

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DEL
VERBANO CUSIO OSSOLA



COMUNE DI TRONTANO

PROGETTO DI RINNOVO ED AMPLIAMENTO DELLA CAVA DI BEOLA DENOMINATA "SERVEZZ"

ADEMPIMENTI:

Legge Regionale n.40/98, articolo 12 e s.m.i.

**- RELAZIONE GEOLOGICO e GEOMECCANICA
INTEGRATIVA -**

Il Tecnico

Dott. Geol. Riccardo Frenchia

Via Pignari, 18
12037 Saluzzo (CN), IT
cell.: 328.5327610
e-mail: riccardo.frenchia@geologipiemonte.it

Il Committente:

Soc. Cava Favalle S.r.l. unipersonale
Via G. Trabucchi, 29
28845 Domodossola (VB)

Maggio 2023

INDICE

1. PREMESSA	3
2. AGGIORNAMENTO ELABORATO CARTA GEOLOGICA E SEZIONI GEOLOGICHE	3
3. INTEGRAZIONI AL TEST DI MARKLAND SUL FRONTE NORD	6
3.1 RIBALTAMENTO DURANTE LA COLTIVAZIONE.....	7
3.1.1 <i>Verifica ribaltamento Fronte NORD</i>	<i>7</i>
3.2 VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE NORD CON METODO GSI.....	13
3.2.1 <i>Verifica di stabilità con SSAP2010 - fondamentale</i>	<i>16</i>
3.2.2 <i>Verifica di stabilità con SSAP2010 – sismica.....</i>	<i>18</i>
4. RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO AREA A FOSSA.....	20
5. CONCLUSIONI	20
ALLEGATO:	21
REPORT VERIFICA STABILITA' SSAP 2010	21
VERIFICA COMBINAZIONE FONDAMENTALE.....	21
VERIFICA COMBINAZIONE SISMICA	33

1. PREMESSA

In risposta alla richiesta di integrazioni effettuata dalla *“Regione Piemonte – Direzione Competitività del Sistema Regionale – Settore Polizia Mineraria, Cave e Miniere”* si producono le seguenti integrazioni inerenti alla modellazione geologico-geotecnica e la verifica di stabilità dei fronti di scavo e delle scarpate residue.

La richiesta sopracitata riprende la nota proveniente da *“Regione Piemonte Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica – Settore Geologico”*, prot. Regione Piemonte - N. 12536 del 11/11/2022.

2. AGGIORNAMENTO ELABORATO CARTA GEOLOGICA E SEZIONI GEOLOGICHE

Per aggiornare l'elaborato *“Carta Geologica”* è stato effettuato un sopralluogo su un'area più vasta di quanto effettuato in precedenza.

Nello specifico ci si è recati nella cava che si trova a monte della *Servez* per verificare lo stato degli affioramenti rocciosi e raccogliere dati in merito alla disposizione dei possibili piani di faglia e ai settori in cui l'ammasso roccioso appare disarticolato.

I dati di terreno sono stati approfonditi e confrontati con l'analisi delle foto aeree presenti sui più diffusi geoportali di informazione territoriale.

Dai dati raccolti è stato possibile aggiornare la carta geologica allegata al progetto; su questo documento sono stati inseriti i settori dove l'ammasso roccioso appare più deformato e frantumato e riportare le zone di affioramento dei piani di scorrimento.

Nel settore di territorio indagato risultano evidenti due sistemi di discontinuità ad alto angolo/sub-verticali di notevole importanza geostrutturale.

I due sistemi hanno direzione OSO/ENE e SO/NE con giacitura molto inclinata.

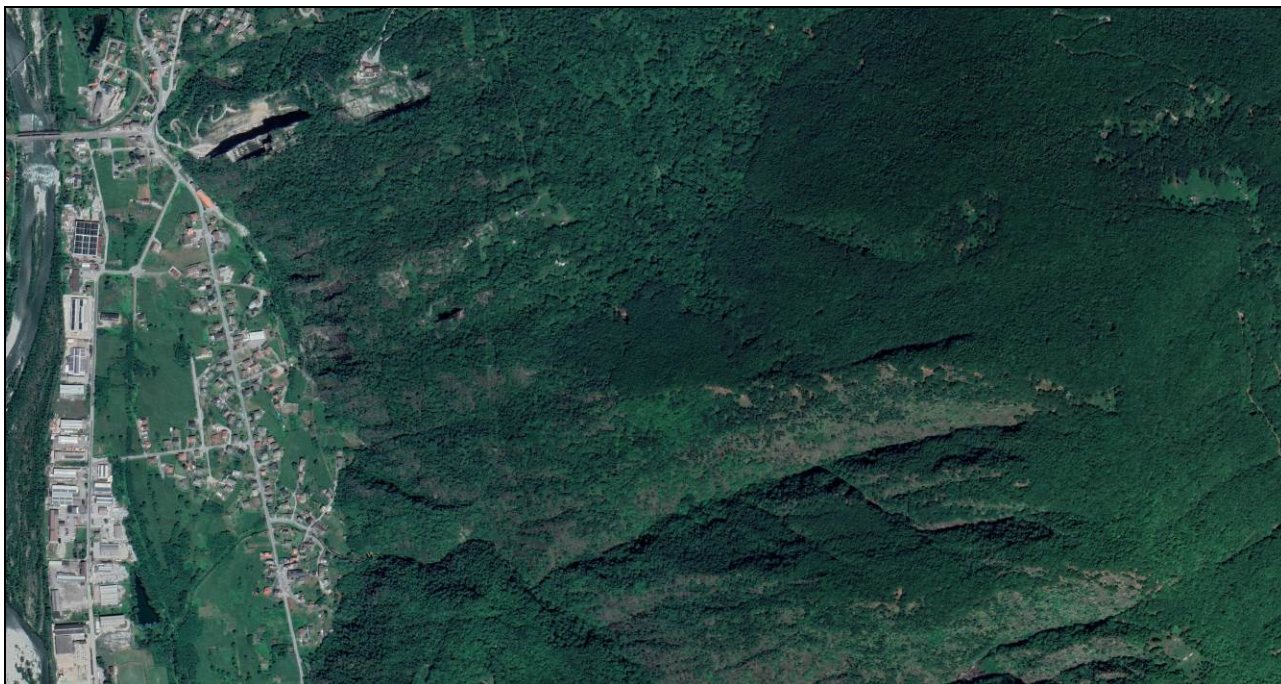


Figura 1: immagine aerea del versante idrografico sinistro del Fiume Toce.

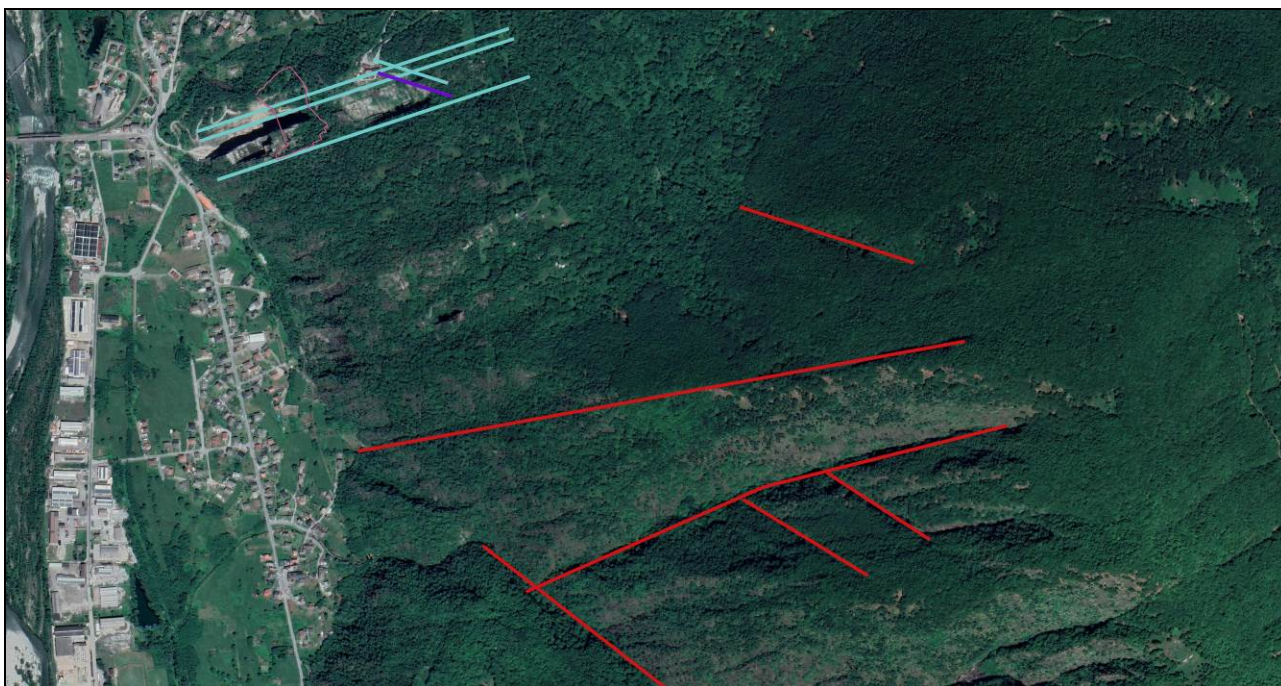


Figura 2: immagine aerea del versante idrografico sinistro del Fiume Toce, con riportati alcuni lineamenti strutturali. In rosso i lineamenti riconosciuti da foto aerea, in azzurro i lineamenti ricostruiti da dati di terreno per presenza di roccia fratturata, in viola il lineamento riconosciuto sul terreno mediante l'affioramento della superficie di faglia. In rosa l'area in disponibilità del progetto in esame.

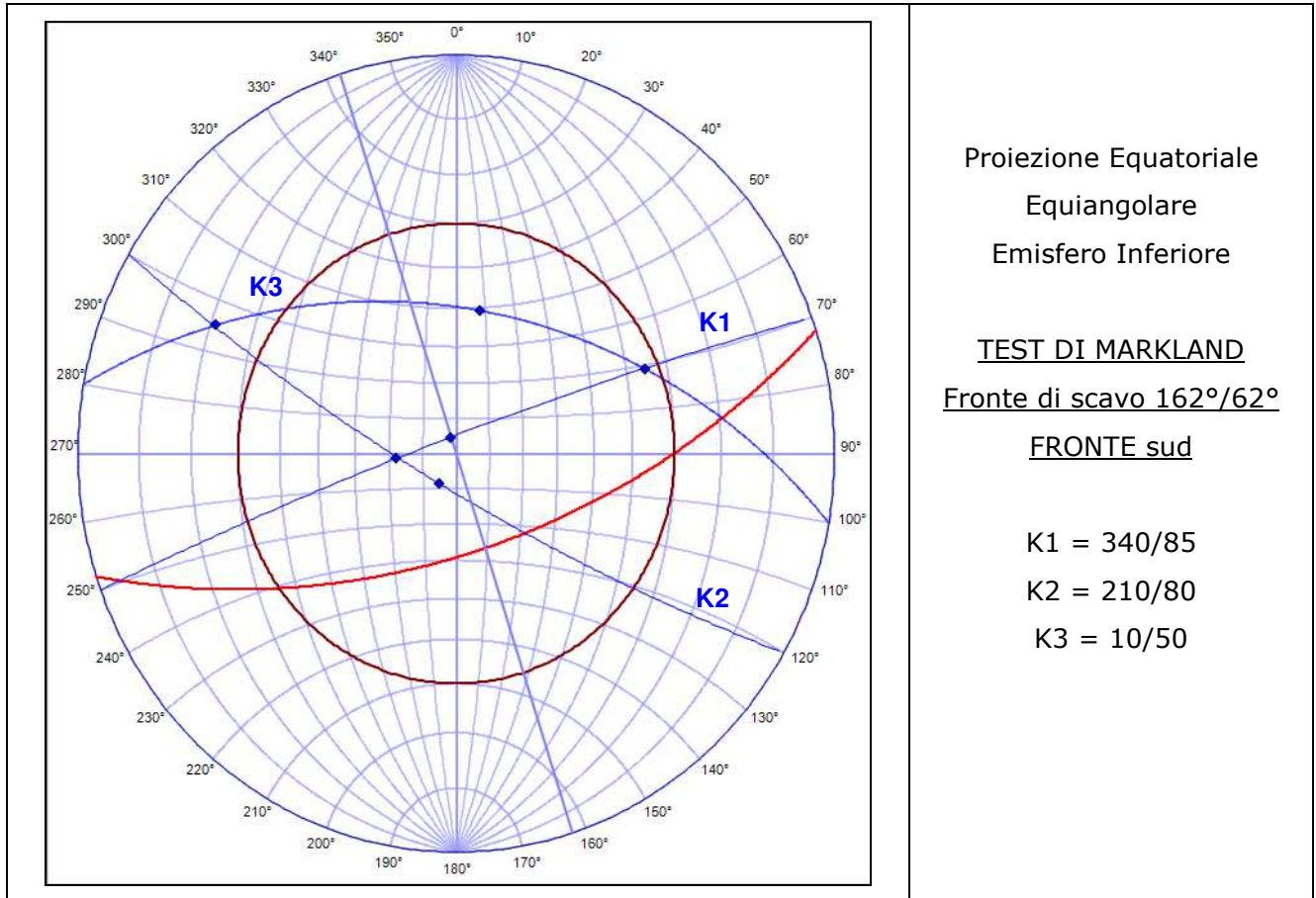


Figura 3: ingrandimento dell'immagine precedente.



Figura 4: affioramento della superficie di scivolamento avente direzione 289 e inclinazione 75°, riconoscibile nella cava posta ad est della Servezz.

3. INTEGRAZIONI AL TEST DI MARKLAND SUL FRONTE NORD



Dal test di Markland effettuato sulle orientazioni del fronti di scavo NORD della cava in esame si individuano i seguenti possibili cinematismi:

- FRONTE N (al termine della coltivazione): 162/62: **nessuna instabilità.**
- FRONTE N (durante la coltivazione): 162/62: **instabilità flessionale** sul fronte di scavo nord in quanto la parete è aggettante rispetto alla giacitura della scistosità (famiglia K1).

3.1 RIBALTAMENTO DURANTE LA COLTIVAZIONE

In questo capitolo saranno affrontati nello specifico i possibili cinematismi individuati mediante il test di Markland riportato nel capitolo precedente.

Per la verifica analitica e l'applicazione del metodo dell'equilibrio limite si è fatto riferimento alla pubblicazione dell'ARPA Piemonte *"Progetto n. 165 – PROVIALP - Protezione della viabilità alpina – Relazione finale"* del 2008, con particolare riferimento a quanto indicato nel capitolo 4 *"La metodologia meccanico-probabilistica"* a cura di Marta Castelli, Cristina Occhiena, Andrea Allodi e Claudio Scavia del Politecnico di Torino e al manuale *"Practical rock engineering"* di Evert Hoek – 2007 e *"Rock slope engineering"* di Hoek e Bray.

La sintesi di tutte queste metodologie è stata implementata con quanto richiesto dalle N.T.C. 2018 e "riassunta" su alcuni fogli di calcolo liberamente distribuiti sul sito web www.geologi.it e messi a punto dal Dott. Ing. Geol. M. Previale.

3.1.1 Verifica ribaltamento Fronte NORD

La verifica di stabilità del ribaltamento a blocchi in esame è stata effettuata sul fronte di scavo nord immergente sud-est (162°).

Nelle verifiche riportate in seguito si verifica la stabilità dei blocchi durante la coltivazione (in fase di scavo) verrà pertanto verificata la possibilità di ribaltarsi dei blocchi con la giacitura della famiglia K1 (ovvero 340/85).

La K1 funge da svincolo a tergo per i blocchi in ribaltamento, per quanto riguarda il piano di taglio alla base si ipotizza una frattura a basso angolo (20°) che non rientra tra le famiglie di discontinuità identificate.

