

Corso di laurea magistrale in

Progettazione e gestione degli ecosistemi agro-territoriali, forestali e del paesaggio

Corso integrato di

Sistemazioni Idraulico Agroforestali

Modulo

Geotecnica

Relazione geotecnica

*Messa in sicurezza del versante Ca' Pioppine
a Botteghino di Zocca (BO)*

Anno accademico:

2020-2021

A cura di:

Jessica Alberti

Giulio Bonini

Francesco Minutella

Indice

1. INTRODUZIONE	1
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	1
2.1 Il torrente Zena.....	1
2.2 Inquadramento geografico	2
2.3 Inquadramento idrogeologico e geo-litologico.....	3
2.4 Analisi climatologica	4
2.4.1 Analisi climatologica a scala regionale.....	5
2.4.3 Analisi dei caratteri biotici	6
2.4.4 Precedenti azioni geotecniche e relative Indagini di campo	7
2.4.5 Analisi uso reale del suolo	12
2.4.6 Analisi socio-economica	12
2.4.7 Inquadramento catastale	14
4 ANALISI PRE-INTERVENTO	15
4.1 Stratigrafia.....	15
4.2 Verifica a lungo termine (Lt)	18
4.3 Verifica a Breve termine (Bt)	21
5 SCELTE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE.....	22
5.1 Muri a mensola.....	22
5.2 Analisi al ribaltamento	23
5.2.1 Analisi allo scivolamento	27
5.2.2 Analisi alla portanza	28
5.3 Pali	30
6 ANALISI POST-INTERVENTO	33
6.1 Verifica a lungo termine (Lt)	33
6.2 Verifica a breve termine (Bt)	35
6.3 Funzione di protezione idrogeologica da parte della vegetazione	36
6.3.1 Opere di stabilizzazione naturalistiche	37
6.3.2 Esecuzione della piantumazione	38
6.3.3 Apporto della vegetazione	39
7. COMPUTO METRICO	42
8. BIBLIOGRAFIA.....	48
9. SITOGRADIA.....	49
10. APPENDICE	50
10.1 Report SSAP verifica globale Lt pre-intervento	50
10.2 Report SSAP verifica globale Bt pre-intervento	83
10.3 Report verifica globale Lt post-intervento	108

Premessa: La seguente relazione geotecnica è da considerare al pieno della sua completezza analitica con i relativi allegati, che mostrano i procedimenti computazionali delle scelte operative. Le stesse scelte operative sono state contestualizzate attraverso analisi di documenti di notoria importanza e un sopralluogo.



Immagine 1_ ambiente QGIS: Regione Emilia-Romagna, in evidenza i confini amministrativi provinciali e comunali (linea nera), confini della provincia di Bologna (giallo) e il confine comunale di Pianoro(rosso)

Scala 1:1.500.000

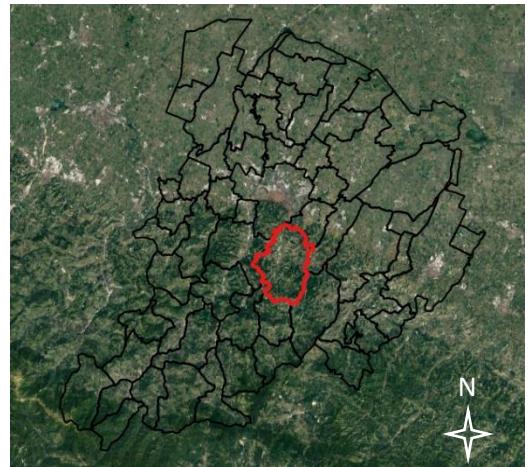


Immagine 2_ ambiente QGIS: Immagine satellitare e Confini Amministrativi comunali della Città Metropolitana di Bologna. In evidenza confine comunale di Pianoro (rosso).

Scala 1:750.000



Immagine 3_ ambiente QGIS: Immagine satellitare del territorio Pianoro

Scala: 1:100.000



Immagine 4_ ambiente QGIS: zona presa in esame

Scala: 1:5.000

1. INTRODUZIONE

L'area d'intervento è situata in sinistra idraulica del torrente Zena nel Comune di Pianoro, in corrispondenza della località "Cà Pioppine" (chilometrica 4+500 SP36 Val di Zena) all'interno del Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa.

Si tratta di un movimento franoso datato e generato dall'azione erosiva del torrente Zena al piede. In questo punto la vallata dello Zena presenta una notevole instabilità che deriva anche dalle limitate dimensioni del fondo valle. A causa di alcune settimane di intense precipitazioni alcune opere di ingegneria naturalistica già presenti sono state travolte.

La stabilizzazione del versante proposta vuole limitare il rischio di un restringimento della sezione dell'alveo dello Zena, che potrebbe verificarsi a seguito di movimenti franosi, in occasione di eventi piovosi particolarmente violenti e conseguentemente evitare il rischio di esondazione del torrente ed il conseguente interessamento della sede stradale provinciale.

Con la presente relazione geotecnica si descrive la progettazione di stabilizzazione del versante, le cui scelte operative sono contestuali alle analisi ambientali e al sopralluogo effettuato. La verifica di stabilità globale dell'opera progettata è stata eseguita in ambiente SSAP, con valutazione degli interventi volti al raggiungimento di un fattore di sicurezza maggiore di 1,2.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Il torrente Zena

Lo Zena è un torrente che nasce nelle colline a nord del crinale situato fra Loiano (BO) e la sua frazione Quinzano. Esistono due sorgenti: quella del braccio occidentale è alle pendici del monte Bastia (792 m.s.l.m.), e quella del braccio orientale è vicino a Quinzano. Quest'ultimo ramo, il principale per lunghezza e portata d'acqua, presso Quinzano, forma una cascata alta 30 m precipitando in una gola boscosa. I due bracci si congiungono a nord verso Bologna in località Fornace di Zena (Pianoro).

Il corso d'acqua s'immette poi nel torrente Idice dopo circa 40 Km a San Lazzaro di Savena, in località Pizzocalvo. Il suo andamento è assai tortuoso, al punto che lo sviluppo del corso è una decina di chilometri più lungo di quello della valle.

La Val di Zena è percorsa da una strada fondovalle composta per i primi chilometri dalla SP36 Val di Zena e poi da strade comunali dei comuni di Pianoro e Monterenzio che si inerpicanano nell'abitato di Quinzano (frazione di Loiano).

Nel suo piccolo bacino idrografico, che ha un'estensione di circa 88 km² quasi interamente compresi entro i territori comunali di Loiano (circa 23 Km²) e Pianoro (circa 55 Km²). Riceve acqua da piccoli corsi quali il rio di Genazzano, rio di Laurenzano, rio dei Cani, rio di Barbarolo, rio di Calderano, rio di Bianchini ed il rio dei Vinchi.

Il regime idraulico è tipico dei torrenti della fascia emiliana e le portate oscillano da massimi di 15 m³/sec nelle piene ordinarie, a minimi dell'ordine di 2 m³/sec in primavera, con una portata media annua di meno di 1 m³/sec, in estate resta completamente asciutto.



Fig. 1_ Cascata del torrente Zena

2.2 Inquadramento geografico

Riferendosi al sistema di riferimento WGS84, in ambiente Google Earth Pro (GEP), il versante preso in esame ricade in coordinate geografiche 44° 24' 53.43"N e 11° 23' 23.85"E.

Il pendio è lungo 255 m, si trova ad un'altitudine di 103 m s.l.m ed è esposto a Sud-Est. La quota massima è di 184 m, con dislivello di 81 m e una pendenza media del 32%, con un'inclinazione di circa 19°.

La zona è caratterizzata da una prevalenza di elementi naturali inculti e soprattutto ex coltivi, causa della continua riduzione dell'uso agricolo del suolo. L'area di frana presenta vegetazione arbustiva di boschi degradati o da progressiva colonizzazione di praterie aride, pressoché priva di copertura arborea, tipica dei terreni argilosici-calanchivi.

La zona, seppur relativamente poco abitata, presenta un'importante azione antropica malgrado il diffuso abbandono e la conseguente spontanea rinaturalizzazione.



Fig. 2_ ambiente GEP: tracciato del versante in giallo e forma della frana in rosso (fileKML)

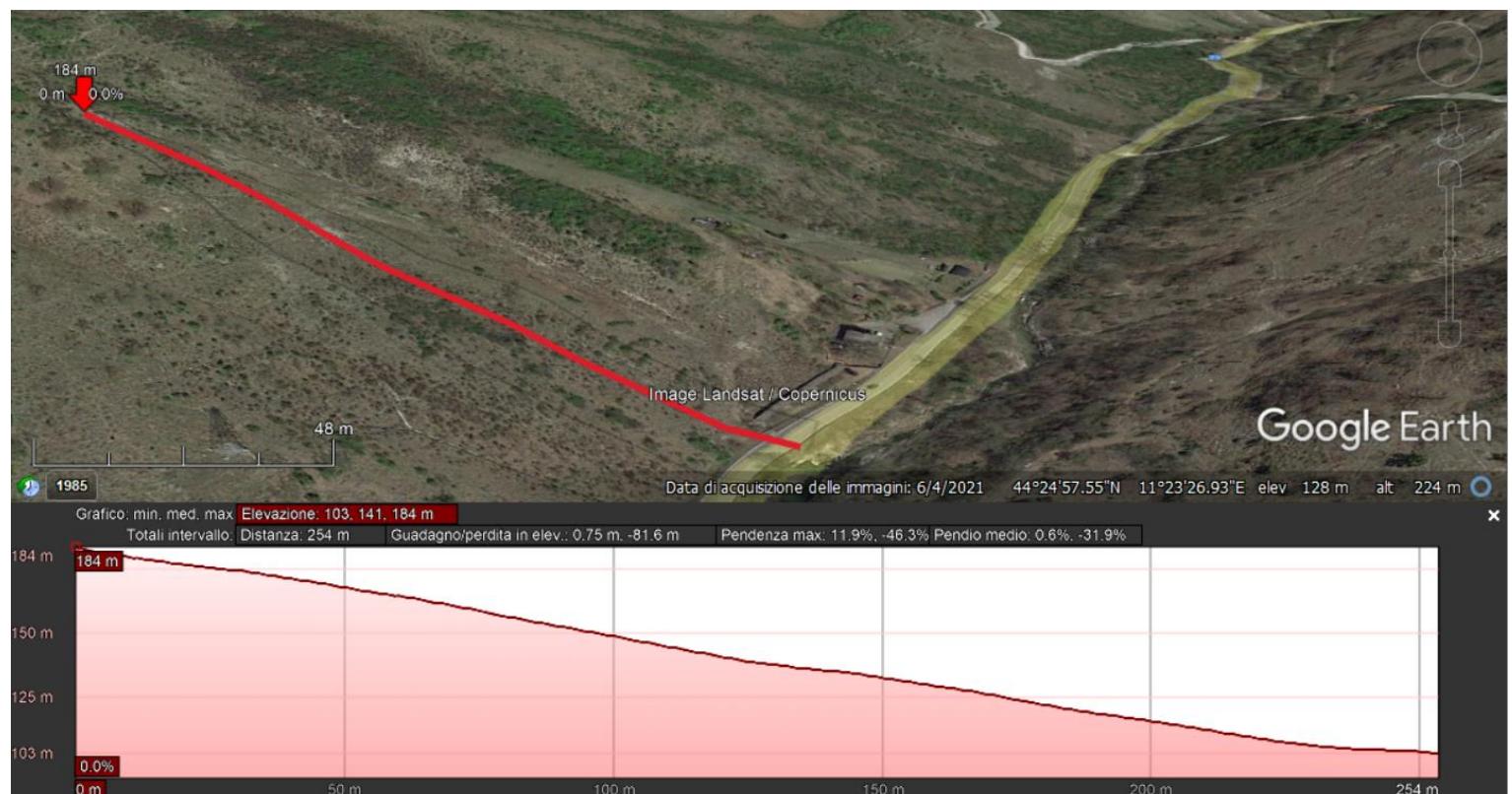


Fig. 3_ ambiente GEP: profilo di elevazione del versante

<https://www.google.com/maps/place/44%C2%B0024'52.0%22N+11%C2%B0023'26.8%22E/@44.41444,11.3901875,167m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x52d291f007103bc6!7e2!8m2!3d44.4144391!4d11.390771>

2.3 Inquadramento idrogeologico e geo-litologico

L'area di studio ricade in una fascia di affioramenti di **substrati rocciosi evaporitici gessosi messiniani**, con elevate proprietà di drenaggio, appartenenti all'unità geologica conosciuta come Formazione Gessoso Solfifera. Nelle vicinanze sono presenti le tre doline più vaste e profonde del territorio bolognese: la Dolina dell'Inferno, la Dolina della Goibola e la Dolina della Spipola. Le acque inghiottite dalle Doline risorgono nel fondovalle del torrente Zena. La Val di Zena (100-135 m s.l.m.) è caratterizzata da rilievi bassi che non superano i 300 m di altitudine, spesso tormentati da fenomeni di erosione diffusa dovuti all'azione di ruscellamento dei corsi d'acqua. La scarsa componente organica, l'impermeabilità e la connessa instabilità favoriscono la formazione di **suoli di esiguo spessore**, imputabile anche dalla vegetazione rada.

La valle si presenta piuttosto incisa con un fondo valle compresso, in cui si trovano l'alveo del torrente,

La natura argillosa dei terreni ha nel tempo aggravato tale situazione provocando cedimenti con richiamo di terreno verso il fondovalle interessando sia il versante in sinistra che il versante in destra idraulica.

Dall'esame della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (scala 1:10000), le litologie prevalenti nell'area sono rappresentate essenzialmente da:

- argille marnose grigio-azzurre, (Argille e Marne di Riolo Terme del Pliocene Intrappenninico), attestabili al Pliocene inferiore, a stratificazione poco evidente o nulla, in cui, a volte si osservano sottili intercalazioni arenacee.
- Altrove affiorano anche terreni appartenenti alla base della Successione Epiligure, le cosiddette "Argille Scagliose".
- I depositi alluvionali sono costituiti da ghiaia e sabbia con diminuzione della granulometria verso monte dove si trovano sabbie limose e limi sabbiosi di colore nocciola.

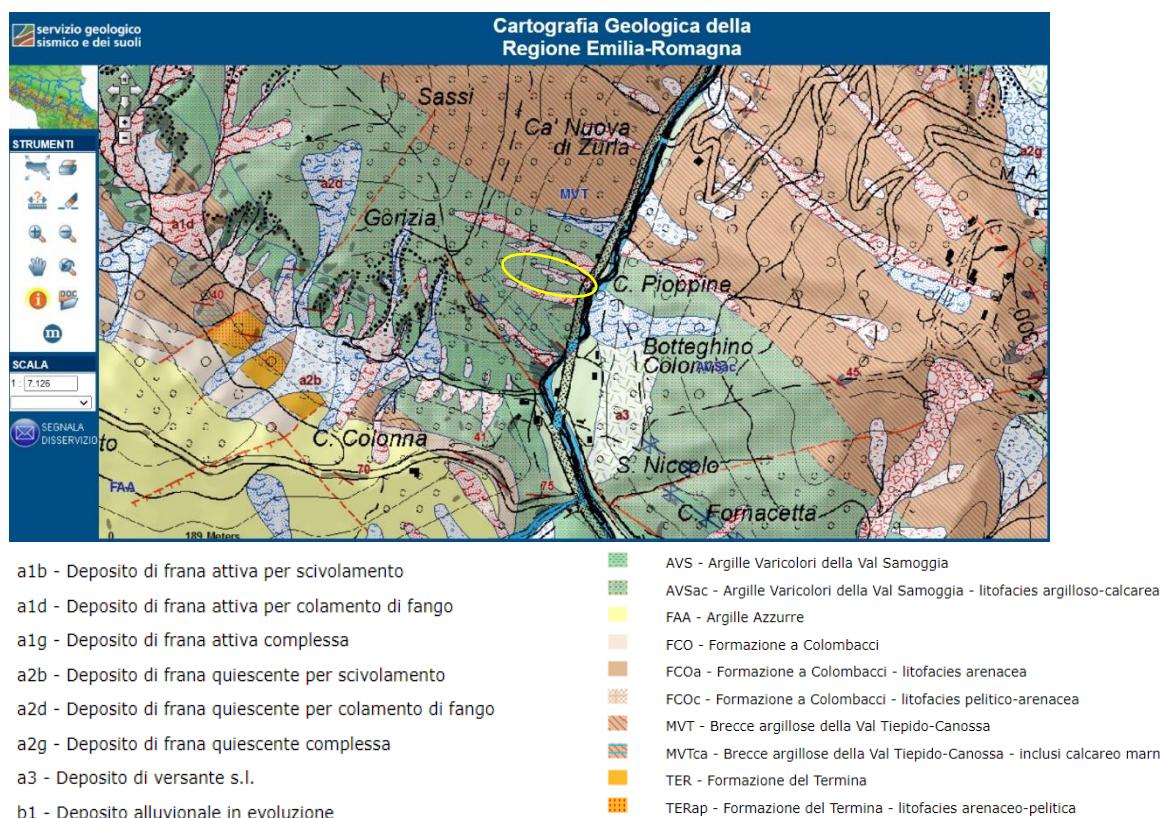


Fig. 4_ ambiente GIS WMS: Cartografia Geologica RER con relativa legenda

Il versante preso in esame è classificato come **Deposito di frana attiva per colamento di fango** (a1d) e ricade in una zona litologica caratterizzata da Argille Varicolari della Val Samoggia (AVS), di cui si riportano le relative definizioni del Servizio Geologico:

a1d_ Deposito messo in posto da un movimento spazialmente continuo all'interno della massa spostata costituita da materiale fangoso saturo di acqua che si comporta come un fluido viscoso. Le superfici di taglio all'interno della massa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate se non al termine del movimento quando la massa tende a rallentare e a solidificarsi.

AVS_ Argille intensamente tettonizzate, argilliti; unità costituite in prevalenza da argille che a causa della loro storia tettonica risultano intensamente piegate e fratturate dalla scala dell'affioramento fino alla scala del campione ("argille scagliese"). Nella zona in esame si rinviene anche una litofacies argilloso - calcarea (AVSac) costituita da alternanze argilloso - calcaree di argille nerastre.

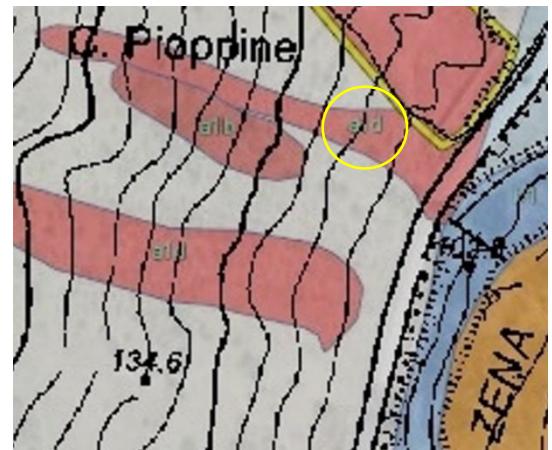


Fig. 5_ ambiente GIS WMS: carta frane e CTRmultiscala, in giallo il deposito di frana in esame

2.4 Analisi climatologica

Dal servizio "Dext3r" dell' ARPA Emilia-Romagna, sono stati ottenuti ed elaborati i dati di precipitazione e temperatura, riferiti al trentennio di riferimento 1961-1990, rilevati dalla stazione climatologica di Pianoro. Si è voluto confrontare l'attuale clima con quello passato, notando un cambiamento da un clima Temperato verso un clima di tipo Mediterraneo con siccità estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto, imputabile al generale innalzamento delle temperature.

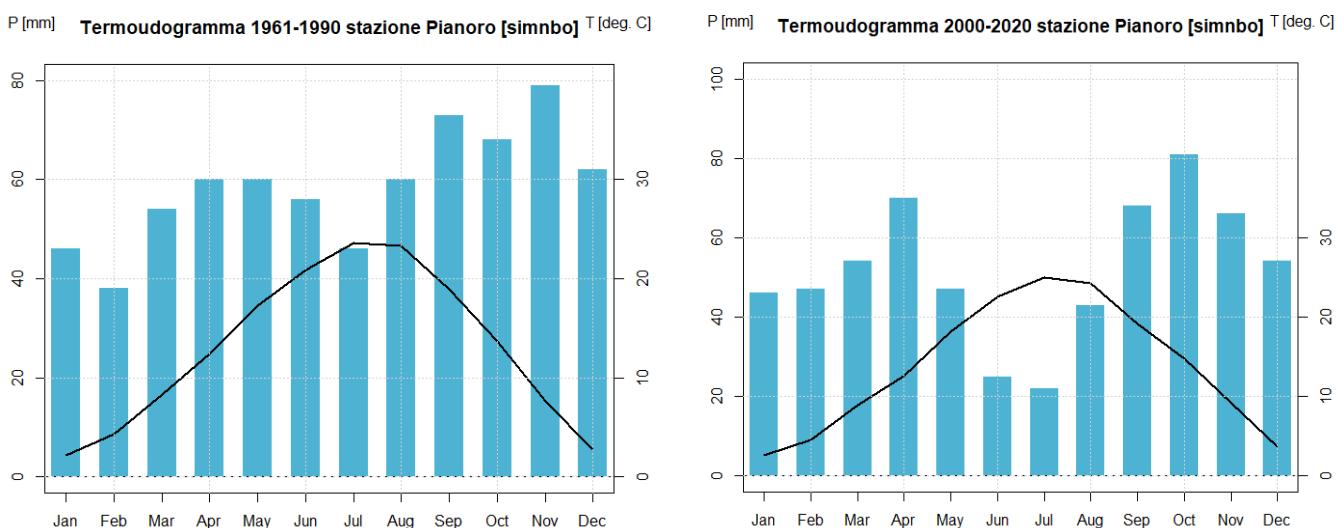


Fig. 6_ ambiente R: grafico di Bagnouls-Gaussien dei dati di serie storica climatica rilevati da ARPAE

Dal termoudogramma si denota che settembre, ottobre e novembre risultano essere i mesi più piovosi. Considerando la morfologia del pendio, le caratteristiche idrogeologiche e geo-litologiche, è sorto spontaneo valutare la stagione autunnale come periodo critico per la stabilità idrogeologica suscettibile alle elevate precipitazioni. Si è dunque deciso di espandere l'analisi sull'intera Regione, al fine di individuare l'andamento climatologico più critico e più prossimo temporalmente alla corrente analisi geotecnica (approccio analitico "Act local, Think Global").

2.4.1 Analisi climatologica a scala regionale

L'autunno 2019 in Emilia-Romagna è stato caratterizzato da una notevole variabilità meteorologica: dopo un'estate calda e siccitosa, i mesi di settembre e ottobre si sono mantenuti anch'essi più caldi della media e con una sostanziale assenza di precipitazioni significative fino alla fine di ottobre. A partire dai primi giorni di novembre, intensi flussi meridionali umidi ed instabili hanno interessato il territorio regionale, fino alla fine del mese.

Il 2019 risulta tra gli anni più piovosi dal 1961: record assoluti nelle precipitazioni mensili per il mese di novembre, con media regionale di 270 mm pari al 250% in più della media del periodo 2001-2020 (periodo di riferimento usato per calcolare le anomalie per i bollettini agro-climatici).

Elevatissima anche la variazione pluviometrica: dopo le straordinarie precipitazioni di maggio 2019, pari a oltre il triplo del valore climatico, le piogge mensili di giugno 2019 sono state all'opposto le più basse dal 1961.

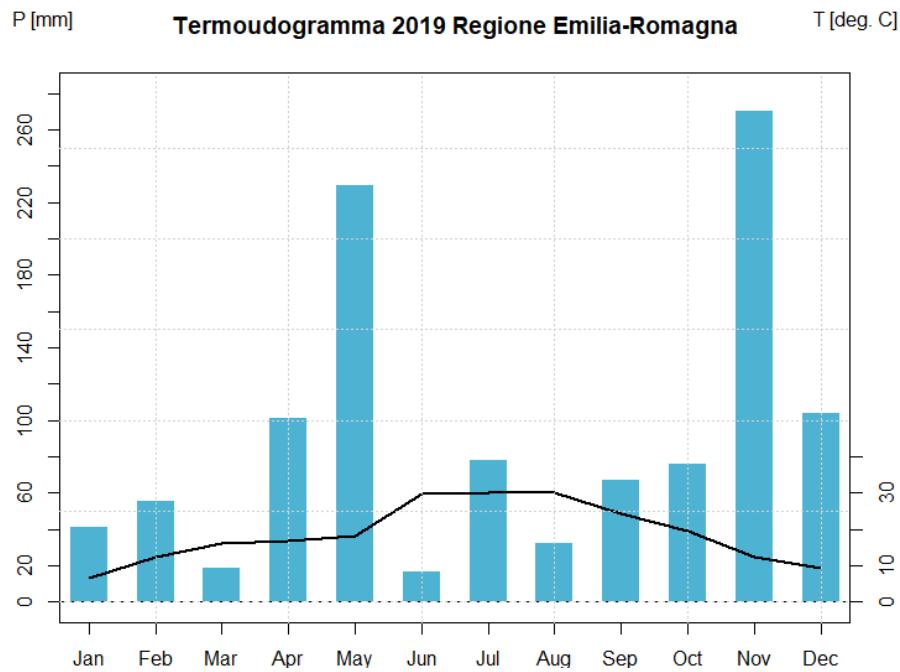


Fig. 7 _ambiente R: grafico B-G dei dati climatologici relativi all'anno 2019 rilevati da ARPAE

Le precipitazioni di maggio e novembre 2019 risultano le più elevate su tutto il territorio del settore appenninico centro-occidentale.

Le anomalie degli andamenti climatologici nel 2019 hanno portato i livelli delle acque sotterranee mediamente più bassi dei livelli misurati nel 2018, per effetto delle tardive precipitazioni primaverili congiuntamente al successivo periodo d'aridità estiva. L'abbassamento medio rispetto al periodo 2010-2018 è risultato di circa 0,28 m nelle prime falde freatiche di pianura, di 0,37 m nei grandi acquiferi pedecollinari.

Alla luce di ciò e alle analisi idrogeologiche, geo-litologiche si evidenzia una **vulnerabilità del substrato alle precipitazioni**: nei periodi di aridità saranno presenti le tipiche spaccature argillose, ciò aumenta ancor di più il drenaggio delle acque di precipitazione e il rischio di erosione per ruscellamento, mentre nei periodi con maggior umidità il suolo si presenta gonfio e con carattere plastico.

2.4.3 Analisi dei caratteri biotici

Il paesaggio calanchivo è caratterizzato dalla tipica alternanza tra arbusteti, boscaglie, coltivi a seminativo nel tempo abbandonati e dalla vicinanza alle aree urbanizzate con ampi spazi verdi, fra i quali Botteghino di Zocca. Dalla Carta della Vegetazione rappresentata (Fig.) è possibile notare come l'intorno dell'area studio è caratterizzata da un elevata eterogeneità della componente vegetazionale ad alto grado di naturalità, dove le attività antropiche sono limitate. Ogni formazione vegetale è rappresentata da una sigla riportata in legenda e descritta di seguito.

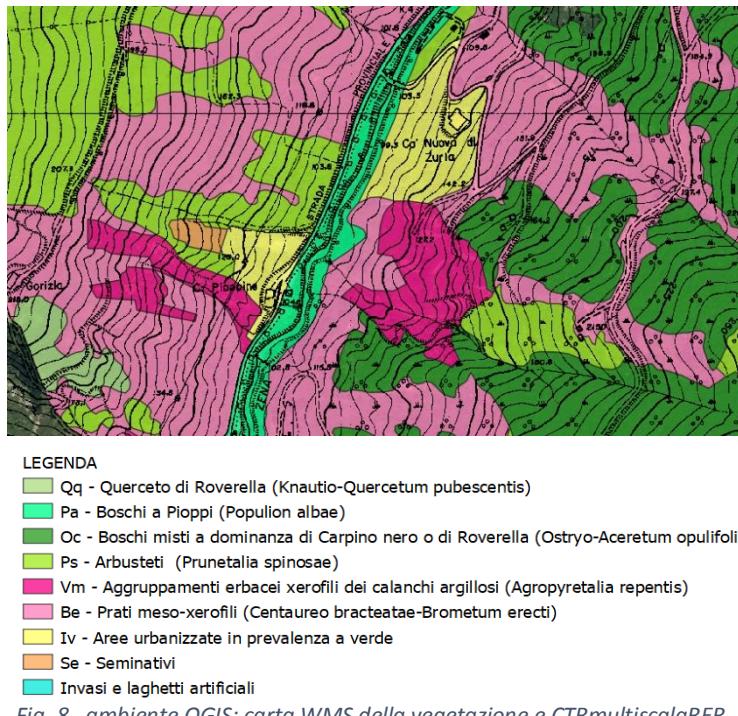


Fig. 8_ ambiente QGIS: carta WMS della vegetazione e CTRmultiscalaRER

Nella parte Sud-Est e nelle vicinanze del versante in analisi vi è la presenza di una formazione vegetale di Querceti di Roverella (Qq), alla cui specie dominante è *Quercus pubescens* si associano Orniello (*Fraxinus ornus*), Sorbo domestico (*Sorbus domestica*), Acero campestre (*Acer campestre*) e *Ulmus minor*.

In prossimità degli affioramenti gessosi il querceto a roverella si fa discontinuo, con alberi bassi e contorti che si alternano a macchie di arbusti in cui abbonda la ***Spartium junceum*** (Ginestra odorosa); in questi versanti compaiono piante tipiche della flora mediterranea.

A Est sono presenti formazioni arbustive mesofile (Ps) composte da: *Prunus spinosa*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Cornus sanguinea* collocate su suoli neutro-basici e argillosi, di campi abbandonati, su terreni di riporto e accumuli terrosi da smottamento.

Ad Ovest è di notevole importanza il bosco misto submediterraneo mesofilo a dominanza di Carpino nero e Roverella (Oc), localizzato in versanti più ombrosi, freschi e negli avvallamenti. Nei terreni con un buon grado di acidità sono presenti anche *Quercus cerris* (Cerro) e *Castanea sativa* (Castagno).

Sulle sponde del torrente Zena è presente una fascia di Bosco a Pioppo (Pa) caratterizzato da una vegetazione meso-igrofila insediata lungo i suoli alluvionali di valle. Le specie arboree dominanti sono *Populus nigra*, *Populus alba*, Salice bianco (*Salix alba*), sovente *Robinia pseudacacia*.

Formazioni a prati meso-xerofili (Be) e aggruppamenti erbacei xerofili (Vm) caratterizzano le aree calanchive maggiormente interessate al dissesto e ai movimenti franosi.

2.4.4 Precedenti azioni geotecniche e relative Indagini di campo

Nel 2016 è stato svolto un progetto esecutivo di consolidamento del movimento franoso sul versante in esame (S.P. 36 al km. 4+500 in località Ca' Pioppane Comune di Pianoro). Da questo documento sono emerse informazioni utili per contestualizzare le scelte analitiche e progettuali. È scaturita dunque la necessità e l'interesse di verificare le informazioni elaborando un disegno di campionamento fotografico per razionalizzare il più possibile il sopralluogo.

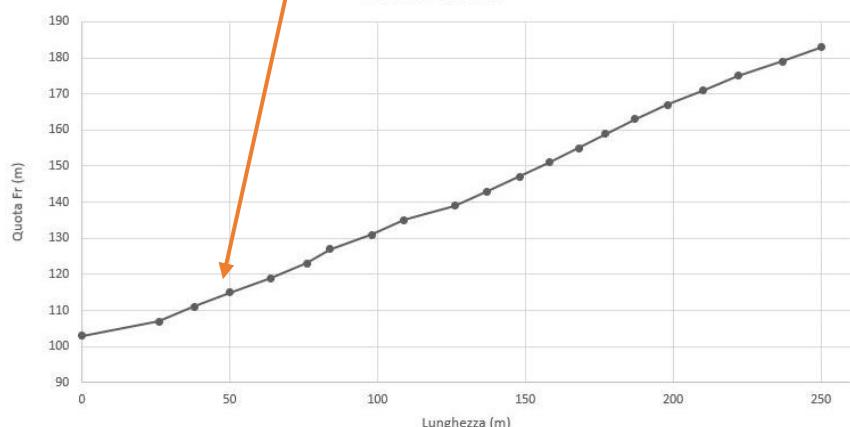
L'operazione di sopralluogo è avvenuta in data 07/12/2021 e ha riportato interessanti osservazioni quali:

- Accumuli di materiale per lo più fangoso si stanno accumulando nel lato destro della frana (orientamento da valle a monte).



