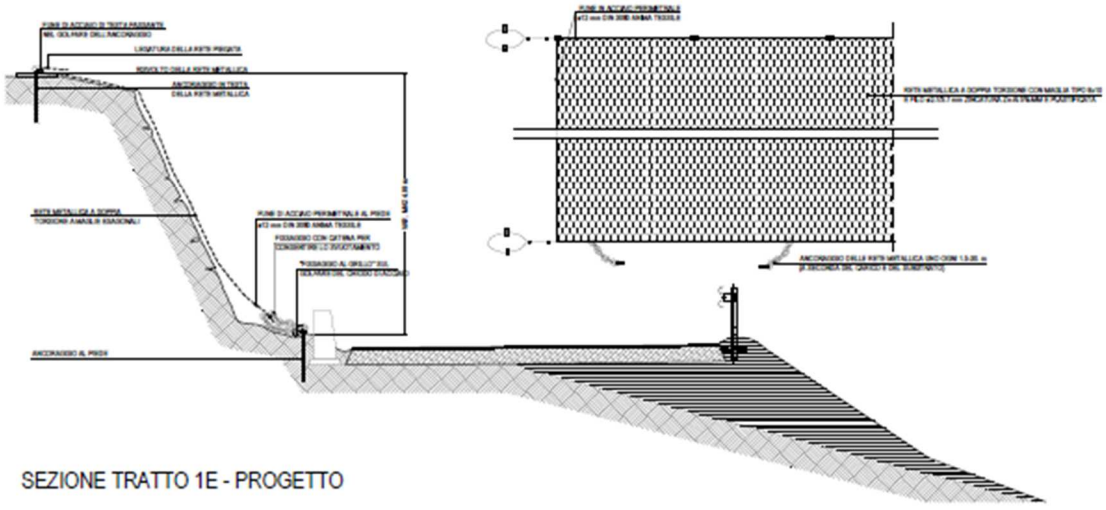


SEZIONE TRATTO 1E - STATO ATTUALE

POSA DI RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE FISSATA IN SOMMITA' E AL PIEDE CON ANCORAGGI CON GOLFARI, PIASTRE E CATENE
Scala 1:50

SEZIONE

PARTICOLARE RETE



SEZIONE TRATTO 1E - PROGETTO

4.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°1

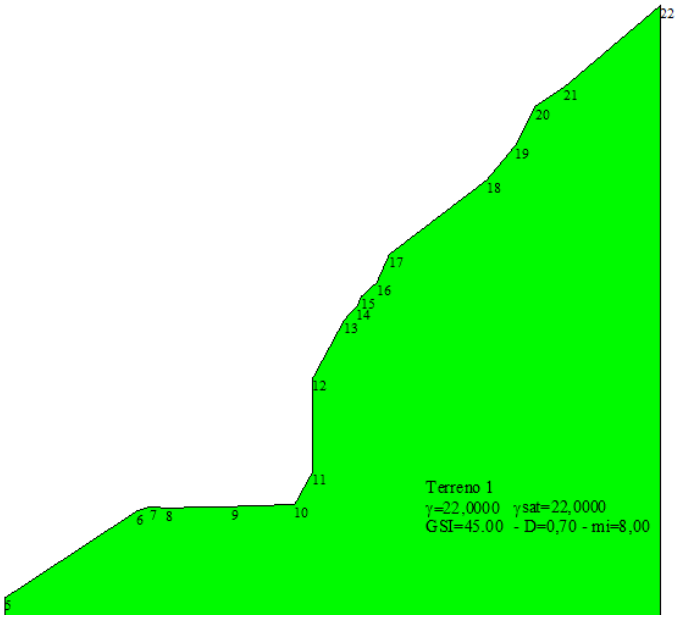
Dati

Descrizione rocce

Simbologia adottata

Nr. Indice roccia
Descrizione Descrizione
GSI Qualità ammasso roccioso (Geological Strength Index)
m_i Coefficiente materiale roccia intatta
σ_{ci} Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta espressa in kPa
D Fattore di disturbo ammasso roccioso

n°	Descrizione	γ	γ_{sat}	GSI	m_i	σ_{ci}	D
		[kN/mc]	*[kN/mc]*			*[kPa]*	
1	Terreno 1	22,00	22,00	45,00	8,00	75000	0,70



Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	0,00	6,78
2	7,49	11,71
3	8,25	11,96
4	9,17	11,90
5	12,97	11,98
6	16,51	12,10
7	17,55	13,99
8	17,55	19,30
9	19,34	22,62
10	20,06	23,39
11	20,32	23,96
12	21,20	24,75
13	21,90	26,34
14	27,45	30,57
15	29,10	32,56
16	30,23	34,79
17	31,85	35,85
18	37,38	40,54

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate
Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Terreno 1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	37,38	40,54
2	31,85	35,85
3	30,23	34,79
4	29,10	32,56
5	27,45	30,57
6	21,90	26,34
7	21,20	24,75
8	20,32	23,96
9	20,06	23,39
10	19,34	22,62
11	17,55	19,30
12	17,55	13,99
13	16,51	12,10
14	12,97	11,98
15	9,17	11,90
16	8,25	11,96
17	7,49	11,71
18	0,00	6,78
19	0,00	0,00
20	37,38	0,00

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.334241
Longitudine	13.777981
Comune	Villa Santa Lucia Degli Abruzzi
Provincia	L'Aquila
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26533 - 26755 - 26756 - 26534

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s²]		2.348	0.907
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.239	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.374	2.366
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.344	0.290
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.173	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.43	3.73
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.71	1.86

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	12.80	6.26
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.40	3.13

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	X_0 = 14,00	Y_0 = 18,00
Passo maglia	[m]	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi		Nx = 2	Ny = 4
Raggio	[m]	R = 3,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 4

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- FELLENIUS

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Criterio di rottura adottato: **Hoek-Brown non lineare**

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	170
Coefficiente di sicurezza minimo	4.567
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
FELLENIUS	170	4.567	1	12.747	170

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
C_x ascissa x del centro [m]
C_y ordinata y del centro [m]
R raggio del cerchio espresso in m
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
1	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,567 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
2	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,642 (F)	[PC]	[SLV] H -V
3	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	4,703 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
4	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,715 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
5	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,775 (F)	[PC]	[SLD] H -V
6	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	4,802 (F)	[PC]	[SLV] H -V
7	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,868 (F)	[PC]	--
8	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,868 (F)	[A2M2]	--
9	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	4,900 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
10	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,911 (F)	[PC]	[SLD] H +V
11	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,940 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
12	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	4,978 (F)	[PC]	[SLV] H +V
13	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	4,982 (F)	[PC]	[SLD] H -V
14	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	4,988 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
15	C	14,00	18,00	5,00	17,55	18,26	3,61	5,020 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
16	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,105 (F)	[PC]	[SLV] H -V
17	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,108 (F)	[A2M2]	--
18	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,108 (F)	[PC]	--
19	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,120 (F)	[PC]	[SLD] H +V
20	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,127 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
21	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,137 (F)	[PC]	[SLV] H +V
22	C	14,00	20,00	6,00	17,55	19,38	9,02	5,148 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
23	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,204 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
24	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,222 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
25	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,285 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
26	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,321 (F)	[PC]	[SLD] H -V
27	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,331 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
28	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,342 (F)	[PC]	[SLV] H -V
29	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,369 (F)	[PC]	[SLV] H +V
30	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,404 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
31	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,407 (F)	[PC]	[SLV] H -V
32	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,433 (F)	[PC]	[SLD] H +V
33	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,475 (F)	[PC]	--
34	C	16,00	20,00	6,00	17,55	20,42	19,98	5,475 (F)	[A2M2]	--
35	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,481 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
36	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,529 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
37	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,598 (F)	[PC]	[SLD] H -V
38	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,618 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
39	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,631 (F)	[PC]	[SLD] H -V
40	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,661 (F)	[PC]	[SLV] H +V
41	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,688 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V

N°	F	C_x [m]	C_y [m]	R [m]	x_v [m]	x_m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
42	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,701 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
43	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,715 (F)	[PC]	[SLV] H +V
44	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,733 (F)	[PC]	[SLD] H +V
45	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	5,738 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
46	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,741 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
47	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,761 (F)	[PC]	[SLD] H +V
48	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,781 (F)	[A2M2]	--
49	C	16,00	22,00	6,00	17,55	21,26	19,20	5,781 (F)	[PC]	--
50	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,791 (F)	[A2M2]	--
51	C	16,00	20,00	5,00	17,55	19,86	12,79	5,791 (F)	[PC]	--
52	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	5,841 (F)	[PC]	[SLV] H -V
53	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	5,943 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
54	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	5,994 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
55	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,028 (F)	[PC]	[SLD] H -V
56	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,088 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
57	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,126 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
58	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,138 (F)	[PC]	[SLV] H -V
59	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,160 (F)	[A2M2]	--
60	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,160 (F)	[PC]	--
61	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,162 (F)	[PC]	[SLD] H +V
62	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,164 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
63	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,167 (F)	[PC]	[SLV] H +V
64	C	16,00	18,00	4,00	17,55	18,52	5,49	6,169 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
65	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,186 (F)	[PC]	[SLV] H -V
66	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,281 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
67	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,281 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
68	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,295 (F)	[PC]	[SLV] H -V
69	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,300 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
70	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,361 (F)	[PC]	[SLD] H -V
71	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,401 (F)	[PC]	[SLD] H -V
72	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,433 (F)	[PC]	[SLV] H -V
73	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,465 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
74	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,483 (F)	[PC]	--
75	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,483 (F)	[A2M2]	--
76	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,510 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
77	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,522 (F)	[PC]	[SLD] H +V
78	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,531 (F)	[PC]	[SLV] H +V
79	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,550 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
80	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,550 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
81	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,566 (F)	[PC]	[SLD] H +V
82	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,566 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
83	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,585 (F)	[PC]	[SLV] H +V
84	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,588 (F)	[PC]	--
85	C	16,00	20,00	4,00	17,55	19,21	6,66	6,588 (F)	[A2M2]	--
86	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,608 (F)	[PC]	[SLD] H -V
87	C	16,00	18,00	3,00	17,55	18,03	2,03	6,624 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
88	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,673 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
89	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,677 (F)	[PC]	[SLD] H -V
90	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,715 (F)	[PC]	[SLV] H +V
91	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	6,717 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
92	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,754 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
93	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,762 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
94	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	6,766 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
95	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,785 (F)	[PC]	[SLV] H +V
96	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,786 (F)	[PC]	[SLD] H +V
97	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,807 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
98	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,824 (F)	[PC]	[SLD] H +V
99	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,833 (F)	[A2M2]	--
100	C	16,00	22,00	5,00	17,55	20,52	11,05	6,833 (F)	[PC]	--
101	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,850 (F)	[A2M2]	--
102	C	16,00	18,00	5,00	17,06	19,00	10,48	6,850 (F)	[PC]	--
103	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	6,913 (F)	[PC]	[SLV] H -V
104	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	6,926 (F)	[PC]	[SLV] H -V
105	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,058 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
106	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,137 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
107	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,179 (F)	[PC]	[SLD] H -V
108	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	7,296 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
109	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,316 (F)	[PC]	[SLD] H -V
110	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,338 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
111	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,365 (F)	[A2M2]	--
112	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,365 (F)	[PC]	--
113	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,405 (F)	[PC]	[SLV] H +V
114	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,409 (F)	[PC]	[SLD] H +V
115	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,439 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
116	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,470 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
117	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,478 (F)	[PC]	[SLV] H +V
118	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	7,485 (F)	[PC]	[SLV] H -V
119	C	14,00	20,00	5,00	17,55	18,76	3,79	7,519 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
120	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,521 (F)	[PC]	[SLD] H +V
121	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,598 (F)	[A2M2]	--
122	C	16,00	24,00	6,00	17,55	21,70	13,45	7,598 (F)	[PC]	--
123	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	7,637 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
124	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	7,673 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
125	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	7,830 (F)	[PC]	[SLD] H -V
126	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	7,831 (F)	[PC]	[SLV] H -V
127	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	7,963 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V