Il calcolo del fattore di sicurezza di un blocco sottoposto a ribaltamento è basato su un'equazione di equilibrio dei momenti, il fattore di sicurezza di un blocco come in figura 1 è dato da:

$$F_s = M_{stab} / M_{rib} = \Delta x / y * 1 / \tan \psi_p$$

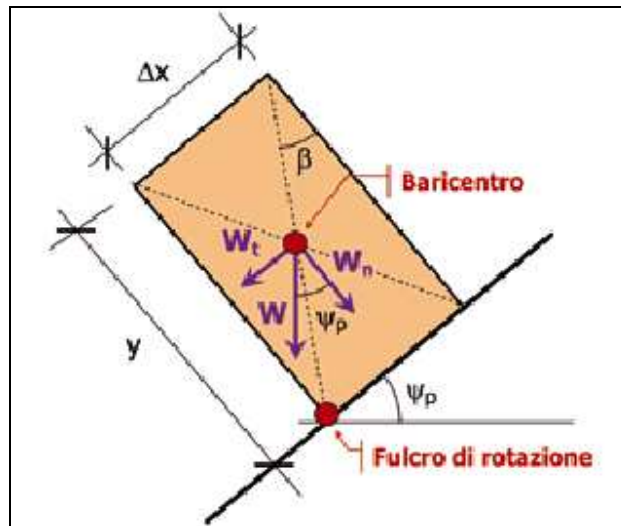


Figura 5: schema per la definizione dei momenti di un blocco in ribaltamento.

Per blocchi con questa geometria il fattore di sicurezza è dato dal rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante, secondo:

$$F_s = M_{stab}/M_{rib}$$

Il momento è dato dal prodotto del braccio per la forza, il braccio è stato ricostruito geometricamente, mentre la forza è data dalla componente "ribaltante" (W_t) e "stabilizzante" (W_n) della forza peso (W).

Confrontando con la figura seguente si può dire che il momento stabilizzante è dato da:

$$M_{stab} = X * W_n = X * W * \cos \psi$$

e il momento ribaltante è dato da:

$$M_{rib} = Y * W_t = Y * W * \sin \psi$$

pertanto il Fattore di Sicurezza sarà:

$$F_s = M_{stab}/M_{rib} = \left(\frac{X * W * \cos \psi}{Y * W * \sin \psi} \right) = \frac{X * \cos \psi}{Y * \sin \psi}$$

Per la stima del coefficiente β è stata utilizzata la formula suggerita da Aiello (corso itinerante specialistico di approfondimento sulle NTC2018) per il ribaltamento di muri ovvero: $\beta_R = 1.5 * \beta_S$, dove

β_R = coefficiente beta per verifiche a ribaltamento

β_S = coefficiente beta per verifiche a scorrimento, tenendo conto che questo valore è pari a 0.38 per SLV e a 0.47 per SLD.

Si è scelto di non applicare un valore del coefficiente β unitario in quanto il blocco può potenzialmente subire un leggero spostamento, senza necessariamente subire il crollo del blocco stesso.

VERIFICA DI STABILITA' AL RIBALTAMENTO

Comune: **Trontano** Località: **Servezz** Rif. verifica: **Fronte NORD**

DATI DI INGRESSO

DATI GEOMETRICI FRONTE		
altezza blocco ribaltante	(m)	7,00
inclinazione blocco ribaltante	(°)	-85,00
inclinazione piano superiore	(°)	20,00
inclinazione giunto posteriore	(°)	-85,00
inclinazione giunto di base	(°)	20,00
distanza giunto posteriore	(m)	3,00
vincolo cinematico		1
larghezza blocco ribaltante	(m)	1,00

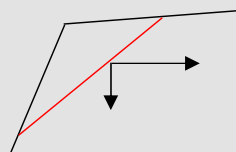
DATI GEOMECCANICI E STRUTTURALI		
peso di volume roccia	(kN/mc)	26,00
angolo di attrito di base φ_{base}	(°)	30,00
Joint Compression Strenght JCS	(MPa)	110,00
Joint Roughness Coefficient JRC		8,00
persistenza giunto di base (%)	%	100,00%
angolo di attrito di picco φ_p	(°)	52,83
coesione app. (ponti di roccia)	(kPa)	0,00

CARICHI APPLICATI E SPINTE IDRAULICHE		
carico distribuito verticale	(kN/m)	0,0
carico verticale concentrato	(kN)	0,0
punto di applic. carico verticale	(m)	0,0
forza normale applicata su fronte	(kN)	0,0
punto di applic. forza norm. su fr.	(m)	0,0
peso di volume acqua	(kN/mc)	9,81
altezza falda Hw/Htot (%)	(%)	20,00%
condizioni idrauliche al piede		0
altezza falda	(m)	1,61

DATI SISMICI	
accelerazione sismica a_g	0,071
coeff. di amplific. topografica S_T	1,20
coeff. di amplific. stratigrafica S_s	1,00
coeff. di riduzione β_s	0,57
coeff. sismico orizzontale k_h	0,049
coeff. sismico verticale k_v	0,024

RISULTATI

convezione segni carichi ed azioni sismiche



volume blocco ribaltante V	(mc)	20,36
peso blocco ribaltante W	(kN)	529
ascissa baricentro blocco xG	(m)	1,10
ordinata baricentro blocco yG	(m)	4,01
superficie fronte	(mq)	7,03
superficie giunto di base	(mq)	3,00
superficie piano superiore	(mq)	3,00
superficie giunto posteriore	(mq)	7,03

Momenti (kN*m)	Mrib	Mstab
peso blocco	614	1199
sottospinta idraulica	26	0
spinta giunto posteriore	2	0
azione sismica	117	0
carichi applicati	0	0
coesione apparente	0	0

	Calcolo momenti risultanti	
	momenti ribaltanti (kN*m)	momenti stabilizzanti (kN*m)
verifica sismica	760	1199
verifica non sismica	642	1199

Fattori di sicurezza

verifica sismica	verifica non sismica
1,578	1,866

Ribalta-2018 - data: maggio 2019 - conforme NTC 2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

Software freeware distribuito da geologi.it

Si precisa come il metodo di analisi della stabilità sia estremamente cautelativo, infatti in questi calcoli non viene assolutamente tenuto conto della forza di attrito laterale del blocco, che benché sfavorito dalla presenza di fratture ha comunque un suo valore che in questo processo analitico non viene conteggiato, inoltre non vengono conteggiati gli apporti dovuti alla presenza di ponti in roccia sulla frattura di base e su quella posteriore del blocco.

Si evidenzia che questa configurazione sarà mantenuta solamente in fase di avanzamento, mentre alla fine della bancata e più in generale quando lo scavo sarà impostato nel materiale intensamente fratturato e degradato sarà lasciato un fronte con inclinazione media di circa 62°

La verifica analitica della porzione di pendio riprofilata con pendenza di circa 62° viene riportata nel capitolo successivo ed effettuata mediante il software SSAP2010.

Nel caso invece del **ribaltamento flessionale**, solo la famiglia di discontinuità a forte inclinazione è preesistente mentre la base del blocco è costituita da una superficie di rottura dovuta agli sforzi di trazione indotti nelle colonne inflesse.

Benché l'altezza dei fronti in esame è piuttosto limitata (circa 22 m, fronte complessivo, sul fronte N ovvero sul quale può avvenire il ribaltamento flessionale) è stata effettuata una verifica analitica per escludere il verificarsi di questo tipo di cinematismo.

La formula applicata tiene conto dell'altezza del fronte, del peso specifico della roccia, della sua resistenza a flessione, della spaziatura media e dell'inclinazione della famiglia lungo la quale si ipotizza il ribaltamento flessionale.

I valori immessi sono i seguenti:

- Altezza fronte = 22 m;
- Peso specifico = $2,6 \text{ t/m}^3$
- Resistenza a flessione = 1427 t/m^2 (valore desunto dalla relazione geologico-tecnica del primo progetto autorizzato – agosto 2008)
- Spaziatura media = 3 m
- Inclinazione = 85°

VERIFICA NON SISMICA

VERIFICA DI STABILITA' AL RIBALTAMENTO FLESSIONALE

per fronti impostati lungo il piano di scistosità disposti a reggipoggio con alto angolo di inclinazione

Comune:	Trontano	Località:	Servezz	Rif. verifica:	Fronte NORD
---------	-----------------	-----------	----------------	----------------	--------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PENDIO

H fronte	(m)	22
inclinazione	(°)	85

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLA ROCCIA

peso specifico	(kN/mc)	26
Joint Compression Strenght JCS	(MPa)	110
resistenza a flessione (valore caratteristico)	(MPa)	
coefficiente parziale per resist. a flessione		1,6

CARATTERISTICHE GEO-STRUTTURALI DELLE DISCONTINUITA'

spaziatura (valore caratteristico)	(m)	3,00
inclinazione	(°)	85

CARICHI ESTERNI

carico applicato verticale	(kN)	0
coefficiente parziale per i carichi		1,3

SPINTE IDRAULICHE

peso specifico acqua	(kN/mc)	9,91
altezza falda Hw/H (%)	(%)	20,00

DATI SISMICI

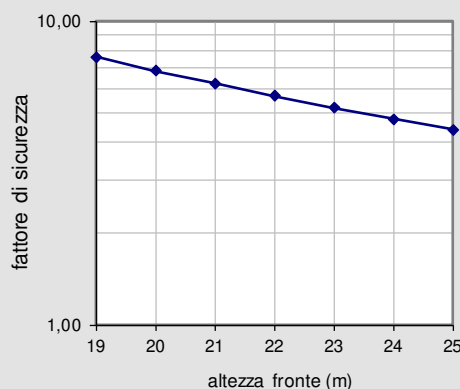
accelerazione sismica ag		0,071
coeff. di amplific. topog S1		1,20
coeff. di amplific. stratig SS		1,00
coeff. di riduzione βs		0,57
coeff. sismico orizzontale kh		
coeff. sismico verticale kv		

RISULTATI (combinazione fondamentale)verifica **1**

passo graf. per H fronte	1	m
--------------------------	----------	---

Hcr = 52,38 m

Altezza fronte H	Fattore di sicurezza F.S.	momento agente Ma	momento resistente Mr
(m)		(kN*m)	(kN*m)
19	7,60	1.356,6	10.312,5
20	6,86	1.503,2	10.312,5
21	6,22	1.657,3	10.312,5
22	5,67	1.818,8	10.312,5
23	5,19	1.988,0	10.312,5
24	4,76	2.164,6	10.312,5
25	4,39	2.348,7	10.312,5

**Ribaltaflex-2018** - data: maggio 2019 - conforme NTC 2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.

Software freeware distribuito da geologi.it

VERIFICA SISMICA

VERIFICA DI STABILITA' AL RIBALTAMENTO FLESSIONALE

per fronti impostati lungo il piano di scistosità disposti a reggipoggio con alto angolo di inclinazione

Comune:	Trontano	Località:	Servezz	Rif. verifica:	Fronte NORD
---------	-----------------	-----------	----------------	----------------	--------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PENDIO

H fronte	(m)	22
inclinazione	(°)	85

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLA ROCCIA

peso specifico	(kN/mc)	26
Joint Compression Strenght JCS	(MPa)	110
resistenza a flessione (valore caratteristico)	(MPa)	
coefficiente parziale per resist. a flessione		1,6

CARATTERISTICHE GEO-STRUTTURALI DELLE DISCONTINUITA'

spaziatura (valore caratteristico)	(m)	3,00
inclinazione	(°)	85

CARICHI ESTERNI

carico applicato verticale	(kN)	0
coefficiente parziale per i carichi		1,0

SPINTE IDRAULICHE

peso specifico acqua	(kN/mc)	9,91
altezza falda Hw/H (%)	(%)	20,00

DATI SISMICI

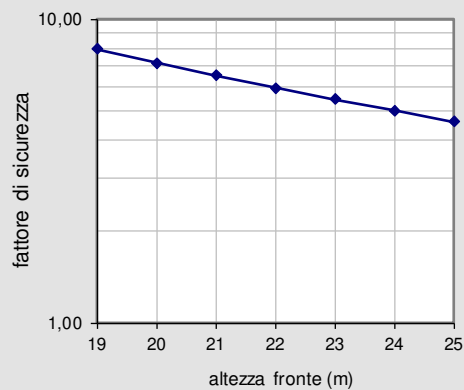
accelerazione sismica ag		0,071
coeff. di amplific. topog S1		1,20
coeff. di amplific. stratig SS		1,00
coeff. di riduzione β_s		0,57
coeff. sismico orizzontale kh		0,049
coeff. sismico verticale kv		0,024

RISULTATI (combinazione sismica)verifica **2**

passo graf. per H fronte	1	m
--------------------------	----------	---

Hcr = 53,60 m

Altezza fronte H	Fattore di sicurezza F.S.	momento agente Ma	momento resistente Mr
(m)		(kN*m)	(kN*m)
19	7,96	2.073,0	16.500,0
20	7,18	2.296,9	16.500,0
21	6,52	2.532,4	16.500,0
22	5,94	2.779,3	16.500,0
23	5,43	3.037,7	16.500,0
24	4,99	3.307,6	16.500,0
25	4,60	3.589,0	16.500,0

**Ribaltaflex-2018** - data: maggio 2019 - conforme NTC 2018 e Circolare 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP.**Software freeware distribuito da geologi.it**

3.2 VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE NORD CON METODO GSI

Il substrato roccioso presente sul fronte Nord si presenta fortemente fratturato e degradato per cui può i fronti in roccia di quest'area mineraria possono essere analizzati con il criterio di rottura pubblicato da Hoek et al. (2002) per la caratterizzazione della resistenza al taglio degli ammassi rocciosi fratturati.

Per la verifica di stabilità, e per le argomentazioni teoriche del metodo, si rimanda a quanto indicato ed illustrato nel manuale SSAP2010 (Manuale di Riferimento Versione 5.2, 2018) elaborato dal Dr. Lorenzo Borselli, Geol, Ph.D (Docente di Geotecnica e Geologia Applicata Facoltà Di Ingegneria, Universidad Autonoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí., Mexico).

La verifica è stata condotta sul fronte residuo più alto, ovvero quello in corrispondenza della sezione 3.

L'ammasso roccioso è stato caratterizzato da una serie di rilievi geostrutturali speditivi atti a stimare le seguenti caratteristiche geomeccaniche/geostrutturali dei giunti delle singole famiglie di discontinuità: JRC (rugosità), JCS (resistenza a compressione semplice), persistenza (lunghezza fratture), giacitura fratture (immersione e inclinazione, verifica delle misure precedenti), sono stati altresì valutati i parametri fondamentali per l'applicazione del metodo del GSI.

Sono stati pertanto stimati i seguenti parametri:

Resistenza compressione uniassiale: 20 Mpa, valore cautelativo molto inferiore di quanto misurato negli affioramenti rocciosi in sito mediante il martello di Schmidt.

Parametro m_i : 15, valore stimato dalla tabella riportata nella pagina seguente, valore massimo per gli scisti (cautelativo).

Parametro GSI: 35, valore stimato dalla tabella successiva.

Parametro D: 0,7

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerate ^a (22 ± 3)	Sandstone (17 ± 4)	Siltstone (7 ± 2)	Claystone (4 ± 2) Shales (6 ± 2) Marls (7 ± 2)
			Breccias (19 ± 5)		Greywacke (18 ± 3)	
	Non-clastic	Organic	Chalks (7 ± 2)			
		Carbonates	Crystalline Limestone (12 ± 3)	Sparitic Limestone (10 ± 2)	Micritic Limestone (9 ± 2)	
		Evaporites		Gypsum (8 ± 2)	Anhydrite (12 ± 2)	
Metamorphic	Non-foliated		Marble (9 ± 3)	Homfels (19 ± 4)	Quartzites (20 ± 3)	
				Metasandstone (26 ± 6)		
	Slightly foliated		Migmatite (29 ± 3)	Amphibolites (26 ± 6)		
	Foliated ^b		Gneiss (28 ± 5)	Schists (12 ± 3)	Phyllites (7 ± 3)	Slates (7 ± 4)
Igneous	Plutonic	Light	Granite (32 ± 2)	Diorite (25 ± 5)		
			Granodiorite (29 ± 3)			
		Dark	Gabbro (27 ± 3)	Dolerite (16 ± 5)		
			Norite (20 ± 5)			
	Hypabyssal	Porphyries (20 ± 5)		Diabase (15 ± 5)	Peridotite (25 ± 5)	
		Volcanic	Lava		Rhyolite (25 ± 5)	Dacite (25 ± 3)
				Andesite (25 ± 5)	Basalt (25 ± 5)	
	Pyroclastic		Agglomerate (19 ± 3)	Breccia (19 ± 5)	Tuff (13 ± 5)	

^aConglomerates and breccias may present a wide range of m_i values depending on the nature of the cementing material and the degree of cementation so that they may range from values similar to sandstone to values used for fine-grained sediments

^bThese values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if the failure occurs along a weakness plane

Figura 6: tabella di riferimento per la stima del parametro m_i (da manuale SSAP2010).