Foto 1_colate di fango

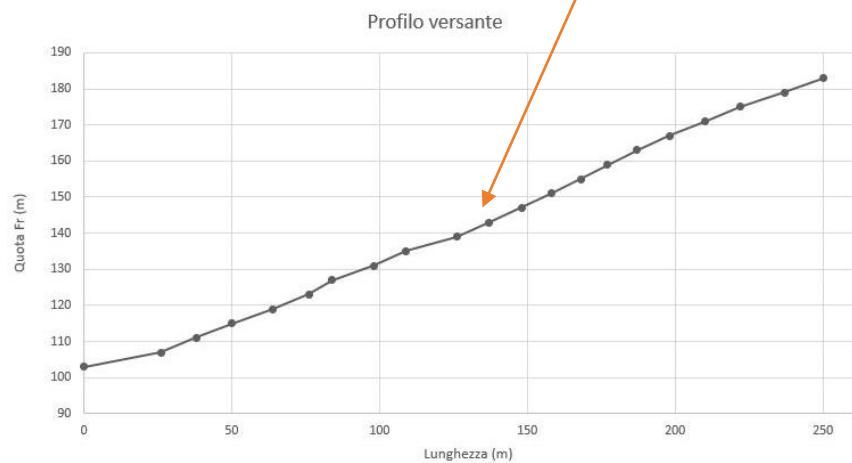
Profilo versante



- Le opere di ingegneria naturalistica che avrebbero dovuto arginare i fenomeni di erosione superficiale risultano divelte (orientamento da valle a monte, circa metà versante).



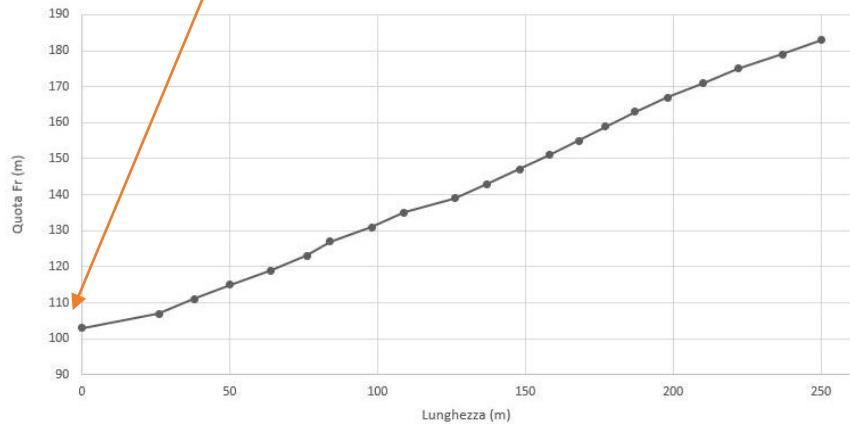
Foto 2_ opere di ingegneria naturalistica divelte



- Immediatamente a seguito dell'evento che ha compromesso le opere è stata realizzata una grossa briglia in blocchi di arenaria al piede del versante. La briglia dimostra buona solidità e funzionalità, anche se non è sufficiente a trattenere repentina accumuli.



*Foto 3_ briglia in blocchi
Profilo versante*



- Il fosso collettore realizzato nel precedente intervento ha funzionato da canale di scarico per le acque meteoriche. Le colate di fango hanno otturato nel tempo la tubatura.



Foto 4_fosso collettore

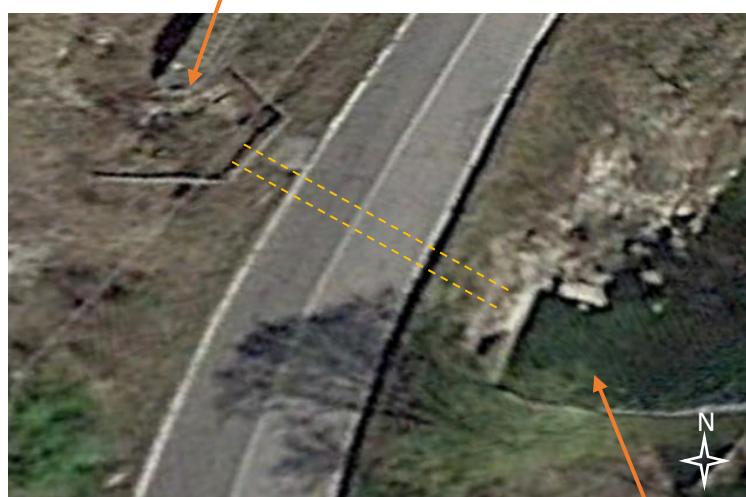




Fig. 9_ briglia nel torrente Zena in corrispondenza della strada al piede del versante

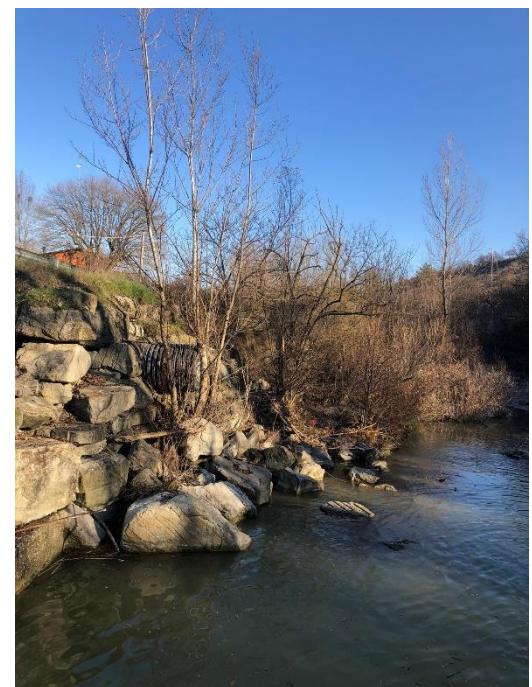


Fig. 10_ tubatura di sfogo verso lo Zena del fosso collettore

2.4.5 Analisi uso reale del suolo

Dato l'acclività e la tipologia di terreno il versante di Ca' Pioppine è sempre stato lasciato incolto caratterizzato da "Zone cespugliate o con copertura arborea molto carente_322". Solo prima degli anni 80' nell'area sovrastante era presente una "zona a seminativo semplice_211", dopo l'istituzione del Parco Nazionale (1988) anche nell'area limitrofa l'uso del suolo è catalogato come "Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione_3231" [URS 1976 e 2017]

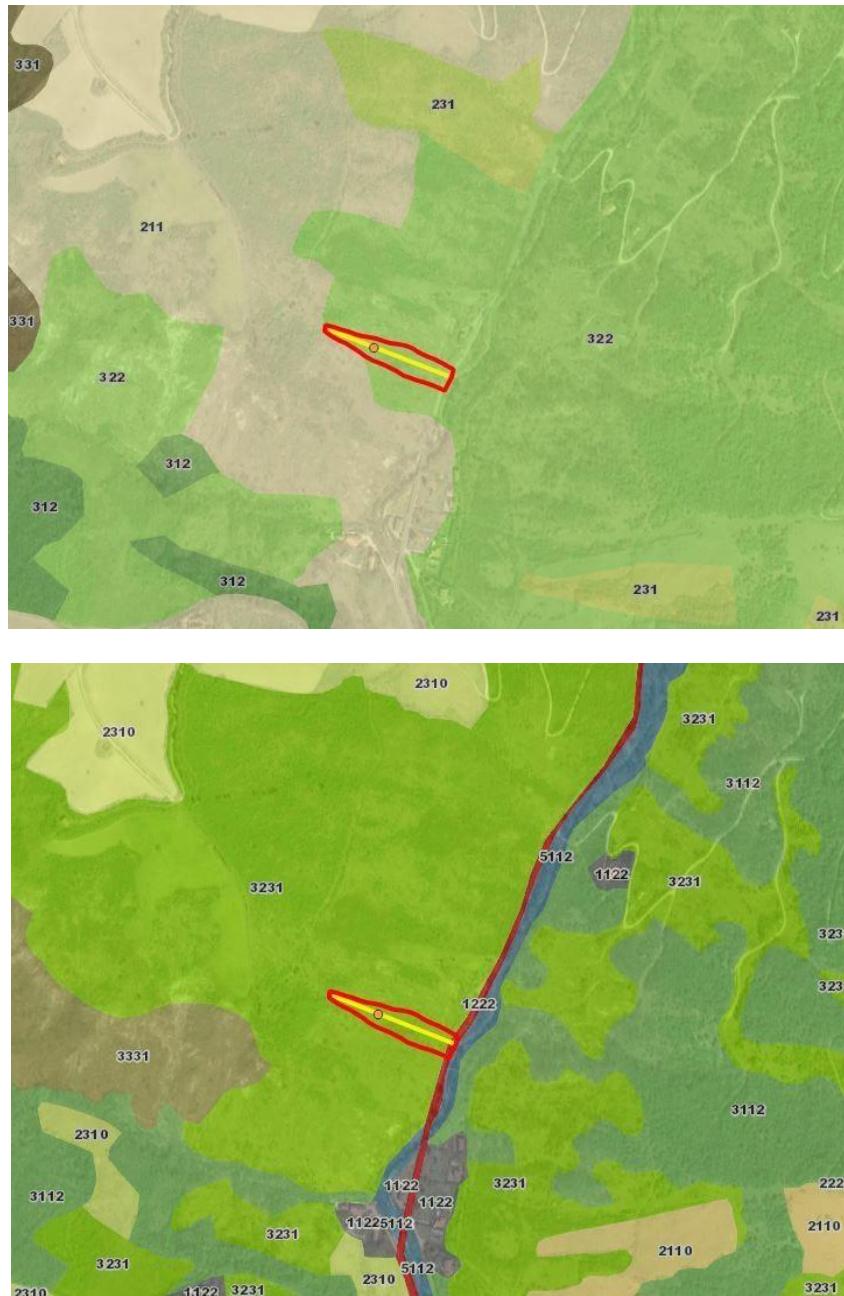


Fig. 11_ambiente QGIS: in alto la carta URS 1976, in basso la carta URS 2017

2.4.6 Analisi socio-economica

Il sito in esame ha varie caratteristiche che lo rendono particolarmente interessante dal punto di vista socio-economico, riscontrate durante il sopralluogo:

- la Via Zena importante da un punto di vista socio economico essendo il collegamento principale con Bologna per Botteghino di Zocca e gli abitanti della zona lungo il torrente Zena, inoltre è particolarmente vissuto dalla popolazione come tratto in cui praticare ciclismo e jogging



Foto 5_ gruppo di ciclisti sulla SP36

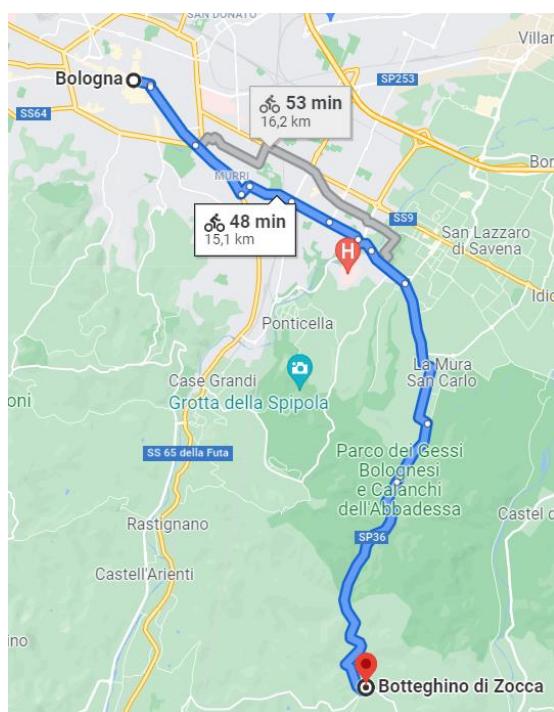


Fig. 12_ ambiente GoogleMaps: percorso ciclabile Bologna-Botteghino di Zocca

- Nello stesso punto, è segnalata la presenza di un metanodotto, che in caso di danneggiamento causerebbe sia disagi nella fornitura del servizio, sia notevoli danni dal punto di vista ambientale (il metano è uno dei più pericolosi gas serra), ed è presente anche un palo del telefono, il cui cedimento comporterebbe l'interruzione della linea nella zona.



Foto 6_ metanodotto e palo linea telefonica

2.4.7 Inquadramento catastale

L'area ricade nelle seguenti particelle, così accatastate:

- | | | | | | |
|---|----------|-----------|---------|----------|--------------|
| • | Foglio22 | Mappale25 | Terreno | Classe01 | Incolto Prod |
| • | Foglio22 | Mappale19 | Terreno | Classe00 | Prato |

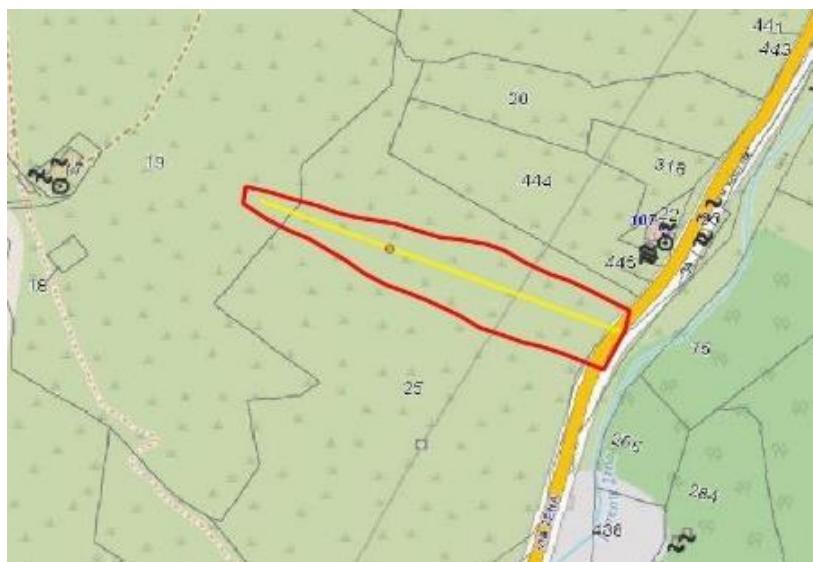


Fig. 13_ambiente WebSIT: mappa catastale e individuazione del versante in rosso

4 ANALISI PRE-INTERVENTO

L'analisi della stabilità del versante è stata svolta in ambiente SSAP 2010 5.0.2 in cui è possibile elaborare sia la valutazione di stabilità che l'attività progettuale di opere di sostegno in terra.

4.1 Stratigrafia

In ambiente Google Earth Pro è stato analizzato il profilo longitudinale del versante (Fig. 3) da cui sono state ricavate le coordinate della superficie del terreno di frana (FR). La stratigrafia del versante è stata elaborata seguendo la contestualizzazione fornita dalle analisi idro-geologiche, climatologiche e di vegetazione precedentemente esposte, di cui riportiamo una rapido riassunto:

- Suolo di esiguo spessore;
- Substrato roccioso evaporitici gessosi;
- Elevato drenaggio delle acque;
- Livello di falda molto basso.

Riferendoci al progetto esecutivo geotecnico precedentemente citato (Ca' Pioppine) e alle considerazioni tratte dal sopralluogo la stratigrafia del versante è definita con il seguente schema:

- Lo strato della coltre attiva (CA) è posto a -2 m dalla superficie (FR);
- Lo strato inalterato (IMO) è posto a -4 m dalla superficie;
- La falda è posta a -5 m dalla superficie.

Le scelte operative appena esposte sono riportate nella seguente tabella e nel relativo grafico di rappresentazione stratigrafica.

Tab. 1 _ coordinate stratigrafiche del versante.

Lunghezza (m)	FR (m s.l.m.)	CA (m s.l.m.)	IMO (m s.l.m.)	Falda (m s.l.m.)
0	103	101	99	98
26	107	105	103	102
38	111	109	107	106
50	115	113	111	110
64	119	117	115	114
76	123	121	119	118
84	127	125	123	122
98	131	129	127	126
109	135	133	131	130
126	139	137	135	134
137	143	141	139	138
148	147	145	143	142
158	151	149	147	146
168	155	153	151	150
177	159	157	155	154
187	163	161	159	158
198	167	165	163	162
210	171	169	167	166
222	175	173	171	170
237	179	177	175	174
250	183	181	179	178

Profilo del versante

● FR — CA — IMO — Falda

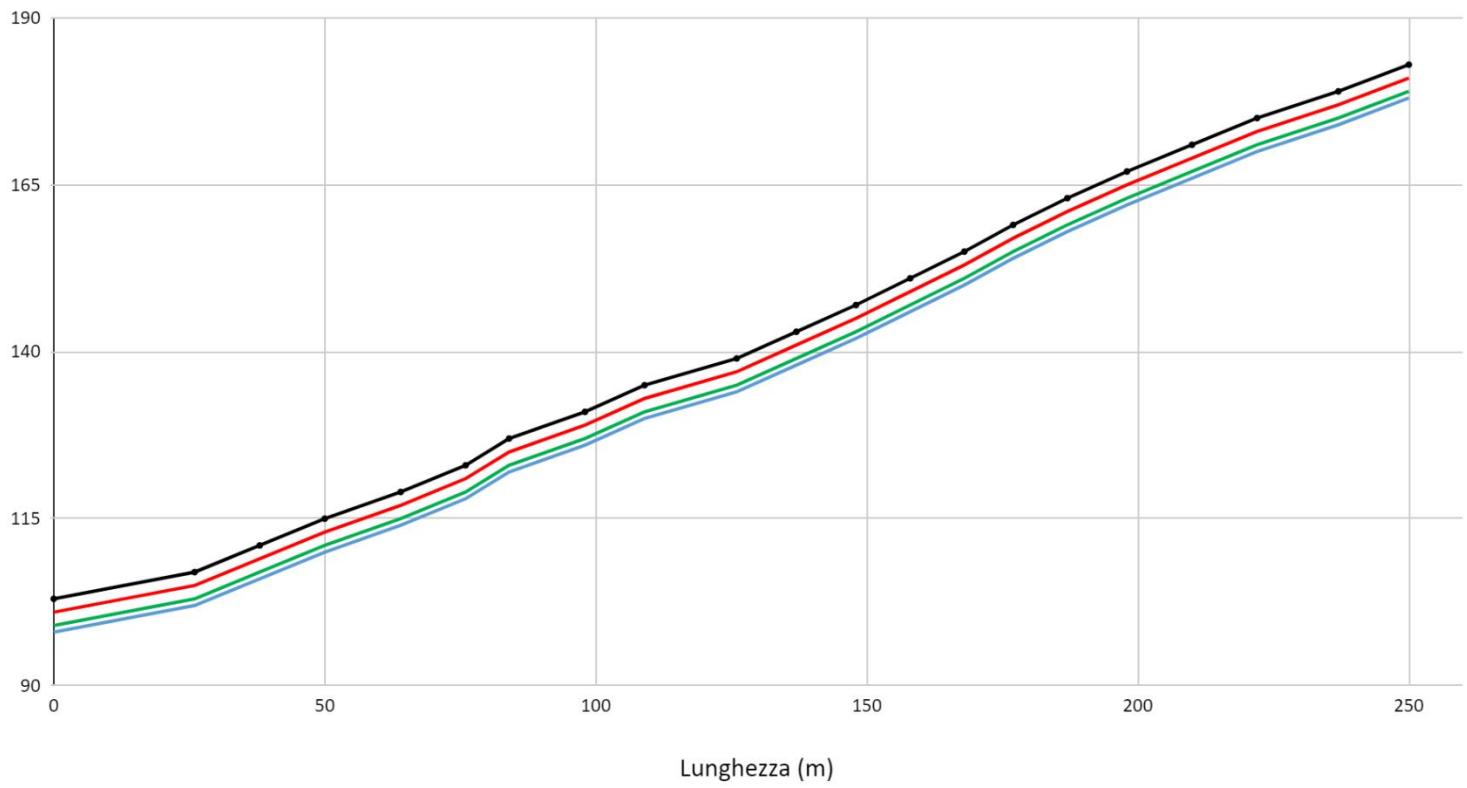


Fig. 14 _ andamento stratigrafico.

In base alle caratteristiche del suolo in esame sono state eseguite ricerche in letteratura per ottenere i valori geomeccanici della stratigrafia. Dai valori riscontrati sono state scelti quelli relativi alle precedenti analisi geolitologiche; valori geomeccanici di un tipo di suolo costituito da argille scagliose (AVS).

Di seguito sono riportate le tabelle utilizzate: i valori del peso di volume (γ) sono riportati in Kg m^{-3} , è bene specificare che in sede d'analisi di stabilità sarà considerato in kN m^{-3} , mentre i valori di coesione drenata (c') e non drenata (C_u) saranno considerati in kPa.

Tab. 2 _ peso di volume di suolo

Valori indicativi del peso di volume in Kg/m^3

Terreno	Valore minimo	Valore massimo
Ghiaia asciutta	1800	2000
Ghiaia umida	1900	2100
Sabbia asciutta compatta	1700	2000
Sabbia umida compatta	1900	2100
Sabbia bagnata compatta	2000	2200
Sabbia asciutta sciolta	1500	1800
Sabbia umida sciolta	1600	1900
Sabbia bagnata sciolta	1900	2100
Argilla sabbiosa	1800	2200
Argilla dura	2000	2100
Argilla semisolida	1900	1950
Argilla molle	1800	1850
Torba	1000	1100

Tab. 3_ coesione drenata

Valori indicativi della coesione in Kg/cm²

Terreno	Valore
Argilla sabbiosa	0.20
Argilla molle	0.10
Argilla plastica	0.25
Argilla semisolida	0.50
Argilla solida	1
Argilla tenace	2÷10
Limo compatto	0.10

Tab. 4_ angolo d'attrito del suolo

Valori indicativi dell'angolo di attrito, in gradi, per terreni

Terreno	Valore minimo	Valore massimo
Ghiaia compatta	35	35
Ghiaia sciolta	34	35
Sabbia compatta	35	45
Sabbia sciolta	25	35
Marna sabbiosa	22	29
Marna grassa	16	22
Argilla grassa	0	30
Argilla sabbiosa	16	28
Limo	20	27

Per definire il parametro di coesione non drenata (C_u) è stata svolta una ricerca bibliografica considerando di basarci sul metodo riportato da K. K. Sorensen e N. Okkels (2013), di cui si riporta la relativa citazione:

“Based on a comparison of the drained and undrained bearing capacity in connection to plate loading tests on clay till (Jacobsen 1970), the previous Danish code of practice for foundations suggests the following cautious estimate of c' on the basis of C_u : $c' = 0.1 \cdot C_u$ (kPa) ”

Da cui abbiamo ricavato $C_u = c' \cdot 10$

Si riportano dunque i parametri geomeccanici di riferimento tecnico operativo per l'analisi a lungo termine e a breve termine, che saranno utilizzati per le analisi di stabilità pre-intervento in ambiente SSAP.

Tab. 5_ parametri geomeccanici relativi alla stratigrafia

Pametro	Simbolo	FR	CA	IMO
Angolo d'attrito	ϕ [°]	9	13	35
Coesione drenata	c' [kPa]	5	7	35
Coesione non drenata	C_u [kPa]	50	70	350
Peso specifico	γ [kN/m ³]	18	19	20
Peso specifico saturo	γ' [kN/m ³]	19	20	21

Definita la stratigrafia e i relati parametri geomeccanici intrinseci, si passa all'analisi pre-intervento a lungo termine.

4.2 Verifica a lungo termine (Lt)

Si considera una condizione in cui la coesione non drenata sia uguale a zero ($C_u = 0$), dunque in questa analisi sono trascurati i sovraccarichi dell'acqua. Il software utilizzato per svolgere l'analisi consente di scegliere differenti metodi di calcolo per l'individuazione delle superfici di scivolamento, nel caso in esame è stato scelto il metodo Borselli (2016).

Il modello del pendio è stato assemblato in ambiente QCAD e importato come file DXF in ambiente SSAP, in questo modo è stata definita la stratigrafia del versante. Sono stati poi definiti i relativi parametri geomeccanici e il livello di falda.

Il software SSAP permette la verifica della stabilità del versante con il metodo dell'equilibrio limite, viene individuato il piano critico lungo il quale avviene la rottura del terreno e viene calcolato un fattore di sicurezza (F_s) relativo ad uno stato di equilibrio limite:

- $F_s > 1$ stabilità del versante
- $F_s = 1$ equilibrio limite
- $F_s < 1$ instabilità del versante

L'output di verifica globale in SSAP corrisponde a un fattore di sicurezza minimo ($F_s \text{ Min.}$) di 0,9521 da cui è possibile affermare l'instabilità del versante. Il piano di scivolamento critico risulta a espandersi su una lunghezza di 50 m a una profondità di circa 3,8 m, in corrispondenza delle aree critiche del versante precedentemente esposti nel paragrafo relativo al sopralluogo (Foto 2). In seguito, si riporta la mappa F_s locale elaborata in SSAP e un particolare fotografico del relativo tratto di versante critico in corrispondenza al piano di scivolamento. [SR WGS84 44.414943, 11.388943 link a seguire]

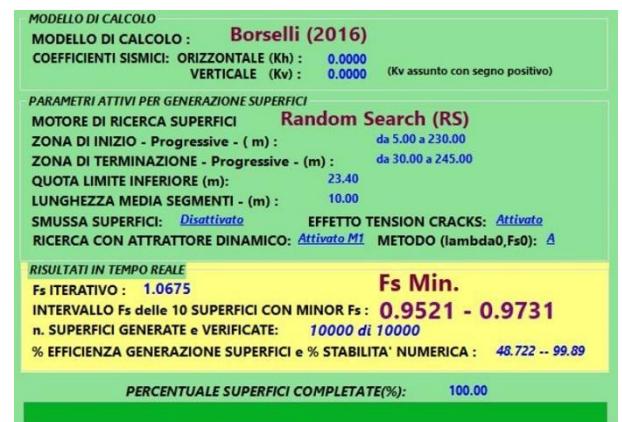


Fig. 15_ ambiente SSAP: risultati Lt della verifica globale pre-intervento

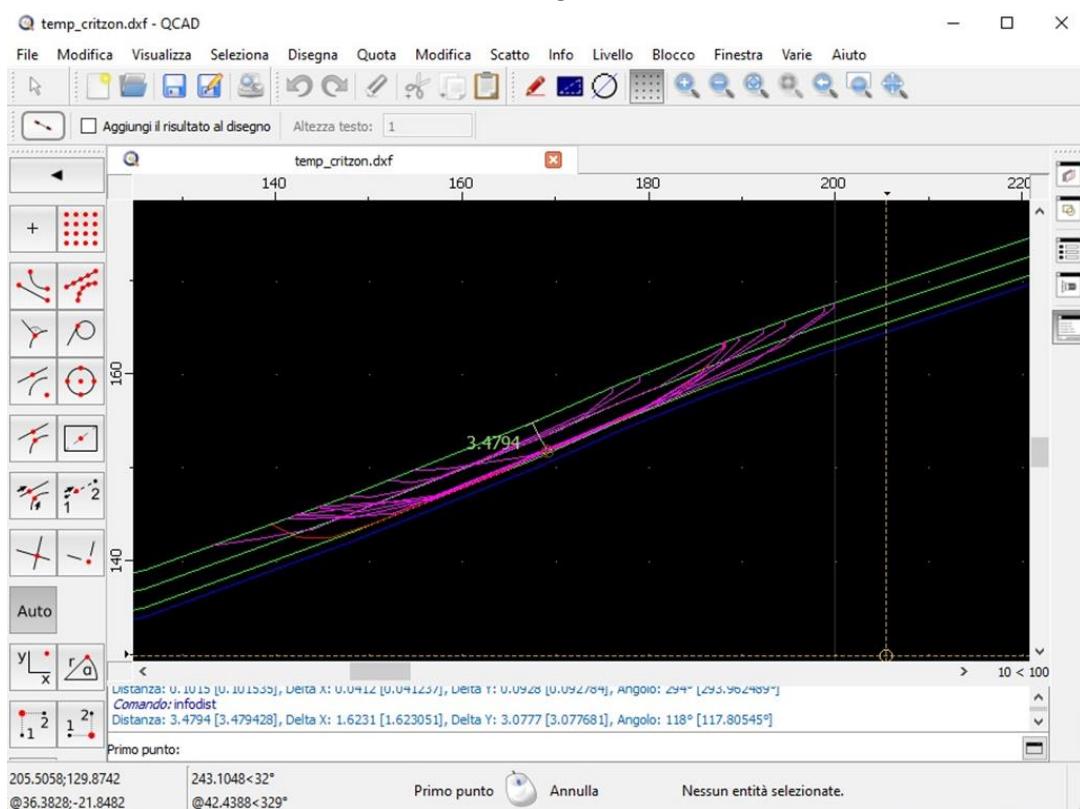


Fig. 16_ profondità del piano di scivolamento

MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)

FS Locale

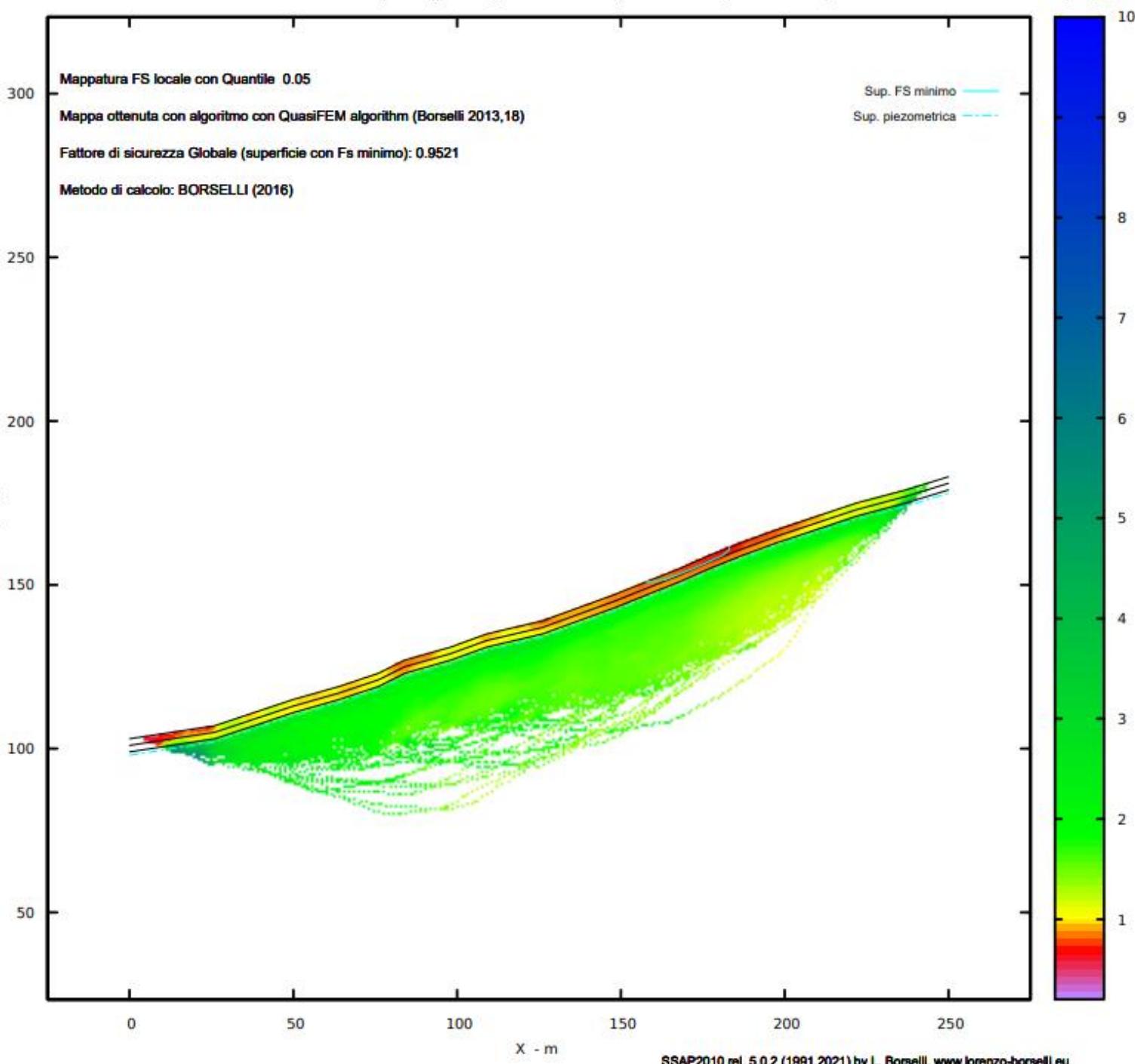


Fig. 17_ ambiente SSAP: mappa Fs locale Lt

https://www.google.com/search?q=44.414943%2C+11.388943&rlz=1C1AVUC_enIT849IT861&oq=44.414943%2C+11.388943&aqs=chrome..69i57.1365j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8



Fig. 18_ dettaglio dell'opera di ingegneria naturalistica divelta (Foto 2) corrispondente al piano di scivolamento

Si riporta la direzione più probabile di scivolamento delle particelle di suolo nella seguente immagine.