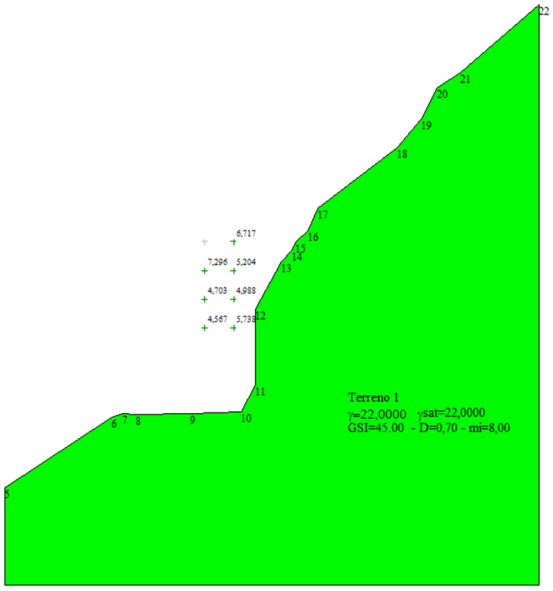
N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
128	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,026 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
129	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,075 (F)	[A2M2]	--
130	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,075 (F)	[PC]	--
131	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,078 (F)	[PC]	[SLD] H +V
132	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,080 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
133	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,083 (F)	[PC]	[SLV] H +V
134	C	14,00	22,00	6,00	17,55	19,88	6,85	8,086 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
135	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,157 (F)	[PC]	[SLV] H -V
136	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,190 (F)	[PC]	[SLD] H -V
137	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,230 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
138	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,287 (F)	[PC]	[SLV] H +V
139	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,341 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
140	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,349 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
141	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,384 (F)	[PC]	[SLD] H +V
142	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,447 (F)	[A2M2]	--
143	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	18,13	8,447 (F)	[PC]	--
144	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,511 (F)	[PC]	[SLD] H -V
145	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,761 (F)	[A2M2]	--
146	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,761 (F)	[PC]	--
147	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,769 (F)	[PC]	[SLD] H +V
148	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,774 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
149	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,781 (F)	[PC]	[SLV] H +V
150	C	16,00	20,00	3,00	17,55	18,67	2,72	8,789 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
151	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	8,836 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
152	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,092 (F)	[PC]	[SLV] H -V
153	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,348 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
154	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,563 (F)	[PC]	[SLD] H -V
155	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,759 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
156	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,796 (F)	[PC]	[SLV] H +V
157	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,832 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
158	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,860 (F)	[PC]	[SLD] H +V
159	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,901 (F)	[PC]	--
160	C	16,00	22,00	4,00	17,55	19,83	4,99	9,901 (F)	[A2M2]	--
161	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	11,219 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
162	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	11,583 (F)	[PC]	[SLV] H -V
163	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	11,949 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
164	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,258 (F)	[PC]	[SLD] H -V
165	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,432 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
166	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,514 (F)	[PC]	[SLV] H +V
167	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,592 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
168	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,654 (F)	[PC]	[SLD] H +V
169	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,747 (F)	[PC]	--
170	C	16,00	24,00	5,00	17,55	20,97	5,93	12,747 (F)	[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento
m_b	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
s	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
a	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
σ_{ci}	resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta kPa



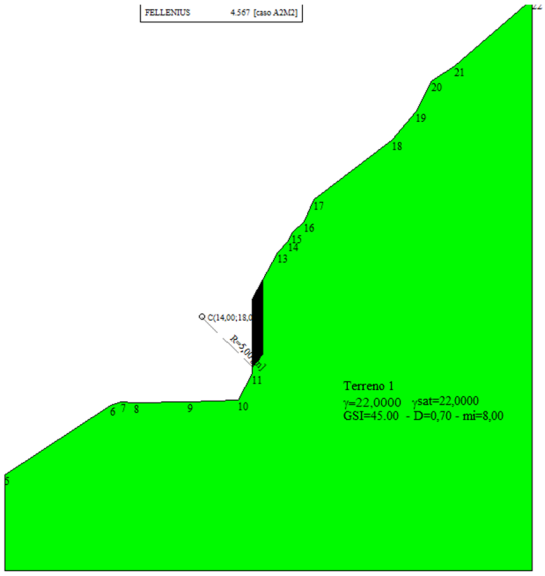
Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 14,00	Y[m]= 18,00
Raggio del cerchio	R[m]= 5,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 17,55	Y_v[m]= 14,47
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 18,26	Y_m[m]= 20,62

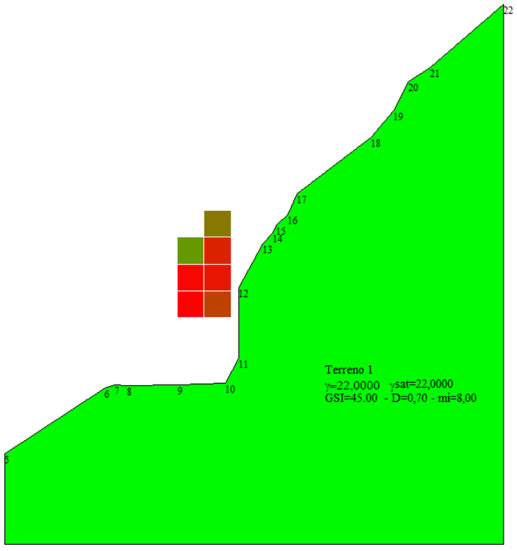
Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kPa]*
1	17,55	19,30	14,47	17,58	19,37	14,51	17,56	16,91	0,05	45,45	56.51	197
2	17,58	19,37	14,51	17,62	19,43	14,55	17,60	16,96	0,05	46,03	56.49	197
3	17,62	19,43	14,55	17,65	19,50	14,58	17,63	17,02	0,05	46,62	56.46	197
4	17,65	19,50	14,58	17,69	19,56	14,62	17,67	17,07	0,05	47,22	56.44	197
5	17,69	19,56	14,62	17,72	19,63	14,66	17,71	17,12	0,05	47,83	56.42	197
6	17,72	19,63	14,66	17,76	19,70	14,70	17,74	17,17	0,05	48,44	56.40	197
7	17,76	19,70	14,70	17,79	19,76	14,74	17,78	17,23	0,05	49,06	56.38	197
8	17,79	19,76	14,74	17,83	19,83	14,79	17,81	17,28	0,06	49,68	56.36	198
9	17,83	19,83	14,79	17,87	19,89	14,83	17,85	17,33	0,06	50,32	56.34	198
10	17,87	19,89	14,83	17,90	19,96	14,87	17,88	17,39	0,06	50,96	56.32	198
11	17,90	19,96	14,87	17,94	20,03	14,92	17,92	17,44	0,06	51,61	56.30	198
12	17,94	20,03	14,92	17,97	20,09	14,96	17,95	17,50	0,06	52,28	56.29	198
13	17,97	20,09	14,96	18,01	20,16	15,01	17,99	17,56	0,06	52,95	56.27	198
14	18,01	20,16	15,01	18,04	20,23	15,06	18,03	17,61	0,06	53,63	56.26	198
15	18,04	20,23	15,06	18,08	20,29	15,11	18,06	17,67	0,06	54,33	56.24	198
16	18,08	20,29	15,11	18,12	20,36	15,16	18,10	17,73	0,06	55,03	56.23	198
17	18,12	20,36	15,16	18,15	20,42	15,21	18,13	17,79	0,06	55,75	56.22	198
18	18,15	20,42	15,21	18,19	20,49	15,27	18,17	17,85	0,06	56,48	56.21	198
19	18,19	20,49	15,27	18,22	20,56	15,32	18,20	17,91	0,07	57,23	56.20	199
20	18,22	20,56	15,32	18,26	20,62	15,38	18,24	17,97	0,07	57,99	56.19	199



Metodo di **FELLENIUS**
Coefficiente di sicurezza F_S= 4.567
Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kN]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
1	3,79	0,00	2,49	3,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	3,82	0,00	2,47	3,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	3,84	0,00	2,45	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	3,86	0,00	2,43	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	3,88	0,00	2,41	3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	3,90	0,00	2,38	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	3,92	0,00	2,36	3,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	3,94	0,00	2,33	3,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	3,96	0,00	2,30	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	3,98	0,00	2,27	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	4,00	0,00	2,24	3,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12	4,01	0,00	2,21	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	4,03	0,00	2,17	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	4,04	0,00	2,13	3,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	4,06	0,00	2,09	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	4,07	0,00	2,05	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	4,08	0,00	2,01	3,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	4,09	0,00	1,97	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	4,10	0,00	1,92	3,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	4,11	0,00	1,87	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



Mappa Fs

4.3 CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE CON CHIODATURE

Al fine di procedere al consolidamento del versante nei casi che presentano maggiore fratturazione e che in taluni casi risultano già attualmente protette da reti ancorate con tiranti passivi, si è predisposto un intervento antierosivo integrato da un intervento di "rinforzo" attraverso chiodature aventi il duplice scopo di tenere addossato l'antierosivo alla scarpata ed incrementare la resistenza del materiale costituente il versante stesso.

Tali chiodature, del diametro di 26 mm, e collocate in perforazione del diametro non inferiore ai dp = 46 mm, sono state predisposte della lunghezza di L = 6,0 m, con l'ipotesi che la zona di ancoraggio, oltre la superficie di scorrimento, sia pari a La = 3,0 m.

Lo snervamento della barra di acciaio $F_{s,yd}$ e lo sforzo ultimo di progetto del contatto malta- terreno $N_{f,ud}$ calcolato sulla base della lunghezza di chiodo ancorata nel volume di terreno stabile (La = 3 m), sono espressi attraverso le seguenti relazioni:

$$F_{s,yd} = \frac{f_{s,yk}\ A_s}{\gamma_s}$$

$$N_{f,amm} = \frac{\pi\, D_p\ \alpha\tau_{limk}\ L_a}{\gamma_f}$$

I rinforzi saranno applicati con maglia 3.0 x 6.0 m^2 che significa applicare una tensione di confinamento:

$$\Delta\sigma'_3 = \frac{\min\{F_{s,amm}, N_{f,amm}\}}{i_t\ i_l}$$

dove:

i_l è l'interasse longitudinale dei chiodi i_t è l'interasse trasversale dei chiodi

Per quanto riguarda l'inviluppo di rottura del materiale, l'effetto dei rinforzi non cambia l'angolo di attrito dell'ammasso mentre produce un incremento fittizio di coesione pari a:

$$\Delta c' = \frac{\Delta\sigma'_3}{2}\sqrt{k_p} = \frac{\Delta\sigma'_3}{2}\sqrt{\frac{1+\sin\varphi'}{1-\sin\varphi'}}$$

4.4 VERIFICA DI STABILITÀ CON LE CHIODATURE

Dati

Descrizione rocce

Simbologia adottata

Nr. Indice roccia
Descrizione Descrizione
GSI Qualità ammasso roccioso (Geological Strength Index)
m_i Coefficiente materiale roccia intatta
σ_{ci} Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta espressa in kPa
D Fattore di disturbo ammasso roccioso

n°	Descrizione	γ	γsat	GSI	mi	σci	D
		[kN/mc]	[kN/mc]			[kPa]	
1	Terreno 1	22,00	22,00	45,00	8,00	75000	0,70

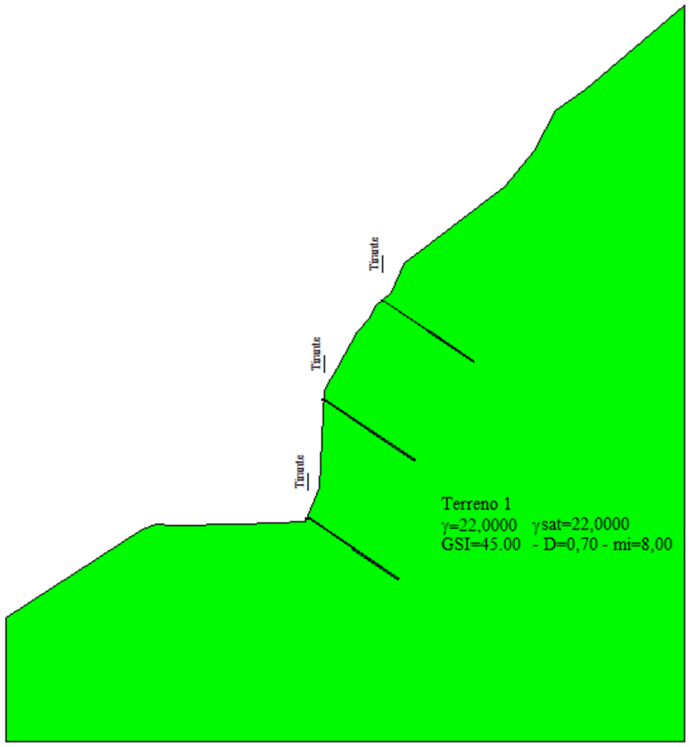
Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr. Identificativo del punto
X Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0,00	6,78
2	7,49	11,71
3	8,25	11,96
4	9,17	11,90
5	12,97	11,98
6	16,51	12,10
7	17,25	13,99
8	17,55	19,30
9	19,34	22,62
10	20,06	23,39
11	20,32	23,96
12	21,20	24,75
13	21,90	26,34
14	27,45	30,57
15	29,10	32,56
16	30,23	34,79
17	31,85	35,85
18	37,38	40,54