		SURFACE CONDITIONS				
		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90	80	70	N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets		60	50		
	VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets			40		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity				30	
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces					20
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

Figura 7: tabella di riferimento per la stima del parametro GSI (da manuale SSAP2010), con il pallino giallo si indica la posizione ipotizzata per l'ammasso roccioso in esame.

Valore di D suggerito (Hoek et al. 2002; Hoek , 2012) (con integrazioni dell'autore di questo manuale)	Condizioni di applicazione
D=0.0	Pendii naturali senza effetti di rilascio tensionale (tension cracks)
D=0.5	Pendii con fenomeni di rilascio tensionale visibili (tension cracks)**
D=0.7	Pendio oggetto di scavo meccanico e/o uso ottimale di esplosivi (con possibili rilasci tensionali)
D=1.0	Uso non ottimale di esplosivi e scavi a cielo aperto molto profondi, e con possibile rilascio tensionale.

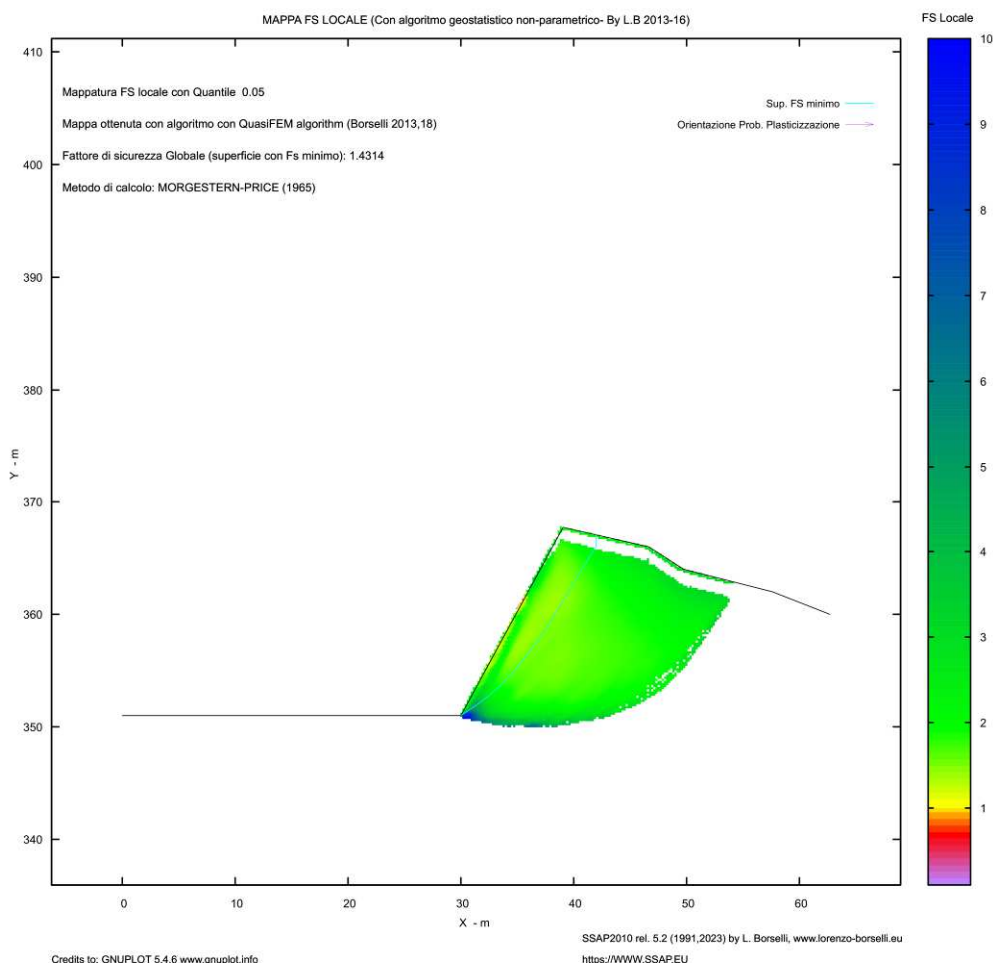
Figura 8: tabella di riferimento per la stima del parametro D (da manuale SSAP2010), con il pallino giallo si indica la posizione ipotizzata per l'ammasso roccioso in esame.

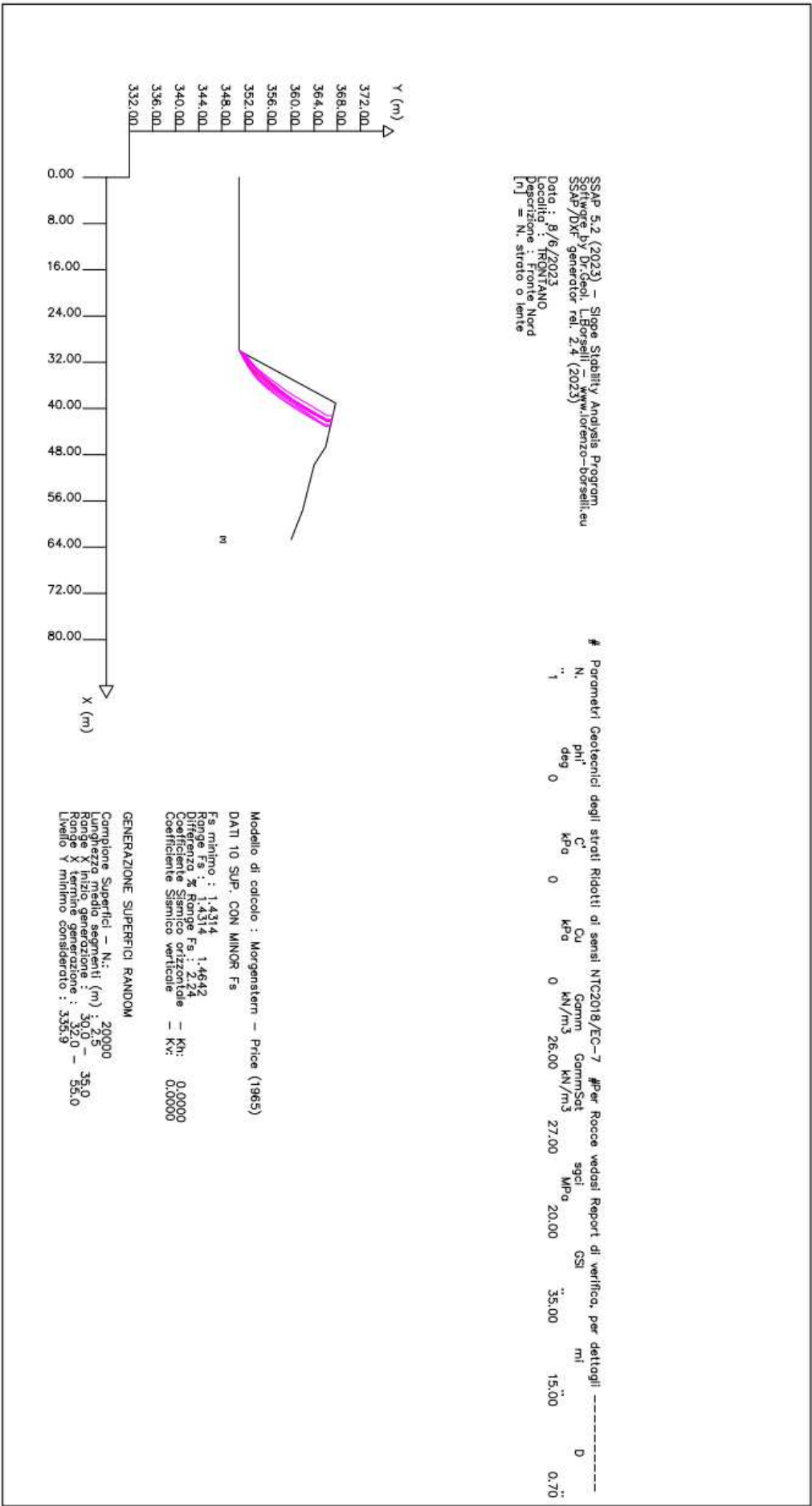
3.2.1 Verifica di stabilità con SSAP2010 - fondamentale

Per la verifica di stabilità della sezione 3 sul fronte nord nella combinazione fondamentale è stato utilizzato il programma SSAP2010, per comodità di consultazione si riportano qui in seguito le sole immagini con le 10 superfici a FS minore e la mappa FS locale e, in allegato alla fine della relazione, l'intero report di calcolo.

Si precisa che per il calcolo è stato utilizzato il fattore di riduzione NTC2018: $\gamma_{\text{PHI}}=1.25$ e $\gamma_{\text{C}}=1.25$ - (per tutti i livelli); come si legge nel report di analisi del programma (riportato in allegato alla relazione): Ai sensi delle NTC2018/EC-7 i parametri di resistenza al taglio caratteristici sono stati ridotti con i fattori riduttivi (tab. 6.2.II delle NTC 2018) per ottenere i parametri di progetto.

Nel caso di ammassi rocciosi fratturati, dai parametri sopra indicati in tabella, relativi al criterio di rottura Hoek et al. (2002), sono stati ricavati i parametri equivalenti geomeccanici CARATTERISTICI locali di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso considerato (c', Φ') tali parametri equivalenti sono stati infine RIDOTTI, per ricavare i valori di PROGETTO, tramite i coefficienti parziali riduttivi, di cui alla tab. 6.2.II delle NTC 2018.

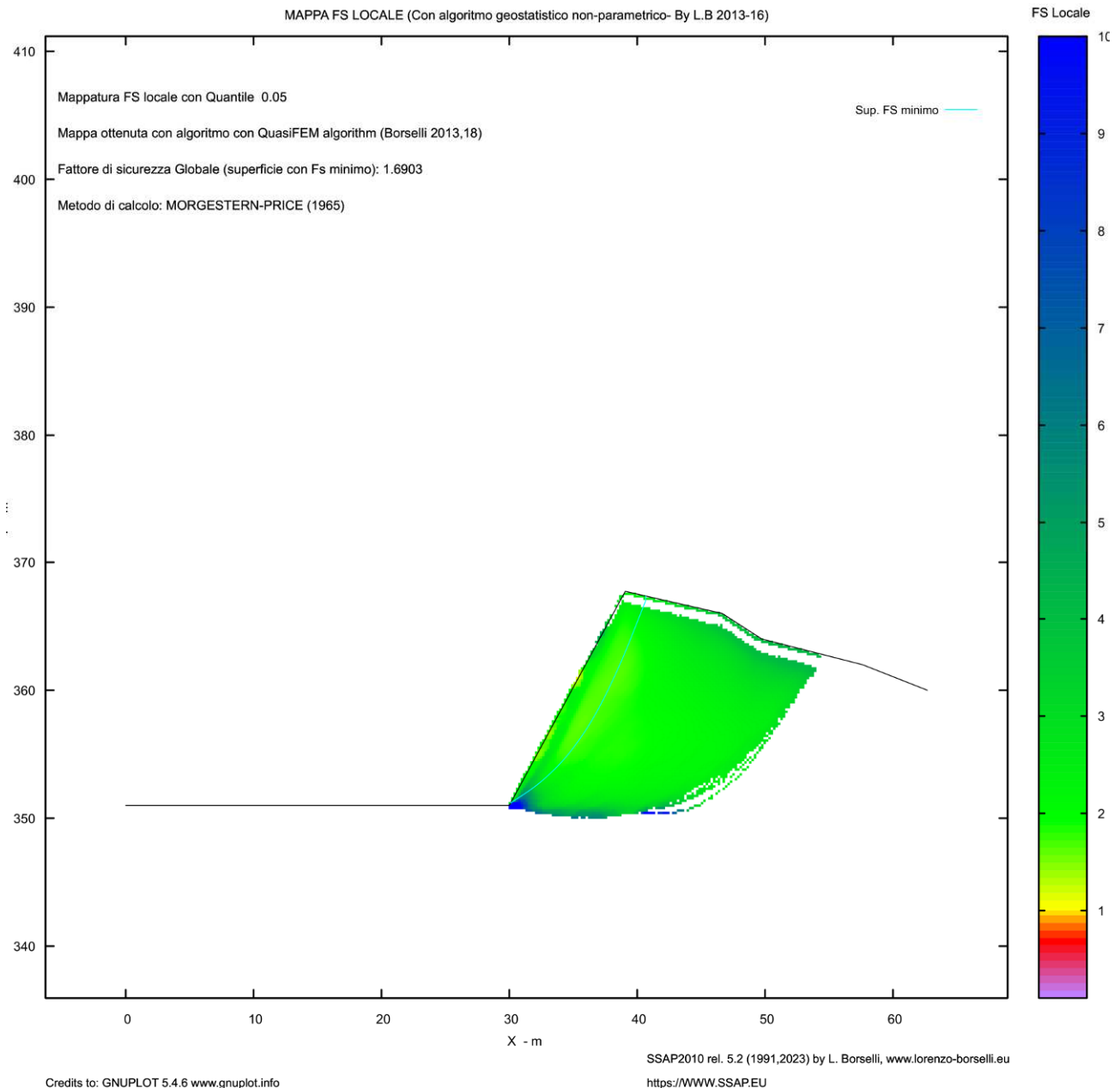


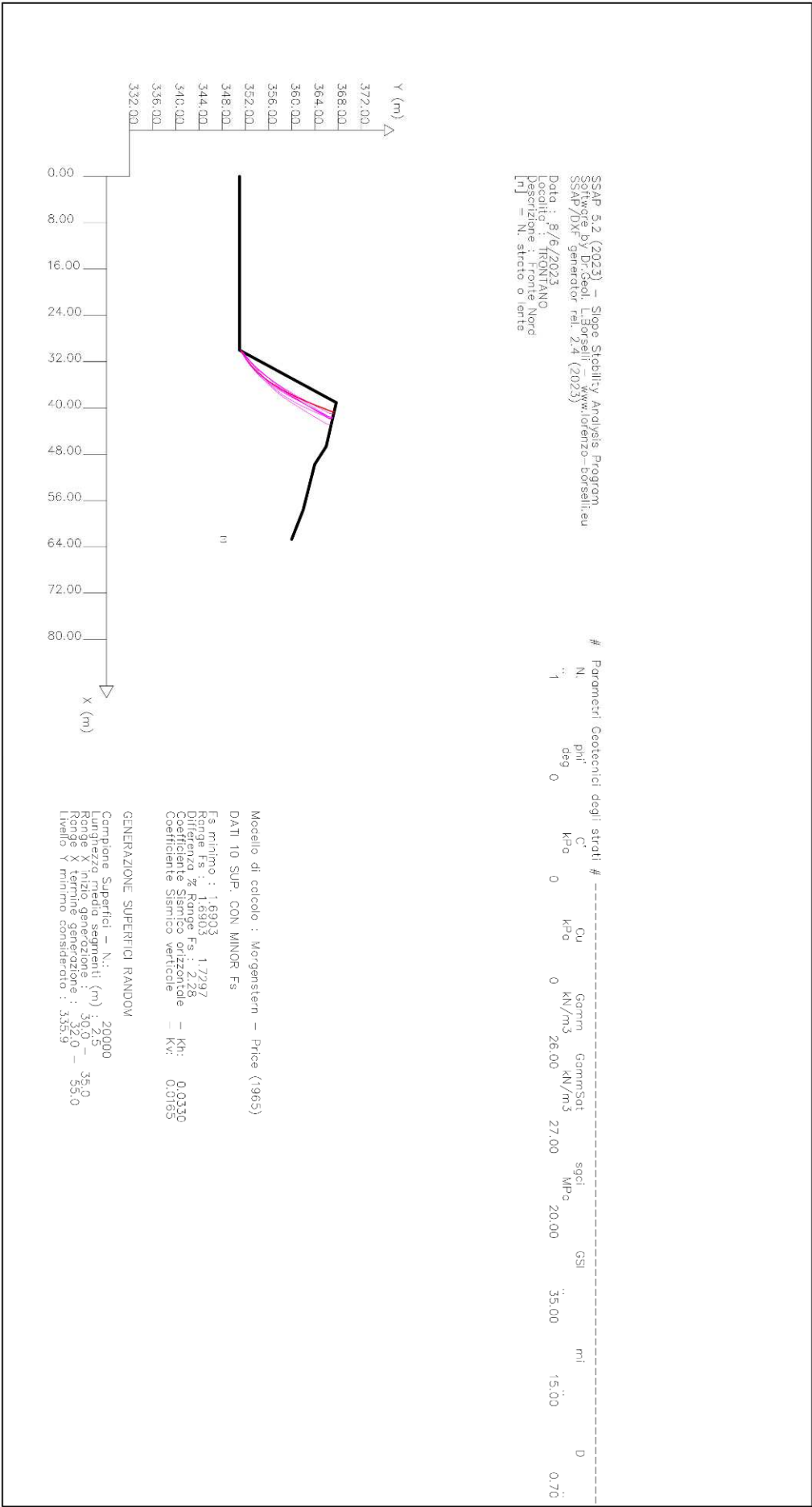


3.2.2 Verifica di stabilità con SSAP2010 – sismica

Per la verifica di stabilità della sezione 3 della miniera Coccoia nella combinazione sismica è stato utilizzato il programma SSAP2010, per comodità di consultazione si riportano qui in seguito le sole immagini con le 10 superfici a FS minore e la mappa FS locale e, in allegato alla fine della relazione, l'intero report di calcolo.