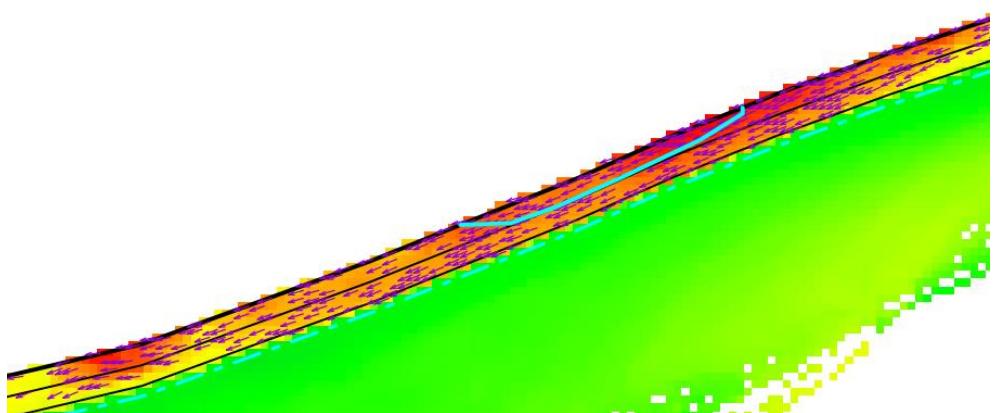


Fig. 19_ ambiente SSAP: particolare della mappa F_s locale con direzione di scivolamento più probabile

Da queste analisi pre-intervento, unitamente alla contestualizzazione territoriale, si baseranno le scelte tecnico-operative per la stabilizzazione del versante.

4.3 Verifica a Breve termine (Bt)

Sul manuale SSAP, al capitolo inerente all'analisi di stabilità a breve termine, i parametri di attrito interno e di coesione non drenata sono da considerare pari a zero ($\phi = 0$; $c' = 0$). Si è ripetuta dunque la procedura precedentemente esposta, modificando i parametri geomeccanici con gli assunti appena descritti, si riportano i risultati dell'analisi a breve termine.



Fig. 20_ ambiente SSAP: risultati Bt della verifica globale pre-intervento

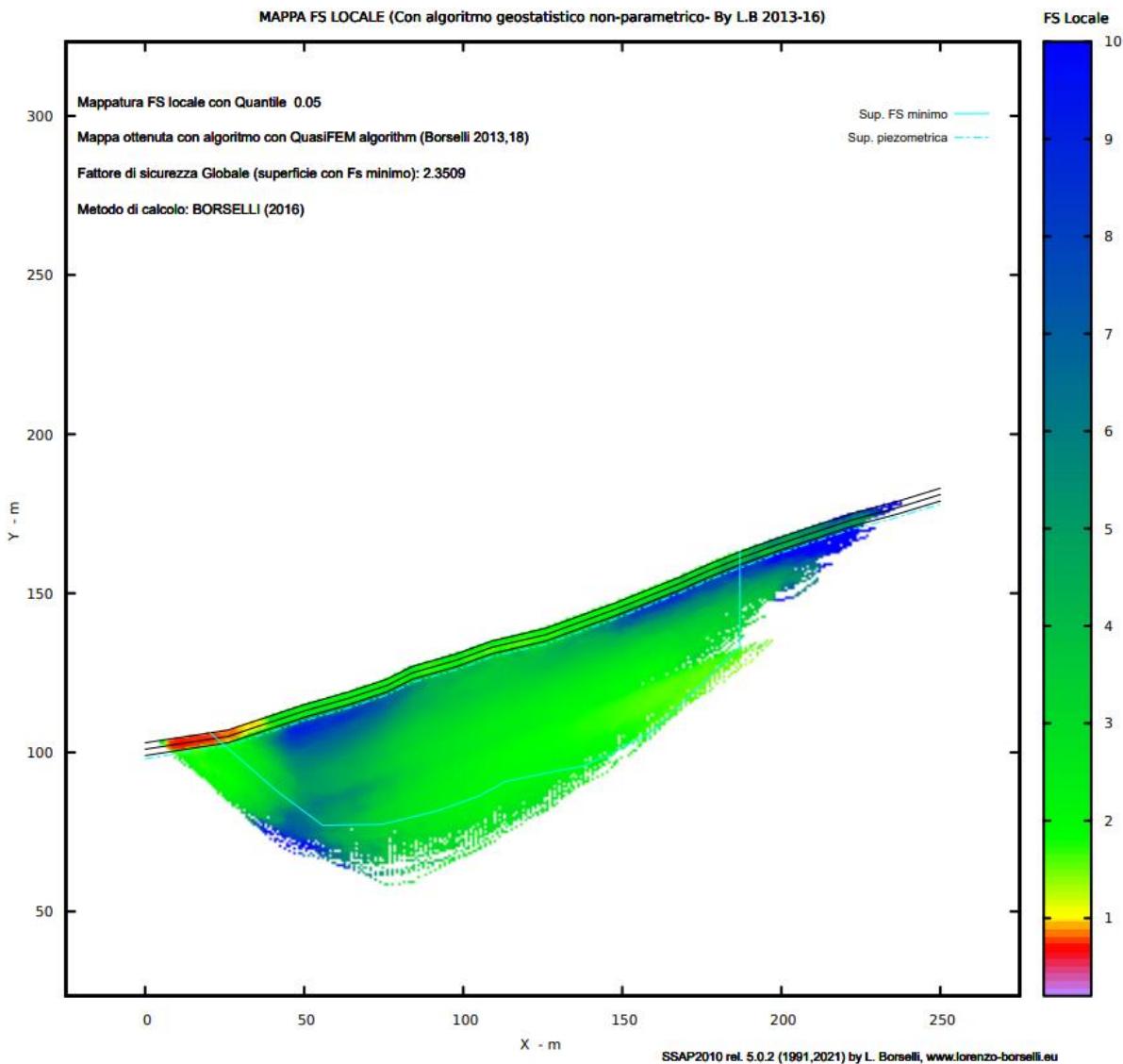


Fig. 21_ ambiente SSAP: mappa Fs locale Bt

5 SCELTE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE

L'obiettivo di stabilizzazione del versante è ottenere un $FS > 1$, tuttavia è sempre bene considerare una soglia di sicurezza del 20% a partire dal punto di equilibrio per raggiungere quindi un $FS \geq 1,2$.

Le opere di ingegneria naturalistica (progetto esecutivo del 2016; Fig. 14) non intercettano la superficie di scivolamento; da ciò e dalle analisi esposte si è valutato uno smorzamento della pendenza del versante nelle aree più critiche attraverso la messa in opera di muri a mensola.

Per migliorare ulteriormente la stabilità del versante si è valutato l'inserimento di pali di lunghezza sufficiente da intercettare la superficie di scivolamento e di sfruttare la vegetazione lungo tutto il versante per consolidare nel tempo il terreno.

5.1 Muri a mensola

I muri a mensola sono opere in calcestruzzo in grado di stabilizzare il versante grazie al peso del muro stesso e alla conformazione a T rovesciata che consente di sfruttare il peso del terreno che giace sulla fondazione del muro. Intercettano la superficie di scivolamento garantendo una buona stabilità al ribaltamento ed alla traslazione orizzontale.

Sono formati da una parete verticale e da un solettone di base (fondazione), dalla fondazione partono direttamente le armature in acciaio che poi verranno casserate e gettate a formare il muro finale. Tali opere sono dimensionate con criteri empirici attraverso le analisi al ribaltamento, scivolamento, alla portanza e all'eccentricità.

Tab. 6 _ dimensionamento progettuale del muro a mensola

	valore
H _{tot} [m]	4
H _{1a} [m]	2
H _{2a} [m]	1
H _m [m]	1
b _m [m]	2
csp [m]	1
b _v [m]	1
B	4
H _{1p} [m]	1
H _{2p} [m]	1
D _f	3
γm [kN/m ³]	24

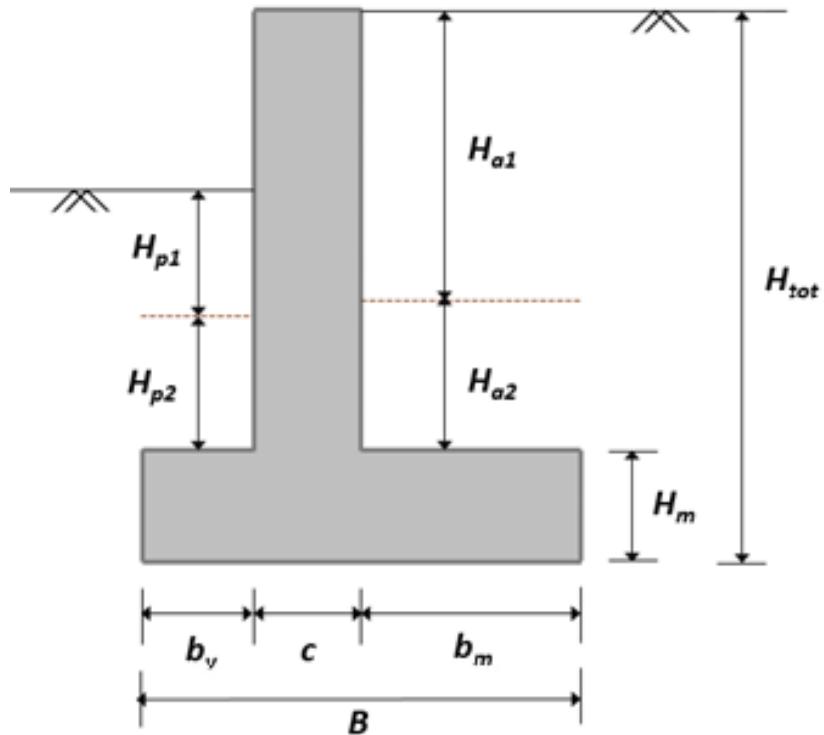


Fig. 22_ disegno di progettazione del dimensionamento

Per la realizzazione delle gettate si è scelto del calcestruzzo HM-25 con le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

Tab. 7_parametri geomeccanici del muro (https://www.plaxis.com)

	HM-15	HM-25
γ [kN/m ³]	24	24
E [kN/m ²]	24173	27264
v	0.2	0.2
c [kN/m ²]	365	513
ϕ [°]	35	35
Tensile strength for tension cut off [kN/m ²]	450	750

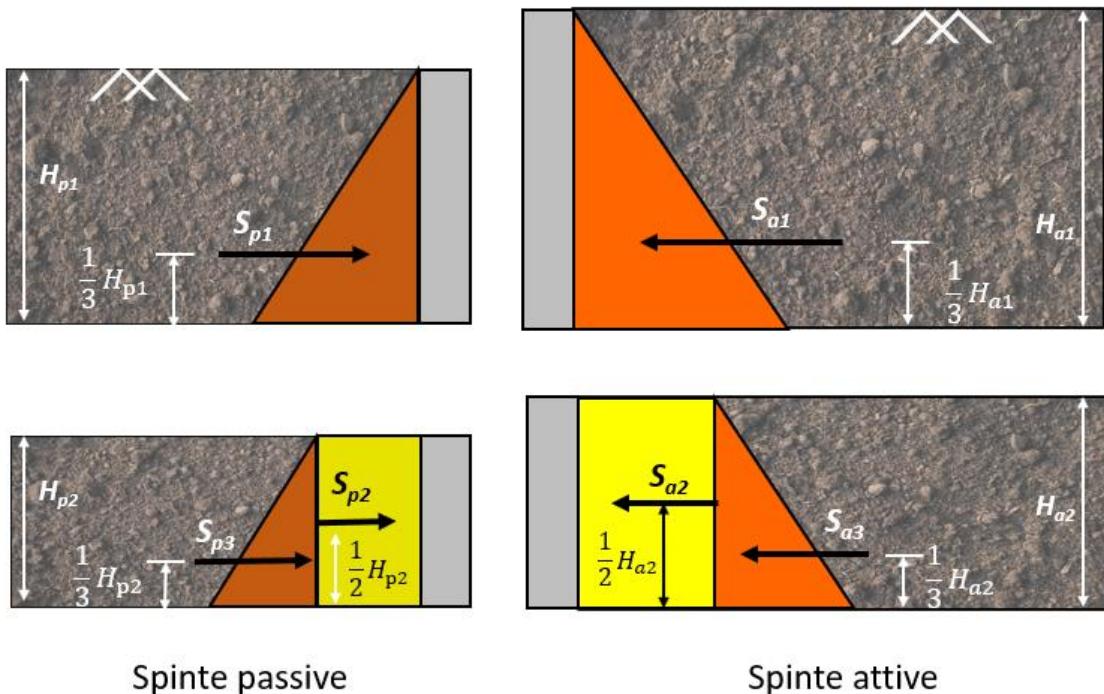
5.2 Analisi al ribaltamento

L'analisi della stabilità al ribaltamento consiste nella determinazione delle forze che potrebbero innescare un movimento rotatorio dell'opera attorno al proprio vertice a valle rispetto il pendio (momento ribaltante Mr) e delle forze che contrastano questo fenomeno impedendo il ribaltamento (momenti stabilizzati Ms).

Nell'opera in questione le forze ribaltanti sono definite come le spinte delle terre attive a monte dell'opera (S_a), mentre quelle stabilizzanti sono date dalle spinte delle terre passive (S_p) a valle, dal peso della struttura (W_m) e dal peso dello strato di terreno che grava sulla struttura (W_t).

Il rapporto fra i momenti stabilizzanti ed i momenti ribaltanti calcolati rispetto al vertice definisce il fattore di sicurezza al ribaltamento (FS_r). La verifica si considera soddisfatta quando tale valore è superiore a 2.

$$FS_r = \frac{\Sigma \text{ momenti stabilizzanti } (M_s)}{\Sigma \text{ momenti ribaltanti } (M_r)} > 2$$



Spinte passive

Spinte attive

Riferendosi alla Teoria di Coulomb si calcola il coefficiente di spinta attiva (K_{a1} ; K_{a2}) e passiva (K_{p1} ; K_{p2}) attraverso le seguenti formule:

$$K_{a1} = \frac{\cos^2(\varphi_1 - \eta)}{\cos^2\eta * \cos(\eta + \delta_1) * [1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_1 + \delta_1) * \sin(\varphi_1 - \beta_{a1})}{\cos(\eta + \delta_1) * \cos(\eta - \beta_{a1})}}]} = 0,689$$

$$K_{a2} = \frac{\cos^2(\varphi_2 - \eta)}{\cos^2\eta * \cos(\eta + \delta_2) * [1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_2 + \delta_2) * \sin(\varphi_2 - \beta_{a2})}{\cos(\eta + \delta_2) * \cos(\eta - \beta_{a2})}}]} = 0,588$$

$$K_{p1} = \frac{\cos^2(\varphi_1 + \eta)}{\cos^2\eta * \cos(\eta - \delta_1) * [1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi_1 + \delta_1) * \sin(\varphi_1 + \beta_{p1})}{\cos(\eta - \delta_1) * \cos(\eta - \beta_{p1})}}]} = 1,687$$

$$K_{p2} = \frac{\cos^2(\varphi_2 + \eta)}{\cos^2\eta * \cos(\eta - \delta_2) * [1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi_2 + \delta_2) * \sin(\varphi_2 + \beta_{p2})}{\cos(\eta - \delta_2) * \cos(\eta - \beta_{p2})}}]} = 3,061$$

in cui:

φ_1 = angolo di attrito interno nel primo strato

δ_1 = Angolo di attrito tra parete e suolo nel primo strato = $\varphi_1/2$

φ_2 = angolo di attrito interno nel secondo strato

δ_2 = Angolo di attrito tra parete e suolo nel secondo strato = $\varphi_2/2$

η = angolo di inclinazione della parete rispetto alla verticale ($\eta = 0$)

β_a = angolo di inclinazione del pendio a monte dell'opera ($\beta_{a1} = \beta_{a2} = 0,00^\circ$)

β_p = angolo di inclinazione del pendio a valle dell'opera ($\beta_{p1} = 5,00^\circ$ e $\beta_{p2} = 20,00^\circ$)

Per il calcolo del momento ribaltante è necessario ricavare l'intensità delle spinte attive (S_{a1} , S_{a2} , S_{a3}) presenti in ogni strato intercettato dall'opera con le seguenti formule:

$$S_{a1} = \frac{K_{a1} * \gamma_1 * H_{a1}^2}{2} = 24,818 \text{ kN/m}$$

$$S_{a2} = K_{a2} * \gamma_1 * H_{a1} * H_{a2} = 21,164 \text{ kN/m}$$

$$S_{a3} = \frac{K_{a2} * \gamma_2 * H_{a2}^2}{2} = 5,585 \text{ kN/m}$$

in cui:

S_a = Spinta attiva

K_a = coefficiente di spinta attiva

H_a = altezza massima terreno parte di spinta attiva dello strato 1 e strato 2

γ = peso specifico del suolo nei diversi strati

Successivamente, per ognuna delle spinte attive ricavate vanno definite le componenti orizzontali (S_{ax1} , S_{ax2} , S_{ax3}), verticali (S_{ay1} , S_{ay2} , S_{ay3}):

$$S_{ax1} = S_{a1} * \cos\delta_1 = 24,742 \text{ kN/m}$$

$$S_{ax2} = S_{a2} * \cos\delta_2 = 21,028 \text{ kN/m}$$

$$S_{ax3} = S_{a3} * \cos\delta_2 = 5,549 \text{ kN/m}$$

$$S_{axtot} = S_{ax1} + S_{ax2} + S_{ax3} = 51,318 \text{ kN/m}$$

$$S_{ay1} = S_{a1} * sen\delta_1 = 1,947 \text{ kN/m}$$

$$S_{ay2} = S_{a2} * sen\delta_2 = 2,396 \text{ kN/m}$$

$$S_{ay3} = S_{a3} * sen\delta_2 = 0,632 \text{ kN/m}$$

$$S_{aytot} = S_{ay1} + S_{ay2} + S_{ay3} = 4,975 \text{ kN/m}$$

ed i relativi centri di pressione (dS_{ax1} , dS_{ax2} , dS_{ax3} , dS_{ay1} , dS_{ay2} , dS_{ay3}):

$$dS_{ax1} = \frac{H_{a1}}{3} + H_{a2} + H_m = 2,667 \text{ m}$$

$$dS_{ax2} = \frac{H_{a2}}{2} + H_m = 1,500 \text{ m}$$

$$dS_{ax3} = \frac{H_{a2}}{3} + H_m = 1,333 \text{ m}$$

$$dS_{ay1} = dS_{ay2} = dS_{ay3} = b_v + H_m = 2,000 \text{ m}$$

Le spinte del lato attivo moltiplicate per il braccio della spinta definiscono il momento ribaltante (M_r):

$$M_r = S_{ax1} * dS_{ax1} + S_{ax2} * dS_{ax2} + S_{ax3} * dS_{ax3} = 104,91 \text{ kN}$$

Lo stesso procedimento si utilizza per il calcolo delle spinte nel lato passivo (S_{p1} , S_{p2} , S_{p3}) per determinare il momento stabilizzante:

$$S_{p1} = \frac{K_{p1} * \gamma_1 * H_{p1}^2}{2} = 15,186 \text{ kN/m}$$

$$S_{p2} = K_{p2} * \gamma_1 * H_{p1} * H_{p2} = 55,097 \text{ kN/m}$$

$$S_{p3} = \frac{K_{p2} * \gamma_2 * H_{p2}^2}{2} = 29,079 \text{ kN/m}$$

Si definiscono le componenti orizzontali (S_{px}) e verticali (S_{py}) per ciascuna spinta con i relativi centri di pressione (dS_{px}):

$$S_{px1} = S_{p1} * cos\delta_1 = 15,139 \text{ kN/m}$$

$$S_{px2} = S_{p2} * cos\delta_2 = 54,742 \text{ kN/m}$$

$$S_{px3} = S_{p3} * cos\delta_2 = 28,891 \text{ kN/m}$$

$$S_{pxtot} = S_{px1} + S_{px2} + S_{px3} = 98,773 \text{ kN/m}$$

$$S_{py1} = S_{p1} * sen\delta_1 = 1,191 \text{ kN/m}$$

$$S_{py2} = S_{p2} * sen\delta_2 = 6,237 \text{ kN/m}$$

$$S_{py3} = S_{p3} * sen\delta_2 = 3,292 \text{ kN/m}$$

$$S_{pytot} = S_{py1} + S_{py2} + S_{py3} = 10,720 \text{ kN/m}$$

$$dS_{px1} = \frac{H_{p1}}{3} + H_{p2} + H_m = 2,333 \text{ m}$$

$$dS_{px2} = \frac{H_{p2}}{2} + H_m = 1,500 \text{ m}$$

$$dS_{px3} = \frac{H_{p2}}{3} + H_m = 1,333 \text{ m}$$

Insieme alla spinta passiva concorrono alla stabilizzazione dell'opera anche il peso del muro stesso (W_m) e il peso della terra che grava sul basamento del muro a mensola (W_{ta} , W_{tb}) sia nel lato attivo che in quello passivo. Lo schema riportato nella figura sottostante raffigura le singole forze con la posizione dei centri di pressione.

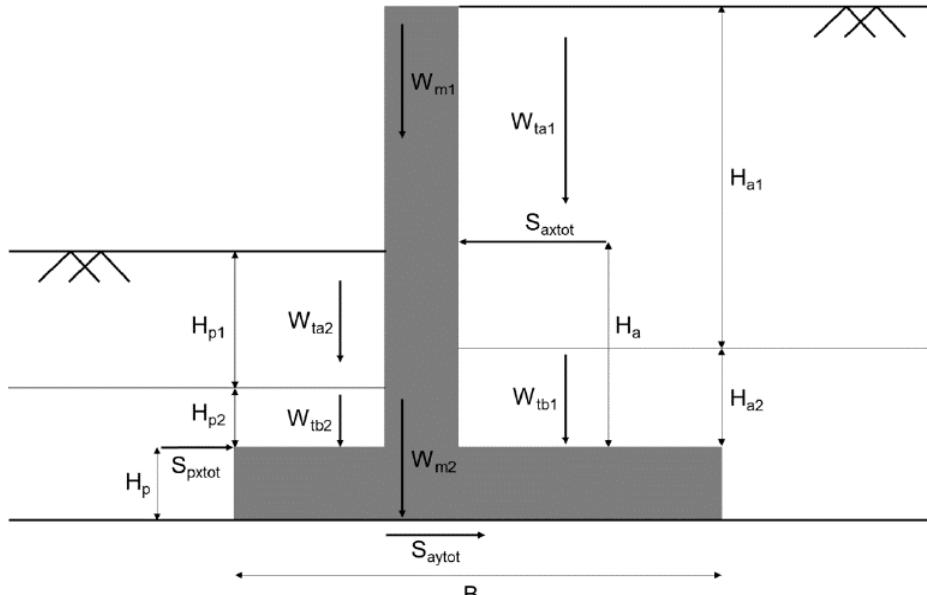


Fig. 23_ schema delle forze peso

Il peso del muro a mensola (W_{m1} , W_{m2}) è calcolato scomponendo l'opera in due figure semplici per agevolare i calcoli successivi:

$$W_{m1} = \gamma_m * (H_{a1} + H_{a2}) * c = 72 \text{ kN/m}$$

$$W_{m2} = \gamma_m * H_m * (b_m + b_v + c_{parete}) = 96 \text{ kN/m}$$

Considerando gli strati di terreno a monte e a valle dell'opera, è possibile calcolare il peso della terra che grava sul muro per ogni strato (W_{ta1} , W_{tb1} a monte e W_{ta2} , W_{tb2} a valle):

$$W_{ta1} = \gamma_1 * H_{a1} * b_m = 72 \text{ kN/m}$$

$$W_{tb1} = \gamma_2 * H_{a2} * b_m = 38 \text{ kN/m}$$

$$W_{ta2} = \gamma_1 * H_{p1} * b_v = 18 \text{ kN/m}$$

$$W_{tb2} = \gamma_2 * H_{p2} * b_v = 19 \text{ kN/m}$$

La somma dei valori dei pesi dei muri e dei pesi del terreno gravanti sulla fondazione rappresenta il peso complessivo (W_w):

$$W_w = W_{m1} + W_{m2} + W_{ta1} + W_{tb1} + W_{ta2} + W_{tb2} = 315 \text{ kN/m}$$

Si definiscono i centri di pressione:

$$dW_{m1} = \frac{c_{parete}}{2} + b_v = 1,5 \text{ m}$$

$$dW_{m2} = \frac{b_m + b_v + C_{parete}}{2} = 2 \text{ m}$$

$$dW_{ta1} = dW_{tb1} = b_v + C_{parete} + \frac{b_m}{2} = 3 \text{ m}$$

$$dW_{ta2} = dW_{tb2} = \frac{b_v}{2} = 0,5 \text{ m}$$

Le spinte del lato passivo, il peso della struttura e il peso degli strati di terreno che gravano sull'opera consentono di definire il momento stabilizzante (M_s) come:

$$\begin{aligned} M_s = & S_{px1} * dS_{px1} + S_{px2} * dS_{px2} + S_{px3} * dS_{px3} + S_{ay1} * dS_{ay1} + S_{ay2} * dS_{ay2} + S_{ay3} * dS_{ay3} + W_{m1} \\ & * dW_{m1} + W_{m2} * dW_{m2} + W_{ta1} * dW_{ta1} + W_{tb1} * dW_{tb1} + W_{ta2} * dW_{ta2} + W_{tb2} \\ & * dW_{tb2} = 814,412 \text{ kN} \end{aligned}$$

Avendo tutti i dati necessari si procede con il calcolo del Fattore di Sicurezza al Ribaltamento (FS_r):

$$FS_r = \frac{M_s}{M_r} = 7,76 > 2$$

La verifica risulta superata.

5.2.1 Analisi allo scivolamento

L'analisi allo scivolamento prevede il calcolo del rapporto tra le forze stabilizzanti e quelle destabilizzanti o scivolanti che agiscono sull'opera, definito come FS allo scivolamento (FS_s).

Nella fattispecie le forze stabilizzanti sono date dalla spinta passiva (S_p) del terreno a valle del muro, dalla forza stabilizzante o componente d'attrito (P_s) che si genera sotto la fondazione dell'opera, dovuta alla somma della forza peso della struttura (W_m) e dal peso del terreno gravante sulla fondazione del lato passivo e attivo(W_t).

La forza destabilizzante (P_a) dipende dalla componente orizzontale della spinta delle terre a monte (S_{axtot}) e determina uno scorrimento del muro.

La verifica dell'analisi allo scivolamento è soddisfatta quando l' FS_s risulta $> 1,30$. La formula utilizzata per calcolare l' FS_s è la seguente:

$$FS_s = \frac{\Sigma \text{ forze stabilizzanti}}{\Sigma \text{ destabilizzanti}} = \frac{P_s}{P_a} > 1,30$$

È fondamentale calcolare il coefficiente d'attrito (f) dipendente dall'angolo di attrito interno dello strato di terreno ove poggiano le fondamenta dell'opera, nel presente caso si considera pertanto il parametro ϕ_2 :

$$f = \tan\phi_2 = 0,231$$

Si procede al calcolo dell' FS_s , recuperando i dati ricavati in precedenza:

$$FS_s = \frac{(W_w + S_{pxtot} + S_{aytot}) * f}{S_{axtot}} = 1,884 > 1,3$$

La verifica risulta superata.

5.2.2 Analisi alla portanza

La verifica della portanza è un’ulteriore analisi da effettuare per garantire la stabilità dell’opera e ha lo scopo di controllare che il carico portante del terreno sia maggiore delle tensioni scaricate sul terreno stesso dell’opera.

Il Fattore di sicurezza alla portanza (FS_f) è dato dal rapporto fra il carico portante del terreno (q_u) e le tensioni massime applicate al suolo dell’opera (q_{max}).

La verifica dell’analisi della portanza è soddisfatta quando $FS_f > 2$:

$$FS_f = \frac{q_u}{q_{max}} > 2$$

Per poter eseguire il calcolo è necessario ricavare prioritariamente l’eccentricità (e) che permette di avere indicazioni sulla collocazione del carico e le relative tensioni applicate al terreno:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_s - M_r}{Wr} = -0,25$$

in cui:

$Wr = W_w + W_{sa} + W_{sp}$ corrisponde alla risultante delle forze verticali (peso del muro, peso della colonna di terreno sopra il lato attivo e peso del terreno sul lato passivo).

$B = b_v + b_m + c_{parete}$ (tabella 6)

L’eccentricità è accettabile finché risulta minore di $B/6$, nel caso opposto si va incontro al rischio di sollevamento della parete.

Una volta determinata l’eccentricità, si calcolano le tensioni massime applicate al suolo (q_{max}):

$$q_{max} = \frac{Wr}{B} + \frac{6 * Wr * e}{B^2} = 48,940 \text{ kPa}$$

La tipologia delle fondazioni può essere ricavata dal rapporto tra la profondità della fondazione (D_f , nel presente caso 3 m) e la sua base (B):

$$\frac{D_f}{B} = 0,75 < 4,00$$

Essendo il rapporto minore di 4 la fondazione è classificata come superficiale.

Il carico portante del suolo (q_u) per fondazioni superficiali è determinato attraverso la formula di Terzaghi che impone il calcolo del sovraccarico (q) e di tre fattori di capacità portante definiti come il contributo del sovraccarico laterale del terreno (N_q), il contributo della coesione del terreno (N_c) e il contributo dovuto al peso del terreno (N_y):

$$q_u = c'_2 * N_c + q * N_q + \frac{\gamma_2 * B * N_y}{2} = 282,208 \text{ kPa}$$

in cui:

$$N_q = e^{(\pi * tan\phi_2)} * tan^2 \left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) = 3,257 \text{ kPa}$$

$$N_c = (N_q - 1) * cotan(\phi_2) = 9,776 \text{ kPa}$$

$$N_y = 2 * (N_q - 1) * tan(\phi_2) = 1,042 \text{ kPa}$$

$$q = \gamma_2 * D_f = 57 \text{ kN/m}^2$$

Essendo la tavola d'acqua al di sotto della fondazione ($d < B$ in quanto $1,5m < 4m$) il termine $2*B$ nella formula di Terzaghi è calcolato nel modo seguente:

$$\gamma_2 * B = \gamma_2 * d + (\gamma_{sat2} - \gamma_w) * (B - d) = 53,975 \text{ kN/m}^2$$

in cui:

B : profondità fondazione (m)

d : 1,5 m nel presente caso, corrispondente alla distanza tra la falda e la fondazione

γ_{sat2} : 20 kN/m² corrispondente al peso dell'acqua nel terreno saturo in grado di occupare tutti i vuoti

γ_w : 9,81 kN/m² peso specifico dell'acqua.

Abbiamo tutti i dati necessari per calcolare il Fattore di Sicurezza alla portanza (FS_f):

$$FS_f = \frac{q_u}{q_{max}} = 5,766 > 2$$

La verifica risulta superata.