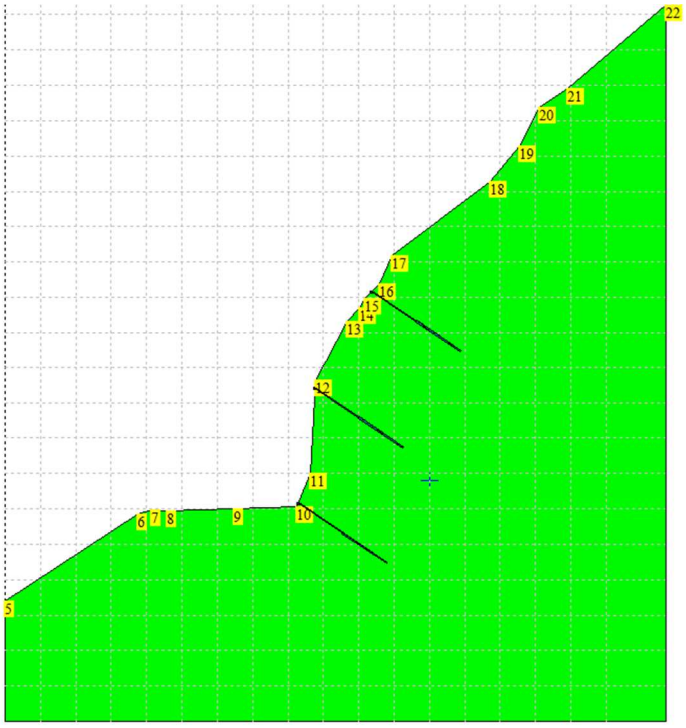
Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate
Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Terreno 1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X *[m]*	Y *[m]*
1	37,38	40,54
2	31,85	35,85
3	30,23	34,79
4	29,10	32,56
5	27,45	30,57
6	21,90	26,34
7	21,20	24,75
8	20,32	23,96
9	20,06	23,39
10	19,34	22,62
11	17,55	19,30
12	17,25	13,99
13	16,51	12,10
14	12,97	11,98
15	9,17	11,90
16	8,25	11,96
17	7,49	11,71
18	0,00	6,78
19	0,00	0,00
20	37,38	0,00



Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 3

Cordolo tirantato - Tirante

Ascissa sul profilo	16,60	m
Posizione sul cordolo	12,34	m
Altezza cordolo	0,10	m
Larghezza cordolo	0,10	m
Lunghezza totale tiranti	6,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	3,00	m
Inclinazione tiranti	34,000	
Interasse tiranti	3,00	m
Diametro tiranti	4,80	cm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	29420	kPa
Resistenza trazione (per tirante)	200,00	kN
Resistenza taglio (per tirante)	170,00	kN

Cordolo tirantato - Tirante

Ascissa sul profilo	17,52	m
Posizione sul cordolo	18,85	m
Altezza cordolo	0,10	m
Larghezza cordolo	0,10	m
Lunghezza totale tiranti	6,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	3,00	m
Inclinazione tiranti	34,000	
Interasse tiranti	3,00	m
Diametro tiranti	4,80	cm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	29420	kPa
Resistenza trazione (per tirante)	200,00	kN
Resistenza taglio (per tirante)	170,00	kN

Cordolo tirantato - Tirante

Ascissa sul profilo	20,75	m

Posizione sul cordolo	24,35	m
Altezza cordolo	0,10	m
Larghezza cordolo	0,10	m
Lunghezza totale tiranti	6,00	m
Lunghezza fondazione tiranti	3,00	m
Inclinazione tiranti	34,000	
Interasse tiranti	3,00	m
Diametro tiranti	4,80	cm
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	29420	kPa
Resistenza trazione (per tirante)	200,00	kN
Resistenza taglio (per tirante)	170,00	kN

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.334241
Longitudine	13.777981
Comune	Villa Santa Lucia Degli Abruzzi
Provincia	L'Aquila
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26533 - 26755 - 26756 - 26534

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		2.348	0.907
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.239	0.092
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.374	2.366
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.344	0.290
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.173	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.43	3.73
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.71	1.86

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	12.80	6.26
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.40	3.13

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

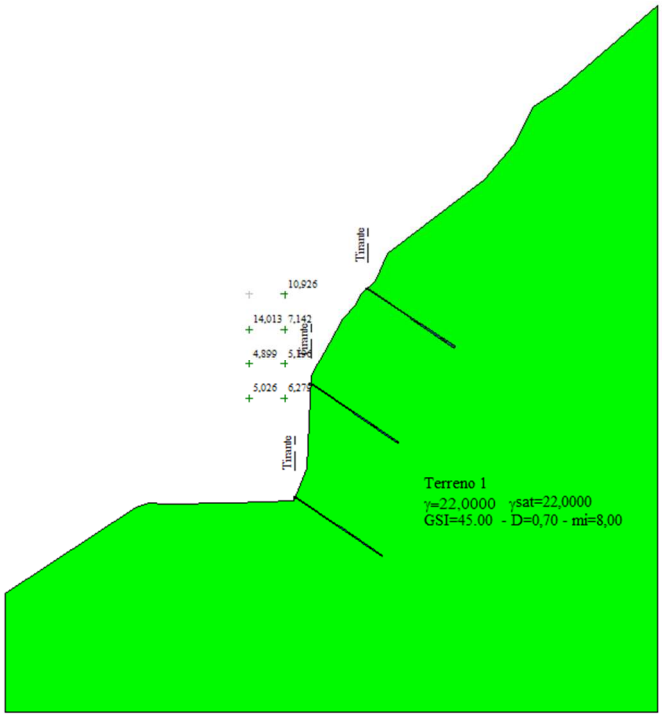
Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura



Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	X_0 = 14,00	Y_0 = 18,00
Passo maglia	[m]	dX = 2,00	dY = 2,00
Numero passi		Nx = 2	Ny = 4
Raggio	[m]	R = 3,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 4

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- FELLENIUS

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Criterio di rottura adottato: **Hoek-Brown non lineare**

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	152
Coefficiente di sicurezza minimo	4.899
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
FELLENIUS	152	4.899	1	156.942	152

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
C_x ascissa x del centro [m]
C_y ordinata y del centro [m]
R raggio del cerchio espresso in m
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
1	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	4,899 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
2	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,007 (F)	[PC]	[SLV] H -V
3	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,026 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
4	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,113 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
5	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,119 (F)	[PC]	[SLV] H -V
6	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,196 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
7	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,202 (F)	[PC]	[SLD] H -V
8	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,210 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
9	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,285 (F)	[PC]	[SLD] H -V
10	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,324 (F)	[PC]	[SLV] H -V
11	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,340 (F)	[PC]	--
12	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,340 (F)	[A2M2]	--
13	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,347 (F)	[PC]	[SLD] H +V
14	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,351 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
15	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,357 (F)	[PC]	[SLV] H +V
16	C	14,00	20,00	6,00	17,31	19,38	9,52	5,363 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V

N°	F	C_x [m]	C_y [m]	R [m]	x_v [m]	x_m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
17	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,401 (F)	[PC]	--
18	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,401 (F)	[A2M2]	--
19	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,436 (F)	[PC]	[SLD] H +V
20	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,453 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
21	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,461 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
22	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,492 (F)	[PC]	[SLV] H +V
23	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,505 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
24	C	14,00	18,00	5,00	17,26	18,26	4,30	5,526 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
25	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,554 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
26	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,561 (F)	[PC]	[SLD] H -V
27	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,601 (F)	[PC]	[SLV] H +V
28	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,638 (F)	[PC]	[SLV] H -V
29	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,644 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
30	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,679 (F)	[PC]	[SLD] H +V
31	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,731 (F)	[PC]	--
32	C	16,00	20,00	6,00	17,26	20,42	20,71	5,731 (F)	[A2M2]	--
33	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,771 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
34	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,883 (F)	[PC]	[SLD] H -V
35	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,926 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
36	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,961 (F)	[PC]	[SLV] H +V
37	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	5,993 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
38	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	6,019 (F)	[PC]	[SLD] H +V
39	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	6,058 (F)	[PC]	--
40	C	16,00	20,00	5,00	17,32	19,86	13,25	6,058 (F)	[A2M2]	--
41	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,251 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
42	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,279 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
43	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,406 (F)	[PC]	[SLV] H -V
44	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,411 (F)	[PC]	[SLV] H -V
45	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,455 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
46	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,542 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
47	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,562 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
48	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,606 (F)	[PC]	[SLV] H -V
49	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,652 (F)	[PC]	[SLD] H -V
50	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,693 (F)	[PC]	[SLD] H -V
51	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,757 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
52	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,757 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
53	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,774 (F)	[PC]	[SLV] H +V
54	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,791 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
55	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,791 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
56	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,804 (F)	[PC]	[SLD] H +V
57	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,819 (F)	[PC]	[SLV] H +V
58	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,822 (F)	[PC]	--
59	C	16,00	18,00	4,00	17,26	18,52	6,19	6,822 (F)	[A2M2]	--
60	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,845 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
61	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,866 (F)	[PC]	[SLD] H +V
62	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,883 (F)	[PC]	[SLD] H -V
63	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	6,885 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
64	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,897 (F)	[A2M2]	--
65	C	16,00	20,00	4,00	17,38	19,21	6,92	6,897 (F)	[PC]	--
66	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,914 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
67	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	6,958 (F)	[PC]	[SLV] H +V
68	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	7,000 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
69	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,020 (F)	[PC]	[SLV] H -V
70	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	7,033 (F)	[PC]	[SLD] H +V
71	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	7,082 (F)	[A2M2]	--
72	C	16,00	18,00	5,00	16,89	19,00	11,47	7,082 (F)	[PC]	--
73	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	7,142 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
74	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,153 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
75	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,264 (F)	[PC]	[SLD] H -V
76	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	7,418 (F)	[PC]	[SLV] H -V
77	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,435 (F)	[A2M2]	--
78	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,435 (F)	[PC]	--
79	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,454 (F)	[PC]	[SLD] H +V
80	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,467 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
81	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,483 (F)	[PC]	[SLV] H +V
82	C	16,00	18,00	3,00	17,32	18,03	2,46	7,501 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
83	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	7,701 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
84	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	7,948 (F)	[PC]	[SLD] H -V
85	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,064 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
86	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,136 (F)	[PC]	[SLV] H +V
87	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,205 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
88	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,260 (F)	[PC]	[SLD] H +V
89	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,342 (F)	[PC]	--
90	C	16,00	22,00	6,00	17,37	21,26	19,47	8,342 (F)	[A2M2]	--
91	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	10,896 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
92	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	10,926 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
93	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	11,225 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
94	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	11,478 (F)	[PC]	[SLV] H -V
95	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	11,515 (F)	[PC]	[SLV] H -V
96	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	11,588 (F)	[PC]	[SLV] H -V
97	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	11,954 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
98	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	12,092 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
99	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	12,141 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
100	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,264 (F)	[PC]	[SLD] H -V
101	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,438 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
102	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,520 (F)	[PC]	[SLV] H +V