In questo caso verranno applicati i fattori di resistenza non ridotti e verrà introdotta l'azione sismica.





4. RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO AREA A FOSSA

Come richiesto è stata rivista la morfologia del riempimento parziale della fossa di fondoscavo.

Il muro di sostegno è stato notevolmente abbassato e passa da un'altezza massima di 10 m ad un'altezza massima di 5 m.

A tergo e al di sopra del muro verrà effettuato un riempimento con materiale di scarto proveniente dalle lavorazioni e sarà rimodellato con una pendenza di 26°.

Vista la tipologia dei materiali di riempimento si ritiene che il pendio così come progettato sia stabile e viste le pendenze modeste non si ritiene necessario effettuare specifici calcoli di verifica di stabilità.

5. CONCLUSIONI

Nella presente relazione si è dato risposta alle integrazioni richieste in seguito al verbale per il rinnovo e l'ampliamento di una attività estrattiva di roccia ornamentale tipo *beola grigia*, nel Comune di Trontano denominata Servezz.

Nell'esecuzione dei lavori si raccomanda di tenere in considerazione tutte le prescrizioni dettate nella relazione geologica e geomeccanica di progetto in particolare quelle riferite all'altezza dei gradoni sui quali potrebbero svilupparsi instabilità per ribaltamento di blocchi (toppling).

Le verifiche di stabilità condotte hanno restituito fattori di sicurezza superiori all'unità.

Si raccomanda tuttavia la vigilanza periodica in corso d'opera dei fronti di scavo per definire nel dettaglio condizioni puntuali di instabilità potenziale dell'ammasso roccioso e valutare eventuali interventi di bonifica mirati.

In base a quanto emerso in fase di sopralluogo e a quanto emerso durante l'elaborazione dei dati si evince una sostanziale situazione di compatibilità con l'assetto idrogeologico del territorio ed una soddisfacente stabilità dei fronti rocciosi oggetto di coltivazione.

ALLEGATO:**REPORT VERIFICA STABILITA' SSAP 2010****VERIFICA COMBINAZIONE FONDAMENTALE**

Report elaborazioni

SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023)

WWW.SSAP.EU

Build No. 13366

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI

UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

Ricercatore Associato CNR-IRPI

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 dicembre 2022

File report: D:\VECCHI FILES SSAP\SSAP Trontano-Servez\Fronte Nord fondamentale.txt

Data: 8/6/2023

Localita' : TRONTANO

Descrizione: Fronte Nord

Modello pendio: Trontano fronte Nord.mod

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

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	351.00	-	-	-	-	-	-
30.00	351.00	-	-	-	-	-	-
39.06	367.73	-	-	-	-	-	-
46.65	366.00	-	-	-	-	-	-
49.75	364.00	-	-	-	-	-	-
57.61	362.00	-	-	-	-	-	-
62.69	360.00	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

----- PARAMETRI GEOMECCANICI DI PROGETTO RIDOTTI (ai sensi NTC2018/EC-7) - Riduzione attivata in Tutti gli Strati

fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	0.00	26.00	27.00	7.126	20.00	35.00	15.00 0.70

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

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

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

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

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

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

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Roccia Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - ATTIVATI (Per Tutti gli Strati)

Ai sensi delle NTC2018/EC-7 i parametri di resistenza al taglio caratteristici sono stati ridotti con i fattori riduttivi (tab. 6.2.II delle NTC 2018) per ottenere i parametri di progetto.

Nel caso di ammassi rocciosi fratturati, dai parametri sopra indicati in tabella, relativi al criterio di rottura Hoek et al. (2002), sono stati ricavati i parametri equivalenti geomeccanici CARATTERISTICI locali di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso considerato (c',Phi') tali parametri equivalenti sono stati infine RIDOTTI, per ricavare i valori di PROGETTO, tramite i coefficienti parziali riduttivi, di cui alla tab. 6.2.II delle NTC 2018

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----
CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - non-lineare - Generalizzato, secondo Lei et al.(2016)

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

dott. Geol. FRENCIA Riccardo – n. 715 Ordine Regionale Geologi del Piemonte – Sez. A

328.53.27.610 – Via Pignari, 18 – 12037 SALUZZO (CN)

riccardo.frescia@gmail.com – riccardo.frescia@geologipiemonte.it

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2021)
 FILTRAGGIO SUPERFICI : NON ATTIVATO
 COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00
 LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 2.5 (+/-) 50%
 INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 30.00 35.00
 LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 335.94
 INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 32.00 55.00
 TOTALE SUPERFICI GENERATE : 20000
 *NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso di uso del motore di ricerca NEW RANDOM SEARCH

----- INFORMAZIONI PARAMETRI DI CALCOLO -----
 METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)
 METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : C (accurato)
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_h : 0.0000
 COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO K_v (assunto Positivo): 0.0000
 COEFFICIENTE $c=K_v/K_h$ UTILIZZATO : 0.5000
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE IN TESTA (kN/m): 0.00
 FORZA ORIZZONTALE ADDIZIONALE ALLA BASE (kN/m): 0.00

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

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

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(F_s)= 1.4314	#Lambda= 1.2451
		30.009	351.016	
		31.109	351.757	
		31.652	352.134	
		32.030	352.412	
		32.358	352.668	
		32.664	352.925	
		32.961	353.187	
		33.267	353.471	
		33.585	353.780	
		33.933	354.130	
		34.253	354.464	
		34.562	354.802	
		34.862	355.144	
		35.169	355.510	
		35.469	355.881	
		35.775	356.276	
		36.090	356.697	
		36.426	357.159	
		36.745	357.609	
		37.058	358.060	
		37.365	358.514	
		37.675	358.983	
		37.980	359.457	
		38.288	359.945	
		38.600	360.449	
		38.919	360.976	
		39.237	361.502	
		39.553	362.023	
		39.868	362.544	
		40.180	363.060	
		40.534	363.644	
		40.925	364.291	
		41.474	365.198	
		41.997	366.062	
		41.997	367.061	
X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(F_s)= 1.4580	#Lambda= 1.2333
		30.475	351.876	
		31.557	352.537	
		32.078	352.870	
		32.435	353.120	

32.739	353.354
33.031	353.604
33.307	353.858
33.595	354.144
33.897	354.461
34.233	354.831
34.549	355.187
34.854	355.538
35.151	355.889
35.449	356.250
35.744	356.615
36.042	356.992
36.345	357.383
36.659	357.797
36.965	358.205
37.266	358.614
37.564	359.025
37.863	359.444
38.161	359.868
38.462	360.301
38.766	360.746
39.078	361.209
39.381	361.668
39.681	362.129
39.977	362.596
40.276	363.076
40.609	363.624
40.981	364.251
41.509	365.155
42.018	366.035
42.018	367.056

X(m) Y(m) #Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4593 #Lambda= 1.2458

30.024	351.045
31.129	351.955
31.676	352.418
32.058	352.758
32.390	353.070
32.699	353.380
32.997	353.693
33.302	354.027
33.614	354.382
33.945	354.773
34.271	355.158
34.592	355.537
34.911	355.914
35.225	356.285
35.542	356.660
35.859	357.035
36.179	357.412
36.498	357.789
36.812	358.166
37.123	358.545
37.433	358.929
37.746	359.323
38.058	359.722
38.373	360.132
38.695	360.556
39.029	361.002
39.343	361.439
39.652	361.884
39.955	362.338
40.266	362.821
40.607	363.376
40.993	364.027
41.543	364.986
42.244	366.227
42.244	367.004

X(m) Y(m) #Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4603 #Lambda= 1.1703

30.158	351.292
31.357	351.913
31.926	352.225

32.314	352.463
32.640	352.689
32.958	352.939
33.256	353.195
33.570	353.488
33.902	353.821
34.280	354.219
34.628	354.597
34.961	354.971
35.283	355.347
35.609	355.738
35.928	356.133
36.251	356.546
36.579	356.977
36.920	357.438
37.258	357.895
37.593	358.346
37.927	358.796
38.256	359.241
38.589	359.690
38.922	360.139
39.258	360.592
39.594	361.046
39.922	361.498
40.248	361.956
40.572	362.419
40.900	362.898
41.264	363.444
41.672	364.068
42.251	364.969
42.794	365.823
42.794	366.879

X(m) Y(m) #Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4604 #Lambda= 1.2098

30.390	351.720
31.424	352.588
31.954	353.036
32.329	353.359
32.664	353.652
32.964	353.920
33.264	354.192
33.566	354.471
33.874	354.759
34.193	355.061
34.496	355.356
34.794	355.655
35.088	355.959
35.387	356.276
35.683	356.598
35.985	356.936
36.295	357.293
36.624	357.680
36.928	358.053
37.224	358.435
37.512	358.825
37.809	359.246
38.098	359.672
38.392	360.126
38.692	360.607
39.008	361.132
39.321	361.651
39.628	362.162
39.935	362.670
40.237	363.172
40.579	363.740
40.958	364.369
41.490	365.251
42.000	366.098
42.000	367.060

X(m) Y(m) #Superficie N. 6 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4607 #Lambda= 1.1792

30.161	351.297
31.219	351.945

31.763	352.281
32.149	352.523
32.494	352.742
32.803	352.942
33.116	353.147
33.436	353.359
33.771	353.584
34.130	353.828
34.430	354.056
34.717	354.303
34.985	354.565
35.281	354.888
35.555	355.218
35.846	355.602
36.153	356.038
36.501	356.561
36.834	357.064
37.155	357.552
37.471	358.035
37.780	358.512
38.091	358.994
38.403	359.481
38.719	359.977
39.039	360.483
39.349	360.985
39.656	361.494
39.960	362.011
40.268	362.548
40.609	363.162
40.993	363.869
41.537	364.893
42.231	366.215
42.231	367.007

X(m) Y(m) #Superficie N. 7 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4609 #Lambda= 1.2500

30.013	351.024
31.039	351.950
31.549	352.422
31.904	352.767
32.214	353.085
32.502	353.399
32.780	353.715
33.065	354.053
33.356	354.413
33.665	354.808
33.968	355.196
34.265	355.579
34.560	355.961
34.852	356.340
35.147	356.724
35.442	357.112
35.742	357.506
36.046	357.908
36.337	358.305
36.624	358.710
36.907	359.122
37.197	359.556
37.481	359.995
37.768	360.452
38.059	360.929
38.361	361.435
38.661	361.938
38.957	362.436
39.253	362.933
39.546	363.424
39.877	363.980
40.244	364.596
40.758	365.460
41.257	366.297
41.257	367.229

X(m) Y(m) #Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4620 #Lambda= 1.1127
30.087 351.161

31.283	351.765
31.869	352.073
32.275	352.303
32.626	352.517
32.955	352.737
33.273	352.964
33.605	353.214
33.955	353.492
34.346	353.816
34.690	354.120
35.018	354.432
35.331	354.752
35.659	355.111
35.972	355.476
36.297	355.877
36.634	356.316
37.002	356.816
37.355	357.301
37.697	357.780
38.034	358.258
38.369	358.742
38.703	359.229
39.037	359.726
39.374	360.233
39.716	360.753
40.058	361.275
40.398	361.793
40.738	362.311
41.075	362.825
41.457	363.408
41.880	364.052
42.473	364.957
43.025	365.798
43.025	366.826

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.4622 #Lambda= 1.1884

30.559	352.032
31.568	352.799
32.079	353.194
32.439	353.480
32.758	353.740
33.048	353.986
33.333	354.235
33.622	354.494
33.918	354.765
34.227	355.055
34.524	355.340
34.815	355.625
35.102	355.912
35.392	356.209
35.681	356.511
35.974	356.824
36.277	357.154
36.596	357.508
36.888	357.849
37.172	358.201
37.447	358.561
37.733	358.957
38.010	359.360
38.295	359.795
38.589	360.264
38.904	360.785
39.205	361.295
39.500	361.802
39.791	362.311
40.081	362.831
40.405	363.425
40.768	364.102
41.281	365.077
41.945	366.352
41.945	367.072

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.4642	#Lambda= 1.0834
		30.063	351.117	
		31.226	351.728	
		31.808	352.041	
		32.215	352.271	
		32.573	352.483	
		32.901	352.690	
		33.225	352.902	
		33.558	353.129	
		33.907	353.377	
		34.288	353.655	
		34.623	353.918	
		34.943	354.191	
		35.248	354.473	
		35.571	354.795	
		35.879	355.124	
		36.199	355.489	
		36.533	355.892	
		36.903	356.358	
		37.252	356.807	
		37.590	357.251	
		37.920	357.696	
		38.251	358.150	
		38.580	358.609	
		38.913	359.084	
		39.251	359.577	
		39.603	360.098	
		39.939	360.610	
		40.269	361.128	
		40.595	361.653	
		40.925	362.202	
		41.291	362.831	
		41.702	363.559	
		42.287	364.620	
		43.017	365.964	
		43.017	366.828	

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR FS *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.431	1424.5	995.2	230.3	Surplus
2	1.458	1358.7	931.9	240.5	Surplus
3	1.459	1370.7	939.3	243.6	Surplus
4	1.460	1630.6	1116.6	290.7	Surplus
5	1.460	1321.4	904.8	235.6	Surplus
6	1.461	1575.7	1078.7	281.2	Surplus
7	1.461	1102.4	754.7	196.9	Surplus
8	1.462	1774.9	1214.1	318.1	Surplus
9	1.462	1327.3	907.8	238.0	Surplus
10	1.464	1835.5	1253.6	331.2	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 196.9

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

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

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

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
30.009	0.174	33.94	0.46	0.00	0.00	64.52	11.94
30.183	0.174	33.94	1.39	0.00	0.00	61.47	13.08
30.357	0.174	33.94	2.31	0.00	0.00	59.48	13.72
30.531	0.174	33.94	3.24	0.00	0.00	57.77	15.04
30.706	0.174	33.94	4.17	0.00	0.00	56.16	16.76