5.3 Pali

Il palo è un corpo cilindrico che oppone resistenza alla penetrazione nel terreno mediante tensioni tangenziali di attrito e/o aderenza sulla superficie laterale e tensioni di compressione alla base. Le tensioni tangenziali si sviluppano per uno scorrimento relativo tra la superficie laterale del palo e il terreno circostante, in parte dovuto alla traslazione rigida e in parte alla compressione assiale del palo. Le tensioni di compressione alla base si sviluppano per un cedimento della base.

Per stimare la capacità portante di un palo di fondazione abbiamo deciso di utilizzare il metodo di Facciorusso (2011).

Indichiamo con Q_s la risultante delle tensioni di attrito e/o di aderenza laterale, con Q_p la risultante delle tensioni di compressione alla base.

Q_s dipende dall'interazione tra la superficie laterale del palo e un determinato spessore di terreno deformato.

Q_p dipende dal volume di terreno deformato che si estende al di sopra e al di sotto della base del palo le cui dimensioni sono funzione del diametro del palo.

La completa mobilitazione della resistenza laterale (Q_s) si ha per spostamenti del palo di 6-10mm indipendentemente dal diametro, mentre la completa mobilitazione della resistenza di punta (Q_p) si ha per spostamenti pari a circa il 25% del diametro (in pali trivellati).

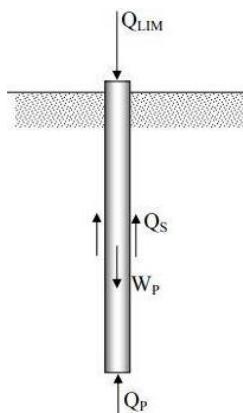
Esistono vari metodi per valutare la capacità portante per carico verticale Q_{lim} nel nostro caso si è utilizzato il metodo statico, nel quale si valutano i valori massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della Q_s e Q_p

$$Q_{lim} + W_p = Q_s + Q_p$$

in cui W_p è il peso del palo.

Si ipotizza che:

- il carico limite del sistema palo terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- Q_s e Q_p non si influenzino reciprocamente e possono essere determinati separatamente.



Stima di Q_s

Per definizione, dove D diametro palo e L lunghezza palo:

$$Q_s = A_s * \tau_p = \pi * D * L * \tau_p = 185,26 \text{ kN}$$

le tensioni tangenziali limite di attrito e/o di aderenza laterale all'interfaccia tra la superficie del palo e il terreno coesivo saturo circostante, τ , sono molto difficili da valutare analiticamente poiché dipendono dal grado di disturbo e dall'alterazione delle pressioni efficaci e interstiziali che le modalità di costruzione producono nel terreno. Per stimare τ esistono vari metodi, noi utilizzeremo quello denominato *metodo α* :

Si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza al taglio non drenata originaria del terreno indisturbato:

$$\tau_p = \alpha * C_u$$

in cui α è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costituzione del palo, dal tempo, dalla profondità, dal cedimento del palo; che assume valori indicati in tabella.

Tab. 8_valori indicativi del coefficiente di aderenza per pali in terreni coesivi saturi.

<i>Tipo di palo</i>	<i>Materiale</i>	$c_u \text{ (kPa)}$	α	$\alpha c_{u,\max} \text{ (kPa)}$
<i>Infisso (senza asportazione di terreno)</i>	<i>Calcestruzzo</i>	≤ 25	1	120
		25 - 50	0,85	
		50 - 75	0,65	
		> 75	0,50	
	<i>Acciaio</i>	≤ 25	1	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,65	
		> 75	0,50	
<i>Trivellato (con asportazione di terreno)</i>	<i>Calcestruzzo</i>	≤ 25	0,90	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,60	
		> 75	0,40	

Stima di Q_p

In genere il termine di capacità portante di punta Q_p di pali in terreno coesivo contribuisce in maniera modesta (10\20%) alla capacità portante totale, per la stima di Q_p si esegue un'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali:

$$Q_p = Q_p * q_p * R_c = A_p * C_u * N_c * R_c = 173,68 \text{ kN}$$

A_p è l'area alla base del palo, q_p è la capacità portante unitaria, C_u resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla base del palo, N_c è un fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a 9, R_c è il fattore di riduzione. Possiamo quindi calcolare la capacità portante limite con:

$$Q_{lim} = Q_s + Q_p = 358,94 \text{ kN}$$

da Q_{lim} ricaviamo il carico ammissibile Q_{amm} dividendo la capacità portante limite per il nostro fattore di sicurezza F , che nel nostro caso abbiamo deciso essere 3:

$$Q_{amm} = \frac{Q_{lim}}{F} = 119,65 \text{ kN}$$

Dobbiamo ora calcolare il carico del palo Q_{palo} , attraverso il volume V_{palo} di questo e la densità del materiale di cui è composto d_c (nel nostro caso calcestruzzo), moltiplicando poi per il fattore di conversione da kg a kN. La Q_{palo} deve essere inferiore alla Q_{amm} perciò:

$$Q_{palo} = V_{palo} * d_c * 0,0098 = 5,77 \text{ kN} \leq Q_{amm}$$

Allo scopo di calcolare la lunghezza minima del palo che risolva l'equazione di carico ammissibile, si isola il fattore L_{min} dalla formula di Q_s vista in precedenza:

$$Q_s = \pi * D * \alpha * C_u * L_{min} = 185,26 \text{ kN} * L_{min}$$

La Q_{lim} allora è calcolata come segue:

$$Q_{lim} = Q_p + Q_s * L_{min}$$

L'equazione di Q_{amm} pertanto risulta:

$$Q_{amm} = \frac{Q_{lim}}{F} = \frac{Q_p + Q_s * L_{min}}{F}$$

Si eguaglia la formula appena ottenuta al Q_{palo} :

$$\frac{Q_p + Q_s * L_{min}}{F} = Q_{palo}$$

Da quest'ultima formula, noto Q_p , si isola e ricava L_{min} :

$$L_{min} = \frac{Q_{palo} - \frac{Q_p}{F}}{\frac{Q_s}{F}} = 4,38 \text{ m}$$

Essendo il nostro palo lungo 5m, significa che il palo è stabile.

6 ANALISI POST-INTERVENTO

Le opere soddisfano i requisiti di stabilità al ribaltamento, allo scivolamento e di portanza. Si passa dunque alla verifica di stabilità post-intervento, sia a breve termine che a lungo termine. Si ricorda che l'obiettivo di è ottenere un $F_s \geq 1,2$.

6.1 Verifica a lungo termine (Lt)

Le opere descritte sono state disegnate in ambiente QCAD nelle zone di maggior interesse critico del versante e i nodi sono stati importati in ambiente SSAP come file DXF, come precedentemente descritto. Si riporta a fine paragrafo una **Nota tecnica** relativa all'importazione dei pali.

La procedura rimane la stessa dell'analisi pre-intervento, ricordiamo che per la verifica Lt i parametri da considerare sono:

- L'angolo di attrito interno (ϕ), la coesione drenata (c'), il peso specifico drenato (γ) e quello saturo (γ_s) riportati in tabella 5;
- I parametri del muro a mensola sono riportati in tabella 6, con un peso specifico del calcestruzzo

Di seguito è riportato l'output della verifica globale che restituisce valori compresi fra 1,3024 e 1,3731: valori maggiori della precedente che restituiva un F_s compreso fra 0,95 e 0,96 e comunque maggiori della soglia limite di 1,2; il versante risulta dunque stabilizzato.



Fig. 24_ ambiente SSAP: risultati Lt della verifica globale post-intervento

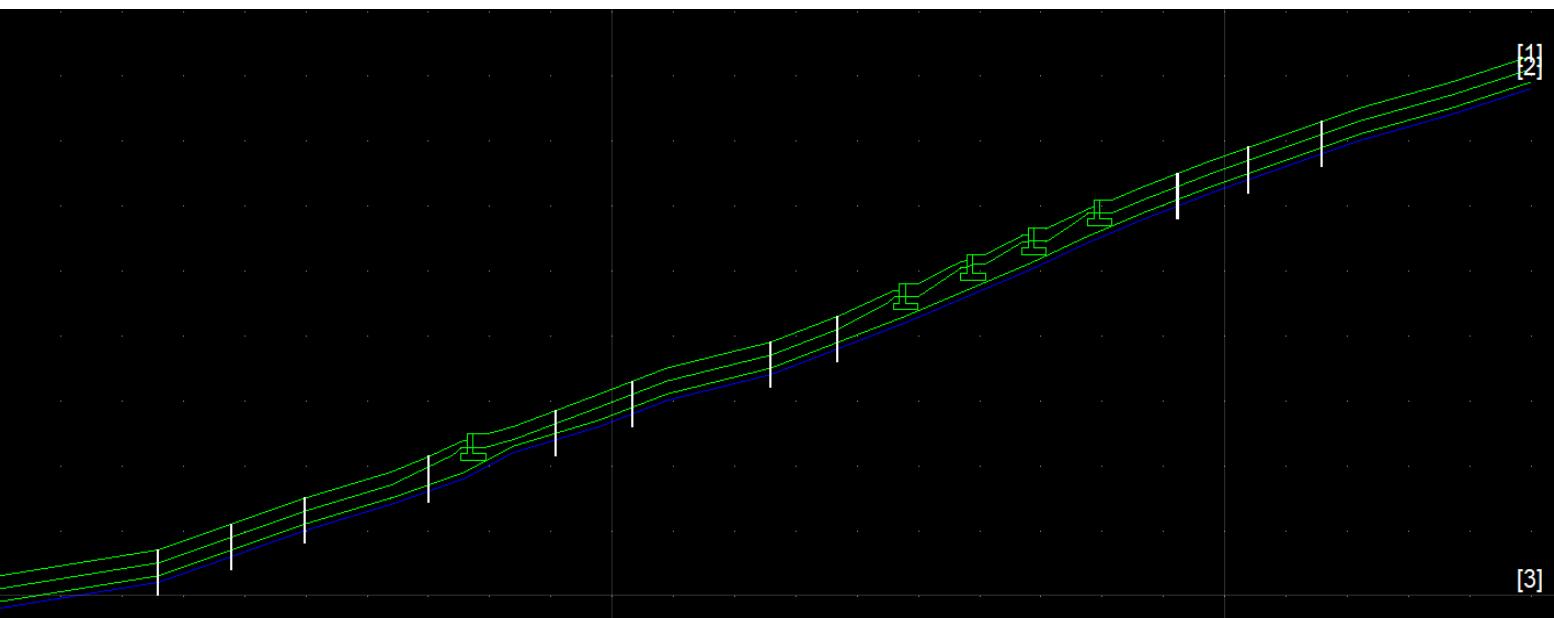


Fig. 25_ ambiente QCAD: profilo del versante con muri a mensola e pali

MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)

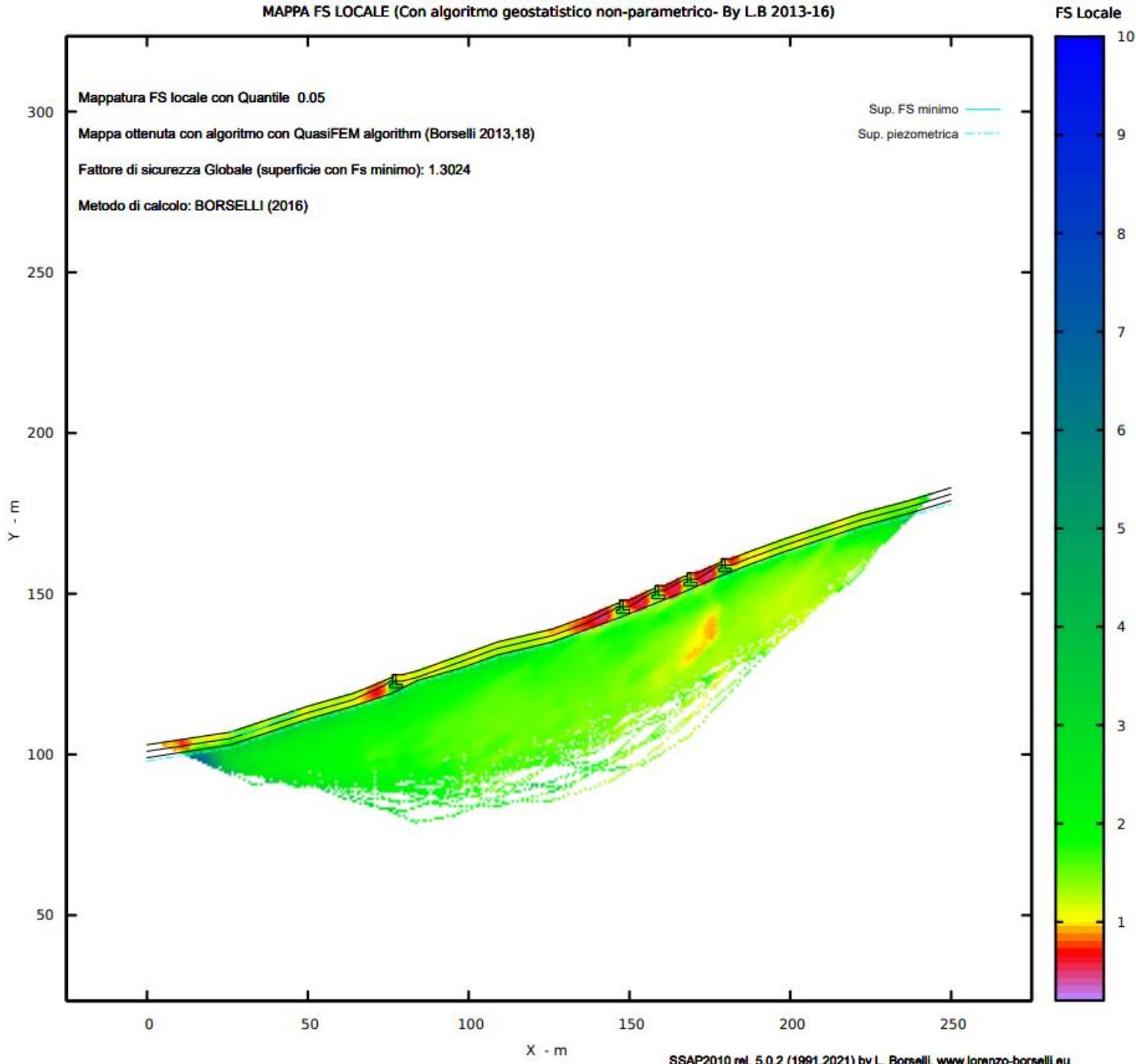


Fig. 26_ ambiente SSAP: risultati verifica globale Lt post-intervento

L'opera geotecnica fornisce buona stabilità al versante, tuttavia questa analisi non considera il contributo alla coesione delle radici della vegetazione. Questa verrà piantumata sui terrazzamenti, andando ad aumentare la stabilità del terreno grazie alla coesione radicale ed alla capacità di trazione.

Nota tecnica: l'inserimento dei pali va eseguito tramite apposito algoritmo di calcolo disponibile nella sezione MAKESFILES 5.5 di SSAP; l'importazione da QCAD (o manuale) di quattro nodi che dovrebbero rappresentare un palo in realtà è letta dal software come una "Lente", ossia come un muro ed è dunque scorretto applicare questo tipo di procedura (notare il differente colore in QCAD: muro a mensola verde, pali bianchi). Inoltre, SSAP non restituisce le coordinate del pali nella mappa FS locale, in cui non si vedono ma sono presenti.

6.2 Verifica a breve termine (Bt)

Si passa dunque al controllo in condizioni drenate in cui i parametri di attrito interno (ϕ) e di coesione drenata (c') si pongono pari a zero, mentre la coesione non drenata (C_u) è riportata in tabella 5. Di seguito si riportano gli output della verifica globale.

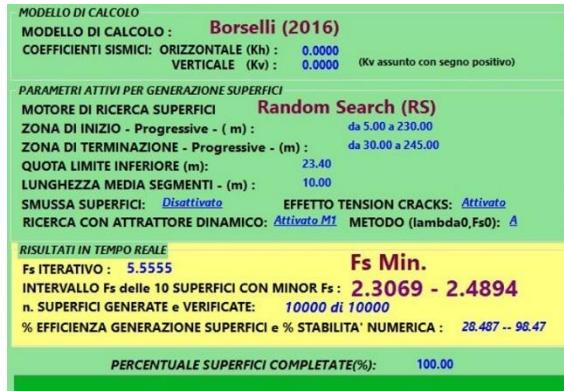


Fig. 27_ ambiente SSAP: risultato verifica globale Bt post-intervento

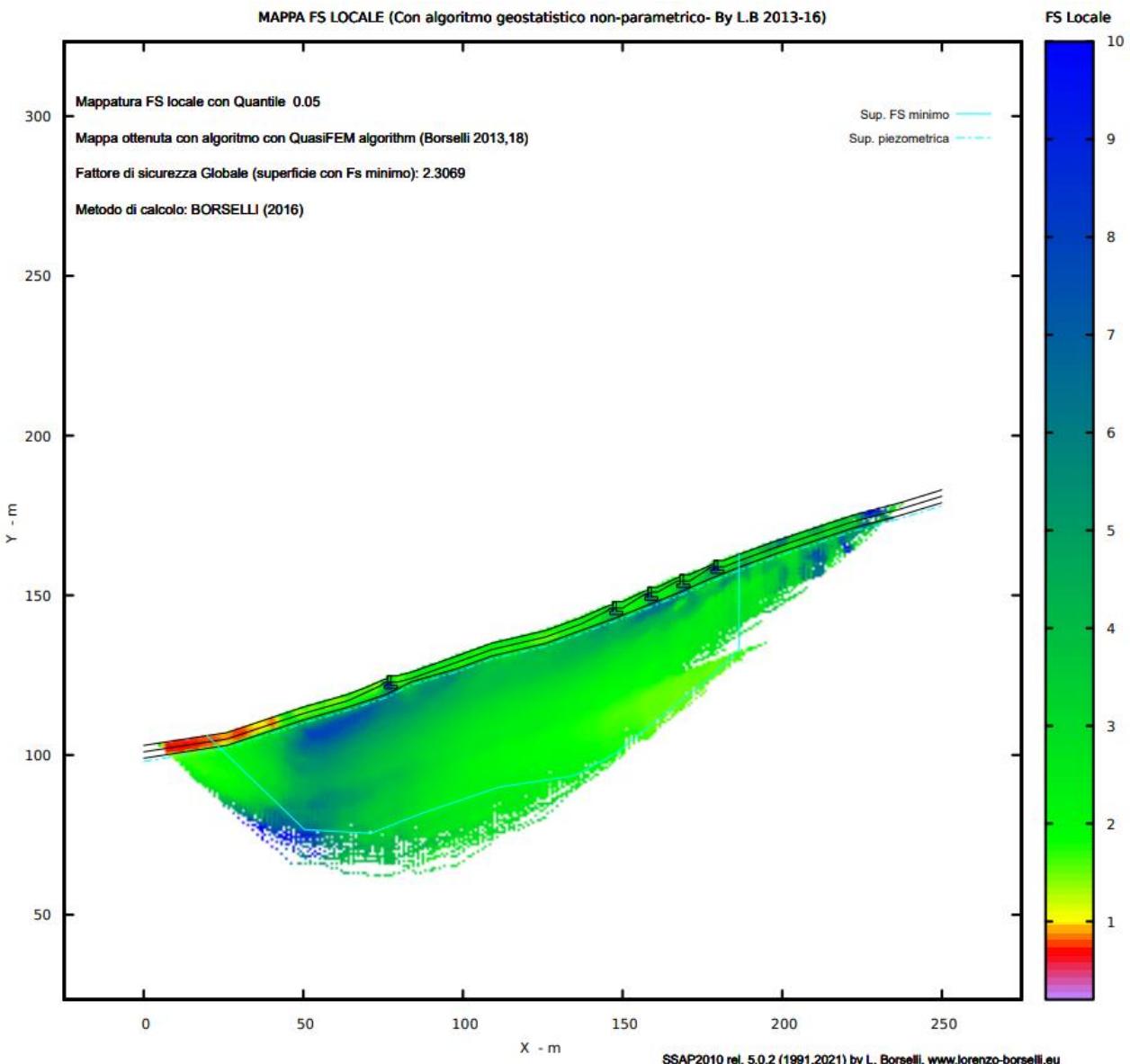


Fig. 28_ ambiente SSAP: mappa FS locale Bt post-intervento

6.3 Funzione di protezione idrogeologica da parte della vegetazione

Oltre alle opere descritte in precedenza si vuol porre attenzione a opere di consolidamento superficiale che prevedono l'introduzione di specie vegetali erbacee e/o cespugliose pioniere per fermare i movimenti di terra.

L'abbinamento di materiali vivi (talee, piantine radicate) e materiali inerti in calcestruzzo consente di stabilizzare e consolidare pendii e scarpate instabili, interessati da fenomeni franosi di tipo prevalentemente superficiale. I materiali vivi hanno una funzione non solo ecologica (di rinaturalizzazione), ma anche tecnica: le piante impediscono l'erosione superficiale, intercettando e rallentando il deflusso delle acque meteoriche, e rinforzano con lo sviluppo del loro apparato radicale il terreno, esercitando al tempo stesso un efficace azione di equilibrio idrogeologico.

Gli interventi stabilizzanti di questo genere consentono un ottimo recupero naturale delle aree degradate, favorendo il consolidamento dei pendii e lo sviluppo successivo della copertura vegetale e il ripristino degli ecosistemi naturali danneggiati, sono pertanto soluzioni indicate nelle zone di particolare pregio ambientale. Tali tecniche si rivelano ad impatto ambientale molto ridotto, infatti la loro costruzione non necessita di movimento terra significativi in grado di arrecare danni alla vegetazione o all'ecosistema.

Le radici, in funzione delle loro dimensioni, sono in grado di generare due effetti distinti nel terreno, quelle più sottili permeano fittamente il terreno e lo legano in una massa compatta, mentre quelle principali penetrano in profondità e si ancorano ad un substrato più stabile costituito da terreno più addensato o roccia fratturata.

La densità radicale varia con la profondità in funzione della morfologia dell'apparato radicale che può essere:

- **fascicolato:** radici ad egual dominanza che si sviluppano in profondità, distribuzione uniforme.
- **fittonante:** caratterizzata da un asse principale che si sviluppa in profondità e che domina sulle radici secondarie. La densità radicale decresce linearmente fino alla massima profondità.
- **Misto:** caratteristiche intermedie fra le precedenti.

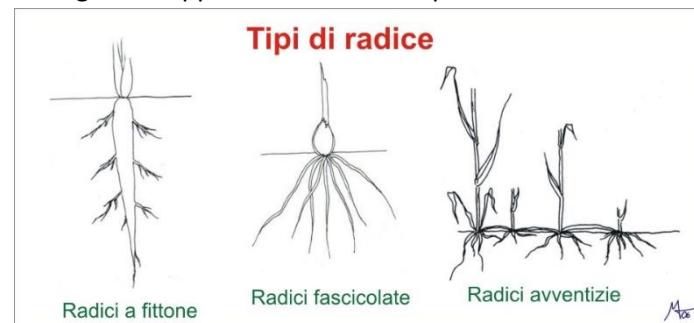


Fig. 29_ apparati radicali

Ai fini della stabilità di un pendio, il modello ideale di apparato radicale dovrebbe avere sia una radice di tipo fittonante sia radici laterali orizzontali: nel primo caso, grazie allo sviluppo in profondità, la radice principale riuscirebbe a saldare lo strato superficiale instabile con gli orizzonti più profondi e compatti; nel secondo caso, grazie al fitto reticollo di radici secondarie che si creerebbe, si avrebbe la trattenuta degli aggregati del suolo.

Valutate le condizioni fito-climatiche ed ecologiche del sito, abbiamo pensato di trapiantare lungo tutto il pendio un connubio di specie vegetali pioniere in grado di colonizzare rapidamente l'area e adattarsi a vivere in condizioni estreme, soprattutto per l'assenza di suolo fertile. Questo tipo di insediamento vegetale funzionerà da innesco per il determinarsi di successioni progressive di comunità vegetali che potranno, spontaneamente in tempi lunghi, o con l'intervento dell'uomo (in tempi più brevi), all'instaurarsi della "vegetazione potenziale" per quella zona, più precisamente definita come *climax*.

Un fattore di notevole importanza per il raggiungimento degli obiettivi è la consociazione delle diverse specie in comunità vegetali diversificate che simula il più possibile le dinamiche naturali del luogo.

6.3.1 Opere di stabilizzazione naturalistiche

Le piantumazioni sono particolarmente indicate nelle zone collinari e montane o su terreni aridi, quando si vuole ottenere in tempi brevi un'efficace copertura vegetale per il consolidamento e la protezione dall'erosione superficiale di pendii e scarpate o il rinverdimento e consolidamento di opere strutturali.

Le specie vegetali da utilizzare negli impianti del presente progetto sono iscritte nell'elenco delle specie di riferimento dal punto di vista ecologico, fitogeografico e fito-climatico idonee agli impianti in Emilia-Romagna per la stabilizzazione del versante. Sono state selezionate le specie autoctone pioniere utili a potenziare lo strato arbustivo ed erbaceo in quanto più performanti con piani di scivolamento superficiali, le specie arboree, invece, è opportuno inserirle solamente ai piedi del versante sia per questioni di disponibilità idrica che per non generare un ulteriore sovraccarico dato dal peso dell'alberatura più il peso dell'acqua in caso di precipitazioni.

La scelta delle piante dipende dal tipo di area da consolidare:

Aree soleggiate situate a quote maggiori, dove nel periodo estivo il rischio di siccità è maggiormente presente	Aree più ombreggiate a quote minori, in prossimità del corso d'acqua
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Spartium junceum</i> - <i>Juniperus communis</i> - <i>Rosa canina</i> - <i>Crateagus oxyacantha</i> - <i>Corylus avellana</i> - <i>Prunus spinosa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Salix alba</i> e <i>Salix spp.</i> - <i>Populus spp.</i> - <i>Sambucus nigra</i> - <i>Fraxinus ornus</i>



Fig. 30_ Specie pioniere per la stabilità dei versanti

6.3.2 Esecuzione della piantumazione

La tecnica d'impianto mediante la messa a dimora di piantine arbustive e/o il trapianto di rizomi o cespi selvatici, avviene di solito in zone dove le caratteristiche di pendenza ed il terreno lo consentono, e dove si richiede un rapido sviluppo della copertura vegetale. Questa tecnica di stabilizzazione dei versanti sfrutta la capacità degli apparati radicali delle piante di legare e consolidare le particelle di terreno sciolto e le capacità di regimazione idrologica derivanti dalla intercettazione delle acque meteoriche e dal prosciugamento dell'acqua superficiale.

L'impianto di specie arbustive ed arboree comprende le due seguenti tecniche.

- **Messa a dimora di talee di salici ed altre specie**

Le talee devono essere di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo, prelevate dal selvatico di 2-3 anni d'età, e messe a dimora nel verso della crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto alla superficie del pendio. L'infissione nel terreno avviene mediante battitura con mazza di legno, previa apertura di un foro con un'apposita punta metallica. La densità d'impianto varia tra 2 e 10 talee per mq. Particolare attenzione va posta nelle modalità di prelievo, trasporto e stoccaggio al fine di preservare le capacità vegetative delle piante.

- **Piantagione di semenziali o trapianti di arbusti, di alberi e/o di specie pioniere**

La messa a dimora avviene entro delle buche, scavate con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o maggiore, se si utilizzano piantine in fitocella o con vasetti o in pani di terra. La preparazione delle buche deve tenere conto delle condizioni pedoclimatiche: nelle zone aride è bene che il livello della buca, dopo aver eseguito il riempimento risulti inferiore al terreno circostante; al contrario in zone con ristagni d'acqua è preferibile realizzare un drenaggio centrifugo. Le piantine (pioppi, salici) possono essere impiantate a radice nuda, con zolla di terra o in contenitori biodegradabili, in genere si tratti di esemplari di età variabile tra 1 e 3 anni ed altezze comprese tra 20 - 30 cm e 100 - 150 cm.

L'impianto di specie a radice nuda si esegue prevalentemente durante il periodo estivo, per le piantine in zolla o in contenitori il trapianto può essere effettuato anche durante i mesi di riposo vegetativo.

Per la messa a dimora di specie pioniere su terreni molto difficili (aridi o poco fertili) è consigliato procedere al ricoprimento della buca, dopo l'impianto, con uno strato (2 - 4 cm) di torba, paglia, cellulosa sminuzzata o sostanza organica, allo scopo di mantenere umido il terreno. In questi tipi di terreni si ricorre all'impiego di fertilizzanti o concimi contestualmente al trapianto.

La densità e la tipologia d'impianto varia in funzione delle specie e delle caratteristiche pedoclimatiche dell'area di inserimento specifico del versante. A livello generale si tenderà a ricreare delle macchie arbustive alternate a radure erbacee.

6.3.3 Appporto della vegetazione

Modello elaborato indipendentemente da Waldron (1977), Wu (1976) Brenner & James (1977).

Si ipotizza un terreno fibro-rinforzato sottoposto a taglio diretto, in cui le radici (fibre) sono considerate flessibili ed elastiche e disposte in modo da attraversare perpendicolarmente il piano di taglio. In queste condizioni, quando si produce la superficie di taglio, la deformazione mobilizza una resistenza a trazione nelle radici, che si traduce in una forza caratterizzata da due componenti, una normale ed una tangenziale al piano di taglio

$$\Delta S_R = t_R [\cos \cos \theta \tan \tan \varphi' + \sin \sin \theta]$$

dove:

- ΔS_R = incremento di resistenza al taglio derivante dal rinforzo radicale (kPa);
- θ = angolo di distorsione di taglio;
- φ' = angolo di resistenza al taglio;
- t_R = resistenza al trazione media delle radici espressa per unità di superficie di terreno (kPa).

$$t_R = T_R \left(\frac{A_R}{A} \right)$$

con:

- T_R = resistenza a trazione media delle radici (kPa);
- $\frac{A_R}{A}$ = rapporto tra area occupata dalle radici ed area totale in una sezione che attraversa il terreno.

Studi effettuati da Wu attraverso prove di taglio hanno mostrato che, al variare di φ' e θ , il termine all'interno delle parentesi quadrate varia mediamente tra 1 e 1.3, perciò è ammissibile attribuirgli un valore medio di 1.15.

Il rapporto A_R/A (Root Area Ratio, RAR) è un valore molto variabile e dipende dal tipo di pianta, dall'età, dalla profondità, dall'ambiente di radicazione (tipo di terreno, densità, quantità di materia organica, umidità ecc.). Con riferimento al tipo di pianta, la densità radicale varia con la profondità in funzione della morfologia dell'apparato radicale, che può essere:

- fascicolato, cioè caratterizzato da una distribuzione uniforme fino alla profondità massima raggiunta;
- fittonante, cioè caratterizzato da una densità che decresce linearmente fino alla massima profondità;
- sistema di tipo superficiale caratterizzato da una distribuzione che decresce secondo una funzione esponenziale, di potenza o logaritmica;

Data la variabilità dei parametri contemplati nel modello descritto sopra, soprattutto del parametro RAR, la sua applicazione per determinare il contributo di coesione radicale risulta piuttosto difficoltosa e dovrebbe basarsi sempre su parametri ricavati attraverso rilievi degli apparati radicali e prove di trazione sulle radici.

Basandoci su queste tavelle, indicative rispettivamente di alcuni valori di A_R/A e rapporto tra il volume delle radici e la parte aerea, abbiamo ipotizzato, che A_R/A fosse pari a 0,35, mentre per T_R abbiamo utilizzato il valore relativo alla ginestra (*Spartium junceum*), già precedentemente utilizzato nel nostro sito, pari a 44,6 Mpa

Arbusti ed alberi

Salix glabra	2,4
Viburnum Lantana	2,3
Erica carnea	2,0
Salix eleagnos	1,8
Salix nigricans	1,8
Anlus viridis	1,6
Salix purpurea	1,5
Fraxinus excelsior	1,5
Ligustrum vulgare	1,2
Acer pseudoplatanus	1,1
Hippophae rhamnoides	1,0
Berberis vulgaris	0,6
Salix alba	0,5

Piante erbacee

Stipa species	5-15
Equisetum arvense	5,5
Rumes scutatus	5,5
Deschampista caespitosa	1,6
Festuca ovina	1,1
Anthyllis vulneraria	0,8
Achillea millefolium	0,7
Lotus corniculatus	0,7

TAB. 2 — Valori tipici del rapporto dell'area radicale.