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
103	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,598 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
104	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	12,640 (F)	[PC]	[SLD] H -V
105	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,661 (F)	[PC]	[SLD] H +V
106	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	12,690 (F)	[PC]	[SLD] H -V
107	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,753 (F)	[A2M2]	--
108	C	16,00	24,00	5,00	17,54	20,97	5,93	12,753 (F)	[PC]	--
109	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	12,934 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
110	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	13,106 (F)	[PC]	[SLV] H +V
111	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,112 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
112	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,224 (F)	[PC]	[SLV] H +V
113	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	13,270 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
114	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,331 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
115	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	13,404 (F)	[PC]	[SLD] H +V
116	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,416 (F)	[PC]	[SLD] H +V
117	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,543 (F)	[A2M2]	--
118	C	16,00	22,00	5,00	17,43	20,52	11,17	13,543 (F)	[PC]	--
119	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	13,604 (F)	[PC]	--
120	C	16,00	24,00	6,00	17,48	21,70	13,48	13,604 (F)	[A2M2]	--
121	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	13,670 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
122	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	14,013 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
123	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	14,420 (F)	[PC]	[SLV] H -V
124	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	14,753 (F)	[PC]	[SLV] H -V
125	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	15,209 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
126	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	15,529 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
127	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	15,910 (F)	[PC]	[SLD] H -V
128	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	16,220 (F)	[PC]	[SLD] H -V
129	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	16,368 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
130	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	16,553 (F)	[PC]	[SLV] H +V
131	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	16,738 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
132	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	16,880 (F)	[PC]	[SLD] H +V
133	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	17,091 (F)	[PC]	--
134	C	16,00	18,00	6,00	15,19	19,54	19,19	17,091 (F)	[A2M2]	--
135	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,351 (F)	[A2M2]	--
136	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,351 (F)	[PC]	--
137	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,404 (F)	[PC]	[SLD] H +V
138	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,441 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
139	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,488 (F)	[PC]	[SLV] H +V
140	C	14,00	22,00	6,00	17,42	19,88	6,98	17,538 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
141	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	22,409 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
142	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	24,237 (F)	[PC]	[SLV] H -V
143	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	26,263 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
144	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	28,148 (F)	[PC]	[SLD] H -V
145	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	31,476 (F)	[A2M2]	--
146	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	31,476 (F)	[PC]	--
147	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	32,426 (F)	[PC]	[SLD] H +V
148	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	33,090 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
149	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	33,964 (F)	[PC]	[SLV] H +V
150	C	14,00	20,00	5,00	17,38	18,76	4,03	34,977 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
151	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02	102,031 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
152	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02	156,942 (F)	[PC]	[SLV] H -V
153	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[A2M2]	[SLD] H -V
154	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[PC]	--
155	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[A2M2]	[SLV] H +V
156	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[PC]	[SLD] H +V
157	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[A2M2]	--
158	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[PC]	[SLD] H +V
159	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[A2M2]	[SLD] H +V
160	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[A2M2]	[SLV] H +V
161	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[A2M2]	[SLV] H -V
162	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[A2M2]	[SLD] H +V
163	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[PC]	[SLD] H -V
164	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[A2M2]	--
165	C	16,00	22,00	4,00	17,49	19,83	5,02		[PC]	[SLV] H +V
166	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[PC]	[SLV] H +V
167	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[PC]	[SLV] H -V
168	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[A2M2]	[SLD] H -V
169	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[PC]	--
170	C	16,00	20,00	3,00	17,44	18,67	2,82		[PC]	[SLD] H -V

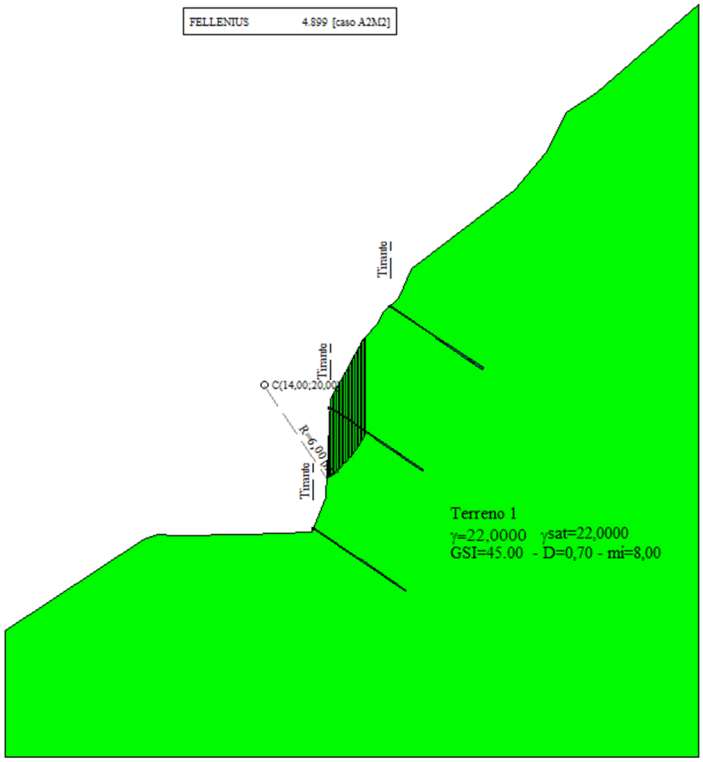
Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento
m_b	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
s	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
a	parametro del legame non-lineare di Hoek-Brown
σ_{ci}	resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta kPa



Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 14,00	Y[m]= 20,00
Raggio del cerchio	R[m]= 6,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 17,31	Y_v[m]= 14,99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 19,38	Y_m[m]= 22,66

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kPa]*
1	17,31	14,99	14,99	17,39	16,43	15,05	17,36	15,49	0,10	33,89	61.76	178
2	17,39	16,43	15,05	17,47	17,86	15,10	17,43	16,15	0,10	34,81	59.60	182
3	17,47	17,86	15,10	17,55	19,30	15,16	17,51	16,88	0,10	35,75	57.97	189
4	17,55	19,30	15,16	17,64	19,48	15,23	17,60	17,29	0,12	36,81	57.18	193
5	17,64	19,48	15,23	17,74	19,67	15,31	17,69	17,42	0,13	38,01	57.08	193
6	17,74	19,67	15,31	17,84	19,85	15,39	17,79	17,56	0,13	39,22	56.88	194
7	17,84	19,85	15,39	17,94	20,04	15,48	17,89	17,69	0,13	40,46	56.79	195
8	17,94	20,04	15,48	18,04	20,22	15,57	17,99	17,83	0,13	41,72	56.71	195
9	18,04	20,22	15,57	18,14	20,41	15,66	18,09	17,96	0,14	43,00	56.63	196
10	18,14	20,41	15,66	18,24	20,59	15,76	18,19	18,10	0,14	44,32	56.55	196
11	18,24	20,59	15,76	18,34	20,78	15,86	18,29	18,25	0,14	45,66	56.48	197
12	18,34	20,78	15,86	18,44	20,96	15,96	18,39	18,39	0,15	47,04	56.42	197

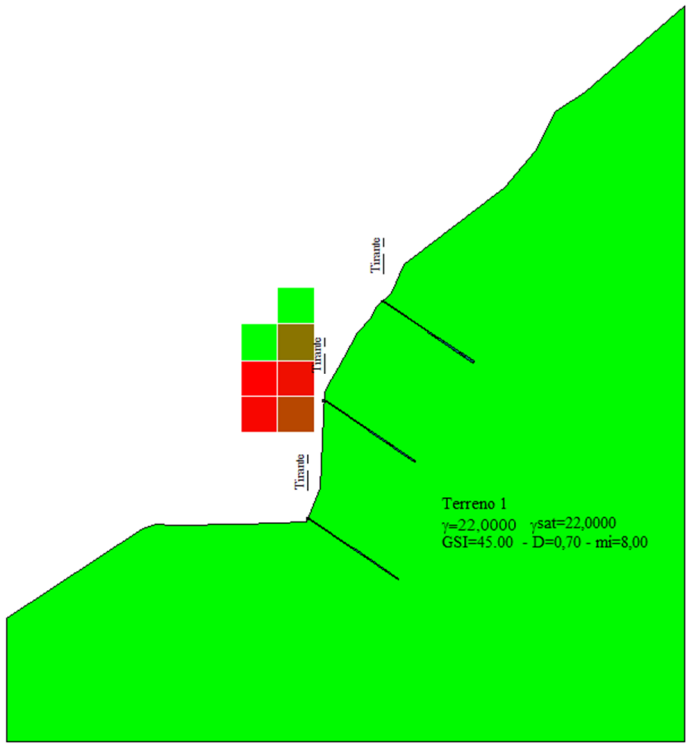
N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kPa]*
13	18,44	20,96	15,96	18,54	21,14	16,08	18,49	18,54	0,15	48,45	56.36	198
14	18,54	21,14	16,08	18,64	21,33	16,19	18,59	18,69	0,15	49,90	56.30	198
15	18,64	21,33	16,19	18,74	21,51	16,32	18,69	18,84	0,16	51,40	56.25	198
16	18,74	21,51	16,32	18,84	21,70	16,45	18,79	19,00	0,17	52,95	56.21	198
17	18,84	21,70	16,45	18,94	21,88	16,59	18,89	19,16	0,17	54,56	56.17	199
18	18,94	21,88	16,59	19,04	22,07	16,74	18,99	19,32	0,18	56,23	56.14	199
19	19,04	22,07	16,74	19,14	22,25	16,90	19,09	19,49	0,19	57,98	56.11	199
20	19,14	22,25	16,90	19,24	22,44	17,07	19,19	19,66	0,20	59,82	56.10	199
21	19,24	22,44	17,07	19,34	22,62	17,25	19,29	19,84	0,21	61,77	56.09	199
22	19,34	22,62	17,25	19,38	22,66	17,34	19,36	19,97	0,09	63,21	56.11	199

Metodo di **FELLENIUS**

Coefficiente di sicurezza F_S= 4.899

Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kN]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
1	1,21	0,00	0,98	3,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	3,64	0,00	2,91	4,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	6,06	0,00	4,78	5,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	9,18	0,00	7,12	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	9,42	0,00	7,15	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	9,65	0,00	7,17	7,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	9,87	0,00	7,17	7,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	10,08	0,00	7,15	7,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	10,29	0,00	7,11	7,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	10,48	0,00	7,04	7,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	10,67	0,00	6,96	7,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12	10,84	0,00	6,85	7,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	11,01	0,00	6,71	8,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	11,16	0,00	6,56	8,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	11,30	0,00	6,37	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	11,42	0,00	6,16	8,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	11,53	0,00	5,91	8,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	11,62	0,00	5,63	8,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	11,68	0,00	5,32	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	11,72	0,00	4,97	9,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	11,74	0,00	4,58	9,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	4,83	0,00	1,77	4,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



Mappa Fs

4.5 RISULTATI OTTENUTI CON L'INTERVENTO

INCREMENTO DELLA COESIONE NON DRENATA

fs,yk =	200	kPa	
As=	530	mm2	area barra fi 26
γs=	1,5		
Fsyd=	70666,67	N	
Dp=	46	mm	
α=	1		
τlimk=	0,3		aderenza malta-terreno
La=	3000		
γf=	1,5		
Nf,amm=	86705,4	N	
il =	6	interasse long. chiodi	
it=	3	interasse trasv. chiodi	
Δσ'3=	4816,967	N/m2=Pa	
ϕ=	40	0,697778	

Δc'= (Δσ'3/2)*(sqr(1+sinϕ')/(1-sinϕ')

Δc'= 4996,695

Per tale incremento di coesione efficace (· c') con le geometrie previste in progetto, risulta pari a circa · c' = 5 kPa.
In definitiva, per il volume di terreno rinforzato, si considerano cautelativamente i seguenti parametri di progetto:

c' = 368,27 + 5 = 373,27 kPa;

γt = 22 kN/mc;

φ' = 41,83°

I risultati delle verifiche in termini di superficie critica e relativo coefficiente di sicurezza, risultano soddisfatte, così come riportato nella tabella che segue che riporta un campione di tutte le superfici utilizzate.