30.880	0.174	33.94	5.09	0.00	0.00	55.14	17.55
31.054	0.055	33.94	1.81	0.00	0.00	54.15	18.86
31.109	0.174	34.76	6.30	0.00	0.00	53.91	19.05
31.283	0.174	34.76	7.21	0.00	0.00	53.08	20.34
31.458	0.174	34.76	8.12	0.00	0.00	52.38	21.35
31.632	0.021	34.76	1.02	0.00	0.00	51.82	22.23
31.652	0.174	36.34	9.12	0.00	0.00	51.82	21.85
31.827	0.174	36.34	10.00	0.00	0.00	51.37	22.33
32.001	0.029	36.34	1.75	0.00	0.00	50.93	23.33
32.030	0.174	38.02	11.00	0.00	0.00	50.83	23.88
32.204	0.154	38.02	10.43	0.00	0.00	50.50	24.36
32.358	0.174	40.00	12.56	0.00	0.00	50.29	24.33
32.532	0.132	40.00	10.06	0.00	0.00	49.97	25.10
32.664	0.174	41.47	13.94	0.00	0.00	49.76	25.74
32.839	0.122	41.47	10.21	0.00	0.00	49.55	25.98
32.961	0.174	42.86	15.22	0.00	0.00	49.45	26.11
33.135	0.132	42.86	12.02	0.00	0.00	49.24	26.79
33.267	0.174	44.10	16.48	0.00	0.00	49.13	26.94
33.441	0.144	44.10	14.17	0.00	0.00	49.03	26.82
33.585	0.174	45.15	17.73	0.00	0.00	48.93	27.05
33.759	0.174	45.15	18.35	0.00	0.00	48.83	27.17
33.933	0.174	46.30	19.04	0.00	0.00	48.73	27.60
34.108	0.146	46.30	16.39	0.00	0.00	48.73	27.16
34.253	0.174	47.53	20.18	0.00	0.00	48.62	27.97
34.427	0.135	47.53	16.02	0.00	0.00	48.62	27.86
34.562	0.174	48.78	21.21	0.00	0.00	48.62	27.88
34.736	0.126	48.78	15.64	0.00	0.00	48.62	27.97
34.862	0.174	49.98	22.15	0.00	0.00	48.62	28.10
35.036	0.133	49.98	17.26	0.00	0.00	48.73	27.33
35.169	0.174	51.11	23.05	0.00	0.00	48.73	27.56
35.343	0.125	51.11	16.87	0.00	0.00	48.83	26.90
35.469	0.174	52.19	23.85	0.00	0.00	48.83	27.17
35.643	0.132	52.19	18.42	0.00	0.00	48.83	27.56
35.775	0.174	53.16	24.61	0.00	0.00	48.93	26.81
35.949	0.141	53.16	20.18	0.00	0.00	48.93	27.15
36.090	0.174	54.01	25.32	0.00	0.00	48.93	27.39
36.264	0.161	54.01	23.78	0.00	0.00	49.03	26.66
36.426	0.174	54.63	26.02	0.00	0.00	49.03	26.89
36.600	0.146	54.63	22.00	0.00	0.00	49.03	27.14
36.745	0.174	55.28	26.64	0.00	0.00	49.13	26.34
36.920	0.138	55.28	21.36	0.00	0.00	49.13	26.62
37.058	0.174	55.93	27.20	0.00	0.00	49.13	26.85
37.232	0.133	55.93	20.97	0.00	0.00	49.24	26.18
37.365	0.174	56.56	27.70	0.00	0.00	49.24	26.49
37.539	0.135	56.56	21.71	0.00	0.00	49.34	25.93
37.675	0.174	57.16	28.15	0.00	0.00	49.34	26.31
37.849	0.131	57.16	21.37	0.00	0.00	49.45	25.84
37.980	0.174	57.74	28.55	0.00	0.00	49.45	26.26
38.154	0.134	57.74	22.09	0.00	0.00	49.55	25.82
38.288	0.174	58.30	28.90	0.00	0.00	49.55	26.23
38.463	0.137	58.30	22.86	0.00	0.00	49.65	25.80
38.600	0.174	58.81	29.21	0.00	0.00	49.76	25.35
38.774	0.145	58.81	24.44	0.00	0.00	49.86	25.20
38.919	0.141	58.81	23.88	0.00	0.00	49.97	25.03
39.060	0.174	58.81	28.79	0.00	0.00	50.07	25.11
39.234	0.003	58.81	0.47	0.00	0.00	50.29	24.79
39.237	0.174	58.81	27.28	0.00	0.00	50.29	24.82
39.411	0.141	58.81	21.04	0.00	0.00	50.61	24.13
39.553	0.174	58.81	24.60	0.00	0.00	50.93	23.30
39.727	0.141	58.81	18.84	0.00	0.00	51.37	22.51
39.868	0.174	58.82	21.91	0.00	0.00	51.82	21.73
40.042	0.138	58.82	16.31	0.00	0.00	52.38	20.85
40.180	0.174	58.82	19.25	0.00	0.00	52.73	20.81
40.354	0.174	58.82	17.77	0.00	0.00	53.31	19.72
40.529	0.005	58.82	0.50	0.00	0.00	53.79	19.23
40.534	0.174	58.82	16.24	0.00	0.00	53.79	19.32
40.708	0.174	58.82	14.76	0.00	0.00	54.39	18.27
40.882	0.043	58.82	3.41	0.00	0.00	55.01	17.59
40.925	0.174	58.82	12.91	0.00	0.00	55.14	17.59
41.099	0.174	58.82	11.43	0.00	0.00	55.77	17.16
41.273	0.174	58.82	9.94	0.00	0.00	56.68	16.00
41.448	0.026	58.82	1.38	0.00	0.00	57.49	15.62
41.474	0.174	58.82	8.23	0.00	0.00	57.63	15.40

41.648	0.174	58.82	6.75	0.00	0.00	58.47	14.79
41.822	0.174	58.82	5.27	0.00	0.00	59.92	13.79

LEGENDA SIMBOLI

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

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	ht (m)	yt (m)	yt' (--)	E(x) (kN/m)	T(x) (kN/m)	E' (kN)	rho(x) (kN)	FS_qFEM (--)	FS_p-qPATH (--)
30.009	0.000	351.016	1.060	0.000000000E+000	0.000000000E+000	0.000000000E+000	1.0745167890E+001		
				0.048	2.814	1.996			
30.183	0.067	351.201	1.060	3.0935476654E+000	3.8498950752E-002	2.4771453384E+001			
				0.048	2.814	2.069			
30.357	0.135	351.386	1.060	8.6305137183E+000	4.5232867762E-001	2.5454943712E+001			
				0.054	3.403	2.299			
30.531	0.202	351.570	1.157	1.1962193259E+001	1.6869298199E+000	2.1191660297E+001			
				0.080	4.550	2.518			
30.706	0.304	351.789	1.148	1.6013807386E+001	4.6460154622E+000	2.1779592307E+001			
				0.119	4.867	2.525			
30.880	0.368	351.970	1.057	1.9550325747E+001	8.0504398052E+000	2.0814651679E+001			
				0.162	4.697	2.456			
31.054	0.437	352.157	1.053	2.3265749130E+001	1.2004852124E+001	2.0253158263E+001			
				0.235	4.397	2.362			
31.109	0.455	352.212	1.046	2.4366829082E+001	1.3343939576E+001	2.0352287092E+001			
				0.261	4.262	2.323			
31.283	0.519	352.397	1.066	2.8153921705E+001	1.8349877142E+001	2.2017727748E+001			
				0.343	3.719	2.175			
31.458	0.585	352.584	1.044	3.2037929297E+001	2.3916053830E+001	2.1723939464E+001			
				0.409	3.135	2.019			
31.632	0.641	352.761	1.014	3.5722664428E+001	2.9485923291E+001	2.0388492414E+001			
				0.459	2.646	1.882			
31.652	0.647	352.781	1.009	3.6139223449E+001	3.0129179603E+001	2.0313503052E+001			
				0.464	2.595	1.868			
31.827	0.695	352.957	1.014	3.9700003666E+001	3.5776067439E+001	2.0053950533E+001			
				0.504	2.240	1.757			
32.001	0.744	353.134	1.003	4.3126132634E+001	4.1368372153E+001	1.7704100214E+001			
				0.537	1.996	1.671			
32.030	0.750	353.161	1.059	4.3631458822E+001	4.2206850571E+001	1.7639668698E+001			
				0.541	1.967	1.660			
32.204	0.802	353.349	1.122	4.6979128689E+001	4.7841456208E+001	1.9420493990E+001			
				0.566	1.806	1.594			
32.358	0.861	353.529	1.220	4.9998667943E+001	5.2981013678E+001	1.9560192722E+001			
				0.587	1.686	1.541			
32.532	0.935	353.750	1.242	5.3398192338E+001	5.8814265455E+001	1.8197393733E+001			
				0.608	1.572	1.488			
32.664	0.985	353.910	1.265	5.5669905295E+001	6.2701251561E+001	1.7078737634E+001			
				0.619	1.506	1.457			
32.839	1.058	354.137	1.218	5.8617549892E+001	6.7701523915E+001	1.4434433946E+001			
				0.632	1.427	1.420			
32.961	1.084	354.271	1.144	6.0164959943E+001	7.0261739044E+001	1.2592111974E+001			
				0.636	1.391	1.403			
33.135	1.127	354.476	1.175	6.2333005351E+001	7.3787461350E+001	1.1706363440E+001			
				0.640	1.343	1.380			
33.267	1.160	354.631	1.216	6.3804723775E+001	7.6118402521E+001	1.0937590616E+001			
				0.641	1.313	1.365			
33.441	1.208	354.848	1.261	6.5662158858E+001	7.9023704672E+001	1.0013190365E+001			
				0.641	1.276	1.347			
33.585	1.253	355.032	1.319	6.7029251746E+001	8.1126382461E+001	9.1789039751E+000			
				0.640	1.251	1.334			
33.759	1.314	355.268	1.350	6.8565872238E+001	8.3483099422E+001	8.0702155055E+000			
				0.636	1.224	1.320			

33.933	1.373	355.502	1.369	6.9838626180E+001	8.5409408757E+001	6.6965352974E+000
				0.631 1.203 1.309		
34.108	1.433	355.745	1.365	7.0896159782E+001	8.7000060304E+001	5.3050609172E+000
				0.624 1.189 1.301		
34.253	1.475	355.939	1.338	7.1575328073E+001	8.8004742811E+001	4.0481906561E+000
				0.618 1.182 1.296		
34.427	1.518	356.173	1.320	7.2151915225E+001	8.8854163397E+001	2.6357643709E+000
				0.610 1.178 1.293		
34.562	1.545	356.347	1.331	7.2436903916E+001	8.9272400579E+001	1.5630037126E+000
				0.604 1.177 1.291		
34.736	1.583	356.584	1.336	7.2585112533E+001	8.9524716327E+001	2.1374603741E-001
				0.596 1.180 1.290		
34.862	1.603	356.747	1.371	7.2554289601E+001	8.9521507301E+001	-7.7681007083E-001
				0.591 1.184 1.291		
35.036	1.643	356.995	1.392	7.2290557975E+001	8.9252352406E+001	-2.1196011095E+000
				0.582 1.190 1.291		
35.169	1.665	357.175	1.412	7.1947093290E+001	8.8870276075E+001	-3.1945473988E+000
				0.576 1.196 1.292		
35.343	1.703	357.429	1.420	7.1250866812E+001	8.8079766310E+001	-4.4469344611E+000
				0.567 1.205 1.294		
35.469	1.718	357.600	1.427	7.0653095062E+001	8.7390497934E+001	-5.3437792476E+000
				0.560 1.211 1.296		
35.643	1.750	357.856	1.435	6.9583423320E+001	8.6138699286E+001	-6.4623289053E+000
				0.548 1.220 1.300		
35.775	1.763	358.040	1.463	6.8695488943E+001	8.5082869734E+001	-7.3867091248E+000
				0.540 1.227 1.303		
35.949	1.796	358.305	1.503	6.7252898577E+001	8.3337085644E+001	-8.6060462427E+000
				0.527 1.237 1.308		
36.090	1.816	358.513	1.551	6.6004566496E+001	8.1797233538E+001	-9.5676657983E+000
				0.516 1.245 1.312		
36.264	1.856	358.793	1.580	6.4187140325E+001	7.9525946872E+001	-1.0666537257E+001
				0.502 1.255 1.317		
36.426	1.884	359.043	1.603	6.2431395460E+001	7.7315585605E+001	-1.1615579334E+001
				0.488 1.263 1.323		
36.600	1.927	359.331	1.598	6.0270125320E+001	7.4589146333E+001	-1.2311522792E+001
				0.472 1.272 1.329		
36.745	1.945	359.554	1.578	5.8490005348E+001	7.2351782764E+001	-1.2867124477E+001
				0.459 1.278 1.334		
36.920	1.975	359.835	1.568	5.6116090232E+001	6.9391305035E+001	-1.3492809052E+001
				0.443 1.286 1.341		
37.058	1.984	360.044	1.569	5.4266346579E+001	6.7101881263E+001	-1.4094363537E+001
				0.430 1.292 1.346		
37.232	2.008	360.326	1.575	5.1655531168E+001	6.3880299756E+001	-1.4806372119E+001
				0.412 1.300 1.353		
37.365	2.014	360.528	1.598	4.9703858950E+001	6.1486710980E+001	-1.5478156671E+001
				0.399 1.305 1.358		
37.539	2.038	360.817	1.613	4.6822798141E+001	5.7948278378E+001	-1.6240217716E+001
				0.379 1.312 1.365		
37.675	2.044	361.027	1.629	4.4654852826E+001	5.5286187144E+001	-1.6769812791E+001
				0.363 1.318 1.371		
37.849	2.068	361.321	1.636	4.1562862294E+001	5.1453221602E+001	-1.7265961987E+001
				0.341 1.325 1.379		
37.980	2.071	361.527	1.645	3.9343642431E+001	4.8680676722E+001	-1.7656602117E+001
				0.324 1.330 1.385		
38.154	2.091	361.824	1.683	3.6093316483E+001	4.4559350739E+001	-1.8617701562E+001
				0.299 1.336 1.393		
38.288	2.101	362.046	1.721	3.3604172527E+001	4.1382014051E+001	-1.9402574143E+001
				0.278 1.341 1.400		
38.463	2.127	362.354	1.767	3.0039268238E+001	3.6848722527E+001	-2.1032957186E+001
				0.250 1.349 1.408		
38.600	2.147	362.596	1.743	2.7095459363E+001	3.3176962624E+001	-2.1765952940E+001
				0.228 1.355 1.416		
38.774	2.160	362.896	1.599	2.3240554852E+001	2.8485215643E+001	-2.0780647836E+001
				0.202 1.363 1.426		
38.919	2.130	363.106	1.399	2.0389054411E+001	2.5131608540E+001	-1.9523871170E+001
				0.184 1.370 1.433		
39.060	2.088	363.297	1.238	1.7651489055E+001	2.1987807046E+001	-1.8556875146E+001
				0.168 1.378 1.441		
39.234	1.999	363.496	1.147	1.4598643926E+001	1.8537164200E+001	-1.8139310512E+001
				0.149 1.390 1.450		
39.237	1.998	363.500	1.089	1.4545175311E+001	1.8475817896E+001	-1.8127979219E+001
				0.149 1.390 1.450		

39.411	1.900	363.689	1.045	1.1611028207E+001	1.5094469431E+001	-1.5907543906E+001
				0.125	1.406	1.461
39.553	1.807	363.830	1.039	9.4710028795E+000	1.2569402039E+001	-1.5211288983E+001
				0.108	1.421	1.471
39.727	1.706	364.017	1.139	6.8077122686E+000	9.3005917561E+000	-1.5224447914E+001
				0.087	1.445	1.485
39.868	1.645	364.189	1.212	4.6662911868E+000	6.5727279391E+000	-1.4378663857E+001
				0.073	1.474	1.502
40.042	1.567	364.399	1.160	2.3321945388E+000	3.5623158799E+000	-1.1483462418E+001
				0.060	1.511	1.523
40.180	1.491	364.551	1.072	9.5672077364E-001	1.8528937272E+000	-9.2098074670E+000
				0.055	1.541	1.539
40.354	1.386	364.734	0.987	-4.8137292324E-001	1.7473316825E-001	-7.1123756547E+000
				0.051	1.581	1.559
40.529	1.259	364.895	0.925	-1.5212709173E+000	-8.8301720820E-001	-5.6450711515E+000
				0.049	1.619	1.578
40.534	1.256	364.900	0.933	-1.5498707562E+000	-9.1011952734E-001	-5.5982904675E+000
				0.049	1.620	1.579
40.708	1.130	365.062	0.964	-2.3018790957E+000	-1.4633301210E+000	-3.6910569028E+000
				0.048	1.664	1.599
40.882	1.016	365.235	0.985	-2.8358557463E+000	-1.6644712536E+000	-2.1313695662E+000
				0.048	1.722	1.626
40.925	0.985	365.276	0.972	-2.9175698013E+000	-1.6612765089E+000	-1.7458434074E+000
				0.048	1.737	1.634
41.099	0.868	365.447	1.044	-3.1122220977E+000	-1.5177477952E+000	-8.5620088455E-001
				0.048	1.804	1.665
41.273	0.773	365.640	1.085	-3.2158750063E+000	-1.2349858158E+000	2.3572706631E-001
				0.048	1.890	1.704
41.448	0.670	365.825	1.028	-3.0300934616E+000	-7.3370446745E-001	1.6247045967E+000
				0.048	1.990	1.751
41.474	0.648	365.846	0.851	-2.9849472996E+000	-6.7215078509E-001	1.8861685756E+000
				0.048	2.002	1.756
41.648	0.510	365.996	1.049	-2.4531971838E+000	-2.9499474521E-001	4.8492252941E+000
				0.048	2.152	1.829
41.822	0.438	366.212	1.049	-1.2954499263E+000	-1.6121769667E-002	7.0412100212E+000
				0.048	2.152	2.232