— Typical root area ratios.

Specie	A_R/A
Alberi (con 70-110 radici/m ² diametro da 5 a 10 mm)	da 0,14 a 0,93%
Abete Douglas delle Mont. Rocc.	da 0,05 a 0,17%
Orzo	da 0,1 a 0,8 %

Specie	Resistenza a trazione delle radici (Mpa, valori medi)
Spartium junceum	44,6
Salix purpurea	36
Euonymus europaeus	34,6
Rhamnus alaternus	34
Quercus robur	32
Cytisus scoparius	32
Acer campestre	28,2
Viburnum tinus	23,6
Phillyrea latifolia	21,1
Coronilla emerus	19,2
Pistacia terebinthus	17,2
Salix eleagnos	15
Populus nigra	5 ± 12

Ricaviamo che l'incremento di resistenza al taglio derivante dal rinforzo radicale $\Delta S_R = 17,95 \text{ Mpa}$.

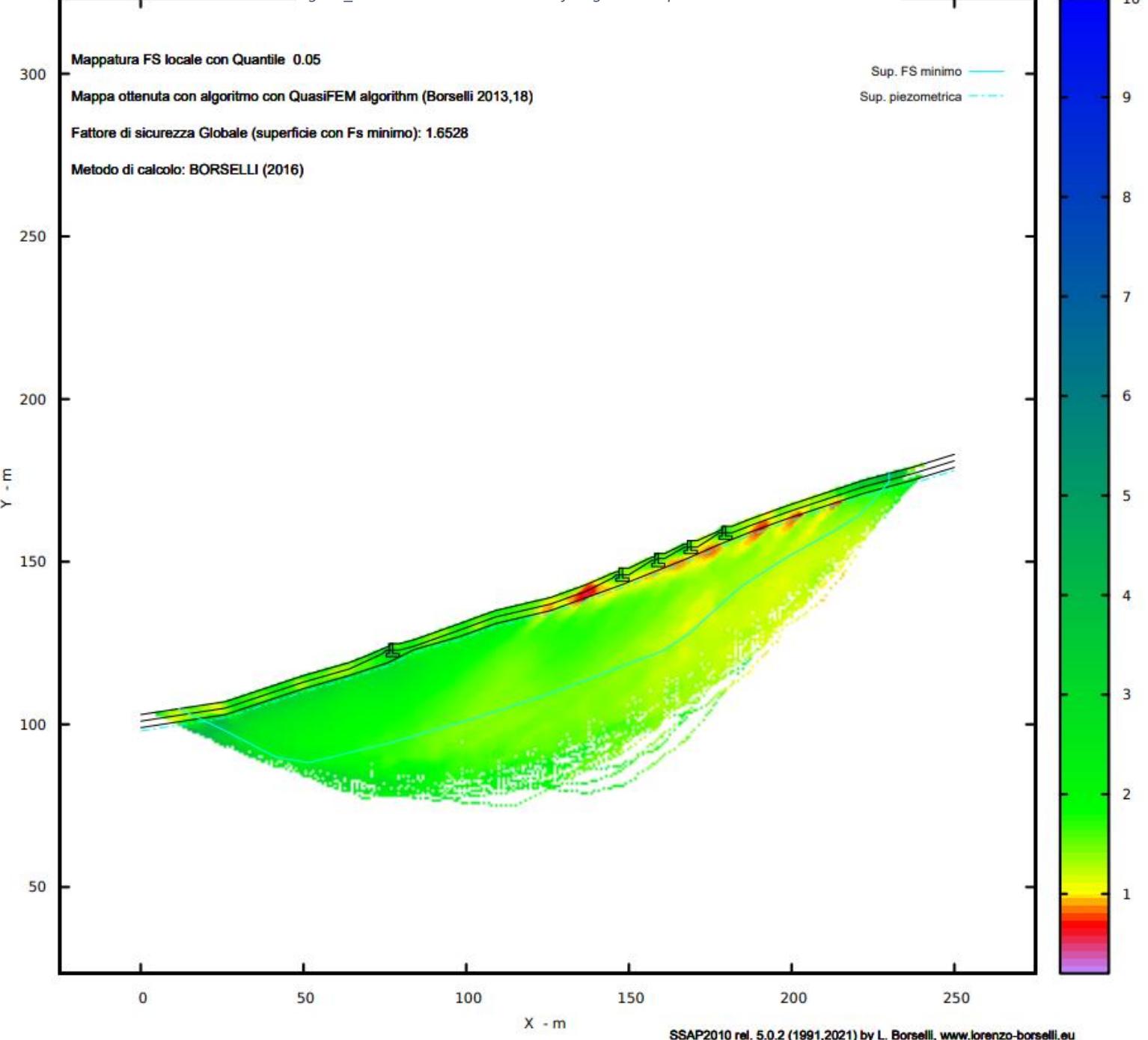
Generalmente lo strato di terreno rinforzato dalle radici ha uno spessore variabile tra 1 e 1,50 m, che quindi va ad influenzare il primo strato del versante, con A_R/A che parte da un valore minimo, aumenta con la profondità, per raggiungere un valore massimo e diminuire fino a tendere a zero ad una certa profondità limite.

Migliorando quindi le caratteristiche geomeccaniche del primo strato otteniamo un aumento della stabilizzazione del versante, aumentando l' F_s minimo fino a 1,58.

MODELLO DI CALCOLO	
MODELLO DI CALCOLO :	Borselli (2016)
COEFFICIENTI SISMICI: ORIZZONTALE (Kh) :	0,0000
VERTICALE (Kv) :	0,0000 (Kv assunto con segno positivo)
PARAMETRI ATTIVI PER GENERAZIONE SUPERFICI	
MOTORE DI RICERCA SUPERFICI	Random Search (RS)
ZONA DI INIZIO - Progressive - (m) :	da 5,00 a 230,00
ZONA DI TERMINAZIONE - Progressive - (m) :	da 30,00 a 245,00
QUOTA LIMITE INFERIORE (m):	23,40
LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI - (m) :	10,00
SMUSSA SUPERFICI: <i>Disattivato</i>	EFFETTO TENSION CRACKS: <i>Attivato</i>
RICERCA CON ATTRATTORE DINAMICO: <i>Attivato M1</i>	METODO (lambda0,Fs0): <i>A</i>
RISULTATI IN TEMPO REALE	
Fs ITERATIVO :	2,2379
INTERVALLO Fs delle 10 SUPERFICI CON MINOR Fs :	1,5883 - 1,6169
n. SUPERFICI GENERATE e VERIFICATE:	10000 di 10000
% EFFICIENZA GENERAZIONE SUPERFICI e % STABILITA' NUMERICA :	34,135 -- 99,12
PERCENTUALE SUPERFICI COMPLETATE(%):	100,00

MAPPA FS LOCALE (Con algoritmo geostatistico non-parametrico- By L.B 2013-16)

Fig. 31_ ambiente SSAP: risultati verifica globale Lt post-intervento naturalistico



Si riporta il dettaglio delle mappe di F_s locale relative alle verifiche a lungo termine per far apprezzare le differenze di stabilità del versante pre e post-opera naturalistica di piantumazione:

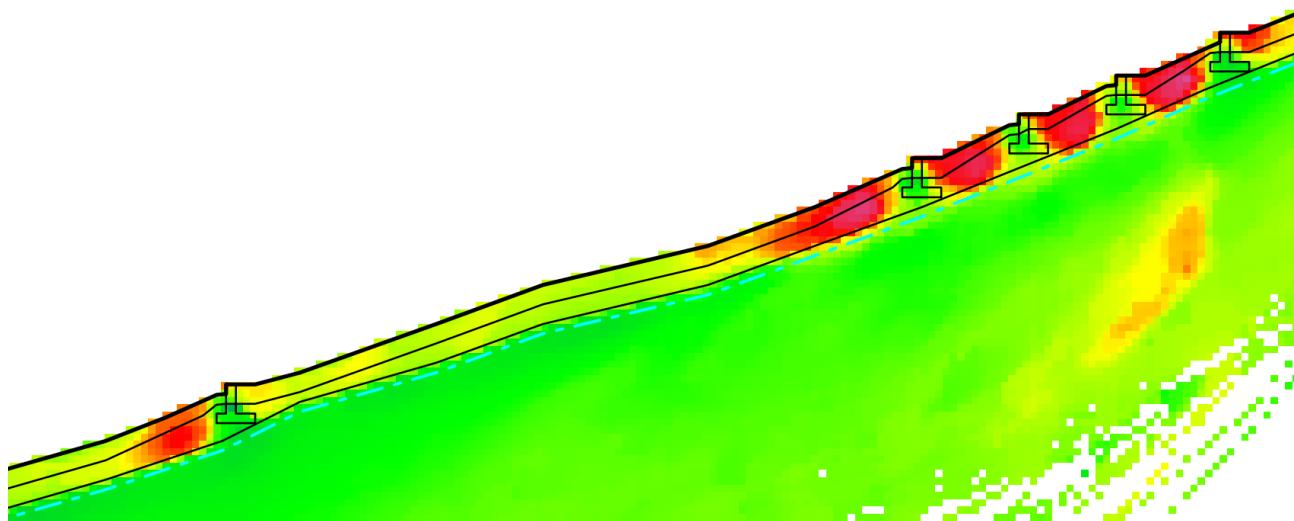


Fig. 33_ ambiente SSAP: dettaglio mappa F_s Lt senza opera naturalistica

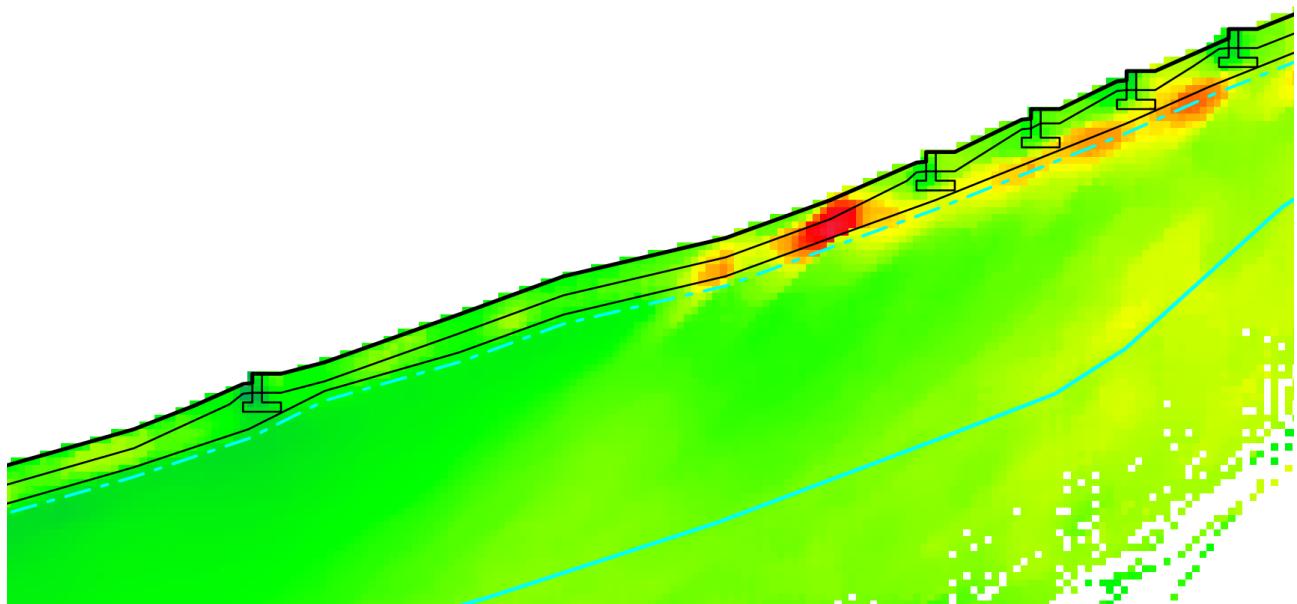


Fig. 34_ ambiente SSAP: dettaglio mappa F_s Lt con opera naturalistica

7. COMPUTO METRICO

Elenco Regionale dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione-Emilia Romagna - annualità 2021							
ID	DESCRIZIONE LAVORI	U. M	QUANTITÀ	PREZZO UNITARIO	PREZZO TOTALE		
A02.019	PROVE LABORATORIO						
A02.019.005	Apertura di campione indisturbato, compresa la descrizione geotecnica e esecuzione di prove di consistenza speditiva	ca d.	1	20.3	20.3		
A02.019.010	Determinazione delle caratteristiche fisiche del campione compresa la restituzione dei dati e il calcolo del peso di volume secco y_d (gamma d)	ca d.	1	9.4	9.4		
A02.019.015	Analisi granulometrica mediante vagliatura per via umida, compresa la restituzione dei dati	ca d.	1	45.9	45.9		
A02.019.025	Determinazione dei limiti di Atterberg, compresa la restituzione dati						
a.	limite liquido L_L	ca d.	1	26.9	26.9		
b.	limite plastico L_p	ca d.	1	25.8	25.8		
c.	limite di ritiro L_r	ca d.	1	50.8	50.8		
A02.019.030	Prove di compressione ad espansione laterale libera (E.L.L.), con restituzione del diagramma pressioni/deformazioni e rappresentazione grafica in scala delle linee di rottura del provino.	ca d.	1	46.8	46.8		
A02.019.035	Prova di compressibilità edometrica con il mantenimento di ogni gradino di carico per 24 ore, fino ad un massimo di 8 incrementi definiti dal Committente e successivi 2 decrementi (fase di scarico), compresi fornitura dei valori di "Eed", delle curve sedimenti - pressioni, dell'indice dei vuoti - tempo e determinazione dei parametri CV - K - mv.	ca d.	1	253.8	253.8		
A02.019.045	Prova di permeabilità diretta , compresa la restituzione dei dati:						
a.	con permeametro a carico costante	ca d.	1	118.3	118.3		
b.	con permeametro a carico variabile	ca d.	1	118.3	118.3		
A02.019.050	Prova di taglio diretto con scatola di "Casagrande", con valutazione delle deformazioni verticali e trasversali (eseguite su tre provini per ogni tipo di prova), compresa la restituzione dei dati:						
a.	consolidata drenata (CD)	ca d.	1	228.7	228.7		
b.	consolidata drenata, con la determinazione dei coefficienti residui	ca d.	1	400.5	400.5		
A02.019.090	Prove di rottura a taglio, su provino di roccia, compresa la restituzione dei dati.	ca d.	1	172	172		

M01.001	MANODOPERA EDILE E IMPIANTISTICA					
M01.001.010	Specializzato edile (1)	or a	40	29.14	1165.6	
M01.001.015	Qualificato edile (1)	or a	40	27.06	1082.4	
M01.001.020	Comune edile (2)	or a	80	24.34	3894.4	
F01	SICUREZZA					
F01.073.025	<u>Occhiale</u> di protezione a mascherina, monolente in acetato antiappannante con telaio in pvc con sistema di ventilazione, lenti antiurto e antigraffio. Costo di utilizzo mensile	ca d.	4	1.71	6.84	
F01.076.020	<u>Cuffia antirumore</u> con bardatura temporale, peso 285 g, idonea per ambienti particolarmente rumorosi, conforme alla norma EN 352.1, con riduzione semplificata del rumore (SRN) pari a 35 dB; costo di utilizzo mensile	ca d.	4	2.2	8.8	
F01.082.015	<u>Guanti</u> spalmati con manichetta, dotati di marchio di conformità CE ai sensi del DLgs 475/92 (2a categoria), certificato EN 420, EN 388, EN 374, lunghezza 33 cm. Guanto supportato in cotone di qualità, tutto spalmato in pvc costo di utilizzo mensile:	pa io	4	1.45	5.8	
F01.085.010	<u>Scarpa</u> a norma UNI EN ISO 20345, antistatica, con tomaia in pelle ingrassata idrorepellente, fodera ad alta traspirazione, suola di usura in PU compatto antiabrasione ed ergonomica, lamina antiforo flessibile in materiale composito, puntale con membrana traspirante, amagnetico, anallergico e anticorrosivo, categoria di protezione S3, priva di parti metalliche; costo di utilizzo mensile:	pa io	4	8.99	35.96	
F01.088.030	<u>Giubbotti di sicurezza segnaletici</u> ad alta visibilità caratterizzati dall'apposizione di pellicole microprismatiche riflettenti e infrangibili, conformi alla normativa EN 340 e EN 471; costo di utilizzo mensile:	ca d.	4	6.28	25.12	
F01.088.060	Pantaloni anti-pioggia-vento in nylon 100% e poliuretano impermeabile, cuciture termosaldate internamente, dotati di girovita elasticizzato con elastico di regolazione	ca d.	4	3.14	12.56	
F01.067.005	<u>Elmetto</u> in polietilene con bardatura tessile a 6 cardini, fascia di sudore in pelle sintetica, visiera e bordo gocciolatoio, peso pari a 350 g; dotati di fori di ventilazione laterali richiudibili costo di utilizzo mensile:	ca d.	4	0.96	3.84	
F.01.097.005	Cassetta in ABS, dimensioni 23 x 23 x 12,5 cm, completa di <u>presidi chirurgici e farmaceutici</u> secondo le disposizioni del DM 15/07/2003 integrate con il DLgs 81/08; da valutarsi come costo di utilizzo mensile del dispositivo comprese le eventuali reintegrazioni dei presidi:	ca d.	1	1.18	1.18	

F01.031. 015	Segnali stradali, per cantieri temporanei, con pittogrammi vari, conformi a quelli indicati nel Codice della strada, di forma quadrata, triangolare e tonda delle dimensioni di lato/diametro 60 cm, in lamiera metallica 10/10 e pellicola retroriflettente di classe 1, dati a nolo completi di cavalletti/sostegni, eventuali pannelli esplicativi rettangolari, compreso il posizionamento, lo spostamento, la rimozione ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte:	ca d.	2	15.4	30.8	
F01.025. 030	Recinzione per opere di difesa del suolo realizzata con rete in plastica stampata sostenuta da ferri tondi diametro 20 mm, infissi nel terreno a distanza di 1 m, compreso il montaggio in opera, la successiva rimozione a lavori ultimati e gli eventuali ripristini che si rendessero necessari	m q	200	5	1000	
N04	NOLI					
N04.001. 005.d	Autocarro con cassone ribaltabile, compresi conducente, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio: motrici due assi fino a 10 t	or a	80	50	4000	
N04.004. 015.f	Noli per movimento terra: escavatore, pala o ruspa, compresi operatore, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio: potenza da 119 a 148 kW	or a	70	75.7	5299	
N04.034. 005	Noli per le opere di difesa del suolo, comprende: attrezzatura di sollevamento per la rimozione di massi instabili od altro, costituita da centralina idraulica, martinetto idraulico e verricelli, per ogni ora di effettivo esercizio	or a	40	11.2	448	
N04.034. 010.a	Mezzo meccanico semovente, conforme alla direttiva macchine CE, gommato a trazione integrale a quattro ruote sterzanti, completo di braccio telescopico con lunghezza fino a 12 m , dotato di testata girevole a 180°, con larghezza di taglio minimo 120 cm. Il mezzo dovrà essere dotato di trincia da erba e trincia forestale per il taglio di piante e arbusti fino a 15 cm di diametro, con larghezza di taglio da 1,20 m a 1,50 m; nel prezzo sono compresi l'operatore, carburante e lubrificante, per ogni ora di effettivo esercizio: potenza da 75 a 89 kW	or a	80	75	6000	
N.04.010. 010.c	Nolo per conglomerati comunitizi: Betoniera con motore elettrico o a scoppio, compresi di carburante e lubrificante, escluso il manovratore. Capacità 500L.	or a	40	2.38	95.2	
C04.	OPERE DI DIFESA DEL SUOLO					
C04.004	SCAVI DI SBANCAMENTO					

C04.004. 010	Scavo di sbancamento per opere di difesa del suolo anche in presenza di acqua, aperto lateralmente almeno da un fronte, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, per l'imposta di opere d'arte e manufatti in genere compresi eventuale asportazione e demolizione di trovanti, sistemazione del materiale di risulta nella zona del lavoro e reinterro in base alle disposizioni della D.L. e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte	m c	800	3.7	2960	
C04.016	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER STRUTTURE SEMPLICI E ARMATE					
C04.016. 005	Calcestruzzo magro (di pulizia) per preparazione di piani di appoggio di strutture o per riempimento, per opere di difesa del suolo, dosato a 150 kg di cemento per mc di inerte, in dimensioni e spessori indicati dalla D.L., compresi regolarizzazione dei piani, formazione delle pendenze, aggottamento dell'acqua durante la fase di presa del calcestruzzo, eventuale alloggiamento dei ferri di ancoraggio e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte	m c	350	89.1	31185	
C04.016. 015	Compenso per utilizzo di pompa per getto di strutture in calcestruzzo per opere di difesa del suolo fino a 100mc gettati in continuo	m c	350	13.2	4620	
C04.019	CASSERATURE					
C04.019. 005.b	Casseforme per getti di strutture in calcestruzzo anche a faccia vista per opere di difesa del suolo, compresi posa, puntellatura, disarmo, sfrido ed ogni altro onere per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte, murature di elevazione misurate secondo le superfici del calcestruzzo in esse contenuto:	m q	800	22.7	18160	
A02.043	PALI INFISSI					
A02.043. 005.a	Pali prefabbricati in calcestruzzo cementizio armato centrifugato, con resistenza caratteristica Rck maggiore o uguale a 40 N/mm ² , adeguatamente armati, con diametro in punta di 24 cm e rastrematura di 1,5 cm al m, forniti e posti in opera compreso ogni onere per la scapitozzatura della testa del palo e l'infissione per mezzo di battipalo meccanico e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte: lunghezza da 0 a 7 m	m	100	41.8	4180	
C04.094	DECESPUGLIAMENTO E TAGLIO PIANTE					
C04.094. 015	Sfalcio a mano di vegetazione spontanea, prevalentemente erbacea e cespugliosa, eseguito su piccole superfici non accessibili a mezzi meccanici, compreso l'onere della raccolta e trasporto a rifiuto del materiale di risulta	m q	200	0.39	78	
C04.103	SEMINA					

C04.103. 015	Inerbimento con coltre organica protettiva, compresi: fornitura e messa in opera di miscuglio di sementi come previsto nel c.s.a., in ragione di 50 g/mq, concime organico (humus) 500 g/mq, coltre organica protettiva composta da fieno e/o paglia in ragione di 1000 g/mq, rete a maglia larga (15x15 cm) in materiale biodegradabile, fissata al terreno con talee di salice arbustivo, della lunghezza di 30/40 cm, in ragione di 2 talee per mq e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a regola d'arte	m q	400	2.1	840	
C04.109	SISTEMAZIONE DI SCARPATE E PENDII					
C04.109. 005.b	Piantine di specie arbustive ed arboree di età non superiore a 2 anni con certificato fitosanitario e di provenienza indicate nel capitolato, fornite e messe a dimora compresi apertura di buche di 30x30x30 cm, concimazione organica, pacciamatura, innaffiatura di soccorso, ricolmatura con compressione del terreno adiacente alle radici e tutore con pane di terra	ca d.	100	5.5	550	
			TOTALE		87206	€
			Parcella progettista (10%)		8720.6	€
			IVA (22%)		19185.3 2	€
			COSTO TOTALE		115111. 92	€

8. BIBLIOGRAFIA

- Rapporto sulle piene e le frane del mese di novembre 2019 in Emilia-Romagna, M. di Lorenzo, R. Foraci e W. Pratizzoli (ARPAE 2020)
- Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna dell'anno 2019, V. Pavan, G. Antolini (ARPAE 2020)
- Rapporti tecnici del servizio geologico dei suoli nell'anno idrogeologico ottobre 2018-settembre 2019, M. Pizziolo, G. Daniele e C. Baroni (RER 2020)
- Progetto esecutivo città metropolitana di Messina, A. Letizia e C. Magnano (2020)
- Dispense di Geotecnica Agraria, M. Mattetti, Università degli Studi di Bologna, (2019)
- Manuale di riferimento di SSAP 5.0.2., L. Borselli (2019)
- Geopaleontologia dei Gessi Bolognesi, Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna, G. Nenzioni e F. Lenzi (2018)
- Regione Emilia-Romagna. Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna (2018)
- Progetto esecutivo di consolidamento sulla SP36, G. A. Giani e M. Sassatelli (2016)
- Geotech: Development of a Geotechnical Engineering Software Package in R, J. Kaklamanos (2015)
- Norme tecniche di attuazione Comune di Pianoro (2015)
- Tutela degli elementi di interesse storico Comune di Pianoro (2015)
- Correlation between drained shear strength and plasticity index of undisturbed overconsolidated clays, K.K. Sorensen, N. Okkels (2013)
- Progetto di piano di gestione del rischio di alluvioni, Distretto Idrografico Appennino Settentrionale (2010)
- Stabilità dei pendii, J. Facciorusso, Università degli Studi di Firenze (2010)
- Metodi di ingegneria naturalistica. Tecniche agronomiche finalizzate a stabilizzare un pendio, S. Spataro (2010)
- Dispense di Geotecnica, J. Facciorusso, C. Madai e G. Vannucchi, Università degli Studi di Firenze (2011)
- Sistema socio economico e scenari demografici e sistema del commercio, C. Ferrari, R. Fallaci e R. Farina (2009)
- Suolo-sottosuolo-acqua, C. Ferrari, R. Fallaci e R. Farina (2009)
- Quadro conoscitivo idrogeologico: valli di Ozzano e San Lazzaro di Savena, R. FALLACI, R. FARINA (2009)
- Mohr-Coulomb parameters for modelling of concrete structures, D. H. Ardiaca (2009)
- Root reinforcement and slope bioengineering stabilization by Spanish Broom (*Spartium junceum* L.), F. Preti e F. Giadrossich (2009)
- Root tensile strength relationships and their slope stability implications of three shrub species in the Northern Apennines (Italy), M. Tosi (2007)

9. SITOGRAFIA

<https://www.google.it/intl/it/earth>

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/dati-e-osservazioni/stima-radar-della-pioggia>

<https://www.plaxis.com>

<https://geoportale.cartografia.agenziaentrate.gov.it>

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/rete-natura-2000>

https://www.geostru.com/Help_Online_2015/MDC/IT/index.html?database_caratteristiche_fisic.htm

https://websit.unionevallisavenaidice.bo.it/WebSIT.aspx?CodProgetto=WS_037047

<https://www.isprambiente.gov.it/files/manuale65-2010/65.3-botanica.pdf>

<https://www.yumpu.com/it/document/read/24107660/biotecnica-delle-specie-vegetali106mb-regione-lazio>

http://www.dst.uniroma1.it/Volumi/VOL%2030/GR_30_145_150_Giasi.pdf

10. APPENDICE

10.1 Report SSAP verifica globale Lt pre-intervento

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\giuli\Desktop\11geotek+\1ssap-op21-finale\BOR-bt-report.txt

Data: 20/1/2022

Localita':

Descrizione:

Modello pendio: op21-bt.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

0.00 103.00 0.00 101.00 0.00 99.00 77.40 124.80

26.00	107.00	26.00	105.00	26.00	103.00	76.40	124.80
38.00	111.00	38.00	109.00	38.00	107.00	76.40	121.80
50.00	115.00	50.00	113.00	50.00	111.00	75.40	121.80
64.00	119.00	64.00	117.00	64.00	115.00	75.40	120.80
70.20	121.40	74.00	121.60	76.00	119.00	79.40	120.80
75.40	123.70	75.40	122.70	84.00	123.00	79.40	121.80
76.40	123.80	76.40	122.80	98.00	127.00	77.40	121.80
76.40	124.80	77.40	122.80	109.00	131.00	77.40	124.80
77.40	124.80	79.40	122.80	126.00	135.00	-	-
79.40	124.80	84.00	124.00	137.00	139.00	-	-
84.00	126.00	98.00	129.00	148.00	143.00	-	-
98.00	131.00	109.00	133.00	158.00	147.00	-	-
109.00	135.00	126.00	137.00	168.00	151.00	-	-
126.00	139.00	137.00	141.00	177.00	155.00	-	-
137.00	143.00	145.00	145.00	187.00	159.00	-	-
146.00	146.90	146.00	145.90	198.00	163.00	-	-
147.00	147.00	147.00	146.00	210.00	167.00	-	-
147.00	148.00	148.00	146.00	222.00	171.00	-	-
148.00	148.00	150.00	146.00	237.00	175.00	-	-
150.00	148.00	157.00	150.40	250.00	179.00	-	-
157.00	151.40	158.00	150.50	-	-	-	-
158.00	151.50	159.00	151.00	-	-	-	-
158.00	152.50	160.00	151.00	-	-	-	-
159.00	152.50	161.00	151.00	-	-	-	-
161.00	152.50	167.00	154.40	-	-	-	-
167.00	155.40	168.00	154.50	-	-	-	-
168.00	155.50	169.00	154.50	-	-	-	-
168.00	156.50	171.00	154.50	-	-	-	-
169.00	156.50	175.00	157.00	-	-	-	-
171.00	156.50	177.70	158.80	-	-	-	-
178.70	159.90	178.70	158.90	-	-	-	-
178.70	160.90	179.70	158.90	-	-	-	-

179.70	160.90	181.70	158.90	-	-	-	-
181.70	160.90	187.00	161.00	-	-	-	-
187.00	163.00	198.00	165.00	-	-	-	-
198.00	167.00	210.00	169.00	-	-	-	-
210.00	171.00	222.00	173.00	-	-	-	-
222.00	175.00	237.00	177.00	-	-	-	-
237.00	179.00	250.00	181.00	-	-	-	-
250.00	183.00	-	-	-	-	-	-

SUP 5 SUP 6 SUP 7 SUP 8

X Y X Y X Y X Y

148.00	148.00	159.00	152.50	169.00	156.50	179.70	160.90
147.00	148.00	158.00	152.50	168.00	156.50	178.70	160.90
147.00	145.00	158.00	149.50	168.00	153.50	178.70	157.90
146.00	145.00	157.00	149.50	167.00	153.50	177.70	157.90
146.00	144.00	157.00	148.50	167.00	152.50	177.70	156.90
150.00	144.00	161.00	148.50	171.00	152.50	181.70	156.90
150.00	145.00	161.00	149.50	171.00	153.50	181.70	157.90
148.00	145.00	159.00	149.50	169.00	153.50	179.70	157.90
148.00	148.00	159.00	152.50	169.00	156.50	179.70	160.90

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 98.00

26.00 102.00

38.00 106.00

50.00 110.00

64.00 114.00

76.00 118.00
84.00 122.00
98.00 126.00
109.00 130.00
126.00 134.00
137.00 138.00
148.00 142.00
158.00 146.00
168.00 150.00
177.00 154.00
187.00 158.00
198.00 162.00
210.00 166.00
222.00 170.00
237.00 174.00
250.00 178.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione hidrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D	
STRATO 1	0.00	0.00	50.00	18.00	19.00	3.482	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 2	0.00	0.00	70.00	19.00	20.00	7.166	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 3	0.00	0.00	350.00	20.00	21.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 4	0.00	0.00	5000.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 5	0.00	0.00	5000.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 6	0.00	0.00	5000.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 7	0.00	0.00	5000.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 8	0.00	0.00	5000.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

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 (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)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

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

----- PALIFICATE PRESENTI -----

Nota Bene:

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975) - HASSIOTIS (1997)

Procedura calcolo automatico forza mobilitata su palificata: Attivata

TABELLA PALIFICATE

N.	X	Y	L	D	D2	D1	fNTC	(-)
(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	(-)
1	26.0000	107.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
2	38.0000	111.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
3	50.0000	115.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
4	70.2000	121.4000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
5	91.0000	128.5000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
6	103.5000	133.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
7	126.0000	139.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
8	137.0000	143.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
9	192.5000	165.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
10	204.0000	169.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	
11	216.0000	173.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00	

LEGENDA SIMBOLI

N.(-) : Numero PALIFICATA

X(m) : Coordinata X Testa

Y(m) : Coordinata Y Testa

L(m) : Lunghezza pali L*

D(m) : Diametro pali

D2(m) : Lunghezza apertura tra pali

D1(m) : Lunghezza interasse tra pali

fNTC : Fattore riduttivo resistenza palificata (NTC 2018)

*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20% finale della lunghezza, ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio (incastro).