Superfici analizzate [FELLENIUS]

N°	X [m]	Y [m]	R [m]	Fs	Xv [m]	Xm [m]	V [mc]	Is	Tipo	Verso S
1	14,00	20,00	6,00	4,899 [1,20]	17,31	19,38	9,52	13	A2M2 [SLV]	Verso il basso
2	14,00	20,00	6,00	5,007 [1,00]	17,31	19,38	9,52	13	PC [SLV]	Verso il basso
3	14,00	18,00	5,00	5,026 [1,20]	17,26	18,26	4,30	6	A2M2 [SLV]	Verso il basso
4	14,00	20,00	6,00	5,113 [1,20]	17,31	19,38	9,52	13	A2M2 [SLD]	Verso il basso
5	14,00	18,00	5,00	5,119 [1,00]	17,26	18,26	4,30	6	PC [SLV]	Verso il basso
6	16,00	20,00	6,00	5,196 [1,20]	17,26	20,42	20,71	14	A2M2 [SLV]	Verso il basso
7	14,00	20,00	6,00	5,202 [1,00]	17,31	19,38	9,52	13	PC [SLD]	Verso il basso
8	14,00	18,00	5,00	5,210 [1,20]	17,26	18,26	4,30	6	A2M2 [SLD]	Verso il basso
9	14,00	18,00	5,00	5,285 [1,00]	17,26	18,26	4,30	6	PC [SLD]	Verso il basso
10	16,00	20,00	6,00	5,324 [1,00]	17,26	20,42	20,71	14	PC [SLV]	Verso il basso
11	14,00	20,00	6,00	5,340 [1,00]	17,31	19,38	9,52	13	PC	---
12	14,00	20,00	6,00	5,340 [1,10]	17,31	19,38	9,52	13	A2M2	---
13	14,00	20,00	6,00	5,347 [1,00]	17,31	19,38	9,52	13	PC [SLD]	Verso l'alto
14	14,00	20,00	6,00	5,351 [1,20]	17,31	19,38	9,52	13	A2M2 [SLD]	Verso l'alto
15	14,00	20,00	6,00	5,357 [1,00]	17,31	19,38	9,52	13	PC [SLV]	Verso l'alto
16	14,00	20,00	6,00	5,363 [1,20]	17,31	19,38	9,52	13	A2M2 [SLV]	Verso l'alto
17	14,00	18,00	5,00	5,401 [1,00]	17,26	18,26	4,30	6	PC	---
18	14,00	18,00	5,00	5,401 [1,10]	17,26	18,26	4,30	6	A2M2	---
19	14,00	18,00	5,00	5,436 [1,00]	17,26	18,26	4,30	6	PC [SLD]	Verso l'alto
20	16,00	20,00	6,00	5,453 [1,20]	17,26	20,42	20,71	14	A2M2 [SLD]	Verso il basso
21	14,00	18,00	5,00	5,461 [1,20]	17,26	18,26	4,30	6	A2M2 [SLD]	Verso l'alto
22	14,00	18,00	5,00	5,492 [1,00]	17,26	18,26	4,30	6	PC [SLV]	Verso l'alto
23	16,00	20,00	5,00	5,505 [1,20]	17,32	19,86	13,25	9	A2M2 [SLV]	Verso il basso
24	14,00	18,00	5,00	5,526 [1,20]	17,26	18,26	4,30	6	A2M2 [SLV]	Verso l'alto
25	16,00	20,00	6,00	5,554 [1,20]	17,26	20,42	20,71	14	A2M2 [SLV]	Verso l'alto
26	16,00	20,00	6,00	5,561 [1,00]	17,26	20,42	20,71	14	PC [SLD]	Verso il basso
27	16,00	20,00	6,00	5,601 [1,00]	17,26	20,42	20,71	14	PC [SLV]	Verso l'alto
28	16,00	20,00	5,00	5,638 [1,00]	17,32	19,86	13,25	9	PC [SLV]	Verso il basso
29	16,00	20,00	6,00	5,644 [1,20]	17,26	20,42	20,71	14	A2M2 [SLD]	Verso l'alto
30	16,00	20,00	6,00	5,679 [1,00]	17,26	20,42	20,71	14	PC [SLD]	Verso l'alto
31	16,00	20,00	6,00	5,731 [1,00]	17,26	20,42	20,71	14	PC	---
32	16,00	20,00	6,00	5,731 [1,10]	17,26	20,42	20,71	14	A2M2	---
33	16,00	20,00	5,00	5,771 [1,20]	17,32	19,86	13,25	9	A2M2 [SLD]	Verso il basso
34	16,00	20,00	5,00	5,883 [1,00]	17,32	19,86	13,25	9	PC [SLD]	Verso il basso
35	16,00	20,00	5,00	5,926 [1,20]	17,32	19,86	13,25	9	A2M2 [SLV]	Verso l'alto
36	16,00	20,00	5,00	5,961 [1,00]	17,32	19,86	13,25	9	PC [SLV]	Verso l'alto
37	16,00	20,00	5,00	5,993 [1,20]	17,32	19,86	13,25	9	A2M2 [SLD]	Verso l'alto
38	16,00	20,00	5,00	6,019 [1,00]	17,32	19,86	13,25	9	PC [SLD]	Verso l'alto
39	16,00	20,00	5,00	6,058 [1,00]	17,32	19,86	13,25	9	PC	---
40	16,00	20,00	5,00	6,058 [1,10]	17,32	19,86	13,25	9	A2M2	---
41	16,00	20,00	4,00	6,251 [1,20]	17,38	19,21	6,92	4	A2M2 [SLV]	Verso il basso
42	16,00	18,00	4,00	6,279 [1,20]	17,26	18,52	6,19	3	A2M2 [SLV]	Verso il basso
43	16,00	20,00	4,00	6,406 [1,00]	17,38	19,21	6,92	4	PC [SLV]	Verso il basso

VERIFICA ADESIONE TERRENO–MALTA

Lunghezza attiva: $\mathrm{La} = \frac{\mathrm{Tp}}{\pi \mathrm{D} \tau}$

Il diametro "D" viene aumentato in funzione del tipo di terreno e di iniezione.

Nel nostro caso :

- Iniezione semplice
- Terreno costituito da Calcari e detriti calcarei scagliosi

→ Coeff. = 1,1

Per iniezione fatte a gravità si può assumere:

τ = 0,03÷0.07 MPa per terreni coesivi

τ = 0,07÷0.14 MPa per terreni incoerenti

Al valore calcolato va applicato un coefficiente di sicurezza pari a 2,5 per tiranti permanenti.

La verifica dell'aderenza malta-acciaio va eseguita, per le barre, con la seguente relazione:

$$\mathrm{La(ma)} = \frac{\mathrm{Tp}}{\pi * \mathrm{Dt} * \eta * \mu * \tau \mathrm{cls}}$$

Essendo:

Dt = diametro delle barre

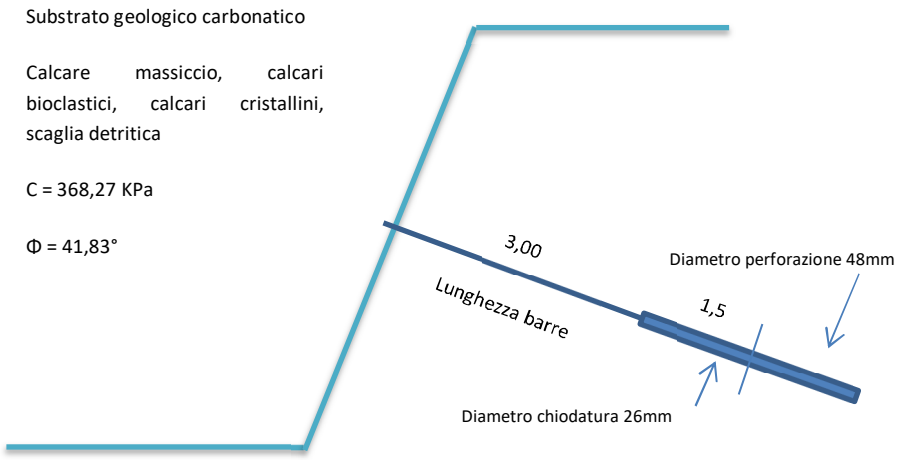
η = 2 (per barre corrugate allo stato naturale)

μ = 1 (per barre singole)

$$\tau \mathrm{cls} = \frac{\mathrm{R'ck} - 15}{7{,}5} + 0.40$$

Come valore di progetto si assumerà il valore massimo della lunghezza calcolata per l'aderenza terreno-malta e acciaio-malta.

Nel nostro caso:



τ = tensione di aderenza unitaria malta-terreno per materiale alterato

Si assume un valore di τ = 0,03 Mpa

T = La * π * D * 1.1 * τ dove:

D = 0.048 m

La = 3.00 m

τ = 0.03 MPa (0.3 Kg/cm^2) = 30000 N/m^2

Ne consegue che:

T = 3 * π * 0.048 * 1.1 * 30000 = 14928 N

Aderenza malta-acciaio

T = La * π * Dt * 2 * 1

Essendo τcls = 106 MPa per un calcestruzzo R'ck=20 MPa si ottiene:

Tp = 3 * π * 0.026 * 2 * 1 * 1066666 = 522496 N

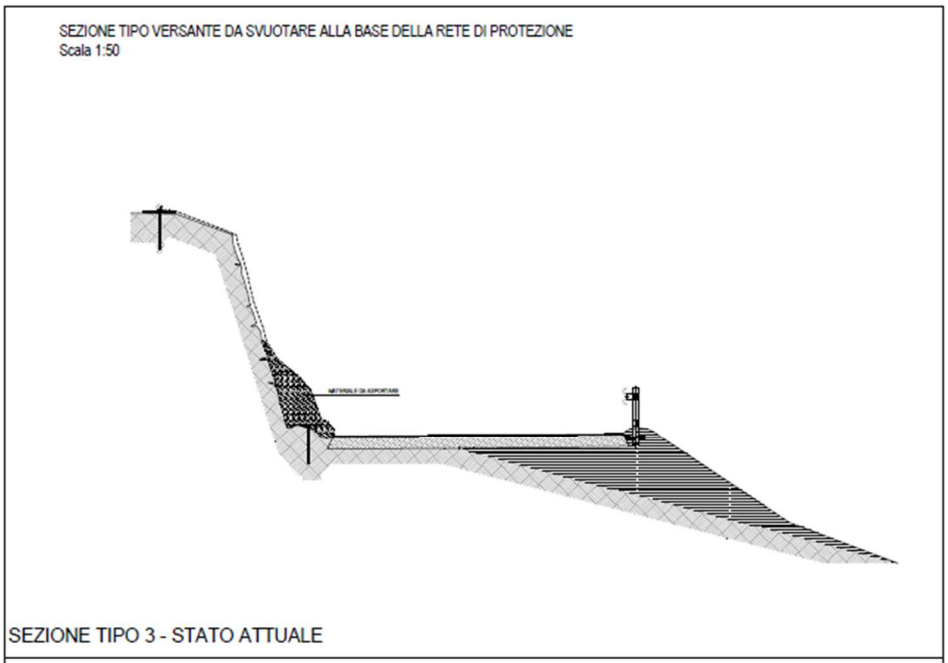
5. INTERVENTO N°3 - S.P. 7 KM 21+500 -

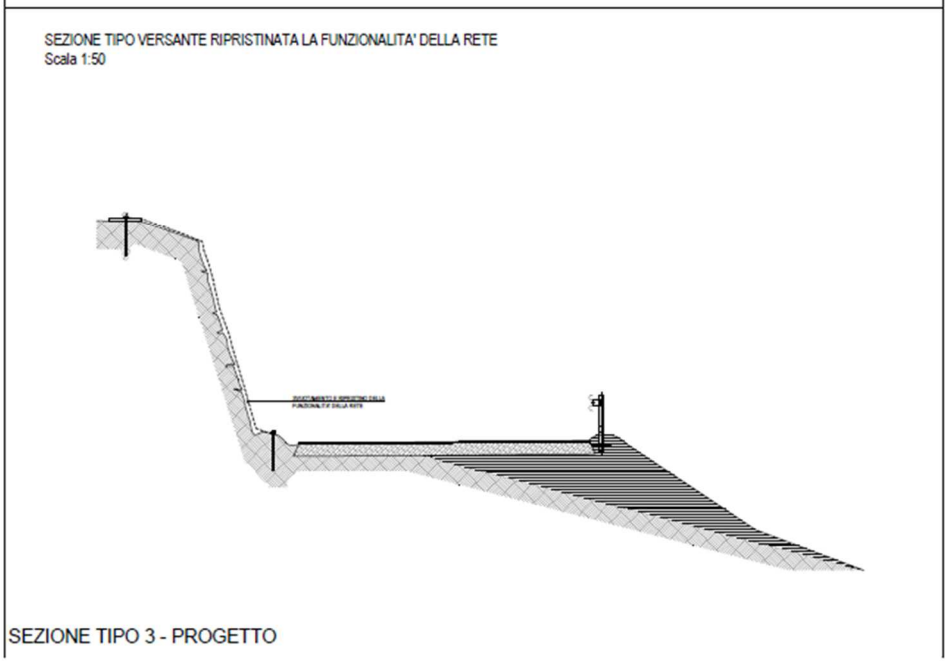
5.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento n°3 riguarda la sola manutenzione della rete paramassi esistente.