LEGENDA SIMBOLI

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

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	dl (m)	alpha (°)	TauStress (kPa)	TauF (kN/m)	TauStrength (kPa)	TauS (kN/m)
30.009	0.174	0.210	33.942	1.231	0.259	15.955	3.350
30.183	0.174	0.210	33.942	3.693	0.776	24.600	5.166
30.357	0.174	0.210	33.942	6.155	1.293	32.791	6.886
30.531	0.174	0.210	33.942	8.617	1.810	42.600	8.945
30.706	0.174	0.210	33.942	11.079	2.327	48.381	10.159
30.880	0.174	0.210	33.942	13.542	2.844	53.769	11.291
31.054	0.055	0.067	33.942	15.163	1.011	57.005	3.800
31.109	0.174	0.212	34.765	16.952	3.595	59.839	12.689
31.283	0.174	0.212	34.765	19.397	4.113	64.752	13.731
31.458	0.174	0.212	34.765	21.842	4.632	68.701	14.568
31.632	0.021	0.025	34.765	23.209	0.580	70.575	1.763
31.652	0.174	0.216	36.338	24.997	5.406	69.609	15.053
31.827	0.174	0.216	36.338	27.398	5.925	73.022	15.791
32.001	0.029	0.036	36.338	28.800	1.040	74.864	2.703
32.030	0.174	0.221	38.023	30.652	6.778	74.101	16.386
32.204	0.154	0.196	38.023	32.857	6.425	77.224	15.102
32.358	0.174	0.227	40.002	35.515	8.077	75.281	17.120
32.532	0.132	0.172	40.002	37.490	6.465	78.049	13.458
32.664	0.174	0.232	41.465	39.719	9.233	77.458	18.006

32.839	0.122	0.163	41.465	41.558	6.760	80.021	13.017
32.961	0.174	0.238	42.859	43.558	10.351	79.193	18.820
33.135	0.132	0.180	42.859	45.382	8.174	81.902	14.753
33.267	0.174	0.243	44.101	47.267	11.466	81.298	19.721
33.441	0.144	0.201	44.101	49.083	9.861	83.356	16.747
33.585	0.174	0.247	45.151	50.882	12.568	83.146	20.538
33.759	0.174	0.247	45.151	52.785	13.012	85.562	21.092
33.933	0.174	0.252	46.296	54.587	13.763	85.457	21.546
34.108	0.146	0.211	46.296	56.249	11.852	87.217	18.377
34.253	0.174	0.258	47.532	57.691	14.885	86.958	22.436
34.427	0.135	0.200	47.532	59.200	11.820	88.766	17.723
34.562	0.174	0.264	48.785	60.360	15.959	87.582	23.156
34.736	0.126	0.191	48.785	61.722	11.763	89.354	17.029
34.862	0.174	0.271	49.984	62.622	16.966	88.150	23.882
35.036	0.133	0.207	49.984	63.911	13.221	89.138	18.440
35.169	0.174	0.277	51.112	64.645	17.938	88.103	24.447
35.343	0.125	0.200	51.112	65.799	13.132	88.959	17.755
35.469	0.174	0.284	52.188	66.308	18.841	87.907	24.979
35.643	0.132	0.216	52.188	67.385	14.551	89.461	19.319
35.775	0.174	0.291	53.161	67.777	19.692	87.842	25.522
35.949	0.141	0.235	53.161	68.783	16.148	89.306	20.966
36.090	0.174	0.296	54.010	69.107	20.486	88.718	26.300
36.264	0.161	0.275	54.010	70.081	19.240	89.181	24.483
36.426	0.174	0.301	54.633	70.501	21.218	89.086	26.812
36.600	0.146	0.251	54.633	71.360	17.942	89.952	22.616
36.745	0.174	0.306	55.280	71.594	21.897	88.726	27.137
36.920	0.138	0.243	55.280	72.361	17.556	89.491	21.712
37.058	0.174	0.311	55.928	72.451	22.529	89.093	27.703
37.232	0.133	0.237	55.928	73.134	17.369	88.989	21.135
37.365	0.174	0.316	56.561	73.107	23.111	88.740	28.053
37.539	0.135	0.246	56.561	73.722	18.118	88.633	21.782
37.675	0.174	0.321	57.161	73.620	23.650	88.487	28.426
37.849	0.131	0.242	57.161	74.157	17.956	88.323	21.385
37.980	0.174	0.326	57.744	73.956	24.140	88.253	28.806
38.154	0.134	0.251	57.744	74.430	18.677	88.350	22.170
38.288	0.174	0.331	58.295	74.168	24.585	88.231	29.246
38.463	0.137	0.261	58.295	74.581	19.448	88.511	23.081
38.600	0.174	0.336	58.809	74.274	24.983	87.072	29.288
38.774	0.145	0.280	58.809	74.632	20.904	86.134	24.125
38.919	0.141	0.273	58.811	74.951	20.430	86.091	23.467
39.060	0.174	0.336	58.811	73.223	24.631	84.322	28.365
39.234	0.003	0.006	58.811	71.305	0.406	83.273	0.474
39.237	0.174	0.336	58.812	69.385	23.341	81.462	27.404
39.411	0.141	0.273	58.812	65.970	17.997	78.285	21.356
39.553	0.174	0.336	58.814	62.552	21.044	75.675	25.458
39.727	0.141	0.273	58.814	59.138	16.119	73.112	19.927
39.868	0.174	0.336	58.816	55.722	18.747	69.710	23.453
40.042	0.138	0.267	58.816	52.342	13.952	65.529	17.467
40.180	0.174	0.336	58.818	48.959	16.473	62.476	21.020
40.354	0.174	0.336	58.818	45.187	15.203	58.103	19.549
40.529	0.005	0.010	58.818	43.246	0.424	56.416	0.553
40.534	0.174	0.336	58.820	41.303	13.897	54.310	18.274
40.708	0.174	0.336	58.820	37.531	12.628	50.288	16.921
40.882	0.043	0.083	58.820	35.179	2.921	47.983	3.984
40.925	0.174	0.336	58.821	32.826	11.046	45.899	15.445
41.099	0.174	0.336	58.821	29.054	9.776	42.606	14.336
41.273	0.174	0.336	58.821	25.281	8.507	38.624	12.997
41.448	0.026	0.051	58.821	23.109	1.179	37.059	1.891
41.474	0.174	0.336	58.822	20.936	7.045	34.925	11.752
41.648	0.174	0.336	58.822	17.163	5.775	31.394	10.564
41.822	0.174	0.336	58.822	13.391	4.506	27.763	9.342

LEGENDA SIMBOLI

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

Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso
stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)
CRITERIO DI ROTTURA Hoek et al.(2002,2006) - Generalizzato secondo Lei et al.(2016)

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - ATTIVATO

SigmaN'(kPa)	TauStrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	66.89	53.79	19.37
50.00	105.53	49.03	26.84
75.00	139.96	45.90	34.57
100.00	170.47	43.65	40.99
125.00	198.70	41.86	46.98
150.00	226.42	40.31	53.89
175.00	253.07	38.98	60.87
200.00	276.40	37.91	65.37
225.00	301.06	36.88	72.06
250.00	323.29	36.01	76.94
275.00	346.58	35.16	83.57
300.00	368.90	34.39	89.75
325.00	390.04	33.71	95.18
350.00	409.78	33.11	99.60
375.00	430.22	32.51	105.18
400.00	449.01	31.99	109.39
425.00	468.39	31.47	114.59
450.00	488.38	30.96	120.78
475.00	506.41	30.51	125.18
500.00	524.94	30.07	130.40
600.00	595.50	28.54	150.10
700.00	660.53	27.29	167.36
800.00	724.42	26.18	186.29
900.00	786.07	25.20	205.26
1000.00	840.33	24.42	218.28
1100.00	896.95	23.65	235.73
1200.00	951.52	22.97	252.59
1300.00	1004.53	22.35	269.20
1400.00	1055.46	21.78	284.85
1500.00	1103.75	21.28	298.80
2000.00	1333.53	19.20	370.51
2500.00	1539.71	17.67	435.14
3000.00	1731.04	16.48	497.32
3500.00	1912.32	15.50	559.32
4000.00	2079.67	14.70	614.56

VERIFICA COMBINAZIONE SISMICA

Report elaborazioni

SSAP 5.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2023)

WWW.SSAP.EU

Build No. 13366

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI

UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

CV e WEB page personale: WWW.LORENZO-BORSELLI.EU

Ricercatore Associato CNR-IRPI

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 dicembre 2022

File report: D:\VECCHI FILES SSAP\SSAP Trontano-Servez\Fronte Nord sismico.txt

Data: 8/6/2023

Localita' : TRONTANO

Descrizione: Fronte Nord

dott. Geol. FRENCIA Riccardo – n. 715 Ordine Regionale Geologi del Piemonte – Sez. A

328.53.27.610 – Via Pignari, 18 – 12037 SALUZZO (CN)

riccardo.frencia@gmail.com – riccardo.frencia@geologipiemonte.it

Modello pendio: Trontano fronte Nord.mod

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

___ PARAMETRI GEOMETRICI - Coordinate X,Y (in m) ___

SUP T.		SUP 2		SUP 3		SUP 4	
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	351.00	-	-	-	-	-	-
30.00	351.00	-	-	-	-	-	-
39.06	367.73	-	-	-	-	-	-
46.65	366.00	-	-	-	-	-	-
49.75	364.00	-	-	-	-	-	-
57.61	362.00	-	-	-	-	-	-
62.69	360.00	-	-	-	-	-	-

-- ASSENZA DI FALDA --

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

fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	0.00	26.00	27.00	7.126	20.00	35.00	15.00 0.70

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

C` _____ Coesione efficace (in Kpa)

Cu _____ Resistenza al taglio Non drenata (in Kpa)

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

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

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

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

sigci _____ Resistenza Compressione Uniassiale Rocca Intatta (in MPa)

GSI _____ Geological Strenght Index ammasso(adimensionale)

mi _____ Indice litologico ammasso(adimensionale)

D _____ Fattore di disturbo ammasso(adimensionale)

NOTA BENE:

FATTORI DI RIDUZIONE NTC2018/EC-7: gammaPHI=1.25, gammaC=1.25 e gammaCu=1.4 - DISATTIVATI

USO DI CRITERIO DI ROTTURA PER AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI -----

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

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: SNIFF RANDOM SEARCH - Borselli (1997,2021)

FILTRAGGIO SUPERFICI : NON ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 2.5 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 30.00 35.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 335.94

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 32.00 55.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 20000

*NOTA IMPORTANTE: La lunghezza media dei segmenti non viene considerata nel caso

di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : MORGENSTERN - PRICE (Morgenstern & Price, 1965)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : C (accurato)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0330

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0165

COEFFICIENTE c=Kv/Kh UTILIZZATO : 0.5000

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

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

N.B. Le forze orizzontali aggiuntive in testa e alla base sono poste uguali a 0
durante le tutte le verifiche globali.

I valori >0 impostati dall'utente sono utilizzati solo in caso di verifica singola

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

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR F_s #

X(m)	Y(m)	#Superficie N.1 - #FS_minimo	#Fattore di sicurezza(F_s)= 1.6903	#Lambda= 1.2500
		30.108	351.199	
		31.044	351.810	
		31.508	352.122	
		31.831	352.352	
		32.113	352.563	
		32.374	352.773	
		32.629	352.987	
		32.892	353.218	
		33.166	353.469	
		33.465	353.754	
		33.736	354.024	
		33.997	354.299	
		34.249	354.580	
		34.511	354.886	
		34.764	355.199	
		35.026	355.537	
		35.298	355.905	
		35.595	356.320	
		35.868	356.718	
		36.131	357.124	
		36.386	357.537	
		36.648	357.984	
		36.903	358.440	
		37.165	358.928	
		37.434	359.451	
		37.721	360.028	
		37.993	360.593	
		38.260	361.163	
		38.522	361.741	
		38.786	362.343	
		39.079	363.036	
		39.409	363.839	
		39.876	365.009	
		40.650	366.976	
		40.650	367.368	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 2	#Fattore di sicurezza(F_s)= 1.7028	#Lambda= 1.2500
		30.174	351.320	

31.244	351.951
31.757	352.269
32.109	352.508
32.407	352.733
32.695	352.975
32.967	353.222
33.253	353.503
33.555	353.818
33.898	354.192
34.207	354.545
34.502	354.900
34.787	355.259
35.078	355.645
35.361	356.036
35.650	356.453
35.946	356.897
36.259	357.384
36.566	357.863
36.867	358.337
37.166	358.809
37.462	359.281
37.759	359.756
38.056	360.235
38.355	360.720
38.655	361.209
38.953	361.700
39.250	362.191
39.546	362.686
39.842	363.185
40.175	363.752
40.545	364.388
41.066	365.290
41.738	366.458
41.738	367.120

X(m) Y(m) #Superficie N. 3 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7050 #Lambda= 1.2500

30.180	351.332
31.185	351.988
31.696	352.326
32.057	352.571
32.377	352.794
32.667	353.003
32.956	353.216
33.253	353.441
33.563	353.680
33.897	353.944
34.184	354.191
34.460	354.453
34.720	354.727

35.002	355.050
35.267	355.382
35.546	355.758
35.840	356.180
36.170	356.679
36.477	357.156
36.773	357.630
37.061	358.105
37.350	358.596
37.635	359.093
37.922	359.609
38.213	360.145
38.513	360.711
38.812	361.274
39.107	361.831
39.402	362.388
39.694	362.939
40.025	363.563
40.391	364.254
40.905	365.224
41.568	366.477
41.568	367.158

X(m) Y(m) #Superficie N. 4 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7087 #Lambda= 1.2500

30.151	351.279
31.129	352.037
31.611	352.422
31.946	352.706
32.237	352.967
32.509	353.230
32.772	353.496
33.043	353.786
33.325	354.099
33.632	354.454
33.917	354.795
34.192	355.138
34.460	355.485
34.734	355.853
35.001	356.226
35.274	356.620
35.553	357.037
35.847	357.490
36.131	357.934
36.409	358.378
36.683	358.825
36.959	359.282
37.232	359.744
37.508	360.217
37.786	360.705

38.071	361.211
38.352	361.716
38.630	362.220
38.906	362.727
39.183	363.240
39.493	363.822
39.839	364.478
40.325	365.411
40.964	366.641
40.964	367.296

X(m) Y(m) #Superficie N. 5 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7100 #Lambda= 1.2500

30.179	351.331
31.200	352.221
31.712	352.676
32.070	353.008
32.386	353.312
32.675	353.604
32.957	353.899
33.244	354.209
33.535	354.535
33.840	354.885
34.142	355.233
34.440	355.575
34.737	355.917
35.030	356.254
35.328	356.596
35.627	356.939
35.931	357.289
36.241	357.645
36.530	357.994
36.813	358.354
37.091	358.724
37.379	359.127
37.658	359.536
37.945	359.975
38.239	360.443
38.552	360.960
38.855	361.466
39.150	361.970
39.442	362.475
39.734	362.989
40.060	363.576
40.424	364.242
40.939	365.198
41.605	366.445
41.605	367.150