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 10.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.00 230.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 23.40

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 30.00 245.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

*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 : BORSELLI (Borselli, 2016)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_0) ADOTTATO : A (rapido)

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 Fs *

Fattore di sicurezza (FS) 2.3069 - Min. - X Y Lambda= 0.1599

19.84 106.05

36.86 89.63

50.39 76.64

71.22 75.48

86.94 81.69

111.32 89.93

134.97 93.56

147.43 100.25

166.16 115.30

176.83 123.85

186.43 132.85

186.43 162.77

Fattore di sicurezza (FS) 2.3545 - N.2 -- X Y Lambda= 0.1492

30.22 108.41

39.70 98.96

56.26 83.87

68.01 75.57

78.54 75.61

88.79 75.74

110.97 82.87

124.00 87.28

139.24 94.13

155.64 105.61

172.27 120.70

181.50 129.06

186.30 132.85

186.30 162.72

Fattore di sicurezza (FS) 2.3693 - N.3 -- X Y Lambda= 0.1644

12.64 104.94

26.05 94.91

34.63 88.32

46.79 81.12

56.39 77.35

64.57 78.04

78.91 78.96

87.26 82.27

101.89 88.06

117.32 93.36

128.96 98.61

134.82 102.28

151.08 111.07

166.30 121.07

173.83 124.17

187.26 131.96

190.49 135.08

190.49 164.27

Fattore di sicurezza (FS) 2.3986 - N.4 -- X Y Lambda= 0.1552

23.74 106.65

36.32 98.64

44.28 92.99

50.99 88.04

69.01 86.79
83.80 85.88
92.66 87.82
98.72 89.74
106.51 91.87
121.78 96.15
136.85 99.63
151.62 107.68
166.46 116.81
181.78 126.44
190.21 133.80
191.77 135.17
191.77 164.73

Fattore di sicurezza (FS) 2.4351 - N.5 -- X Y Lambda= 0.1434

14.50 105.23
24.15 97.10
34.57 90.19
40.75 88.64
48.23 85.82
60.62 81.57
72.26 80.38
81.72 81.34
92.01 82.78
105.54 84.65
113.22 87.87
126.13 94.45
134.57 98.06
146.52 103.89
152.90 108.31
161.00 112.81

165.75 115.96
170.43 120.23
180.87 129.91
183.29 132.21
183.29 161.53

Fattore di sicurezza (FS) 2.4489 - N.6 -- X Y Lambda= 0.1303

7.98 104.23
21.95 92.08
33.92 81.50
48.14 76.51
58.89 75.71
66.88 74.84
87.53 72.98
98.01 75.47
108.09 75.90
119.00 78.63
132.71 88.38
146.85 100.30
158.43 110.47
170.54 120.49
183.33 132.20
183.33 161.55

Fattore di sicurezza (FS) 2.4494 - N.7 -- X Y Lambda= 0.1637

20.71 106.19
25.79 101.33
37.62 89.93
48.23 79.95
59.28 72.79

64.71 69.57
76.56 70.55
89.57 73.15
98.93 77.09
109.15 83.50
121.34 89.97
127.78 93.16
134.89 98.56
140.65 102.40
153.98 112.77
163.08 117.62
176.27 126.01
182.79 131.61
182.79 161.33

Fattore di sicurezza (FS) 2.4713 - N.8 -- X Y Lambda= 0.1520

18.95 105.92
30.28 96.51
48.32 84.41
59.23 83.14
83.95 86.30
99.41 88.66
120.01 90.75
128.56 94.49
144.03 102.67
152.86 108.79
165.49 119.29
181.84 130.66
183.37 132.11
183.37 161.56

Fattore di sicurezza (FS) 2.4740 - N.9 -- X Y Lambda= 0.1320

12.17 104.87
28.95 88.68
36.13 84.56
45.14 79.59
56.64 74.86
71.35 77.02
86.69 76.58
107.74 80.19
115.69 82.50
130.21 89.51
148.50 104.17
164.72 119.30
176.57 129.32
176.57 158.96

Fattore di sicurezza (FS) 2.4894 - N.10 -- X Y Lambda= 0.1345

20.98 106.23
28.18 100.92
39.75 91.55
51.85 83.86
61.48 77.52
75.69 76.58
84.53 75.83
95.40 77.64
101.97 78.81
119.13 83.80
129.59 89.16
141.31 95.78
148.78 102.34

155.21 108.71
 162.11 115.52
 177.12 125.94
 183.23 131.68
 183.23 161.51

----- 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	2.307	76972.9	33366.2	36933.5	Surplus
2	2.355	75900.5	32236.2	37217.0	Surplus
3	2.369	76524.6	32298.4	37766.5	Surplus
4	2.399	69525.4	28986.4	34741.7	Surplus
5	2.435	72100.1	29608.8	36569.5	Surplus
6	2.449	80898.9	33035.0	41256.9	Surplus
7	2.449	81485.0	33267.4	41564.1	Surplus
8	2.471	69594.5	28161.4	35800.8	Surplus
9	2.474	74657.3	30176.8	38445.2	Surplus
10	2.489	74934.7	30102.0	38812.3	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 34741.7

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

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
19.835	1.576	-43.97	25.01	0.00	0.00	0.00	50.00
21.411	0.212	-43.97	7.17	0.00	0.00	0.00	50.00
21.623	1.576	-43.97	83.14	0.00	0.00	0.00	70.00
23.199	0.212	-43.97	15.19	0.00	0.00	0.00	70.00
23.411	0.894	-43.97	75.09	0.00	0.00	0.00	350.00
24.305	1.445	-43.97	160.40	0.00	0.00	0.00	350.00
25.750	0.131	-43.97	16.94	0.00	0.00	0.00	350.00
25.881	0.119	-43.97	15.78	0.00	0.00	0.00	350.00
26.000	1.576	-43.97	244.79	0.00	0.00	0.00	350.00
27.576	1.576	-43.97	312.51	0.00	0.00	0.00	350.00
29.152	1.576	-43.97	380.23	0.00	0.00	0.00	350.00
30.728	1.576	-43.97	447.95	0.00	0.00	0.00	350.00
32.304	1.576	-43.97	515.67	0.00	0.00	0.00	350.00
33.881	1.576	-43.97	583.39	0.00	0.00	0.00	350.00
35.457	1.404	-43.97	576.51	0.00	0.00	0.00	350.00
36.860	0.890	-43.83	393.25	0.00	0.00	0.00	350.00
37.750	0.250	-43.83	114.36	0.00	0.00	0.00	350.00
38.000	1.576	-43.83	760.08	0.00	0.00	0.00	350.00
39.576	1.576	-43.83	827.55	0.00	0.00	0.00	350.00
41.152	1.576	-43.83	895.03	0.00	0.00	0.00	350.00
42.728	1.576	-43.83	962.50	0.00	0.00	0.00	350.00
44.304	1.576	-43.83	1029.97	0.00	0.00	0.00	350.00
45.881	1.576	-43.83	1097.44	0.00	0.00	0.00	350.00

47.457	1.576	-43.83	1164.91	0.00	0.00	0.00	350.00
49.033	0.717	-43.83	552.40	0.00	0.00	0.00	350.00
49.750	0.250	-43.83	195.85	0.00	0.00	0.00	350.00
50.000	0.389	-43.83	307.90	0.00	0.00	0.00	350.00
50.389	1.576	-3.19	1264.99	0.00	0.00	0.00	350.00
51.965	1.576	-3.19	1282.81	0.00	0.00	0.00	350.00
53.541	1.576	-3.19	1300.62	0.00	0.00	0.00	350.00
55.117	1.576	-3.19	1318.43	0.00	0.00	0.00	350.00
56.693	1.576	-3.19	1336.25	0.00	0.00	0.00	350.00
58.269	1.576	-3.19	1354.06	0.00	0.00	0.00	350.00
59.846	1.576	-3.19	1371.87	0.00	0.00	0.00	350.00
61.422	1.576	-3.19	1389.69	0.00	0.00	0.00	350.00
62.998	1.002	-3.19	892.94	0.00	0.00	0.00	350.00
64.000	1.576	-3.19	1421.43	0.00	0.00	0.00	350.00
65.576	1.576	-3.19	1444.44	0.00	0.00	0.00	350.00
67.152	1.576	-3.19	1467.46	0.00	0.00	0.00	350.00
68.728	1.222	-3.19	1153.26	0.00	0.00	0.00	350.00
69.950	0.250	-3.19	237.71	0.00	0.00	0.00	350.00
70.200	1.020	-3.19	976.31	0.00	0.00	0.00	350.00
71.220	1.576	21.58	1517.92	0.00	0.00	0.00	350.00
72.796	1.204	21.58	1160.80	0.00	0.00	0.00	350.00
74.000	1.400	21.58	1351.57	0.00	0.00	0.00	350.00
75.400	0.600	21.58	581.68	0.00	0.00	0.00	350.00
76.000	0.400	21.58	386.66	0.00	0.00	0.00	350.00
76.400	0.500	21.58	499.38	0.00	0.00	0.00	350.00
76.900	0.500	21.58	497.55	0.00	0.00	0.00	350.00
77.400	1.576	21.58	1529.64	0.00	0.00	0.00	350.00
78.976	0.424	21.58	408.29	0.00	0.00	0.00	350.00
79.400	1.576	21.58	1504.89	0.00	0.00	0.00	350.00
80.976	1.576	21.58	1499.05	0.00	0.00	0.00	350.00
82.552	1.448	21.58	1371.83	0.00	0.00	0.00	350.00
84.000	1.576	21.58	1489.59	0.00	0.00	0.00	350.00

85.576	1.361	21.58	1284.07	0.00	0.00	0.00	350.00
86.937	1.576	18.67	1486.70	0.00	0.00	0.00	350.00
88.513	1.576	18.67	1487.35	0.00	0.00	0.00	350.00
90.089	0.661	18.67	623.95	0.00	0.00	0.00	350.00
90.750	0.250	18.67	236.02	0.00	0.00	0.00	350.00
91.000	0.665	18.67	628.03	0.00	0.00	0.00	350.00
91.665	1.576	18.67	1488.65	0.00	0.00	0.00	350.00
93.241	1.576	18.67	1489.30	0.00	0.00	0.00	350.00
94.817	1.576	18.67	1489.95	0.00	0.00	0.00	350.00
96.393	1.576	18.67	1490.60	0.00	0.00	0.00	350.00
97.970	0.030	18.67	28.75	0.00	0.00	0.00	350.00
98.000	1.576	18.67	1491.61	0.00	0.00	0.00	350.00
99.576	1.576	18.67	1492.95	0.00	0.00	0.00	350.00
101.152	1.576	18.67	1494.29	0.00	0.00	0.00	350.00
102.728	0.522	18.67	494.86	0.00	0.00	0.00	350.00
103.250	0.250	18.67	237.21	0.00	0.00	0.00	350.00
103.500	0.804	18.67	763.56	0.00	0.00	0.00	350.00
104.304	1.576	18.67	1496.98	0.00	0.00	0.00	350.00
105.881	1.576	18.67	1498.32	0.00	0.00	0.00	350.00
107.457	1.543	18.67	1468.41	0.00	0.00	0.00	350.00
109.000	1.576	18.67	1497.63	0.00	0.00	0.00	350.00
110.576	0.746	18.67	707.21	0.00	0.00	0.00	350.00
111.322	1.576	8.71	1494.56	0.00	0.00	0.00	350.00
112.898	1.576	8.71	1498.84	0.00	0.00	0.00	350.00
114.475	1.576	8.71	1503.12	0.00	0.00	0.00	350.00
116.051	1.576	8.71	1507.41	0.00	0.00	0.00	350.00
117.627	1.576	8.71	1511.69	0.00	0.00	0.00	350.00
119.203	1.576	8.71	1515.97	0.00	0.00	0.00	350.00
120.779	1.576	8.71	1520.25	0.00	0.00	0.00	350.00
122.355	1.576	8.71	1524.53	0.00	0.00	0.00	350.00
123.931	1.576	8.71	1528.81	0.00	0.00	0.00	350.00
125.507	0.243	8.71	235.68	0.00	0.00	0.00	350.00

125.750	0.250	8.71	242.99	0.00	0.00	0.00	350.00
126.000	1.576	8.71	1537.78	0.00	0.00	0.00	350.00
127.576	1.576	8.71	1548.75	0.00	0.00	0.00	350.00
129.152	1.576	8.71	1559.73	0.00	0.00	0.00	350.00
130.728	1.576	8.71	1570.71	0.00	0.00	0.00	350.00
132.304	1.576	8.71	1581.68	0.00	0.00	0.00	350.00
133.881	1.089	8.71	1099.21	0.00	0.00	0.00	350.00
134.970	1.576	28.24	1590.23	0.00	0.00	0.00	350.00
136.546	0.204	28.24	205.50	0.00	0.00	0.00	350.00
136.750	0.250	28.24	251.22	0.00	0.00	0.00	350.00
137.000	1.576	28.24	1580.30	0.00	0.00	0.00	350.00
138.576	1.576	28.24	1574.70	0.00	0.00	0.00	350.00
140.152	1.576	28.24	1569.11	0.00	0.00	0.00	350.00
141.728	1.576	28.24	1563.51	0.00	0.00	0.00	350.00
143.304	1.576	28.24	1557.92	0.00	0.00	0.00	350.00
144.881	0.119	28.24	117.80	0.00	0.00	0.00	350.00
145.000	1.000	28.24	985.48	0.00	0.00	0.00	350.00
146.000	1.000	28.24	985.23	0.00	0.00	0.00	350.00
147.000	0.433	28.24	439.29	0.00	0.00	0.00	350.00
147.433	0.067	38.80	67.33	0.00	0.00	0.00	350.00
147.500	0.500	38.80	503.11	0.00	0.00	0.00	350.00
148.000	1.576	38.80	1532.77	0.00	0.00	0.00	350.00
149.576	0.424	38.80	405.41	0.00	0.00	0.00	350.00
150.000	1.576	38.80	1485.83	0.00	0.00	0.00	350.00
151.576	1.576	38.80	1469.16	0.00	0.00	0.00	350.00
153.152	1.576	38.80	1452.48	0.00	0.00	0.00	350.00
154.728	1.576	38.80	1435.80	0.00	0.00	0.00	350.00
156.304	0.696	38.80	628.30	0.00	0.00	0.00	350.00
157.000	1.000	38.80	898.92	0.00	0.00	0.00	350.00
158.000	0.500	38.80	461.40	0.00	0.00	0.00	350.00
158.500	0.500	38.80	457.38	0.00	0.00	0.00	350.00
159.000	1.000	38.80	886.20	0.00	0.00	0.00	350.00

160.000	1.000	38.80	870.12	0.00	0.00	0.00	350.00
161.000	1.576	38.80	1342.38	0.00	0.00	0.00	350.00
162.576	1.576	38.80	1325.45	0.00	0.00	0.00	350.00
164.152	1.576	38.80	1308.51	0.00	0.00	0.00	350.00
165.728	0.427	38.80	351.56	0.00	0.00	0.00	350.00
166.155	0.845	38.70	691.84	0.00	0.00	0.00	350.00
167.000	1.000	38.70	814.16	0.00	0.00	0.00	350.00
168.000	0.500	38.70	419.06	0.00	0.00	0.00	350.00
168.500	0.500	38.70	415.07	0.00	0.00	0.00	350.00
169.000	1.576	38.70	1255.55	0.00	0.00	0.00	350.00
170.576	0.424	38.70	330.91	0.00	0.00	0.00	350.00
171.000	1.576	38.70	1208.09	0.00	0.00	0.00	350.00
172.576	1.576	38.70	1189.81	0.00	0.00	0.00	350.00
174.152	0.848	38.70	632.41	0.00	0.00	0.00	350.00
175.000	1.576	38.70	1161.74	0.00	0.00	0.00	350.00
176.576	0.254	38.70	185.72	0.00	0.00	0.00	350.00
176.830	0.170	43.14	123.58	0.00	0.00	0.00	350.00
177.000	0.700	43.14	506.90	0.00	0.00	0.00	350.00
177.700	1.000	43.14	720.14	0.00	0.00	0.00	350.00
178.700	0.500	43.14	372.50	0.00	0.00	0.00	350.00
179.200	0.500	43.14	367.78	0.00	0.00	0.00	350.00
179.700	1.576	43.14	1101.65	0.00	0.00	0.00	350.00
181.276	0.424	43.14	288.28	0.00	0.00	0.00	350.00
181.700	1.576	43.14	1043.61	0.00	0.00	0.00	350.00
183.276	1.576	43.14	1015.42	0.00	0.00	0.00	350.00
184.852	1.576	43.14	987.22	0.00	0.00	0.00	350.00

LEGENDA SIMBOLI

X(m) : Ascissa sinistra concio

dx(m) : Larghezza concio

alpha(°) : Angolo pendenza base concio

$W(\text{kN/m})$: Forza peso concio

$\text{ru}(-)$: Coefficiente locale pressione interstiziale

$U(\text{kPa})$: Pressione totale dei pori base concio

$\phi'(^{\circ})$: Angolo di attrito efficace base concio

$c'/Cu (\text{kPa})$: 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) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
19.835	0.000	106.052	-0.683	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	3.1844868925E+001			
0.077	1.210	1.297							
21.411	0.376	104.907	-0.683	7.5624744473E+001	1.4009651229E-001	6.4118402707E+001			
0.077	1.392	1.259							
21.623	0.504	104.831	-0.710	8.9660014563E+001	2.7725483568E-001	7.8388334071E+001			
0.077	1.401	1.718							
23.199	0.832	103.638	-0.746	3.5519387499E+002	3.8717119987E+000	1.6329987987E+002			
0.077	4.171	1.452							
23.411	0.895	103.496	-0.558	3.8962339879E+002	4.5056663092E+000	1.5665993379E+002			
0.077	4.543	7.308							
24.305	1.282	103.021	-0.476	5.0722956928E+002	7.0490606136E+000	1.2682723125E+002			
0.077	5.507	7.551							
25.750	2.039	102.383	-0.435	6.7947228223E+002	1.3775437139E+001	1.0823794872E+002			
0.077	6.297	7.761							
25.881	2.117	102.335	-0.352	6.9350109474E+002	1.4519542450E+001	1.0275940132E+002			
0.077	6.335	7.765							
26.000	2.192	102.295	-0.432	7.0526176931E+002	1.5177031148E+001	1.0485248282E+002			
0.077	6.359	7.765							
27.576	3.020	101.603	-0.493	9.9939185558E+002	3.4764805918E+001	2.7862211104E+002			
0.077	6.455	7.538							
29.152	3.678	100.740	-0.583	1.5835447038E+003	7.9590442810E+001	4.3537687751E+002			
0.077	6.226	6.995							
30.728	4.225	99.766	-0.630	2.3718029687E+003	1.4277682162E+002	5.2467541873E+002			
0.097	5.981	6.410							

32.304	4.733	98.754	-0.633	3.2374459848E+003	2.1381961414E+002	5.9336929704E+002
0.120	5.775	5.912				
33.881	5.272	97.773	-0.587	4.2422436364E+003	3.0265851914E+002	6.5942486518E+002
0.144	5.460	5.456				
35.457	5.923	96.903	-0.511	5.3161094601E+003	4.0589879631E+002	6.8179340758E+002
0.169	5.147	5.066				
36.860	6.625	96.250	-0.441	6.2735961477E+003	5.0613616933E+002	6.7931371868E+002
0.189	4.983	4.831				
37.750	7.121	95.892	-0.393	6.8763958383E+003	5.7461350613E+002	6.6637962100E+002
0.201	4.931	4.728				
38.000	7.272	95.803	-0.380	7.0422107804E+003	5.9469513948E+002	6.7396363995E+002
0.205	4.929	4.708				
39.576	8.181	95.199	-0.434	8.2108174202E+003	7.4239509026E+002	9.1070432644E+002
0.231	4.960	4.605				
41.152	8.929	94.434	-0.474	9.9129666771E+003	9.8492003473E+002	1.0904105812E+003
0.279	5.190	4.574				
42.728	9.714	93.705	-0.443	1.1648050027E+004	1.2461745165E+003	1.0886260976E+003
0.325	5.505	4.595				
44.304	10.559	93.037	-0.402	1.3344574168E+004	1.5159236856E+003	1.0530550158E+003
0.366	5.867	4.648				
45.881	11.474	92.440	-0.351	1.4967529037E+004	1.7894999631E+003	9.8847120024E+002
0.402	6.232	4.719				
47.457	12.479	91.932	-0.269	1.6460469684E+004	2.0589552417E+003	8.3707319928E+002
0.432	6.522	4.788				
49.033	13.652	91.591	-0.199	1.7606182169E+004	2.2839327025E+003	6.4815364679E+002
0.450	6.593	4.831				
49.750	14.224	91.475	-0.147	1.8045314944E+004	2.3757437712E+003	5.3480845945E+002
0.456	6.552	4.842				
50.000	14.439	91.449	-0.095	1.8172262689E+004	2.4055709921E+003	4.9833275372E+002
0.457	6.503	4.840				
50.389	14.777	91.415	-0.064	1.8360310167E+004	2.4513321373E+003	4.7715521999E+002
0.460	6.402	4.837				
51.965	14.774	91.324	-0.032	1.9071047792E+004	2.6427368771E+003	4.2219042259E+002
0.488	5.991	4.801				
53.541	14.853	91.314	0.020	1.9691154449E+004	2.8400287518E+003	3.7424043676E+002
0.517	5.539	4.725				
55.117	15.012	91.386	0.067	2.0250742353E+004	3.0521938999E+003	3.3472199454E+002
0.547	5.063	4.601				

56.693	15.239	91.525	0.106	2.0746277513E+004	3.2696168300E+003	3.0156295182E+002
0.578	4.621	4.445				
58.269	15.523	91.721	0.140	2.1201340256E+004	3.4949230037E+003	2.8556813878E+002
0.609	4.230	4.266				
59.846	15.856	91.966	0.160	2.1646455973E+004	3.7324900676E+003	2.6342910593E+002
0.641	3.902	4.073				
61.422	16.203	92.225	0.160	2.2031731237E+004	3.9385657891E+003	2.3145389776E+002
0.667	3.725	3.896				
62.998	16.535	92.469	0.157	2.2376053519E+004	4.1150789433E+003	2.0822042372E+002
0.687	3.589	3.744				
64.000	16.751	92.630	0.167	2.2578209318E+004	4.2171938438E+003	1.9302521838E+002
0.698	3.516	3.660				
65.576	17.109	92.900	0.200	2.2860918624E+004	4.3605471051E+003	1.6138094021E+002
0.711	3.420	3.546				
67.152	17.556	93.259	0.245	2.3086920292E+004	4.4893147324E+003	1.1845755189E+002
0.720	3.338	3.450				
68.728	18.056	93.671	0.211	2.3234324905E+004	4.5915087969E+003	6.6179677648E+001
0.725	3.270	3.379				
69.950	18.303	93.849	0.142	2.3289280979E+004	4.6490956521E+003	2.0369540037E+001
0.726	3.226	3.339				
70.200	18.347	93.880	0.139	2.3293114007E+004	4.6579864097E+003	1.1232416251E+001
0.726	3.217	3.333				
71.220	18.550	94.026	0.308	2.3287511223E+004	4.6883457942E+003	-1.9400158974E+001
0.723	3.181	3.311				
72.796	18.580	94.679	0.397	2.3223062722E+004	4.7191527904E+003	-5.7175760063E+001
0.729	3.135	3.287				
74.000	18.553	95.128	0.316	2.3139249456E+004	4.7299344302E+003	-8.0413328151E+001
0.731	3.107	3.273				
75.400	18.373	95.503	0.270	2.3009092057E+004	4.7279602296E+003	-1.0526259074E+002
0.550	3.079	3.261				
76.000	18.302	95.669	0.269	2.2942773440E+004	4.7232434750E+003	-1.1101957129E+002
0.550	3.067	3.255				
76.400	18.247	95.772	0.264	2.2898235333E+004	4.7189016067E+003	-1.1418685465E+002
0.321	3.059	3.251				
76.900	18.184	95.906	0.279	2.2839365914E+004	4.7122916792E+003	-1.2514920428E+002
0.313	3.049	3.246				
77.400	18.130	96.050	0.289	2.2773086129E+004	4.7036100361E+003	-1.3565824537E+002
0.546	3.037	3.238				

78.976	17.962	96.506	0.290	2.2543877507E+004	4.6682926798E+003	-1.5312202479E+002
0.542	2.998	3.210				
79.400	17.919	96.631	0.321	2.2478094579E+004	4.6570843768E+003	-1.5941568780E+002
0.719	2.987	3.200				
80.976	17.814	97.148	0.361	2.2202082503E+004	4.6054629775E+003	-1.9235282522E+002
0.710	2.940	3.155				
82.552	17.810	97.769	0.403	2.1871752881E+004	4.5349216939E+003	-2.1312715823E+002
0.697	2.878	3.084				
84.000	17.836	98.367	0.420	2.1558483703E+004	4.4655601404E+003	-2.1718129510E+002
0.685	2.815	3.013				
85.576	17.886	99.040	0.416	2.1214807976E+004	4.3880073777E+003	-2.0794823103E+002
0.676	2.745	2.932				
86.937	17.896	99.589	0.372	2.0943728968E+004	4.3268877207E+003	-1.8074502113E+002
0.668	2.690	2.868				
88.513	17.908	100.133	0.337	2.0692593368E+004	4.2717554173E+003	-1.5184040402E+002
0.661	2.640	2.807				
90.089	17.892	100.650	0.316	2.0465092025E+004	4.2229529572E+003	-1.2895136650E+002
0.654	2.599	2.755				
90.750	17.858	100.839	0.287	2.0384124024E+004	4.2059071561E+003	-1.2248977995E+002
0.652	2.585	2.736				
91.000	17.845	100.911	0.292	2.0353502226E+004	4.1994800782E+003	-1.2261302889E+002
0.651	2.580	2.729				
91.665	17.816	101.107	0.301	2.0271725081E+004	4.1825049844E+003	-1.2368439038E+002
0.649	2.567	2.712				
93.241	17.762	101.585	0.340	2.0074032889E+004	4.1415075069E+003	-1.3920269117E+002
0.643	2.538	2.670				
94.817	17.824	102.179	0.372	1.9832925204E+004	4.0900800743E+003	-1.5065684399E+002
0.636	2.506	2.622				
96.393	17.871	102.759	0.360	1.9599126807E+004	4.0393588285E+003	-1.4479832348E+002
0.629	2.478	2.578				
97.970	17.892	103.313	0.351	1.9376486567E+004	3.9897331820E+003	-1.3954780204E+002
0.622	2.453	2.539				
98.000	17.893	103.324	0.353	1.9372246858E+004	3.9887682946E+003	-1.3955849949E+002
0.622	2.452	2.538				
99.576	17.917	103.881	0.357	1.9148715294E+004	3.9367845554E+003	-1.4307368863E+002
0.613	2.430	2.501				
101.152	17.952	104.448	0.329	1.8921244680E+004	3.8818694363E+003	-1.3243140458E+002
0.604	2.409	2.466				

102.728	17.890	104.919	0.300	1.8731260117E+004	3.8328020643E+003	-1.2148786591E+002
0.596	2.404	2.440				
103.250	17.873	105.078	0.300	1.8667722914E+004	3.8156862390E+003	-1.1781149551E+002
0.593	2.405	2.431				
103.500	17.861	105.150	0.274	1.8638748125E+004	3.8078065289E+003	-1.1386285346E+002
0.592	2.406	2.428				
104.304	17.805	105.366	0.287	1.8552419821E+004	3.7839290349E+003	-1.1023704916E+002
0.588	2.410	2.416				
105.881	17.741	105.834	0.306	1.8369635424E+004	3.7305150471E+003	-1.1695636800E+002
0.579	2.428	2.392				
107.457	17.703	106.330	0.311	1.8183745627E+004	3.6722673044E+003	-1.1289185929E+002
0.570	2.459	2.365				
109.000	17.656	106.803	0.299	1.8017151615E+004	3.6154465915E+003	-1.0010742047E+002
0.560	2.505	2.336				
110.576	17.581	107.261	0.295	1.7871990037E+004	3.5606992570E+003	-8.7508701869E+001
0.554	2.569	2.305				
111.322	17.557	107.489	0.298	1.7808310185E+004	3.5343978843E+003	-8.0164521549E+001
0.551	2.608	2.287				
112.898	17.779	107.952	0.275	1.7699171941E+004	3.4830002786E+003	-5.5265786311E+001
0.541	2.687	2.247				
114.475	17.940	108.355	0.242	1.7634099327E+004	3.4444525566E+003	-2.8694839670E+001
0.533	2.751	2.207				
116.051	18.058	108.715	0.238	1.7608719005E+004	3.4216781091E+003	-1.0256931494E+001
0.528	2.795	2.164				
117.627	18.207	109.105	0.239	1.7601767048E+004	3.4109776185E+003	-7.4468540068E-001
0.525	2.821	2.115				
119.203	18.329	109.469	0.225	1.7606371581E+004	3.4110351858E+003	4.6518199592E+000
0.524	2.828	2.069				
120.779	18.433	109.814	0.208	1.7616430687E+004	3.4206545529E+003	6.0324950901E+000
0.523	2.818	2.025				
122.355	18.501	110.124	0.193	1.7625387435E+004	3.4390415495E+003	4.9822364430E+000
0.525	2.793	1.988				
123.931	18.557	110.422	0.190	1.7632135877E+004	3.4635503463E+003	3.6997815510E+000
0.527	2.769	1.953				
125.507	18.617	110.723	0.191	1.7637050023E+004	3.4940693114E+003	2.5891967048E+000
0.530	2.729	1.918				
125.750	18.625	110.768	0.189	1.7637658366E+004	3.4990539888E+003	2.4465190670E+000
0.530	2.720	1.913				

126.000	18.634	110.816	0.234	1.7638254199E+004	3.5043459658E+003	4.4472797965E-001
0.531	2.711	1.907				
127.576	18.773	111.196	0.257	1.7619691996E+004	3.5461751601E+003	-1.9672544755E+001
0.533	2.593	1.866				
129.152	18.961	111.626	0.265	1.7576241675E+004	3.5910633300E+003	-3.6161581312E+001
0.536	2.435	1.821				
130.728	19.125	112.031	0.247	1.7505702120E+004	3.6323839931E+003	-5.6006379980E+001
0.538	2.271	1.778				
132.304	19.258	112.405	0.237	1.7399696291E+004	3.6662539864E+003	-8.1066268859E+001
0.539	2.109	1.738				
133.881	19.391	112.780	0.237	1.7250162026E+004	3.6890015579E+003	-1.1272926026E+002
0.538	1.952	1.699				
134.970	19.482	113.038	0.374	1.7113972501E+004	3.6956994942E+003	-1.5102344855E+002
0.537	1.847	1.675				
136.546	19.373	113.775	0.468	1.6816724139E+004	3.6797094706E+003	-1.8798048459E+002
0.538	1.726	1.641				
136.750	19.359	113.871	0.468	1.6778328878E+004	3.6757995845E+003	-2.0030827180E+002
0.537	1.715	1.637				
137.000	19.341	113.988	0.492	1.6724456785E+004	3.6694164945E+003	-2.2554557228E+002
0.537	1.702	1.633				
138.576	19.276	114.769	0.496	1.6269035865E+004	3.6012169582E+003	-3.0015058539E+002
0.530	1.626	1.603				
140.152	19.211	115.550	0.496	1.5778310997E+004	3.5167185805E+003	-3.1666522897E+002
0.520	1.566	1.577				
141.728	19.145	116.331	0.496	1.5270832006E+004	3.4209774682E+003	-3.1617706711E+002
0.509	1.520	1.555				
143.304	19.080	117.112	0.496	1.4781645940E+004	3.3230417898E+003	-3.0382118580E+002
0.497	1.489	1.537				
144.881	19.014	117.893	0.496	1.4313115615E+004	3.2247912550E+003	-3.0100905291E+002
0.485	1.468	1.523				
145.000	19.009	117.953	0.496	1.4277139057E+004	3.2170613215E+003	-2.9854031963E+002
0.484	1.467	1.522				
146.000	18.968	118.448	0.429	1.4001646901E+004	3.1566140080E+003	-2.8773500813E+002
0.360	1.456	1.515				
147.000	18.793	118.811	0.472	1.3701669040E+004	3.0892996694E+003	-2.7667793599E+002
0.208	1.445	1.509				
147.433	18.874	119.124	0.676	1.3586135633E+004	3.0624524538E+003	-2.5692076330E+002
0.202	1.441	1.507				