Le attività prevedono:

- ✓ lo svuotamento del materiale detritico accumulato, un'operazione che ripristina la funzionalità della rete senza introdurre nuove strutture o alterare l'assetto del versante;
- ✓ il ripristino dell'aderenza al versante della rete esistente.





5.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°3

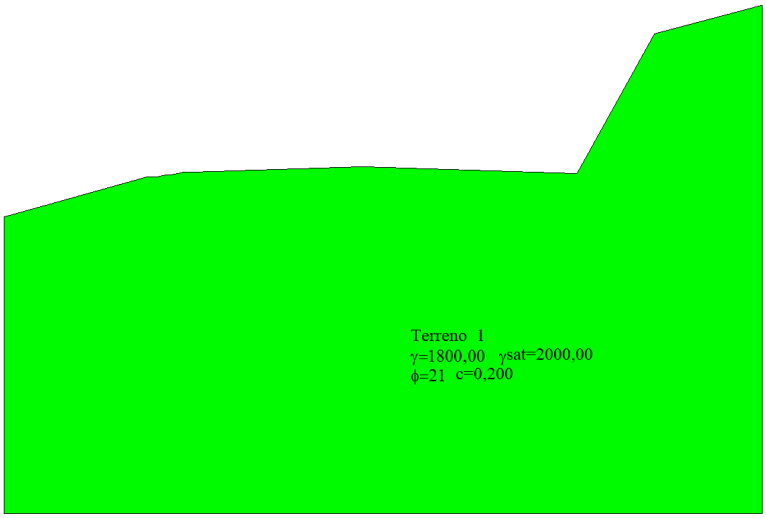
Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cmq
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cmq

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γsat [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cmq]
1	Terreno 1	1800	2000	21.00	0,200



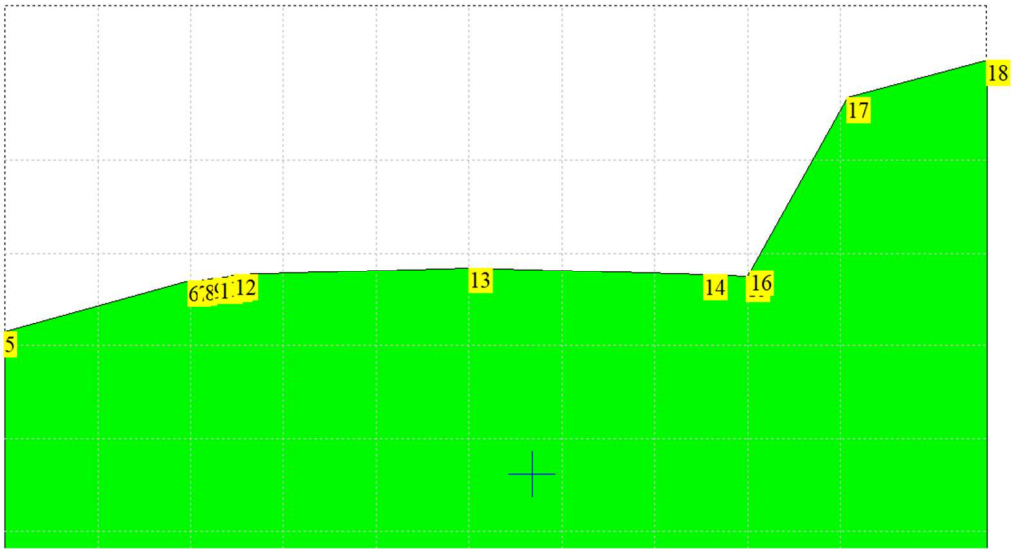
Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	8,29
2	3,96	9,39
3	4,18	9,39
4	4,32	9,41
5	4,50	9,45
6	4,63	9,45
7	4,84	9,49
8	4,96	9,52
9	10,01	9,68
10	15,06	9,52
11	15,98	9,49
12	16,06	9,62
13	18,15	13,36
14	21,15	14,15



Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate
Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Terreno 1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	21,15	14,15
2	18,15	13,36
3	16,06	9,62
4	15,98	9,49
5	15,06	9,52
6	10,01	9,68
7	4,96	9,52
8	4,84	9,49
9	4,63	9,45
10	4,50	9,45
11	4,32	9,41
12	4,18	9,39
13	3,96	9,39
14	0,00	8,29
15	0,00	0,00
16	21,15	0,00

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.364519
Longitudine	13.725791
Comune	Castel Del Monte
Provincia	L'Aquila
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26310 - 26532 - 26533 - 26311

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		2.393	0.924
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.244	0.094
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.359	2.358
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.343	0.289
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.170	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.59	3.80
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.79	1.90

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	13.01	6.38
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.51	3.19

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	X_0 = 15,00	Y_0 = 13,00
Passo maglia	[m]	dX = 1,00	dY = 1,00
Numero passi		Nx = 4	Ny = 4
Raggio	[m]	R = 2,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 2

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- FELLENIUS

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	70
Coefficiente di sicurezza minimo	1.684
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
FELLENIUS	70	1.684	1	4.973	70

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata
Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
C_x ascissa x del centro [m]
C_y ordinata y del centro [m]
R raggio del cerchio espresso in m
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
1	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	1,684 (F)	[A2M2]	--
2	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	1,690 (F)	[A2M2]	--
3	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	1,830 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
4	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	1,853 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
5	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	1,896 (F)	[PC]	[SLV] H -V
6	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	1,912 (F)	[PC]	[SLV] H -V
7	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	1,962 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
8	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	1,972 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
9	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	1,972 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
10	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	2,008 (F)	[PC]	[SLV] H +V
11	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	2,020 (F)	[PC]	[SLD] H -V
12	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,024 (F)	[PC]	[SLD] H -V
13	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,032 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V

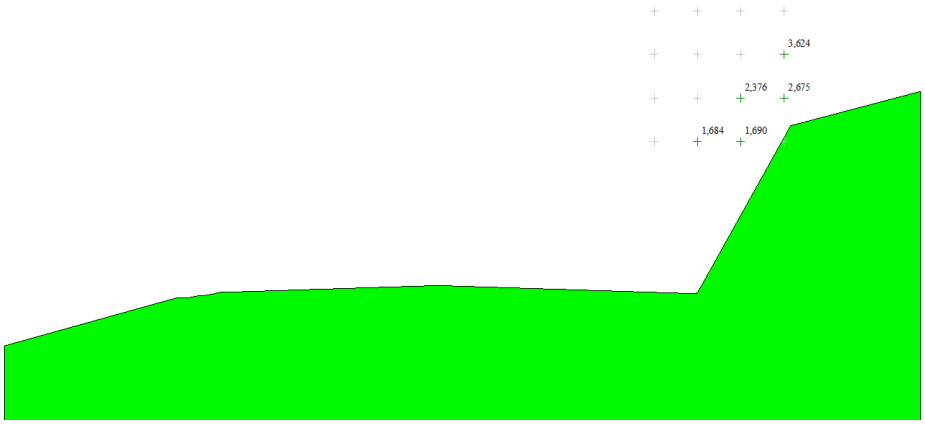
N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
14	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	2,042 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
15	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,051 (F)	[PC]	[SLV] H +V
16	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,069 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
17	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	2,070 (F)	[PC]	[SLD] H +V
18	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,083 (F)	[PC]	[SLD] H +V
19	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,099 (F)	[A2M2]	--
20	C	16,00	13,00	3,00	16,28	18,95	4,10	2,105 (F)	[PC]	--
21	C	17,00	13,00	3,00	16,32	19,89	7,69	2,113 (F)	[PC]	--
22	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,292 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
23	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,370 (F)	[PC]	[SLV] H -V
24	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,376 (F)	[A2M2]	--
25	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,449 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
26	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,502 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
27	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,511 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
28	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,516 (F)	[PC]	[SLD] H -V
29	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,540 (F)	[PC]	[SLV] H +V
30	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,567 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
31	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,590 (F)	[PC]	[SLD] H +V
32	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,609 (F)	[PC]	[SLV] H -V
33	C	17,00	13,00	2,00	16,84	18,92	2,71	2,623 (F)	[PC]	--
34	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	2,675 (F)	[A2M2]	--
35	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	2,715 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
36	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,719 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
37	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,731 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
38	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,791 (F)	[PC]	[SLV] H +V
39	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,815 (F)	[PC]	[SLD] H -V
40	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,848 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
41	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	2,854 (F)	[PC]	[SLV] H -V
42	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,896 (F)	[PC]	[SLD] H +V
43	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	2,923 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
44	C	17,00	14,00	3,00	16,84	20,00	4,41	2,969 (F)	[PC]	--
45	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,000 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
46	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,024 (F)	[PC]	[SLV] H +V
47	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,125 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
48	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,129 (F)	[PC]	[SLD] H -V
49	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,210 (F)	[PC]	[SLD] H +V
50	C	18,00	14,00	3,00	16,94	21,00	7,30	3,343 (F)	[PC]	--
51	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	3,624 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
52	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	3,749 (F)	[A2M2]	--
53	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	3,852 (F)	[PC]	[SLV] H -V
54	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	3,921 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
55	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	3,979 (F)	[A2M2]	--
56	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	3,980 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
57	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,095 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
58	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,099 (F)	[PC]	[SLV] H +V
59	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,199 (F)	[PC]	[SLV] H -V
60	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,280 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
61	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,314 (F)	[PC]	[SLD] H -V
62	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,335 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
63	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,429 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
64	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,436 (F)	[PC]	[SLD] H +V
65	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,488 (F)	[PC]	[SLV] H +V
66	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,633 (F)	[PC]	[SLD] H -V
67	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,640 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
68	C	18,00	15,00	3,00	17,42	20,85	3,55	4,687 (F)	[PC]	--
69	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,770 (F)	[PC]	[SLD] H +V
70	C	18,00	14,00	2,00	17,44	19,99	2,59	4,973 (F)	[PC]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(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/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m($L=b/\cos\alpha$)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espresso in kg
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento



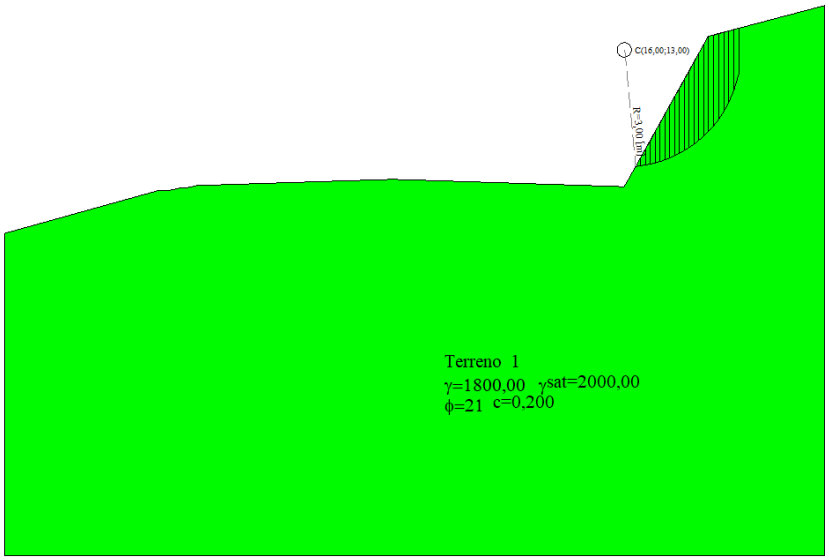
Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 16,00	Y[m]= 13,00
Raggio del cerchio	R[m]= 3,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 16,28	Y_v[m]= 10,01
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 18,95	Y_m[m]= 13,57