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 6	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7121	#Lambda= 1.2500
		30.346	351.639	
		31.404	352.151	
		31.900	352.408	
		32.235	352.606	
		32.516	352.796	
		32.792	353.012	
		33.049	353.234	
		33.323	353.493	
		33.614	353.791	
		33.951	354.154	
		34.256	354.495	
		34.546	354.834	
		34.826	355.174	
		35.110	355.533	
		35.388	355.898	
		35.672	356.285	
		35.964	356.696	
		36.274	357.147	
		36.569	357.586	
		36.856	358.028	
		37.138	358.475	
		37.423	358.941	
		37.704	359.412	
		37.988	359.901	
		38.276	360.410	
		38.573	360.948	
		38.867	361.483	
		39.158	362.013	
		39.449	362.544	
		39.737	363.072	
		40.062	363.670	
		40.423	364.336	
		40.929	365.274	
		41.587	366.493	
		41.587	367.154	

X(m)	Y(m)	#Superficie N. 7	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7160	#Lambda= 1.2500
		30.127	351.235	
		31.294	351.923	
		31.860	352.271	
		32.249	352.531	
		32.583	352.774	
		32.900	353.029	
		33.201	353.288	
		33.513	353.574	
		33.836	353.888	
		34.191	354.249	
		34.534	354.600	

34.867	354.943
35.197	355.284
35.523	355.623
35.851	355.967
36.183	356.317
36.522	356.676
36.872	357.049
37.194	357.410
37.509	357.784
37.815	358.170
38.134	358.593
38.443	359.024
38.759	359.487
39.084	359.984
39.432	360.536
39.770	361.077
40.102	361.611
40.430	362.144
40.755	362.677
41.122	363.282
41.529	363.959
42.102	364.920
42.821	366.131
42.821	366.873

X(m) Y(m) #Superficie N. 8 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7208 #Lambda= 1.2500

30.303	351.560
31.295	352.348
31.808	352.758
32.173	353.051
32.501	353.317
32.792	353.555
33.085	353.795
33.378	354.038
33.675	354.286
33.976	354.538
34.269	354.788
34.558	355.040
34.845	355.295
35.135	355.558
35.425	355.826
35.721	356.105
36.029	356.400
36.356	356.719
36.644	357.022
36.923	357.341
37.189	357.671
37.472	358.051
37.743	358.441

38.025	358.876
38.321	359.359
38.649	359.919
38.953	360.458
39.246	360.999
39.532	361.548
39.820	362.126
40.138	362.795
40.498	363.579
41.010	364.735
41.840	366.641
41.840	367.096

X(m) Y(m) #Superficie N. 9 #Fattore di sicurezza(FS)= 1.7236 #Lambda= 1.2500

30.075	351.138
31.102	352.045
31.616	352.509
31.975	352.847
32.292	353.157
32.582	353.457
32.866	353.760
33.156	354.082
33.453	354.423
33.769	354.796
34.070	355.159
34.365	355.523
34.654	355.889
34.947	356.268
35.236	356.650
35.528	357.046
35.826	357.457
36.134	357.892
36.433	358.321
36.727	358.751
37.017	359.185
37.310	359.631
37.600	360.080
37.892	360.541
38.186	361.015
38.486	361.505
38.785	361.996
39.082	362.482
39.380	362.969
39.674	363.452
40.008	363.999
40.377	364.604
40.895	365.454
41.564	366.549
41.564	367.159

X(m)	Y(m)	#Superficie N.10	#Fattore di sicurezza(FS)= 1.7297	#Lambda= 1.2500
		30.266	351.491	
		31.321	352.328	
		31.839	352.753	
		32.198	353.066	
		32.509	353.356	
		32.801	353.650	
		33.080	353.948	
		33.369	354.271	
		33.666	354.621	
		33.988	355.014	
		34.298	355.397	
		34.600	355.775	
		34.899	356.152	
		35.195	356.533	
		35.492	356.916	
		35.789	357.307	
		36.090	357.705	
		36.396	358.116	
		36.696	358.523	
		36.994	358.932	
		37.289	359.344	
		37.586	359.763	
		37.882	360.185	
		38.180	360.616	
		38.481	361.056	
		38.787	361.510	
		39.088	361.960	
		39.385	362.413	
		39.680	362.870	
		39.977	363.335	
		40.308	363.865	
		40.679	364.466	
		41.202	365.325	
		41.876	366.441	
		41.876	367.088	

----- ANALISI DEFICIT DI RESISTENZA -----

DATI RELATIVI ALLE 10 SUPERFICI GENERATE CON MINOR Fs *

Analisi Deficit in riferimento a FS(progetto) = 1.200

Sup N.	FS	FTR(kN/m)	FTA(kN/m)	Bilancio(kN/m)	ESITO
1	1.690	1408.6	833.3	408.6	Surplus
2	1.703	1606.4	943.4	474.3	Surplus
3	1.705	1660.3	973.8	491.7	Surplus
4	1.709	1313.5	768.7	391.1	Surplus
5	1.710	1485.5	868.7	443.1	Surplus
6	1.712	1623.9	948.5	485.7	Surplus
7	1.716	2024.7	1179.9	608.8	Surplus
8	1.721	1728.3	1004.4	523.1	Surplus

9	1.724	1405.1	815.2	426.9	Surplus
10	1.730	1492.4	862.8	457.0	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 391.1

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

FTA --> Forza totale Agente lungo la superficie di scivolamento

IMPORTANTE! : Il Deficit o il Surplus di resistenza viene espresso in kN

per metro di LARGHEZZA rispetto al fronte della scarpata,
ovvero in kN/m

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
30.108	0.155	33.16	0.38	0.00	0.00	69.29	14.83
30.263	0.155	33.16	1.13	0.00	0.00	66.77	16.16
30.417	0.155	33.16	1.89	0.00	0.00	65.01	17.36
30.572	0.155	33.16	2.65	0.00	0.00	63.60	18.60
30.727	0.155	33.16	3.40	0.00	0.00	62.26	20.12
30.882	0.155	33.16	4.16	0.00	0.00	61.44	20.78
31.037	0.007	33.16	0.21	0.00	0.00	60.64	22.38
31.044	0.155	33.91	4.94	0.00	0.00	60.64	22.18
31.199	0.155	33.91	5.69	0.00	0.00	59.86	23.83
31.353	0.154	33.91	6.41	0.00	0.00	59.20	24.80
31.508	0.155	35.35	7.16	0.00	0.00	58.67	25.31
31.662	0.155	35.35	7.88	0.00	0.00	58.14	26.34
31.817	0.013	35.35	0.72	0.00	0.00	57.62	28.26
31.831	0.155	36.89	8.65	0.00	0.00	57.62	28.02
31.986	0.127	36.89	7.62	0.00	0.00	57.31	28.62
32.113	0.155	38.71	9.90	0.00	0.00	57.10	28.88
32.267	0.107	38.71	7.23	0.00	0.00	56.80	29.90
32.374	0.155	40.06	11.01	0.00	0.00	56.70	29.51
32.529	0.100	40.06	7.41	0.00	0.00	56.40	30.75
32.629	0.155	41.36	12.04	0.00	0.00	56.30	30.84
32.784	0.108	41.36	8.77	0.00	0.00	56.10	31.53
32.892	0.155	42.52	13.07	0.00	0.00	56.00	31.73
33.047	0.119	42.52	10.45	0.00	0.00	55.90	31.52
33.166	0.155	43.51	14.10	0.00	0.00	55.80	31.90
33.320	0.145	43.51	13.68	0.00	0.00	55.70	32.20
33.465	0.155	44.94	15.18	0.00	0.00	55.60	32.90
33.620	0.116	44.94	11.75	0.00	0.00	55.60	32.60
33.736	0.155	46.49	16.11	0.00	0.00	55.60	32.56
33.891	0.106	46.49	11.37	0.00	0.00	55.60	32.64
33.997	0.155	48.07	16.94	0.00	0.00	55.60	32.77
34.152	0.097	48.07	10.88	0.00	0.00	55.70	31.84
34.249	0.155	49.56	17.67	0.00	0.00	55.70	32.04
34.404	0.106	49.56	12.37	0.00	0.00	55.70	32.49
34.511	0.155	50.96	18.37	0.00	0.00	55.80	31.66
34.665	0.099	50.96	11.91	0.00	0.00	55.80	32.41

34.764	0.155	52.27	18.99	0.00	0.00	55.90	31.71
34.919	0.107	52.27	13.34	0.00	0.00	56.00	31.44
35.026	0.155	53.43	19.57	0.00	0.00	56.10	30.94
35.181	0.118	53.43	15.08	0.00	0.00	56.20	30.90
35.298	0.155	54.40	20.11	0.00	0.00	56.30	30.64
35.453	0.142	54.40	18.73	0.00	0.00	56.40	30.93
35.595	0.155	55.67	20.63	0.00	0.00	56.60	30.07
35.750	0.117	55.67	15.78	0.00	0.00	56.80	29.54
35.868	0.155	57.02	21.03	0.00	0.00	56.90	29.80
36.022	0.108	57.02	14.82	0.00	0.00	57.21	28.36
36.131	0.155	58.35	21.34	0.00	0.00	57.31	28.60
36.285	0.100	58.35	13.88	0.00	0.00	57.51	28.39
36.386	0.155	59.60	21.54	0.00	0.00	57.72	27.52
36.540	0.107	59.60	14.96	0.00	0.00	57.93	27.45
36.648	0.155	60.74	21.67	0.00	0.00	58.14	26.71
36.802	0.101	60.74	14.10	0.00	0.00	58.35	26.64
36.903	0.155	61.81	21.71	0.00	0.00	58.56	25.81
37.058	0.107	61.81	14.97	0.00	0.00	58.77	25.66
37.165	0.155	62.75	21.67	0.00	0.00	58.99	24.84
37.319	0.114	62.75	15.96	0.00	0.00	59.20	24.61
37.434	0.155	63.56	21.54	0.00	0.00	59.31	24.83
37.589	0.132	63.56	18.29	0.00	0.00	59.64	23.55
37.721	0.155	64.25	21.33	0.00	0.00	59.75	23.93
37.876	0.118	64.25	16.15	0.00	0.00	59.97	23.60
37.993	0.155	64.94	21.05	0.00	0.00	60.19	22.84
38.148	0.112	64.94	15.07	0.00	0.00	60.42	22.53
38.260	0.155	65.63	20.71	0.00	0.00	60.53	22.69
38.415	0.107	65.63	14.19	0.00	0.00	60.75	22.52
38.522	0.155	66.28	20.30	0.00	0.00	60.98	21.88
38.677	0.110	66.28	14.20	0.00	0.00	61.33	20.96
38.786	0.155	67.09	19.81	0.00	0.00	61.56	20.73
38.941	0.119	67.09	15.00	0.00	0.00	61.91	20.24
39.060	0.019	67.09	2.39	0.00	0.00	62.15	20.17
39.079	0.155	67.70	18.34	0.00	0.00	62.15	20.47
39.234	0.155	67.70	16.66	0.00	0.00	62.62	19.82
39.389	0.020	67.70	1.99	0.00	0.00	63.23	18.71
39.409	0.155	68.24	14.73	0.00	0.00	63.23	19.09
39.563	0.155	68.24	13.00	0.00	0.00	63.85	18.23
39.718	0.155	68.24	11.27	0.00	0.00	64.49	17.80
39.873	0.003	68.24	0.18	0.00	0.00	65.14	17.30
39.876	0.155	68.52	9.49	0.00	0.00	65.14	17.35
40.031	0.155	68.52	7.74	0.00	0.00	65.94	16.60
40.185	0.155	68.52	5.99	0.00	0.00	66.77	15.97
40.340	0.155	68.52	4.23	0.00	0.00	67.92	15.37
40.495	0.155	68.52	2.48	0.00	0.00	68.98	15.09

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio
dx(m) : Larghezza concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio
W(kN/m) : Forza peso concio
ru(-) : Coefficiente locale pressione interstiziale
U(kPa) : Pressione totale dei pori base concio
phi'(°) : Angolo di attrito efficace base concio

c'/Cu (kPa) : Coesione efficace o Resistenza al taglio in condizioni non drenate

TABELLA DIAGRAMMA DELLE FORZE DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	ht	yt	yt'	E(x)	T(x)	E'	rho(x)	FS_qFEM	FS_p-qPATH
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)		(kN)	(--)	(--)
30.108	0.000	351.199	1.047	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	3.0558782229E+000			
				0.056	6.796	3.964			
30.263	0.061	351.361	1.047	1.4341399146E+000	1.7926748933E-002	1.5470355410E+001			
				0.056	6.796	4.213			
30.417	0.122	351.523	1.047	4.7903215789E+000	3.2746575934E-001	1.9740743729E+001			
				0.063	7.995	4.154			
30.572	0.183	351.685	1.162	7.5467668169E+000	1.4602712826E+000	2.0821099842E+001			
				0.092	8.381	3.895			
30.727	0.279	351.883	1.123	1.1237475586E+001	4.2585164692E+000	2.1635300073E+001			
				0.137	7.029	3.470			
30.882	0.328	352.033	0.940	1.4246034032E+001	7.1759751790E+000	1.9059951749E+001			
				0.182	5.997	3.169			
31.037	0.368	352.174	0.905	1.7139298507E+001	1.0229680544E+001	1.7304604998E+001			
				0.251	5.116	2.904			
31.044	0.369	352.180	1.003	1.7259776097E+001	1.0371350370E+001	1.7461006643E+001			
				0.254	5.079	2.893			
31.199	0.422	352.336	1.052	2.0713787766E+001	1.4826670045E+001	2.3659277035E+001			
				0.331	4.155	2.631			
31.353	0.487	352.505	1.110	2.4585758100E+001	2.0256499468E+001	2.5563707806E+001			
				0.398	3.309	2.383			
31.508	0.557	352.679	1.131	2.8615429905E+001	2.6200600739E+001	2.6043324793E+001			
				0.454	2.674	2.173			
31.662	0.623	352.855	1.110	3.2636164644E+001	3.2312110778E+001	2.5067494345E+001			
				0.507	2.206	2.002			
31.817	0.681	353.023	1.078	3.6377459665E+001	3.8077871797E+001	2.1191619408E+001			
				0.550	1.899	1.880			
31.831	0.685	353.036	1.022	3.6659164303E+001	3.8515740155E+001	2.0947854473E+001			
				0.552	1.884	1.873			
31.986	0.728	353.195	1.035	3.9928527891E+001	4.3587392002E+001	2.0750565145E+001			
				0.577	1.734	1.804			
32.113	0.765	353.328	1.095	4.2526400823E+001	4.7603479039E+001	2.0568709228E+001			
				0.593	1.646	1.762			
32.267	0.817	353.504	1.152	4.5733294927E+001	5.2532406540E+001	2.0477831963E+001			
				0.608	1.565	1.723			
32.374	0.857	353.630	1.229	4.7906898381E+001	5.5843626821E+001	2.0361442034E+001			
				0.617	1.518	1.700			
32.529	0.923	353.826	1.196	5.1069697817E+001	6.0615944219E+001	1.7845081445E+001			
				0.627	1.459	1.673			