147.500	18.845	119.148	0.380	1.3569121334E+004	3.0584972635E+003	-2.5759375827E+002
0.202	1.440	1.507				
148.000	18.634	119.340	0.457	1.3432226665E+004	3.0266245588E+003	-2.9072553635E+002
0.348	1.436	1.505				
149.576	18.124	120.097	0.491	1.2889864663E+004	2.8973771027E+003	-3.7043626078E+002
0.338	1.423	1.500				
150.000	18.008	120.322	0.568	1.2729842708E+004	2.8585596275E+003	-3.8369427660E+002
0.446	1.419	1.498				
151.576	17.651	121.232	0.597	1.2088886147E+004	2.7007859963E+003	-4.1917829567E+002
0.428	1.407	1.493				
153.152	17.356	122.205	0.637	1.1408493365E+004	2.5311148650E+003	-4.4396528927E+002
0.407	1.395	1.487				
154.728	17.126	123.242	0.659	1.0689402324E+004	2.3501302725E+003	-4.5361646239E+002
0.383	1.384	1.481				
156.304	16.898	124.281	0.663	9.9785867567E+003	2.1701593479E+003	-4.5191750820E+002
0.359	1.376	1.475				
157.000	16.806	124.748	0.649	9.6639820895E+003	2.0907263081E+003	-4.3850625843E+002
0.257	1.373	1.472				
158.000	16.635	125.381	0.610	9.2453457210E+003	1.9853541343E+003	-3.8057510390E+002
0.140	1.369	1.467				
158.500	16.515	125.664	0.580	9.0645734852E+003	1.9401729163E+003	-3.6944554828E+002
0.134	1.368	1.465				
159.000	16.410	125.960	0.606	8.8759001727E+003	1.8934500592E+003	-3.8086588528E+002
0.236	1.366	1.464				
160.000	16.218	126.573	0.585	8.4879957668E+003	1.7980748057E+003	-3.6826451482E+002
0.226	1.363	1.460				
161.000	15.972	127.130	0.575	8.1393711431E+003	1.7138718437E+003	-3.5378947705E+002
0.299	1.361	1.456				
162.576	15.629	128.054	0.579	7.5689267307E+003	1.5774308410E+003	-3.5568359294E+002
0.279	1.358	1.452				
164.152	15.264	128.957	0.576	7.0181721522E+003	1.4469393490E+003	-3.4986547059E+002
0.261	1.356	1.449				
165.728	14.909	129.869	0.575	6.4660678405E+003	1.3165660761E+003	-3.4002147087E+002
0.241	1.356	1.448				
166.155	14.804	130.107	0.582	6.3220747258E+003	1.2825708681E+003	-3.4414679040E+002
0.236	1.357	1.448				
167.000	14.629	130.609	0.610	6.0198418916E+003	1.2109435700E+003	-3.6542282867E+002
0.161	1.358	1.449				

168.000	14.451	131.232	0.612	5.6454094972E+003	1.1217917870E+003	-3.6122545378E+002
0.083	1.363	1.453				
168.500	14.346	131.527	0.582	5.4680985055E+003	1.0794826146E+003	-3.5043820224E+002
0.104	1.365	1.455				
169.000	14.231	131.814	0.561	5.2949712950E+003	1.0381532255E+003	-3.4429423577E+002
0.140	1.368	1.458				
170.576	13.847	132.692	0.547	4.7620615628E+003	9.1159382712E+002	-3.1429844138E+002
0.125	1.380	1.471				
171.000	13.723	132.907	0.513	4.6315513599E+003	8.8062267810E+002	-3.1036894674E+002
0.171	1.383	1.474				
172.576	13.272	133.719	0.498	4.1278637071E+003	7.6209444986E+002	-3.1235852534E+002
0.151	1.398	1.491				
174.152	12.769	134.478	0.471	3.6469232512E+003	6.5011038181E+002	-2.9459600380E+002
0.131	1.414	1.509				
175.000	12.472	134.860	0.451	3.4019847324E+003	5.9396289720E+002	-2.8960066096E+002
0.121	1.423	1.520				
176.576	11.920	135.571	0.453	2.9435550857E+003	4.9005763656E+002	-2.9583856820E+002
0.101	1.442	1.542				
176.830	11.834	135.688	0.456	2.8681265760E+003	4.7278973833E+002	-2.9182373079E+002
0.098	1.445	1.545				
177.000	11.751	135.764	0.434	2.8191763733E+003	4.6170856990E+002	-2.8722715362E+002
0.096	1.446	1.547				
177.700	11.397	136.066	0.391	2.6221124270E+003	4.1783274844E+002	-2.6438042435E+002
0.077	1.453	1.556				
178.700	10.823	136.429	0.339	2.3822170010E+003	3.6679730201E+002	-2.1378848569E+002
0.077	1.462	1.567				
179.200	10.500	136.575	0.302	2.2818494933E+003	3.4658302366E+002	-2.1370791092E+002
0.077	1.467	1.573				
179.700	10.188	136.731	0.351	2.1685090901E+003	3.2386821110E+002	-2.4349856819E+002
0.077	1.474	1.581				
181.276	9.283	137.304	0.398	1.7011708173E+003	2.3224313052E+002	-4.2323458490E+002
0.077	1.510	1.621				
181.700	9.109	137.527	0.402	1.5073233135E+003	1.9474051929E+002	-4.3228042574E+002
0.077	1.522	1.635				
183.276	8.212	138.107	0.520	9.7271474167E+002	9.4349381597E+001	-3.3694859461E+002
0.077	1.605	1.723				
184.852	7.795	139.167	0.520	4.4518147806E+002	3.2887713822E+001	-3.0857918802E+002
0.077	1.667	1.789				

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

$FS_{srMFEM}(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM 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)
19.835	1.576	2.190	-43.974	-7.929	-17.365	50.102	109.730
21.411	0.212	0.294	-43.974	-16.923	-4.979	50.747	14.931
21.623	1.576	2.190	-43.974	-26.358	-57.727	72.629	159.065
23.199	0.212	0.294	-43.974	-35.852	-10.548	73.451	21.611
23.411	0.894	1.242	-43.974	-41.973	-52.137	353.280	438.831
24.305	1.445	2.008	-43.974	-55.453	-111.368	355.365	713.693
25.750	0.131	0.182	-43.974	-64.703	-11.761	356.557	64.809
25.881	0.119	0.166	-43.974	-66.171	-10.960	356.359	59.022
26.000	1.576	2.190	-43.974	-77.605	-169.963	364.326	797.911
27.576	1.576	2.190	-43.974	-99.074	-216.983	382.784	838.336
29.152	1.576	2.190	-43.974	-120.544	-264.004	396.212	867.746
30.728	1.576	2.190	-43.974	-142.014	-311.024	401.958	880.330
32.304	1.576	2.190	-43.974	-163.483	-358.045	414.974	908.835

33.881	1.576	2.190	-43.974	-184.953	-405.065	425.506	931.903
35.457	1.404	1.950	-43.974	-205.247	-400.288	432.325	843.153
36.860	0.890	1.233	-43.832	-220.802	-272.345	438.698	541.106
37.750	0.250	0.347	-43.832	-228.535	-79.202	442.576	153.381
38.000	1.576	2.185	-43.832	-240.924	-526.396	458.002	1000.689
39.576	1.576	2.185	-43.832	-262.311	-573.123	527.341	1152.186
41.152	1.576	2.185	-43.832	-283.698	-619.851	541.036	1182.110
42.728	1.576	2.185	-43.832	-305.085	-666.579	547.248	1195.681
44.304	1.576	2.185	-43.832	-326.471	-713.307	550.046	1201.796
45.881	1.576	2.185	-43.832	-347.858	-760.035	547.033	1195.212
47.457	1.576	2.185	-43.832	-369.245	-806.763	514.509	1124.151
49.033	0.717	0.994	-43.832	-384.804	-382.564	497.541	494.645
49.750	0.250	0.347	-43.832	-391.366	-135.633	487.503	168.951
50.000	0.389	0.539	-43.832	-395.603	-213.237	485.636	261.767
50.389	1.576	1.579	-3.191	-44.606	-70.413	365.570	577.076
51.965	1.576	1.579	-3.191	-45.234	-71.404	366.049	577.832
53.541	1.576	1.579	-3.191	-45.862	-72.396	367.259	579.742
55.117	1.576	1.579	-3.191	-46.490	-73.387	367.686	580.417
56.693	1.576	1.579	-3.191	-47.118	-74.379	368.328	581.429
58.269	1.576	1.579	-3.191	-47.746	-75.371	369.325	583.004
59.846	1.576	1.579	-3.191	-48.374	-76.362	366.763	578.960
61.422	1.576	1.579	-3.191	-49.002	-77.354	364.359	575.164
62.998	1.002	1.004	-3.191	-49.516	-49.703	363.063	364.434
64.000	1.576	1.579	-3.191	-50.122	-79.120	361.661	570.906
65.576	1.576	1.579	-3.191	-50.933	-80.402	360.475	569.033
67.152	1.576	1.579	-3.191	-51.745	-81.683	358.313	565.621
68.728	1.222	1.224	-3.191	-52.465	-64.193	356.044	435.634
69.950	0.250	0.250	-3.191	-52.844	-13.232	354.560	88.778
70.200	1.020	1.022	-3.191	-53.199	-54.344	353.816	361.430
71.220	1.576	1.695	21.581	329.400	558.312	334.577	567.087
72.796	1.204	1.295	21.581	329.772	426.958	342.934	443.999
74.000	1.400	1.506	21.581	330.198	497.126	351.113	528.614

75.400	0.600	0.645	21.581	331.584	213.949	356.203	229.833
76.000	0.400	0.430	21.581	330.626	142.220	358.565	154.238
76.400	0.500	0.538	21.581	341.602	183.677	360.431	193.801
76.900	0.500	0.538	21.581	340.353	183.005	363.700	195.559
77.400	1.576	1.695	21.581	331.944	562.623	367.680	623.194
78.976	0.424	0.456	21.581	329.445	150.173	370.864	169.053
79.400	1.576	1.695	21.581	326.572	553.518	375.843	637.028
80.976	1.576	1.695	21.581	325.305	551.371	385.314	653.082
82.552	1.448	1.557	21.581	324.090	504.576	387.802	603.770
84.000	1.576	1.695	21.581	323.252	547.891	388.824	659.032
85.576	1.361	1.463	21.581	322.776	472.297	385.443	563.994
86.937	1.576	1.664	18.670	286.061	475.908	374.472	622.994
88.513	1.576	1.664	18.670	286.186	476.116	371.662	618.320
90.089	0.661	0.698	18.670	286.275	199.732	368.042	256.781
90.750	0.250	0.264	18.670	286.311	75.553	367.986	97.106
91.000	0.665	0.702	18.670	286.347	201.039	367.855	258.264
91.665	1.576	1.664	18.670	286.436	476.532	368.198	612.556
93.241	1.576	1.664	18.670	286.561	476.740	372.828	620.258
94.817	1.576	1.664	18.670	286.686	476.948	372.514	619.737
96.393	1.576	1.664	18.670	286.811	477.156	372.028	618.928
97.970	0.030	0.032	18.670	286.874	9.202	372.213	11.939
98.000	1.576	1.664	18.670	287.005	477.479	373.075	620.669
99.576	1.576	1.664	18.670	287.263	477.908	374.376	622.834
101.152	1.576	1.664	18.670	287.522	478.338	371.780	618.516
102.728	0.522	0.551	18.670	287.694	158.409	372.955	205.356
103.250	0.250	0.264	18.670	287.757	75.935	372.051	98.179
103.500	0.804	0.849	18.670	287.843	244.424	370.765	314.837
104.304	1.576	1.664	18.670	288.039	479.198	373.709	621.725
105.881	1.576	1.664	18.670	288.297	479.628	375.855	625.295
107.457	1.543	1.629	18.670	288.553	470.055	375.758	612.113
109.000	1.576	1.664	18.670	288.164	479.408	374.301	622.710
110.576	0.746	0.788	18.670	287.406	226.385	374.658	295.113

111.322	1.576	1.595	8.712	141.970	226.374	361.263	576.039
112.898	1.576	1.595	8.712	142.377	227.022	358.447	571.549
114.475	1.576	1.595	8.712	142.783	227.670	354.991	566.038
116.051	1.576	1.595	8.712	143.190	228.319	352.345	561.819
117.627	1.576	1.595	8.712	143.597	228.967	349.987	558.060
119.203	1.576	1.595	8.712	144.003	229.616	347.892	554.719
120.779	1.576	1.595	8.712	144.410	230.264	345.971	551.656
122.355	1.576	1.595	8.712	144.817	230.912	344.629	549.516
123.931	1.576	1.595	8.712	145.223	231.561	343.312	547.416
125.507	0.243	0.245	8.712	145.458	35.697	342.903	84.151
125.750	0.250	0.253	8.712	145.521	36.805	342.689	86.672
126.000	1.576	1.595	8.712	146.075	232.919	340.834	543.464
127.576	1.576	1.595	8.712	147.118	234.581	340.163	542.396
129.152	1.576	1.595	8.712	148.160	236.244	340.945	543.642
130.728	1.576	1.595	8.712	149.203	237.906	342.578	546.246
132.304	1.576	1.595	8.712	150.246	239.569	345.015	550.132
133.881	1.089	1.102	8.712	151.127	166.491	347.876	383.241
134.970	1.576	1.789	28.241	420.589	752.468	359.756	643.634
136.546	0.204	0.232	28.241	419.237	97.241	368.401	85.450
136.750	0.250	0.284	28.241	418.892	118.873	374.553	106.291
137.000	1.576	1.789	28.241	417.962	747.768	391.611	700.625
138.576	1.576	1.789	28.241	416.482	745.121	401.556	718.417
140.152	1.576	1.789	28.241	415.002	742.474	408.416	730.689
141.728	1.576	1.789	28.241	413.523	739.826	409.754	733.085
143.304	1.576	1.789	28.241	412.043	737.179	409.947	733.428
144.881	0.119	0.136	28.241	411.247	55.741	412.253	55.878
145.000	1.000	1.135	28.241	410.805	466.313	408.129	463.276
146.000	1.000	1.135	28.241	410.700	466.193	414.733	470.772
147.000	0.433	0.492	28.241	422.533	207.866	409.571	201.489
147.433	0.067	0.085	38.800	493.608	42.188	416.894	35.631
147.500	0.500	0.642	38.800	491.372	315.252	421.813	270.624
148.000	1.576	2.022	38.800	474.908	960.450	442.381	894.669

149.576	0.424	0.544	38.800	467.053	254.031	453.166	246.478
150.000	1.576	2.022	38.800	460.363	931.035	462.771	935.904
151.576	1.576	2.022	38.800	455.196	920.586	471.275	953.102
153.152	1.576	2.022	38.800	450.029	910.136	479.361	969.456
154.728	1.576	2.022	38.800	444.862	899.686	478.637	967.991
156.304	0.696	0.892	38.800	441.139	393.700	478.659	427.185
157.000	1.000	1.283	38.800	438.977	563.272	468.707	601.420
158.000	0.500	0.642	38.800	450.642	289.120	451.798	289.862
158.500	0.500	0.642	38.800	446.714	286.600	455.272	292.090
159.000	1.000	1.283	38.800	432.766	555.302	457.445	586.970
160.000	1.000	1.283	38.800	424.911	545.223	444.859	570.820
161.000	1.576	2.022	38.800	415.918	841.149	447.523	905.067
162.576	1.576	2.022	38.800	410.670	830.536	443.271	896.467
164.152	1.576	2.022	38.800	405.423	819.924	443.186	896.296
165.728	0.427	0.548	38.800	402.088	220.294	439.694	240.897
166.155	0.845	1.082	38.696	399.662	432.535	445.454	482.094
167.000	1.000	1.281	38.696	397.264	509.005	450.353	577.027
168.000	0.500	0.641	38.696	408.953	261.991	445.250	285.244
168.500	0.500	0.641	38.696	405.066	259.501	443.044	283.831
169.000	1.576	2.019	38.696	388.701	784.959	440.387	889.338
170.576	0.424	0.543	38.696	380.926	206.885	432.246	234.757
171.000	1.576	2.019	38.696	374.009	755.290	434.651	877.755
172.576	1.576	2.019	38.696	368.348	743.859	429.978	868.316
174.152	0.848	1.086	38.696	363.996	395.379	424.552	461.156
175.000	1.576	2.019	38.696	359.660	726.313	424.208	856.664
176.576	0.254	0.326	38.696	356.392	116.111	426.443	138.934
176.830	0.170	0.232	43.140	363.532	84.498	425.202	98.832
177.000	0.700	0.959	43.140	361.310	346.608	422.146	404.969
177.700	1.000	1.370	43.140	359.310	492.414	408.743	560.159
178.700	0.500	0.685	43.140	371.716	254.708	396.534	271.714
179.200	0.500	0.685	43.140	367.007	251.481	402.291	275.658
179.700	1.576	2.160	43.140	348.747	753.286	416.913	900.524

181.276	0.424	0.581	43.140	339.327	197.117	451.836	262.474
181.700	1.576	2.160	43.140	330.373	713.600	423.315	914.352
183.276	1.576	2.160	43.140	321.447	694.320	394.885	852.944
184.852	1.576	2.160	43.140	312.521	675.040	374.018	807.871

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
-

FORZE APPLICATE/RESISTENTI SU PALIFICATE*,**

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975,79,81,82) - HASSIOTIS (1997)

*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20% finale della lunghezza,
ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto
stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio (incastro).

PALIFICATA N.1 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.2 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.3 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.4 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.5 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.6 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.7 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.8 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.9 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.10 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.11 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

10.2 Report SSAP verifica globale Bt pre-intervento

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *, **

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\giuli\Desktop\11geotek+\1ssap-op21-finale\BOR-It-report.txt

Data: 20/1/2022

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: op21.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	103.00	0.00	101.00	0.00	99.00	77.40	124.80
26.00	107.00	26.00	105.00	26.00	103.00	76.40	124.80
38.00	111.00	38.00	109.00	38.00	107.00	76.40	121.80
50.00	115.00	50.00	113.00	50.00	111.00	75.40	121.80
64.00	119.00	64.00	117.00	64.00	115.00	75.40	120.80
70.20	121.40	74.00	121.60	76.00	119.00	79.40	120.80
75.40	123.70	75.40	122.70	84.00	123.00	79.40	121.80
76.40	123.80	76.40	122.80	98.00	127.00	77.40	121.80
76.40	124.80	77.40	122.80	109.00	131.00	77.40	124.80
77.40	124.80	79.40	122.80	126.00	135.00	-	-
79.40	124.80	84.00	124.00	137.00	139.00	-	-
84.00	126.00	98.00	129.00	148.00	143.00	-	-
98.00	131.00	109.00	133.00	158.00	147.00	-	-
109.00	135.00	126.00	137.00	168.00	151.00	-	-
126.00	139.00	137.00	141.00	177.00	155.00	-	-
137.00	143.00	145.00	145.00	187.00	159.00	-	-
146.00	146.90	146.00	145.90	198.00	163.00	-	-
147.00	147.00	147.00	146.00	210.00	167.00	-	-
147.00	148.00	148.00	146.00	222.00	171.00	-	-
148.00	148.00	150.00	146.00	237.00	175.00	-	-

150.00	148.00	157.00	150.40	250.00	179.00	-	-
157.00	151.40	158.00	150.50	-	-	-	-
158.00	151.50	159.00	151.00	-	-	-	-
158.00	152.50	160.00	151.00	-	-	-	-
159.00	152.50	161.00	151.00	-	-	-	-
161.00	152.50	167.00	154.40	-	-	-	-
167.00	155.40	168.00	154.50	-	-	-	-
168.00	155.50	169.00	154.50	-	-	-	-
168.00	156.50	171.00	154.50	-	-	-	-
169.00	156.50	175.00	157.00	-	-	-	-
171.00	156.50	177.70	158.80	-	-	-	-
178.70	159.90	178.70	158.90	-	-	-	-
178.70	160.90	179.70	158.90	-	-	-	-
179.70	160.90	181.70	158.90	-	-	-	-
181.70	160.90	187.00	161.00	-	-	-	-
187.00	163.00	198.00	165.00	-	-	-	-
198.00	167.00	210.00	169.00	-	-	-	-
210.00	171.00	222.00	173.00	-	-	-	-
222.00	175.00	237.00	177.00	-	-	-	-
237.00	179.00	250.00	181.00	-	-	-	-
250.00	183.00	-	-	-	-	-	-

SUP 5 SUP 6 SUP 7 SUP 8

X Y X Y X Y X Y

148.00	148.00	159.00	152.50	169.00	156.50	179.70	160.90
147.00	148.00	158.00	152.50	168.00	156.50	178.70	160.90
147.00	145.00	158.00	149.50	168.00	153.50	178.70	157.90
146.00	145.00	157.00	149.50	167.00	153.50	177.70	157.90
146.00	144.00	157.00	148.50	167.00	152.50	177.70	156.90

150.00 144.00 161.00 148.50 171.00 152.50 181.70 156.90
150.00 145.00 161.00 149.50 171.00 153.50 181.70 157.90
148.00 145.00 159.00 149.50 169.00 153.50 179.70 157.90
148.00 148.00 159.00 152.50 169.00 156.50 179.70 160.90

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 98.00
26.00 102.00
38.00 106.00
50.00 110.00
64.00 114.00
76.00 118.00
84.00 122.00
98.00 126.00
109.00 130.00
126.00 134.00
137.00 138.00
148.00 142.00
158.00 146.00
168.00 150.00
177.00 154.00
187.00 158.00
198.00 162.00
210.00 166.00
222.00 170.00
237.00 174.00
250.00 178.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione hidrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D	
STRATO 1	9.00	5.00	0.00	18.00	19.00	0.532	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 2	13.00	7.00	0.00	19.00	20.00	0.810	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 3	35.00	35.00	0.00	20.00	21.00	4.262	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 4	35.00	500.00	0.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 5	35.00	500.00	0.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	
STRATO 6	35.00	500.00	0.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00	

STRATO 7	35.00	500.00	0.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 8	35.00	500.00	0.00	24.00	24.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00

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 (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)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

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

----- PALIFICATE PRESENTI -----

Nota Bene:

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975) - HASSIOTIS (1997)

Procedura calcolo automatico forza mobilitata su palificata: Attivata

TABELLA PALIFICATE

N.	X	Y	L	D	D2	D1	fNTC	
(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(-)	
1	26.0000	107.0000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
2	38.0000	111.0000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
3	50.0000	115.0000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
4	70.2000	121.4000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
5	91.0000	128.5000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
6	103.5000	133.0000		5.00	0.25	0.15	0.40	1.00

7	126.0000	139.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
8	137.0000	143.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
9	192.5000	165.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
10	204.0000	169.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00
11	216.0000	173.0000	5.00	0.25	0.15	0.40	1.00

LEGENDA SIMBOLI

- N.(-) : Numero PALIFICATA
 X(m) : Coordinata X Testa
 Y(m) : Coordinata Y Testa
 L(m) : Lunghezza pali L*
 D(m) : Diametro pali
 D2(m) : Lunghezza apertura tra pali
 D1(m) : Lunghezza interasse tra pali
 fNTC : Fattore riduttivo resistenza palificata (NTC 2018)

*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20% finale della lunghezza, ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio (incastro).

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

*** PARAMETRI PER LA GENERAZIONE DELLE SUPERFICI

MOTORE DI RICERCA: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 10.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.00 230.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 23.40

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 30.00 245.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

*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 : BORSELLI (Borselli, 2016)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ , F_s) ADOTTATO : A (rapido)

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 *

Fattore di sicurezza (FS) 1.3024 - Min. - X Y Lambda= 0.2081

26.13 107.04

30.19 106.45

36.86 108.76

39.41 110.08

42.65 111.20

46.05 113.08

46.05 113.68

Fattore di sicurezza (FS) 1.3195 - N.2 -- X Y Lambda= 0.2060

89.76 128.06

93.11 127.66

95.86 128.64
101.53 130.32
107.66 132.61
112.31 134.07
114.61 135.50
117.42 136.37
117.42 136.98

Fattore di sicurezza (FS) 1.3385 - N.3 -- X Y Lambda= 0.2256

26.14 107.05
28.84 107.04
30.97 107.03
32.50 107.41
35.40 108.21
38.62 109.41
42.56 110.82
45.02 111.84
46.31 112.63
48.41 113.92
48.41 114.47

Fattore di sicurezza (FS) 1.3394 - N.4 -- X Y Lambda= 0.2315

52.50 115.71
57.03 115.10
62.90 117.01
68.56 119.46
71.88 121.53
71.88 122.14

Fattore di sicurezza (FS) 1.3452 - N.5 -- X Y Lambda= 0.2306

181.44 160.90

184.20 160.54

187.04 161.66

189.82 162.64

192.06 163.90

192.94 164.61

192.94 165.16

Fattore di sicurezza (FS) 1.3513 - N.6 -- X Y Lambda= 0.2255

90.74 128.41

94.61 128.08

101.07 129.94

105.18 132.12

107.87 134.01

107.87 134.59

Fattore di sicurezza (FS) 1.3526 - N.7 -- X Y Lambda= 0.2350

91.93 128.83

96.57 128.39

99.24 129.52

101.54 130.61

104.54 131.80

106.73 132.84

108.01 134.09

108.01 134.64

Fattore di sicurezza (FS) 1.3656 - N.8 -- X Y Lambda= 0.2384

181.87 160.97

189.55 161.88

197.54 166.02

197.97 166.37

197.97 166.99

Fattore di sicurezza (FS) 1.3675 - N.9 -- X Y Lambda= 0.2186

190.33 164.21

194.92 164.92

198.05 165.39

202.66 166.85

207.59 168.34

211.70 169.74

216.19 171.68

219.70 173.23

223.31 174.77

223.31 175.35

Fattore di sicurezza (FS) 1.3731 - N.10 -- X Y Lambda= 0.2359

80.98 125.21

87.60 125.31

93.64 127.55

103.06 131.73

106.91 133.63

106.91 134.24

----- 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	1.302	189.2	145.3	14.9	Surplus
2	1.320	266.7	202.1	24.2	Surplus
3	1.338	208.4	155.7	21.6	Surplus
4	1.339	181.0	135.1	18.8	Surplus
5	1.345	99.7	74.2	10.8	Surplus
6	1.351	185.0	136.9	20.7	Surplus
7	1.353	166.8	123.3	18.8	Surplus
8	1.366	146.1	107.0	17.7	Surplus
9	1.367	297.8	217.8	36.5	Surplus
10	1.373	237.6	173.0	29.9	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 10.8

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

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
26.131	0.243	-8.28	0.25	0.00	0.00	9.00	5.00
26.374	0.243	-8.28	0.76	0.00	0.00	9.00	5.00

26.617	0.243	-8.28	1.27	0.00	0.00	9.00	5.00
26.860	0.243	-8.28	1.78	0.00	0.00	9.00	5.00
27.104	0.243	-8.28	2.29	0.00	0.00	9.00	5.00
27.347	0.243	-8.28	2.80	0.00	0.00	9.00	5.00
27.590	0.243	-8.28	3.31	0.00	0.00	9.00	5.00
27.833	0.243	-8.28	3.82	0.00	0.00	9.00	5.00
28.076	0.243	-8.28	4.33	0.00	0.00	9.00	5.00
28.319	0.243	-8.28	4.84	0.00	0.00	9.00	5.00
28.563	0.243	-8.28	5.35	0.00	0.00	9.00	5.00
28.806	0.243	-8.28	5.86	0.00	0.00	9.00	5.00
29.049	0.243	-8.28	6.37	0.00	0.00	9.00	5.00
29.292	0.243	-8.28	6.88	0.00	0.00	9.00	5.00
29.535	0.243	-8.28	7.39	0.00	0.00	9.00	5.00
29.779	0.243	-8.28	7.90	0.00	0.00	9.00	5.00
30.022	0.168	-8.28	5.75	0.00	0.00	9.00	5.00
30.190	0.243	19.04	8.50	0.00	0.00	9.00	5.00
30.433	0.243	19.04	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
30.676	0.243	19.04	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
30.919	0.243	19.04	8.46	0.00	0.00	9.00	5.00
31.162	0.243	19.04	8.45	0.00	0.00	9.00	5.00
31.406	0.243	19.04	8.44	0.00	0.00	9.00	5.00
31.649	0.243	19.04	8.43	0.00	0.00	9.00	5.00
31.892	0.243	19.04	8.41	0.00	0.00	9.00	5.00
32.135	0.243	19.04	8.40	0.00	0.00	9.00	5.00
32.378	0.243	19.04	8.39	0.00	0.00	9.00	5.00
32.621	0.243	19.04	8.38	0.00	0.00	9.00	5.00
32.865	0.243	19.04	8.36	0.00	0.00	9.00	5.00
33.108	0.243	19.04	8.35	0.00	0.00	9.00	5.00
33.351	0.243	19.04	8.34	0.00	0.00	9.00	5.00
33.594	0.243	19.04	8.33	0.00	0.00	9.00	5.00
33.837	0.243	19.04	8.31	0.00	0.00	9.00	5.00
34.081	0.243	19.04	8.30	0.00	0.00	9.00	5.00

34.324	0.243	19.04	8.29	0.00	0.00	9.00	5.00
34.567	0.243	19.04	8.28	0.00	0.00	9.00	5.00
34.810	0.243	19.04	8.26	0.00	0.00	9.00	5.00
35.053	0.243	19.04	8.25	0.00	0.00	9.00	5.00
35.296	0.243	19.04	8.24	0.00	0.00	9.00	5.00
35.540	0.243	19.04	8.23	0.00	0.00	9.00	5.00
35.783	0.243	19.04	8.21	0.00	0.00	9.00	5.00
36.026	0.243	19.04	8.20	0.00	0.00	9.00	5.00
36.269	0.243	19.04	8.19	0.00	0.00	9.00	5.00
36.512	0.243	19.04	8.18	0.00	0.00	9.00	5.00
36.755	0.106	19.04	3.58	0.00	0.00	9.00	5.00
36.862	0.243	27.43	8.06	0.00	0.00	9.00	5.00
37.105	0.243	27.43	7.87	0.00	0.00	9.00	5.00
37.348	0.243	27.43	7.67	0.00	0.00	9.00	5.00
37.591	0.159	27.43	4.89	0.00	0.00	9.00	5.00
37.750	0.085	27.43	2.58	0.00	0.00	9.00	5.00
37.835	0.165	27.43	4.97	0.00	0.00	9.00	5.00
38.000	0.243	27.43	7.14	0.00	0.00	9.00	5.00
38.243	0.243	27.43	6.94	0.00	0.00	9.00	5.00
38.486	0.243	27.43	6.75	0.00	0.00	9.00	5.00
38.730	0.243	27.43	6.55	0.00	0.00	9.00	5.00
38.973	0.243	27.43	6.35	0.00	0.00	9.00	5.00
39.216	0.196	27.43	4.98	0.00	0.00	9.00	5.00
39.412	0.243	19.07	6.09	0.00	0.00	9.00	5.00
39.655	0.243	19.07	6.07	0.00	0.00	9.00	5.00
39.899	0.243	19.07	6.06	0.00	0.00	9.00	5.00
40.142	0.243	19.07	6.05	0.00	0.00	9.00	5.00
40.385	0.243	19.07	6.03	0.00	0.00	9.00	5.00
40.628	0.243	19.07	6.02	0.00	0.00	9.00	5.00
40.871	0.243	19.07	6.01	0.00	0.00	9.00	5.00
41.114	0.243	19.07	5.99	0.00	0.00	9.00	5.00
41.358	0.243	19.07	5.98	0.00	0.00	9.00	5.00