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kg/cmq]*
1	16,28	10,01	10,01	16,41	10,24	10,03	16,37	10,09	0,13	6,62	17.07	0,16
2	16,41	10,24	10,03	16,53	10,46	10,05	16,48	10,20	0,13	9,03	17.07	0,16
3	16,53	10,46	10,05	16,66	10,68	10,07	16,60	10,32	0,13	11,45	17.07	0,16
4	16,66	10,68	10,07	16,78	10,91	10,10	16,72	10,44	0,13	13,89	17.07	0,16
5	16,78	10,91	10,10	16,91	11,13	10,14	16,85	10,57	0,13	16,36	17.07	0,16
6	16,91	11,13	10,14	17,03	11,35	10,18	16,97	10,70	0,13	18,86	17.07	0,16
7	17,03	11,35	10,18	17,16	11,58	10,23	17,10	10,84	0,13	21,39	17.07	0,16
8	17,16	11,58	10,23	17,28	11,80	10,29	17,22	10,97	0,14	23,98	17.07	0,16
9	17,28	11,80	10,29	17,41	12,02	10,35	17,34	11,12	0,14	26,61	17.07	0,16
10	17,41	12,02	10,35	17,53	12,24	10,42	17,47	11,26	0,14	29,31	17.07	0,16
11	17,53	12,24	10,42	17,66	12,47	10,50	17,59	11,41	0,15	32,08	17.07	0,16
12	17,66	12,47	10,50	17,78	12,69	10,58	17,72	11,56	0,15	34,94	17.07	0,16
13	17,78	12,69	10,58	17,90	12,91	10,68	17,84	11,72	0,16	37,90	17.07	0,16
14	17,90	12,91	10,68	18,03	13,14	10,79	17,97	11,88	0,17	40,98	17.07	0,16
15	18,03	13,14	10,79	18,15	13,36	10,91	18,09	12,05	0,17	44,22	17.07	0,16
16	18,15	13,36	10,91	18,29	13,39	11,06	18,22	12,18	0,20	47,76	17.07	0,16
17	18,29	13,39	11,06	18,42	13,43	11,22	18,35	12,28	0,21	51,67	17.07	0,16
18	18,42	13,43	11,22	18,55	13,46	11,42	18,48	12,38	0,24	55,95	17.07	0,16
19	18,55	13,46	11,42	18,68	13,50	11,66	18,61	12,51	0,27	60,78	17.07	0,16
20	18,68	13,50	11,66	18,81	13,53	11,96	18,75	12,66	0,33	66,53	17.07	0,16
21	18,81	13,53	11,96	18,95	13,57	12,43	18,88	12,87	0,49	74,39	17.07	0,16



Metodo di **FELLENIUS**

Coefficiente di sicurezza F_S= 1.684

Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	E_s	E_d	X_s	X_d	ID
	[kg]	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	*[kg]*	
1	23	0	23	124	0	0	0	0	0	
2	70	0	69	133	0	0	0	0	0	
3	115	0	112	141	0	0	0	0	0	
4	158	0	154	150	0	0	0	0	0	
5	201	0	193	159	0	0	0	0	0	
6	242	0	229	167	0	0	0	0	0	
7	282	0	262	175	0	0	0	0	0	
8	320	0	293	183	0	0	0	0	0	
9	357	0	319	191	0	0	0	0	0	
10	392	0	342	198	0	0	0	0	0	
11	426	0	361	206	0	0	0	0	0	
12	457	0	375	213	0	0	0	0	0	
13	487	0	384	220	0	0	0	0	0	
14	514	0	388	228	0	0	0	0	0	
15	538	0	386	236	0	0	0	0	0	
16	568	0	382	256	0	0	0	0	0	
17	540	0	335	263	0	0	0	0	0	
18	505	0	283	276	0	0	0	0	0	
19	462	0	225	298	0	0	0	0	0	
20	406	0	162	344	0	0	0	0	0	
21	322	0	87	482	0	0	0	0	0	



Mappa Fs

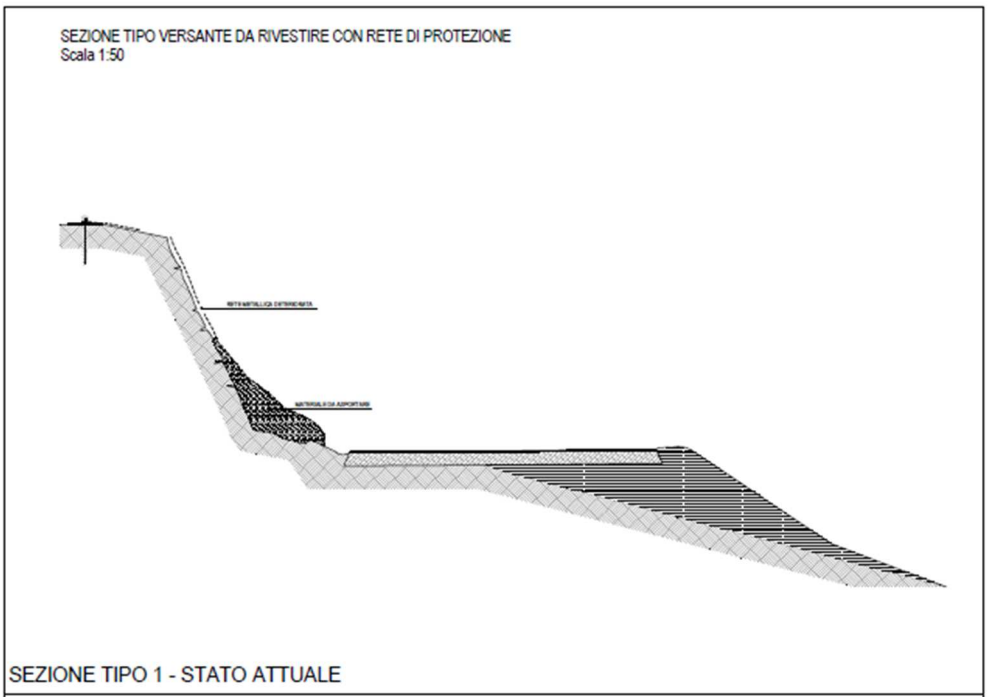
6. INTERVENTO N°4 - S.R. 17 bis KM 59+000 -

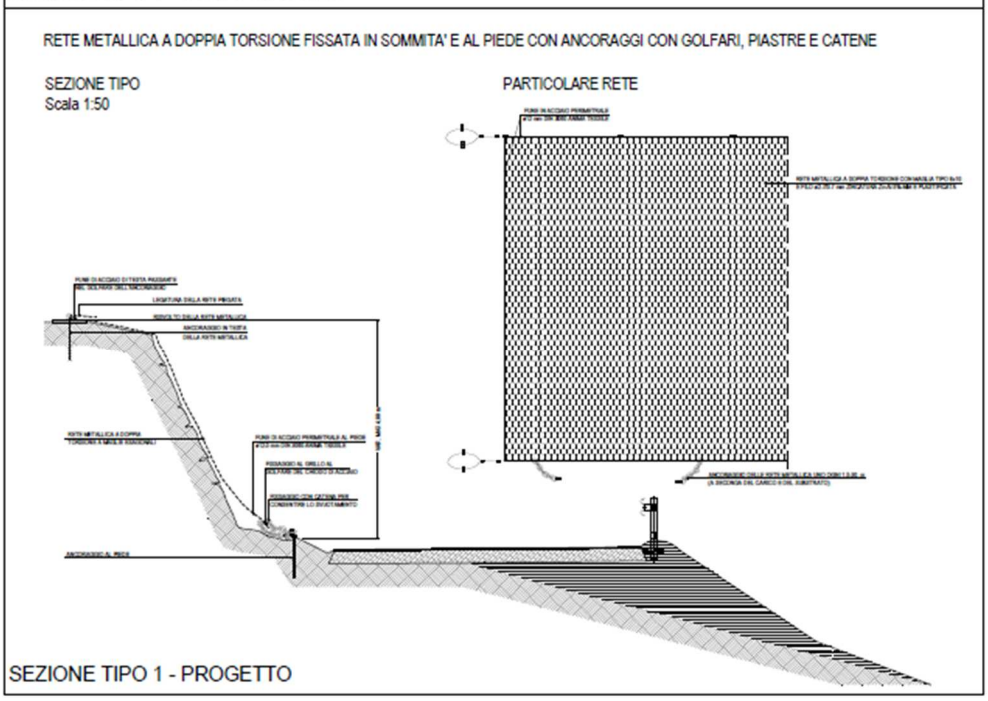
6.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento n°4 riguarda la manutenzione e rinnovamento della rete paramassi esistente.

Le attività prevedono:

- ✓ lo svuotamento del materiale detritico accumulato;
- ✓ la sostituzione della rete esistente danneggiata con una nuova;





6.2 VERIFICA DI STABILITÀ INTERVENTO N°4

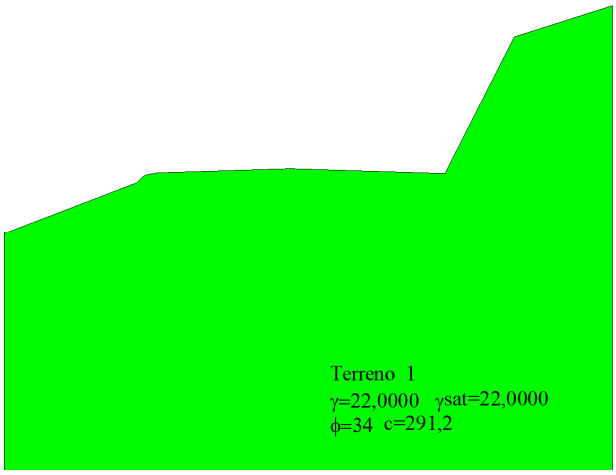
Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ' [°]	c' [kPa]
1	Terreno 1	20,00	22,00	34.18	291,2



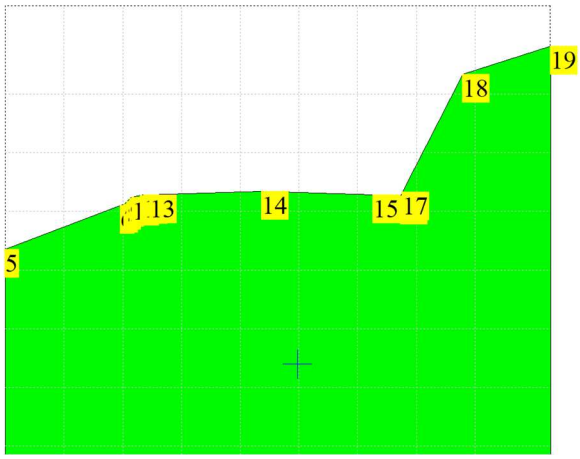
Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0,00	10,71
2	3,93	12,21
3	4,04	12,25
4	4,14	12,34
5	4,24	12,44
6	4,33	12,49
7	4,60	12,54
8	4,73	12,56
9	4,93	12,56
10	8,73	12,68
11	12,53	12,56
12	13,46	12,53
13	13,53	12,67
14	15,58	16,67
15	18,58	17,62



Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate
Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 1 (Terreno 1)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	*[m]*
1	18,58	17,62
2	15,58	16,67
3	13,53	12,67
4	13,46	12,53
5	12,53	12,56
6	8,73	12,68
7	4,93	12,56
8	4,73	12,56
9	4,60	12,54
10	4,33	12,49
11	4,24	12,44
12	4,14	12,34
13	4,04	12,25
14	3,93	12,21
15	0,00	10,71
16	0,00	0,00
17	18,58	0,00

Dati zona sismica

Identificazione del sito

Latitudine	42.364519
Longitudine	13.725791
Comune	Castel Del Monte
Provincia	L'Aquila
Regione	Abruzzo
Punti di interpolazione del reticolo	26310 - 26532 - 26533 - 26311

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s^2]		2.393	0.924
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.244	0.094
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.359	2.358
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.343	0.289
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.170	1.200

	Simbolo	U.M.		SLV	SLD
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	1.200
Coefficiente riduzione pendio naturale	β_s			0.280	0.280
Coefficiente riduzione fronti di scavo	β_s			0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale				0.50	0.50

Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	9.59	3.80
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.79	1.90

Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	13.01	6.38
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$	6.51	3.19

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

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

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	X_0 = 12,00	Y_0 = 15,00
Passo maglia	[m]	dX = 1,00	dY = 1,00
Numero passi		Nx = 4	Ny = 4
Raggio	[m]	R = 3,00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=1,00 [m] ed un numero di incrementi pari a 1

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:
- FELLENIUS

Le superfici sono state analizzate sia in condizioni **statiche** che **sismiche**.
Le superfici sono state analizzate per i casi:
- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1,00	m
- freccia inferiore a	0,50	m
- volume inferiore a	2,00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	90
Coefficiente di sicurezza minimo	13.867
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
FELLENIUS	90	13.867	1	93.155	90