32.629	0.947	353.934	1.129	5.2680704041E+001	6.2999742107E+001	1.6120897272E+001
				0.630	1.434	1.663
32.784	0.990	354.113	1.139	5.5161374930E+001	6.6618926098E+001	1.5076513115E+001
				0.634	1.396	1.648
32.892	1.015	354.233	1.193	5.6719692422E+001	6.8851032156E+001	1.4564471826E+001
				0.635	1.373	1.639
33.047	1.066	354.426	1.228	5.9007544873E+001	7.2091282617E+001	1.3844288069E+001
				0.636	1.341	1.626
33.166	1.100	354.570	1.289	6.0570542109E+001	7.4269357972E+001	1.3210722974E+001
				0.635	1.320	1.618
33.320	1.163	354.779	1.323	6.2632760417E+001	7.7123672430E+001	1.2278820717E+001
				0.633	1.292	1.606
33.465	1.212	354.966	1.336	6.4267434568E+001	7.9354376663E+001	1.0890506271E+001
				0.630	1.270	1.595
33.620	1.271	355.179	1.330	6.5884534524E+001	8.1536163908E+001	9.1427018756E+000
				0.626	1.250	1.584
33.736	1.302	355.326	1.305	6.6833576732E+001	8.2790164942E+001	7.7159786248E+000
				0.623	1.239	1.576
33.891	1.346	355.533	1.291	6.7935558443E+001	8.4234047757E+001	5.9263634298E+000
				0.619	1.229	1.567
33.997	1.364	355.664	1.291	6.8479253127E+001	8.4930901787E+001	4.7051916094E+000
				0.616	1.225	1.562
34.152	1.399	355.871	1.319	6.9117207874E+001	8.5755552174E+001	3.2533185873E+000
				0.611	1.223	1.555
34.249	1.416	355.996	1.358	6.9380645156E+001	8.6098988883E+001	2.2740721832E+000
				0.607	1.224	1.553
34.404	1.451	356.213	1.378	6.9625659636E+001	8.6440067704E+001	8.0573175032E-001
				0.601	1.229	1.549
34.511	1.469	356.356	1.402	6.9654626506E+001	8.6501656922E+001	-2.4799439768E-001
				0.597	1.235	1.548
34.665	1.502	356.579	1.411	6.9498775739E+001	8.6360207467E+001	-1.6268705660E+000
				0.590	1.245	1.547
34.764	1.515	356.714	1.421	6.9299297487E+001	8.6144878577E+001	-2.4982927794E+000
				0.586	1.253	1.547
34.919	1.540	356.939	1.421	6.8796793143E+001	8.5574700465E+001	-3.6803828915E+000
				0.579	1.267	1.548
35.026	1.548	357.086	1.470	6.8370552225E+001	8.5072663808E+001	-4.6262269126E+000
				0.575	1.278	1.549
35.181	1.578	357.324	1.515	6.7509858591E+001	8.4023122195E+001	-5.9269641226E+000
				0.567	1.296	1.551
35.298	1.594	357.498	1.589	6.6779528824E+001	8.3108444369E+001	-6.9820105937E+000
				0.561	1.311	1.552
35.453	1.636	357.757	1.634	6.5540575721E+001	8.1526346499E+001	-8.2904736599E+000
				0.551	1.335	1.556
35.595	1.664	357.984	1.659	6.4323133219E+001	7.9955534928E+001	-9.3908584568E+000
				0.543	1.358	1.558
35.750	1.704	358.250	1.654	6.2728463545E+001	7.7914713316E+001	-1.0277949327E+001
				0.533	1.388	1.562

35.868	1.715	358.434	1.630	6.1525834953E+001	7.6390746661E+001	-1.0958812172E+001
				0.526	1.410	1.564
36.022	1.737	358.693	1.619	5.9686501388E+001	7.4092650968E+001	-1.1763602475E+001
				0.517	1.443	1.567
36.131	1.736	358.860	1.622	5.8421880076E+001	7.2535484989E+001	-1.2441020348E+001
				0.510	1.465	1.570
36.285	1.745	359.120	1.656	5.6327669665E+001	6.9972669285E+001	-1.3552369473E+001
				0.500	1.502	1.573
36.386	1.745	359.282	1.706	5.4968320506E+001	6.8315078067E+001	-1.4287269174E+001
				0.494	1.524	1.576
36.540	1.754	359.555	1.733	5.2584491356E+001	6.5412833988E+001	-1.5277257488E+001
				0.484	1.564	1.580
36.648	1.752	359.736	1.766	5.0956320718E+001	6.3432714210E+001	-1.5868218806E+001
				0.476	1.590	1.584
36.802	1.758	360.018	1.783	4.8348804641E+001	6.0262167206E+001	-1.6477604979E+001
				0.464	1.631	1.589
36.903	1.751	360.191	1.804	4.6714837745E+001	5.8275154668E+001	-1.6833661863E+001
				0.457	1.655	1.593
37.058	1.750	360.479	1.805	4.3967365267E+001	5.4922859247E+001	-1.7132904053E+001
				0.444	1.693	1.600
37.165	1.736	360.663	1.860	4.2182789459E+001	5.2740186744E+001	-1.7593005834E+001
				0.435	1.716	1.605
37.319	1.737	360.965	1.903	3.9260815009E+001	4.9123106621E+001	-1.8252516626E+001
				0.418	1.751	1.615
37.434	1.725	361.176	1.978	3.7226075871E+001	4.6583563682E+001	-1.8734660252E+001
				0.405	1.773	1.623
37.589	1.736	361.498	2.024	3.4128386357E+001	4.2672059472E+001	-1.9317300063E+001
				0.385	1.802	1.636
37.721	1.728	361.756	2.055	3.1654945385E+001	3.9537204695E+001	-1.9435472607E+001
				0.367	1.821	1.647
37.876	1.739	362.087	2.054	2.8517512539E+001	3.5537334512E+001	-1.9105082408E+001
				0.342	1.842	1.663
37.993	1.723	362.316	2.042	2.6367947206E+001	3.2799227884E+001	-1.8846444892E+001
				0.324	1.854	1.674
38.148	1.720	362.644	2.034	2.3323109855E+001	2.8910378164E+001	-1.8461722714E+001
				0.297	1.868	1.691
38.260	1.695	362.858	2.087	2.1358611542E+001	2.6404831123E+001	-1.8607534516E+001
				0.277	1.875	1.702
38.415	1.696	363.200	2.187	1.8259899389E+001	2.2455167387E+001	-1.9614451128E+001
				0.242	1.887	1.719
38.522	1.690	363.431	2.147	1.6189208655E+001	1.9842242308E+001	-1.9329005473E+001
				0.219	1.896	1.731
38.677	1.669	363.763	2.160	1.3198587125E+001	1.6122031363E+001	-1.9638129616E+001
				0.185	1.909	1.748
38.786	1.659	364.002	2.066	1.1023125280E+001	1.3493143585E+001	-1.9137585740E+001
				0.157	1.922	1.761
38.941	1.600	364.309	1.849	8.2195619242E+000	1.0185979807E+001	-1.6511203147E+001
				0.127	1.942	1.778

39.060	1.517	364.508	1.665	6.4011712505E+000	8.1153189373E+000	-1.4704403360E+001
				0.110	1.958	1.790
39.079	1.503	364.539	1.687	6.1203454647E+000	7.7991916152E+000	-1.4643670070E+001
				0.107	1.961	1.793
39.234	1.388	364.802	1.661	3.8121491979E+000	5.2530683514E+000	-1.3963016193E+001
				0.088	1.991	1.812
39.389	1.262	365.053	1.612	1.7967642670E+000	3.1077395485E+000	-1.1394981083E+001
				0.075	2.029	1.834
39.409	1.244	365.083	1.529	1.5768083012E+000	2.8784841521E+000	-1.1064571123E+001
				0.074	2.034	1.837
39.563	1.093	365.320	1.575	1.5459183632E-002	1.3022805287E+000	-9.3180751305E+000
				0.066	2.083	1.864
39.718	0.956	365.571	1.568	-1.3084891071E+000	3.6712637705E-002	-6.9525607192E+000
				0.060	2.151	1.901
39.873	0.803	365.806	1.516	-2.1373679983E+000	-6.7534142447E-001	-3.2860900888E+000
				0.058	2.223	1.940
39.876	0.800	365.809	1.605	-2.1461837620E+000	-6.8184773287E-001	-3.2606398206E+000
				0.058	2.225	1.940
40.031	0.656	366.059	1.583	-2.7462344127E+000	-1.0918555757E+000	-2.2002691185E+000
				0.056	2.317	1.989
40.185	0.504	366.300	1.754	-2.8274865736E+000	-8.8930861239E-001	1.0275333195E+000
				0.056	2.505	2.084
40.340	0.412	366.602	1.789	-2.4280636336E+000	-3.0644288063E-001	4.2638437973E+000
				0.056	2.833	2.236
40.495	0.271	366.854	1.789	-1.5072077300E+000	-1.8840096626E-002	7.8414375218E+000
				0.056	2.833	2.738

LEGENDA SIMBOLI

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

TABELLA SFORZI DI TAGLIO DISTRIBUITI LUNGO SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	dl	alpha	TauStress	TauF	TauStrength	TauS
(m)	(m)	(m)	(°)	(kPa)	(kN/m)	(kPa)	(kN/m)
30.108	0.155	0.185	33.156	1.174	0.217	19.384	3.585
30.263	0.155	0.185	33.156	3.523	0.651	29.584	5.471
30.417	0.155	0.185	33.156	5.872	1.086	40.662	7.520
30.572	0.155	0.185	33.156	8.220	1.520	53.750	9.940
30.727	0.155	0.185	33.156	10.569	1.954	59.310	10.968
30.882	0.155	0.185	33.156	12.917	2.389	64.752	11.975

31.037	0.007	0.008	33.156	14.145	0.118	67.796	0.566
31.044	0.155	0.187	33.911	15.504	2.892	73.108	13.639
31.199	0.155	0.187	33.911	17.838	3.328	80.580	15.033
31.353	0.154	0.186	33.911	20.168	3.750	86.082	16.004
31.508	0.155	0.190	35.348	22.837	4.335	86.309	16.383
31.662	0.155	0.190	35.348	25.135	4.771	89.708	17.028
31.817	0.013	0.016	35.348	26.384	0.435	91.174	1.504
31.831	0.155	0.194	36.887	28.002	5.420	89.440	17.313
31.986	0.127	0.159	36.887	30.048	4.772	92.764	14.734
32.113	0.155	0.198	38.706	32.482	6.444	91.187	18.091
32.267	0.107	0.137	38.706	34.319	4.706	94.372	12.939
32.374	0.155	0.202	40.064	36.389	7.361	92.943	18.802
32.529	0.100	0.130	40.064	38.119	4.958	95.733	12.452
32.629	0.155	0.206	41.360	40.013	8.254	94.757	19.546
32.784	0.108	0.144	41.360	41.741	6.011	97.559	14.050
32.892	0.155	0.210	42.524	43.556	9.150	96.865	20.349
33.047	0.119	0.162	42.524	45.292	7.317	99.075	16.007
33.166	0.155	0.213	43.513	47.051	10.045	98.880	21.109
33.320	0.145	0.199	43.513	48.885	9.745	101.745	20.283
33.465	0.155	0.219	44.937	50.653	11.079	100.714	22.028
33.620	0.116	0.164	44.937	52.223	8.575	102.942	16.903
33.736	0.155	0.225	46.492	53.571	12.047	100.670	22.639
33.891	0.106	0.155	46.492	54.981	8.502	103.000	15.927
33.997	0.155	0.232	48.069	55.990	12.972	100.500	23.285
34.152	0.097	0.146	48.069	57.240	8.331	101.700	14.803
34.249	0.155	0.239	49.555	57.939	13.828	99.259	23.689
34.404	0.106	0.164	49.555	59.118	9.682	101.440	16.614
34.511	0.155	0.246	50.958	59.611	14.652	98.353	24.174
34.665	0.099	0.157	50.958	60.643	9.498	100.559	15.749
34.764	0.155	0.253	52.273	60.880	15.404	97.626	24.701
34.919	0.107	0.175	52.273	61.831	10.819	98.877	17.301
35.026	0.155	0.260	53.431	61.954	16.099	96.625	25.109
35.181	0.118	0.198	53.431	62.834	12.410	98.006	19.357
35.298	0.155	0.266	54.402	62.922	16.736	96.559	25.682
35.453	0.142	0.244	54.402	63.778	15.591	98.163	23.998
35.595	0.155	0.275	55.674	63.458	17.423	95.249	26.151
35.750	0.117	0.208	55.674	64.112	13.325	95.722	19.895
35.868	0.155	0.284	57.020	63.363	18.022	93.125	26.487
36.022	0.108	0.199	57.020	63.859	12.700	92.608	18.417
36.131	0.155	0.295	58.353	62.808	18.533	89.946	26.541
36.285	0.100	0.191	58.353	63.152	12.058	90.437	17.267
36.386	0.155	0.306	59.595	61.918	18.941	87.003	26.615
36.540	0.107	0.212	59.595	62.137	13.156	87.403	18.506
36.648	0.155	0.317	60.741	60.789	19.256	84.231	26.682
36.802	0.101	0.206	60.741	60.879	12.532	84.350	17.363
36.903	0.155	0.328	61.810	59.418	19.474	81.183	26.607
37.058	0.107	0.226	61.810	59.390	13.426	80.942	18.299
37.165	0.155	0.338	62.755	57.923	19.589	78.427	26.523
37.319	0.114	0.250	62.755	57.783	14.433	78.017	19.487

37.434	0.155	0.348	63.565	56.367	19.603	76.797	26.708
37.589	0.132	0.297	63.565	56.114	16.647	75.261	22.328
37.721	0.155	0.356	64.246	54.763	19.513	74.194	26.437
37.876	0.118	0.271	64.246	54.439	14.780	73.038	19.830
37.993	0.155	0.366	64.942	52.974	19.365	70.835	25.894
38.148	0.112	0.264	64.942	52.573	13.861	69.622	18.356
38.260	0.155	0.375	65.628	51.037	19.148	68.590	25.733
38.415	0.107	0.259	65.628	50.561	13.120	67.968	17.637
38.522	0.155	0.385	66.284	48.990	18.858	65.195	25.096
38.677	0.110	0.272	66.284	48.430	13.186	64.268	17.498
38.786	0.155	0.398	67.088	46.523	18.502	60.707	24.142
38.941	0.119	0.306	67.088	45.840	14.009	58.855	17.986
39.060	0.019	0.049	67.088	45.303	2.237	58.368	2.882
39.079	0.155	0.408	67.697	42.165	17.202	55.439	22.617
39.234	0.155	0.408	67.697	38.283	15.618	51.708	21.095
39.389	0.020	0.052	67.697	36.096	1.870	48.935	2.535
39.409	0.155	0.418	68.239	33.192	13.861	46.021	19.219
39.563	0.155	0.418	68.239	29.291	12.232	42.265	17.650
39.718	0.155	0.418	68.239	25.390	10.603	38.385	16.030
39.873	0.003	0.007	68.239	23.405	0.171	36.239	0.265
39.876	0.155	0.423	68.520	21.168	8.950	34.365	14.530
40.031	0.155	0.423	68.520	17.257	7.297	29.998	12.684
40.185	0.155	0.423	68.520	13.346	5.643	26.048	11.013
40.340	0.155	0.423	68.520	9.435	3.989	23.197	9.808
40.495	0.155	0.423	68.520	5.524	2.336	20.176	8.530

LEGENDA SIMBOLI

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

Strato 1 -- Parametri di resistenza al taglio equivalenti dell'ammasso roccioso
stimati secondo criterio di rottura non lineare Hoek et al.(2002)

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

Fattore di riduzione NTC2018 gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO

SigmaN'(kPa)	TauStrength(kPa)	Phi'(deg)	c'(kPa)
25.00	66.89	59.64	24.21
50.00	105.53	55.21	33.55
75.00	139.96	52.22	43.21
100.00	170.47	50.01	51.24
125.00	198.70	48.24	58.72
150.00	226.42	46.68	67.36
175.00	253.07	45.32	76.09

200.00	276.40	44.23	81.71
225.00	301.06	43.16	90.08
250.00	323.29	42.25	96.18
275.00	346.58	41.36	104.46
300.00	368.90	40.55	112.18
325.00	390.04	39.83	118.98
350.00	409.78	39.18	124.50
375.00	430.22	38.54	131.47
400.00	449.01	37.98	136.73
425.00	468.39	37.42	143.23
450.00	488.38	36.86	150.97
475.00	506.41	36.38	156.47
500.00	524.94	35.90	163.01
600.00	595.50	34.21	187.62
700.00	660.53	32.81	209.20
800.00	724.42	31.57	232.86
900.00	786.07	30.47	256.57
1000.00	840.33	29.57	272.85
1100.00	896.95	28.70	294.67
1200.00	951.52	27.92	315.73
1300.00	1004.53	27.20	336.51
1400.00	1055.46	26.55	356.07
1500.00	1103.75	25.96	373.50
2000.00	1333.53	23.52	463.14
2500.00	1539.71	21.72	543.92
3000.00	1731.04	20.29	621.66
3500.00	1912.32	19.12	699.15
4000.00	2079.67	18.15	768.19