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
N° numero d'ordine della superficie cerchio
F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)
C_x ascissa x del centro [m]
C_y ordinata y del centro [m]
R raggio del cerchio espresso in m
x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V volume interessato dalla superficie espresso [mc]
FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma, V: Maksimovic, G: GLE)
Caso caso di calcolo
Sisma H sisma orizzontale, V sisma verticale (+ verso l'alto, - verso il basso)
La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C_x [m]	C_y [m]	R [m]	x_v [m]	x_m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	13,867 (F)	[A2M2]	--
2	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	15,032 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
3	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	15,284 (F)	[A2M2]	--
4	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	15,575 (F)	[PC]	[SLV] H -V
5	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	16,121 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
6	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	16,136 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
7	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	16,590 (F)	[PC]	[SLD] H -V
8	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	16,805 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
9	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	16,821 (F)	[PC]	[SLV] H -V
10	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	16,941 (F)	[PC]	[SLV] H +V
11	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	17,071 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
12	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	17,176 (F)	[PC]	[SLD] H +V
13	C	14,00	16,00	3,00	13,71	16,81	6,68	17,333 (F)	[PC]	--
14	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	17,521 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
15	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	17,780 (F)	[A2M2]	--
16	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	17,915 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
17	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	18,127 (F)	[PC]	[SLD] H -V
18	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	18,215 (F)	[PC]	[SLV] H +V
19	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	18,365 (F)	[A2M2]	--
20	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	18,505 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
21	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	18,743 (F)	[PC]	[SLD] H +V
22	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	18,847 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
23	C	15,00	16,00	3,00	13,83	17,69	10,48	19,105 (F)	[PC]	--
24	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	19,630 (F)	[PC]	[SLV] H -V
25	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	20,071 (F)	[A2M2]	--
26	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	20,216 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
27	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	20,426 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
28	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	20,861 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
29	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	20,871 (F)	[PC]	[SLV] H -V

N°	F	C_x	C_y	R	x_v	x_m	V	FS	Caso	Sisma
		[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[mc]*			
30	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	20,974 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
31	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	21,116 (F)	[PC]	[SLD] H -V
32	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	21,291 (F)	[PC]	[SLV] H +V
33	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	21,525 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
34	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	21,595 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
35	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	21,827 (F)	[PC]	[SLV] H -V
36	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	21,846 (F)	[PC]	[SLD] H +V
37	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,081 (F)	[PC]	[SLD] H -V
38	C	14,00	15,00	3,00	12,24	16,32	8,60	22,224 (F)	[PC]	--
39	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	22,581 (F)	[A2M2]	--
40	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,743 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
41	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,799 (F)	[PC]	[SLV] H +V
42	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	22,818 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
43	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,851 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
44	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,893 (F)	[PC]	[SLD] H +V
45	C	13,00	16,00	3,00	13,75	15,90	2,96	22,956 (F)	[PC]	--
46	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	23,222 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
47	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	23,684 (F)	[PC]	[SLD] H -V
48	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	23,687 (F)	[PC]	[SLV] H +V
49	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	24,139 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
50	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	24,152 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
51	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	24,515 (F)	[PC]	[SLD] H +V
52	C	15,00	17,00	3,00	14,26	17,97	7,20	25,089 (F)	[PC]	--
53	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	25,104 (F)	[PC]	[SLV] H -V
54	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	25,802 (F)	[A2M2]	--
55	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	26,069 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
56	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	26,852 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
57	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	26,900 (F)	[PC]	[SLD] H -V
58	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	27,060 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
59	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	27,358 (F)	[PC]	[SLV] H +V
60	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	27,643 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
61	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	27,876 (F)	[PC]	[SLD] H +V
62	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	28,087 (F)	[PC]	[SLV] H -V
63	C	14,00	17,00	3,00	14,22	17,00	3,97	28,227 (F)	[PC]	--
64	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	29,355 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
65	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	29,955 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
66	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	30,461 (F)	[PC]	[SLD] H -V
67	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	30,528 (F)	[PC]	[SLV] H +V
68	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	31,086 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
69	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	31,547 (F)	[PC]	[SLD] H +V
70	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	31,813 (F)	[A2M2]	--
71	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	31,963 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
72	C	13,00	15,00	3,00	11,20	15,54	5,20	32,253 (F)	[PC]	--
73	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	33,700 (F)	[PC]	[SLV] H -V
74	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	35,512 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
75	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	35,537 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
76	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	36,561 (F)	[PC]	[SLV] H +V
77	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	37,116 (F)	[PC]	[SLD] H -V
78	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	37,576 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
79	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	38,432 (F)	[PC]	[SLD] H +V
80	C	15,00	18,00	3,00	14,73	17,94	3,74	39,766 (F)	[PC]	--
81	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	72,001 (F)	[A2M2]	[SLV] H -V
82	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	74,524 (F)	[A2M2]	--
83	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	76,573 (F)	[PC]	[SLV] H -V
84	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	79,883 (F)	[A2M2]	[SLV] H +V
85	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	81,424 (F)	[A2M2]	[SLD] H -V
86	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	82,997 (F)	[PC]	[SLV] H +V
87	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	85,790 (F)	[PC]	[SLD] H -V
88	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	86,144 (F)	[A2M2]	[SLD] H +V
89	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	88,848 (F)	[PC]	[SLD] H +V
90	C	12,00	15,00	3,00	10,15	14,96	2,69	93,155 (F)	[PC]	--

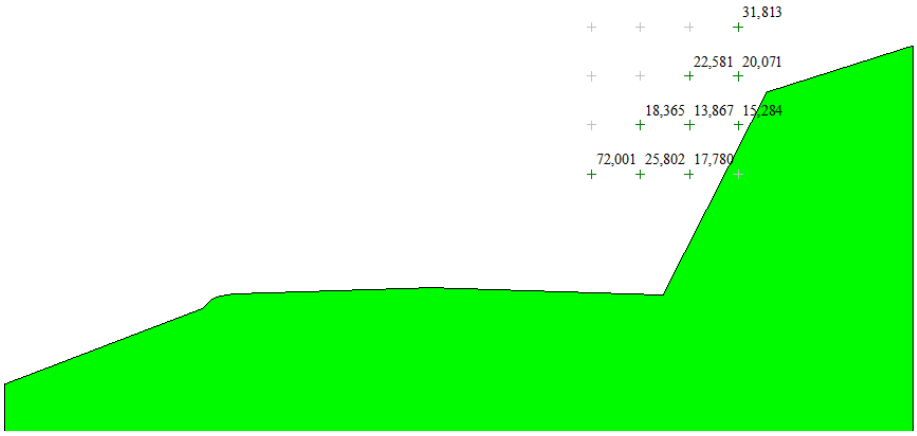
Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X_s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y_{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y_{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X_g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y_g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
l	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID Indice della superficie interessata dall'intervento



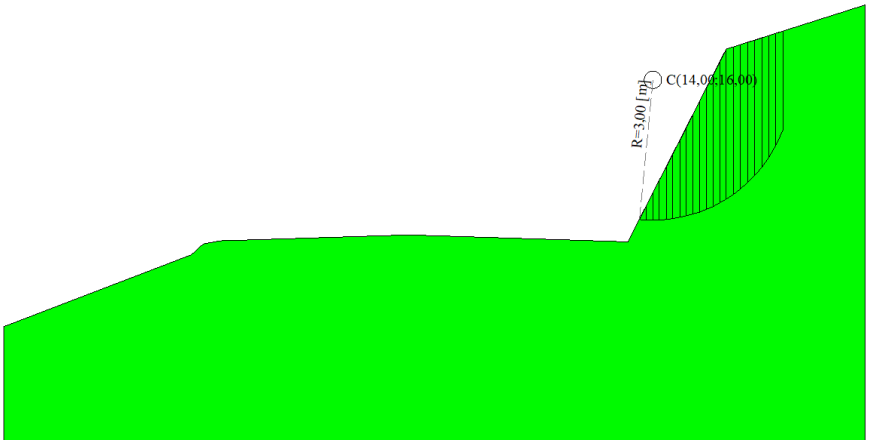
Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 14,00	Y[m]= 16,00
Raggio del cerchio	R[m]= 3,00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X_v[m]= 13,71	Y_v[m]= 13,01
Intersezione a monte con il profilo topografico	X_m[m]= 16,81	Y_m[m]= 17,06

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
	[m]	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[m]*	*[°]*	*[°]*	*[kPa]*
1	13,71	13,01	13,01	13,86	13,30	13,00	13,81	13,10	0,14	-4,15	28.51	233
2	13,86	13,30	13,00	14,00	13,58	13,00	13,94	13,23	0,14	-1,39	28.51	233
3	14,00	13,58	13,00	14,14	13,86	13,00	14,08	13,36	0,14	1,36	28.51	233
4	14,14	13,86	13,00	14,29	14,14	13,01	14,22	13,51	0,14	4,12	28.51	233
5	14,29	14,14	13,01	14,43	14,42	13,03	14,36	13,65	0,15	6,89	28.51	233
6	14,43	14,42	13,03	14,58	14,70	13,06	14,51	13,80	0,15	9,67	28.51	233
7	14,58	14,70	13,06	14,72	14,98	13,09	14,65	13,96	0,15	12,48	28.51	233
8	14,72	14,98	13,09	14,86	15,26	13,13	14,79	14,12	0,15	15,31	28.51	233
9	14,86	15,26	13,13	15,01	15,55	13,17	14,94	14,28	0,15	18,19	28.51	233
10	15,01	15,55	13,17	15,15	15,83	13,23	15,08	14,45	0,15	21,11	28.51	233
11	15,15	15,83	13,23	15,30	16,11	13,29	15,23	14,62	0,16	24,10	28.51	233
12	15,30	16,11	13,29	15,44	16,39	13,37	15,37	14,79	0,16	27,15	28.51	233
13	15,44	16,39	13,37	15,58	16,67	13,45	15,51	14,97	0,17	30,29	28.51	233
14	15,58	16,67	13,45	15,74	16,72	13,55	15,66	15,10	0,18	33,64	28.51	233
15	15,74	16,72	13,55	15,89	16,77	13,67	15,81	15,18	0,19	37,23	28.51	233
16	15,89	16,77	13,67	16,04	16,82	13,80	15,97	15,26	0,20	41,00	28.51	233
17	16,04	16,82	13,80	16,20	16,86	13,96	16,12	15,36	0,22	44,99	28.51	233
18	16,20	16,86	13,96	16,35	16,91	14,13	16,27	15,47	0,23	49,30	28.51	233
19	16,35	16,91	14,13	16,50	16,96	14,34	16,42	15,59	0,26	54,02	28.51	233
20	16,50	16,96	14,34	16,65	17,01	14,60	16,58	15,73	0,30	59,37	28.51	233
21	16,65	17,01	14,60	16,81	17,06	14,94	16,73	15,90	0,37	65,80	28.51	233



Metodo di **FELLENIUS**

Coefficiente di sicurezza F_S= 13.867

Forze applicate sulle strisce

N°	W	Q	N	T	U	Es	Ed	Xs	Xd	ID
	[kN]	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	*[kN]*	
1	0,42	0,00	0,42	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,25	0,00	1,25	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	2,06	0,00	2,06	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	2,85	0,00	2,85	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	3,62	0,00	3,60	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	4,37	0,00	4,31	2,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	5,10	0,00	4,98	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	5,81	0,00	5,60	2,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	6,50	0,00	6,17	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	7,16	0,00	6,68	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	7,80	0,00	7,12	2,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12	8,41	0,00	7,48	3,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	8,99	0,00	7,76	3,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	9,75	0,00	8,12	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	9,57	0,00	7,62	3,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	9,34	0,00	7,05	3,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	9,05	0,00	6,40	3,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	8,69	0,00	5,67	4,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	8,24	0,00	4,84	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
20	7,68	0,00	3,91	5,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21	6,91	0,00	2,83	6,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	



Mappa Fs

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 e le verifiche di stabilità sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.
I metodi di calcolo implementati sono i classici metodi delle strisce, basati sul concetto dell'equilibrio limite globale. La superficie di rottura è suddivisa in un determinato numero di strisce che consentono di calcolare le grandezze che entrano in gioco nelle equazioni risolutive.
Nel modulo terreni si adotta il criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Nel modulo rocce si può adottare il criterio di rottura di Hoek-Brown o di Barton.
Il programma consente di inserire degli interventi di stabilizzazione, che possono intervenire secondo sue modalità diverse: variazione delle forze di interstriscia o resistenza a taglio equivalente.
L'analisi sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	STAP - Stabilità Pendii Terreni e Rocce
Versione	16.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	ETA Consult S.r.l.
Licenza	AIU5110ZX

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



_____