41.601	0.243	19.07	5.97	0.00	0.00	9.00	5.00
41.844	0.243	19.07	5.95	0.00	0.00	9.00	5.00
42.087	0.243	19.07	5.94	0.00	0.00	9.00	5.00
42.330	0.243	19.07	5.93	0.00	0.00	9.00	5.00
42.573	0.075	19.07	1.83	0.00	0.00	9.00	5.00
42.649	0.243	28.89	5.80	0.00	0.00	9.00	5.00
42.892	0.243	28.89	5.57	0.00	0.00	9.00	5.00
43.135	0.243	28.89	5.34	0.00	0.00	9.00	5.00
43.378	0.243	28.89	5.10	0.00	0.00	9.00	5.00
43.621	0.243	28.89	4.87	0.00	0.00	9.00	5.00
43.865	0.243	28.89	4.64	0.00	0.00	9.00	5.00
44.108	0.243	28.89	4.40	0.00	0.00	9.00	5.00
44.351	0.243	28.89	4.17	0.00	0.00	9.00	5.00
44.594	0.243	28.89	3.94	0.00	0.00	9.00	5.00
44.837	0.243	28.89	3.71	0.00	0.00	9.00	5.00
45.081	0.243	28.89	3.47	0.00	0.00	9.00	5.00
45.324	0.243	28.89	3.24	0.00	0.00	9.00	5.00
45.567	0.243	28.89	3.01	0.00	0.00	9.00	5.00
45.810	0.243	28.89	2.78	0.00	0.00	9.00	5.00

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) : Cohesione 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) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
26.131	0.000	107.044	-0.024	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	1.7847841794E+000			
0.050	4.855	1.544							
26.374	0.029	107.037	-0.024	8.0244091011E-001	2.7017054266E-002	4.8148091242E+000			
0.050	4.855	1.544							
26.617	0.059	107.032	-0.017	2.3417199442E+000	9.3284139252E-002	6.1970151311E+000			
0.079	3.394	1.055							
26.860	0.092	107.029	-0.003	3.8164075187E+000	2.1105502576E-001	6.3734198530E+000			
0.117	3.995	1.018							
27.104	0.128	107.030	0.012	5.4414823641E+000	4.1490820114E-001	7.0395577505E+000			
0.169	5.563	1.060							
27.347	0.169	107.035	0.024	7.2401512969E+000	7.1290026833E-001	7.6613235119E+000			
0.229	6.621	1.135							
27.590	0.211	107.042	0.031	9.1676267665E+000	1.0795461793E+000	8.0638942893E+000			
0.284	6.508	1.218							
27.833	0.254	107.050	0.038	1.1162089135E+001	1.4834051896E+000	8.5141804035E+000			
0.331	5.884	1.315							
28.076	0.300	107.061	0.048	1.3308564765E+001	1.9719402900E+000	9.1525857824E+000			
0.380	4.864	1.441							
28.319	0.349	107.074	0.057	1.5613520565E+001	2.5466860019E+000	9.8007432208E+000			
0.430	3.900	1.583							
28.563	0.399	107.089	0.065	1.8075232618E+001	3.2046106083E+000	1.0439009358E+001			
0.481	3.162	1.729							
28.806	0.451	107.105	0.073	2.0690614128E+001	3.9374078140E+000	1.1320497773E+001			
0.530	2.641	1.862							
29.049	0.505	107.124	0.082	2.3581044941E+001	4.7668411223E+000	1.1814755145E+001			
0.579	2.271	1.963							
29.292	0.562	107.145	0.096	2.6436812377E+001	5.6125868146E+000	1.1369534448E+001			
0.622	2.017	2.016							
29.535	0.623	107.171	0.117	2.9110706634E+001	6.4392393708E+000	1.0326003525E+001			
0.657	1.835	2.017							
29.779	0.689	107.202	0.107	3.1458944672E+001	7.2077353038E+000	8.6990993218E+000			
0.684	1.697	1.979							

30.022	0.745	107.223	0.069	3.3341581390E+001	7.8803869061E+000	6.5376301724E+000
0.703	1.589	1.918				
30.190	0.777	107.230	0.220	3.4299902645E+001	8.2791834526E+000	4.6448687111E+000
0.712	1.526	1.871				
30.433	0.776	107.313	0.340	3.5055809273E+001	8.7293083462E+000	1.9732476182E+000
0.745	1.450	1.803				
30.676	0.775	107.396	0.333	3.5259607003E+001	9.0401353148E+000	-7.1090626639E-002
0.771	1.388	1.742				
30.919	0.770	107.475	0.331	3.5021233793E+001	9.2123922819E+000	-1.6494992953E+000
0.788	1.339	1.689				
31.162	0.768	107.557	0.345	3.4457360165E+001	9.2598016581E+000	-2.7340625662E+000
0.798	1.300	1.646				
31.406	0.770	107.643	0.348	3.3691501155E+001	9.2050403847E+000	-3.2031326170E+000
0.800	1.269	1.610				
31.649	0.770	107.726	0.341	3.2899491651E+001	9.0709416629E+000	-3.2266410310E+000
0.796	1.247	1.580				
31.892	0.768	107.809	0.340	3.2122199141E+001	8.8915341946E+000	-3.1736962328E+000
0.788	1.229	1.554				
32.135	0.767	107.891	0.339	3.1355939753E+001	8.6874668111E+000	-3.1346377634E+000
0.777	1.214	1.530				
32.378	0.765	107.974	0.339	3.0597643633E+001	8.4724247902E+000	-3.1066466164E+000
0.764	1.201	1.505				
32.621	0.764	108.056	0.339	2.9844997958E+001	8.2544214532E+000	-3.0866381902E+000
0.752	1.189	1.481				
32.865	0.762	108.138	0.339	2.9096433092E+001	8.0371611101E+000	-3.0717774600E+000
0.739	1.178	1.455				
33.108	0.761	108.221	0.339	2.8351015048E+001	7.8216049065E+000	-3.0598262166E+000
0.726	1.169	1.429				
33.351	0.759	108.303	0.339	2.7608262763E+001	7.6077142396E+000	-3.0493071299E+000
0.713	1.159	1.402				
33.594	0.758	108.386	0.339	2.6867960760E+001	7.3954129343E+000	-3.0393377540E+000
0.699	1.150	1.373				
33.837	0.756	108.468	0.339	2.6130057158E+001	7.1846987069E+000	-3.0293140909E+000
0.686	1.141	1.344				
34.081	0.755	108.550	0.339	2.5394630241E+001	6.9756305160E+000	-3.0185923416E+000
0.672	1.132	1.314				
34.324	0.753	108.633	0.339	2.4661941246E+001	6.7682929612E+000	-3.0061019336E+000
0.659	1.123	1.282				

34.567	0.751	108.715	0.339	2.3932589136E+001	6.5625195917E+000	-2.9904422977E+000
0.645	1.114	1.249				
34.810	0.750	108.797	0.339	2.3207516327E+001	6.3567681619E+000	-2.9704139487E+000
0.631	1.104	1.214				
35.053	0.748	108.880	0.338	2.2487905161E+001	6.1469655073E+000	-2.9450522182E+000
0.616	1.094	1.176				
35.296	0.747	108.962	0.341	2.1775167227E+001	5.9249945675E+000	-2.9349986087E+000
0.600	1.083	1.135				
35.540	0.746	109.045	0.352	2.1060445712E+001	5.6726625139E+000	-3.0438717568E+000
0.580	1.070	1.091				
35.783	0.750	109.133	0.353	2.0294756474E+001	5.3599559779E+000	-3.6389259962E+000
0.554	1.046	1.042				
36.026	0.750	109.217	0.343	1.9290625692E+001	5.0109897656E+000	-4.7464140291E+000
0.525	1.016	0.996				
36.269	0.749	109.300	0.340	1.7986301017E+001	4.6264000245E+000	-6.4719649925E+000
0.494	0.981	0.955				
36.512	0.748	109.383	0.340	1.6142935075E+001	4.1930880146E+000	-8.1580009044E+000
0.459	0.943	0.921				
36.755	0.747	109.465	0.340	1.4018593694E+001	3.7390275161E+000	-8.8171863075E+000
0.422	0.905	0.896				
36.862	0.746	109.502	0.413	1.3076042369E+001	3.5567731956E+000	-8.6779771313E+000
0.406	0.888	0.888				
37.105	0.728	109.610	0.433	1.1062874825E+001	3.1909996668E+000	-6.9837716317E+000
0.383	0.863	0.881				
37.348	0.704	109.712	0.397	9.6794306046E+000	2.9079462147E+000	-4.2570285463E+000
0.364	0.851	0.886				
37.591	0.668	109.803	0.368	8.9924358124E+000	2.7199340999E+000	-9.8385843937E-001
0.352	0.853	0.903				
37.750	0.644	109.860	0.365	9.0267109909E+000	2.6547364990E+000	1.6382921555E+000
0.348	0.861	0.921				
37.835	0.631	109.891	0.375	9.2297566904E+000	2.6296740315E+000	2.7059086004E+000
0.346	0.867	0.933				
38.000	0.608	109.954	0.400	9.7765172040E+000	2.6209509764E+000	3.8239456286E+000
0.348	0.887	0.964				
38.243	0.583	110.055	0.416	1.0891266950E+001	2.6498710843E+000	4.4259978565E+000
0.353	0.933	1.028				
38.486	0.558	110.156	0.428	1.1929135758E+001	2.7134758164E+000	3.5568020778E+000
0.364	0.996	1.109				

38.730	0.538	110.263	0.452	1.2621145362E+001	2.7682163919E+000	2.0301581040E+000
0.376	1.076	1.208				
38.973	0.525	110.376	0.455	1.2916518975E+001	2.7911978465E+000	-2.8722948035E-002
0.386	1.173	1.321				
39.216	0.507	110.484	0.418	1.2607175733E+001	2.7623452326E+000	-2.0486838318E+000
0.394	1.273	1.425				
39.412	0.480	110.559	0.374	1.2082075977E+001	2.7010002472E+000	-2.7113835021E+000
0.396	1.340	1.478				
39.655	0.486	110.649	0.362	1.1411902133E+001	2.6006243059E+000	-2.4583423204E+000
0.387	1.405	1.517				
39.899	0.489	110.736	0.355	1.0886442030E+001	2.4886615123E+000	-1.9366556349E+000
0.375	1.446	1.526				
40.142	0.490	110.821	0.351	1.0469994571E+001	2.3772250054E+000	-1.5584319680E+000
0.361	1.465	1.510				
40.385	0.491	110.906	0.349	1.0128486496E+001	2.2742411058E+000	-1.3160836673E+000
0.348	1.466	1.476				
40.628	0.492	110.991	0.344	9.8299070217E+000	2.1825329426E+000	-1.1749221273E+000
0.337	1.454	1.433				
40.871	0.490	111.074	0.339	9.5570539616E+000	2.1044244036E+000	-1.1175171272E+000
0.327	1.435	1.388				
41.114	0.489	111.156	0.345	9.2863938569E+000	2.0320682268E+000	-1.1270386155E+000
0.318	1.416	1.344				
41.358	0.490	111.242	0.359	9.0089099468E+000	1.9577780827E+000	-1.1705332615E+000
0.308	1.396	1.302				
41.601	0.495	111.331	0.361	8.7170958820E+000	1.8764591328E+000	-1.2353077793E+000
0.298	1.366	1.263				
41.844	0.498	111.417	0.352	8.4081083804E+000	1.7916485233E+000	-1.3516515743E+000
0.287	1.329	1.230				
42.087	0.498	111.502	0.346	8.0597096041E+000	1.6997877279E+000	-1.5501827898E+000
0.274	1.289	1.205				
42.330	0.498	111.586	0.345	7.6541648985E+000	1.5981288176E+000	-1.8135113557E+000
0.260	1.245	1.187				
42.573	0.498	111.669	0.349	7.1776942217E+000	1.4850232539E+000	-2.2327362425E+000
0.245	1.200	1.175				
42.649	0.499	111.697	0.370	7.0032776988E+000	1.4457353862E+000	-2.3919639468E+000
0.239	1.185	1.172				
42.892	0.455	111.787	0.387	6.3629810944E+000	1.3089318753E+000	-2.8283360499E+000
0.227	1.149	1.168				

43.135	0.419	111.885	0.415	5.6276944169E+000	1.1533194947E+000	-3.1501114257E+000
0.211	1.125	1.170				
43.378	0.389	111.989	0.442	4.8308998506E+000	9.8335373097E-001	-3.3352029630E+000
0.190	1.113	1.175				
43.621	0.365	112.100	0.466	4.0055924612E+000	8.0547158649E-001	-3.3853407560E+000
0.166	1.112	1.186				
43.865	0.347	112.216	0.468	3.1844129886E+000	6.2731691453E-001	-3.1349729450E+000
0.138	1.126	1.202				
44.108	0.324	112.327	0.450	2.4808739355E+000	4.7299057899E-001	-2.6472664694E+000
0.111	1.153	1.223				
44.351	0.298	112.435	0.444	1.8968943084E+000	3.4574755637E-001	-2.2232650237E+000
0.087	1.189	1.251				
44.594	0.272	112.543	0.447	1.3995716631E+000	2.4156012572E-001	-1.9670099468E+000
0.065	1.230	1.285				
44.837	0.246	112.652	0.449	9.4022368990E-001	1.4800195079E-001	-1.7462835407E+000
0.043	1.280	1.327				
45.081	0.222	112.762	0.456	5.5025305251E-001	7.6466555843E-002	-1.3983437644E+000
0.043	1.343	1.384				
45.324	0.200	112.874	0.470	2.6012830137E-001	3.1294886075E-002	-9.8947803404E-001
0.043	1.422	1.458				
45.567	0.182	112.990	0.484	6.9012698658E-002	7.7790941397E-003	-5.7843245184E-001
0.043	1.516	1.547				
45.810	0.167	113.109	0.484	-2.1196829887E-002	-1.6204372236E-003	-1.4189697278E-001
0.043	1.623	1.651				

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

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)
26.131	0.243	0.246	-8.279	-0.149	-0.037	5.200	1.278
26.374	0.243	0.246	-8.279	-0.448	-0.110	5.580	1.371
26.617	0.243	0.246	-8.279	-0.747	-0.183	5.978	1.469
26.860	0.243	0.246	-8.279	-1.045	-0.257	6.423	1.578
27.104	0.243	0.246	-8.279	-1.344	-0.330	6.880	1.691
27.347	0.243	0.246	-8.279	-1.643	-0.404	7.302	1.794
27.590	0.243	0.246	-8.279	-1.941	-0.477	7.679	1.887
27.833	0.243	0.246	-8.279	-2.240	-0.550	8.123	1.996
28.076	0.243	0.246	-8.279	-2.539	-0.624	8.568	2.106
28.319	0.243	0.246	-8.279	-2.837	-0.697	9.010	2.214
28.563	0.243	0.246	-8.279	-3.136	-0.771	9.440	2.320
28.806	0.243	0.246	-8.279	-3.434	-0.844	9.901	2.433
29.049	0.243	0.246	-8.279	-3.733	-0.917	10.248	2.518
29.292	0.243	0.246	-8.279	-4.032	-0.991	10.547	2.592
29.535	0.243	0.246	-8.279	-4.330	-1.064	10.790	2.652
29.779	0.243	0.246	-8.279	-4.629	-1.138	10.981	2.699
30.022	0.168	0.170	-8.279	-4.882	-0.828	11.123	1.888
30.190	0.243	0.257	19.039	10.780	2.773	9.466	2.435
30.433	0.243	0.257	19.039	10.764	2.769	9.608	2.472
30.676	0.243	0.257	19.039	10.748	2.765	9.749	2.508
30.919	0.243	0.257	19.039	10.732	2.761	9.875	2.540
31.162	0.243	0.257	19.039	10.716	2.757	9.977	2.567
31.406	0.243	0.257	19.039	10.700	2.753	10.055	2.587
31.649	0.243	0.257	19.039	10.685	2.749	10.096	2.597

31.892	0.243	0.257	19.039	10.669	2.745	10.115	2.602
32.135	0.243	0.257	19.039	10.653	2.740	10.119	2.603
32.378	0.243	0.257	19.039	10.637	2.736	10.115	2.602
32.621	0.243	0.257	19.039	10.621	2.732	10.107	2.600
32.865	0.243	0.257	19.039	10.605	2.728	10.098	2.598
33.108	0.243	0.257	19.039	10.589	2.724	10.089	2.595
33.351	0.243	0.257	19.039	10.573	2.720	10.080	2.593
33.594	0.243	0.257	19.039	10.558	2.716	10.071	2.591
33.837	0.243	0.257	19.039	10.542	2.712	10.062	2.588
34.081	0.243	0.257	19.039	10.526	2.708	10.053	2.586
34.324	0.243	0.257	19.039	10.510	2.704	10.044	2.584
34.567	0.243	0.257	19.039	10.494	2.700	10.036	2.582
34.810	0.243	0.257	19.039	10.478	2.696	10.034	2.581
35.053	0.243	0.257	19.039	10.462	2.691	10.039	2.583
35.296	0.243	0.257	19.039	10.446	2.687	10.064	2.589
35.540	0.243	0.257	19.039	10.431	2.683	10.122	2.604
35.783	0.243	0.257	19.039	10.415	2.679	10.153	2.612
36.026	0.243	0.257	19.039	10.399	2.675	10.184	2.620
36.269	0.243	0.257	19.039	10.383	2.671	10.229	2.631
36.512	0.243	0.257	19.039	10.367	2.667	10.244	2.635
36.755	0.106	0.113	19.039	10.356	1.166	10.198	1.149
36.862	0.243	0.274	27.425	13.558	3.715	9.752	2.672
37.105	0.243	0.274	27.425	13.226	3.624	9.512	2.606
37.348	0.243	0.274	27.425	12.894	3.533	9.251	2.534
37.591	0.159	0.179	27.425	12.620	2.254	9.020	1.611
37.750	0.085	0.095	27.425	12.454	1.188	8.922	0.851
37.835	0.165	0.186	27.425	12.283	2.288	8.771	1.634
38.000	0.243	0.274	27.425	-19.605	-5.371	11.213	3.072
38.243	0.243	0.274	27.425	11.672	3.198	8.456	2.317
38.486	0.243	0.274	27.425	11.340	3.107	8.370	2.293
38.730	0.243	0.274	27.425	11.008	3.016	8.321	2.280
38.973	0.243	0.274	27.425	10.676	2.925	8.307	2.276

39.216	0.196	0.221	27.425	10.376	2.294	8.294	1.834
39.412	0.243	0.257	19.070	7.728	1.988	8.648	2.225
39.655	0.243	0.257	19.070	7.711	1.984	8.653	2.226
39.899	0.243	0.257	19.070	7.694	1.980	8.645	2.224
40.142	0.243	0.257	19.070	7.677	1.975	8.628	2.220
40.385	0.243	0.257	19.070	7.661	1.971	8.608	2.215
40.628	0.243	0.257	19.070	7.644	1.967	8.586	2.209
40.871	0.243	0.257	19.070	7.627	1.963	8.572	2.206
41.114	0.243	0.257	19.070	7.611	1.958	8.567	2.204
41.358	0.243	0.257	19.070	7.594	1.954	8.566	2.204
41.601	0.243	0.257	19.070	7.577	1.950	8.563	2.203
41.844	0.243	0.257	19.070	7.560	1.945	8.562	2.203
42.087	0.243	0.257	19.070	7.544	1.941	8.565	2.204
42.330	0.243	0.257	19.070	7.527	1.937	8.570	2.205
42.573	0.075	0.080	19.070	7.516	0.599	8.580	0.683
42.649	0.243	0.278	28.895	10.091	2.803	8.138	2.260
42.892	0.243	0.278	28.895	9.687	2.690	8.055	2.237
43.135	0.243	0.278	28.895	9.282	2.578	7.964	2.212
43.378	0.243	0.278	28.895	8.877	2.466	7.862	2.184
43.621	0.243	0.278	28.895	8.472	2.353	7.746	2.152
43.865	0.243	0.278	28.895	8.067	2.241	7.588	2.108
44.108	0.243	0.278	28.895	7.663	2.128	7.424	2.062
44.351	0.243	0.278	28.895	7.258	2.016	7.267	2.018
44.594	0.243	0.278	28.895	6.853	1.904	7.132	1.981
44.837	0.243	0.278	28.895	6.448	1.791	6.977	1.938
45.081	0.243	0.278	28.895	6.044	1.679	6.814	1.893
45.324	0.243	0.278	28.895	5.639	1.566	6.660	1.850
45.567	0.243	0.278	28.895	5.234	1.454	6.519	1.811
45.810	0.243	0.278	28.895	4.829	1.341	6.383	1.773

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

FORZE APPLICATE/RESISTENTI SU PALIFICATE*,**

Metodo di calcolo adottato: ITO-MATSUI(1975,79,81,82) - HASSIOTIS (1997)

*NOTA IMPORTANTE: Per le superfici che intersecano la palificata sotto il 20% finale della lunghezza,
ai fini della sicurezza, non viene considerato l'effetto
stabilizzante per mancanza di sufficiente ancoraggio (incastro).

PALIFICATA N.1 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.2-----

Coordinata X Testa (m): 38.0000

Coordinata Y Testa (m): 111.0000

Lunghezza pali L (m)* : 7.00

Diametro pali D(m): 0.25

Interasse tra pali D1(m): 0.40

Lunghezza apertura tra pali D2(m): 0.15

Fattore riduttivo resistenza palificata (NTC 2018): 1.00

Massima % mobilizzazione di resistenza teorica plasticizzazione Suolo-Palo: 100.00

PROFONDITA' SUPERFICIE DI SCORRIMENTO H (m) : 1.65

PENDENZA LOCALE INTERSEZIONE SUP. SCORRIMENTO-PALO alpha (gradi) : 27.43

Procedura calcolo automatico forza mobilitata su palificata: ATTIVATA

CRITERIO DI SPINTA ASSUNTO: Minima tra mobilizzazione massima assunta e spinta E(x) reale

MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO: ITO E MATSUI(1981)

--- PARAMETRI MASSIMI TEORICI IN CONDIZIONI DI PLASTICIZZAZIONE INTERFACCIA SUOLO PALO SECONDO TEORIA PLASTICIZZAZIONE ITO E MATSUI(1981) / KUMAR E HALL(2006)

FORZA UNITARIA SU PALO (Massima teorica) LOCALIZZATA ALLA TESTA PALO qz0 (kN/m) : 7.44

FORZA UNITARIA su PALO (Massima teorica) LOCALIZZATA ALLA BASE SUP. SCORRIMENTO qzmax (kN/m) : 21.69

FORZA REAZIONE TOTALE UNITARIA (massima teorica per fronte larghezza 1 m) SU PALIFICATA Fp (kN/m) : 60.22

--- PARAMETRI FORZE E SFORZI MOBILITATI CALCOLATI E APPLICATI NELLA VERIFICA ---

FORZA REAZIONE TOTALE UNITARIA (Mobilizzata per fronte larghezza 1 m) SU PALIFICATA Fpm (kN/m) : 9.78

COEFFICIENTE DI MOBILIZZAZIONE TOTALE CALCOLATO E APPLICATO alphaM (-) : 0.1624

FORZA UNITARIA SU PALO (mobilizzata) LOCALIZZATA ALLA TESTA PALO qz0m (kN/m) : 1.21

FORZA UNITARIA SU PALO (mobilizzata) LOCALIZZATA ALLA BASE SUP SCORRIMENTO qzmaxm (kN/m) : 3.52

SFORZO DI TAGLIO (Mobilizzato Stimato) SU PALO LOCALIZZATO SU SUP. SCORRIMENTO TAUpm (kPa) : 12.283

PALIFICATA N.3 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.4 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.5 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.6 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.7 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.8 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.9 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.10 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

PALIFICATA N.11 --> NESSUNA INTERSEZIONE VALIDA CON LA SUPERFICIE di FS minmimo

10.3 Report verifica globale Lt post-intervento

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\giuli\Desktop\11geotek+\ssap models\BOR-bt_report.txt

Data: 15/1/2022

Localita':

Descrizione:

Modello pendio: p1-LongBT.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	103.00	0.00	101.00	0.00	99.00	-	-
26.00	107.00	26.00	105.00	26.00	103.00	-	-
38.00	111.00	38.00	109.00	38.00	107.00	-	-
50.00	115.00	50.00	113.00	50.00	111.00	-	-
64.00	119.00	64.00	117.00	64.00	115.00	-	-
76.00	123.00	76.00	121.00	76.00	119.00	-	-
84.00	127.00	84.00	125.00	84.00	123.00	-	-
98.00	131.00	98.00	129.00	98.00	127.00	-	-
109.00	135.00	109.00	133.00	109.00	131.00	-	-
126.00	139.00	126.00	137.00	126.00	135.00	-	-
137.00	143.00	137.00	141.00	137.00	139.00	-	-
148.00	147.00	148.00	145.00	148.00	143.00	-	-
158.00	151.00	158.00	149.00	158.00	147.00	-	-
168.00	155.00	168.00	153.00	168.00	151.00	-	-
177.00	159.00	177.00	157.00	177.00	155.00	-	-
187.00	163.00	187.00	161.00	187.00	159.00	-	-
198.00	167.00	198.00	165.00	198.00	163.00	-	-
210.00	171.00	210.00	169.00	210.00	167.00	-	-
222.00	175.00	222.00	173.00	222.00	171.00	-	-
237.00	179.00	237.00	177.00	237.00	175.00	-	-
250.00	183.00	250.00	181.00	250.00	179.00	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00 98.00

26.00 102.00

38.00 106.00

50.00 110.00
64.00 114.00
76.00 118.00
84.00 122.00
98.00 126.00
109.00 130.00
126.00 134.00
137.00 138.00
148.00 142.00
158.00 146.00
168.00 150.00
177.00 154.00
187.00 158.00
198.00 162.00
210.00 166.00
222.00 170.00
237.00 174.00
250.00 178.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze
destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m³): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione hidrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	0.00	0.00	50.00	18.00	19.00	3.482	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	0.00	0.00	70.00	19.00	20.00	7.166	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	0.00	0.00	350.00	20.00	21.00	1000.000	0.00	0.00	0.00	0.00

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/m³)

Gamm_sat ____ Peso di volume terreno immerso (in KN/m³)

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

---- SOLO Per AMMASSI ROCCIOSI FRATTURATI - Parametri Criterio di Rottura di Hoek (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)

Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso 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: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 10.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.00 230.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 23.40

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 30.00 245.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

*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 : BORSELLI (Borselli, 2016)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (λ_0, F_{s0}) ADOTTATO : A (rapido)

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 *

Fattore di sicurezza (FS) 2.3509 - Min. - X Y Lambda= 0.1523

20.45 106.15
27.77 99.71
41.39 87.84
55.88 77.06
74.29 77.36
91.81 81.59
104.78 86.18
113.26 90.84
130.50 94.36
137.44 95.64
145.62 99.10
158.69 106.11
164.06 111.00
170.65 117.29
180.03 126.45
187.00 133.30
187.00 163.00

Fattore di sicurezza (FS) 2.3524 - N.2 -- X Y Lambda= 0.1369

19.19 105.95
25.63 101.09
37.47 92.30
44.27 87.18
56.57 78.77
67.44 76.61
74.25 76.73
89.60 78.32
95.63 78.43
105.99 79.78
120.62 84.52

129.44 85.91
144.65 93.62
156.07 103.11
164.36 110.71
174.32 120.21
185.12 130.49
190.22 135.04
190.22 164.17

Fattore di sicurezza (FS) 2.3861 - N.3 -- X Y Lambda= 0.1741

18.31 105.82
32.83 91.30
48.66 76.53
59.06 76.39
69.98 79.22
90.29 86.05
112.42 94.40
131.62 101.05
148.58 109.48
156.11 113.52
168.38 122.97
180.14 130.44
180.14 160.26

Fattore di sicurezza (FS) 2.3871 - N.4 -- X Y Lambda= 0.1565

14.56 105.24
25.81 95.11
38.40 85.20
54.52 81.01
76.56 79.88

88.75 81.44
109.16 89.09
128.42 96.31
147.90 107.84
166.55 119.71
181.71 129.97
184.84 133.07
184.84 162.14

Fattore di sicurezza (FS) 2.4155 - N.5 -- X Y Lambda= 0.1393

23.71 106.65
41.21 92.49
56.56 86.63
76.88 78.54
92.24 80.39
118.47 86.08
140.82 96.42
161.91 108.75
179.25 125.29
188.55 134.16
188.55 163.56

Fattore di sicurezza (FS) 2.4226 - N.6 -- X Y Lambda= 0.1604

14.35 105.21
28.34 91.69
36.41 84.12
51.19 70.39
63.77 70.40
79.58 76.07
100.34 82.23

121.70 90.20
132.62 95.73
141.83 103.95
148.20 109.76
162.78 120.24
169.24 125.00
172.38 127.49
172.38 156.95

Fattore di sicurezza (FS) 2.4304 - N.7 -- X Y Lambda= 0.1459

11.44 104.76
18.34 97.88
25.74 91.29
33.78 85.99
43.62 82.19
51.60 81.68
67.53 78.97
81.83 80.58
92.15 80.44
99.10 80.15
104.70 81.65
111.80 84.07
118.32 88.04
126.89 93.76
132.46 95.92
145.25 101.32
154.29 106.65
160.33 110.38
167.56 116.93
178.28 126.57
184.89 133.06

184.89 162.16

Fattore di sicurezza (FS) 2.4383 - N.8 -- X Y Lambda= 0.1592

14.17 105.18

23.96 95.66

37.68 85.79

45.17 80.99

54.03 79.17

70.54 81.41

86.45 86.49

103.31 88.88

111.68 91.50

127.74 96.78

138.85 103.39

153.53 111.96

172.87 124.09

181.70 131.01

181.70 160.88

Fattore di sicurezza (FS) 2.4551 - N.9 -- X Y Lambda= 0.1377

11.58 104.78

25.44 93.29

46.90 80.50

59.27 77.99

72.59 76.38

90.60 76.06

102.98 81.19

119.20 87.27

127.58 91.17

145.95 102.41

165.03 118.76
175.10 125.46
181.73 131.44
181.73 160.89

Fattore di sicurezza (FS) 2.4706 - N.10 -- X Y Lambda= 0.1315

9.02 104.39
21.62 96.28
34.28 88.34
40.63 85.04
54.19 79.17
69.26 78.85
77.22 77.97
88.83 77.01
95.84 78.12
110.41 80.84
116.85 82.05
125.97 87.54
131.64 90.59
140.11 95.93
147.99 100.01
158.83 109.21
168.21 117.97
179.85 128.78
184.86 132.93
184.86 162.14

----- 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	2.351	75732.6	32213.7	37076.1	Surplus
2	2.352	78208.7	33246.6	38312.8	Surplus
3	2.386	72086.6	30210.5	35834.1	Surplus
4	2.387	72884.8	30533.3	36244.9	Surplus
5	2.416	73790.4	30548.2	37132.6	Surplus
6	2.423	75881.5	31322.0	38295.1	Surplus
7	2.430	75944.1	31247.6	38446.9	Surplus
8	2.438	71219.7	29208.7	36169.2	Surplus
9	2.455	75589.7	30788.4	38643.6	Surplus
10	2.471	77331.5	31301.1	39770.2	Surplus

Esito analisi: SURPLUS di RESISTENZA!

Valore minimo di SURPLUS di RESISTENZA (kN/m): 35834.1

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

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X	dx	alpha	W	ru	U	phi'	(c',Cu)
(m)	(m)	(°)	(kN/m)	(-)	(kPa)	(°)	(kPa)
20.455	1.598	-41.34	23.75	0.00	0.00	0.00	50.00

22.053	0.337	-41.34	11.07	0.00	0.00	0.00	50.00
22.390	1.598	-41.34	82.60	0.00	0.00	0.00	70.00
23.988	0.337	-41.34	23.82	0.00	0.00	0.00	70.00
24.325	0.967	-41.34	81.27	0.00	0.00	0.00	350.00
25.292	0.708	-41.34	71.97	0.00	0.00	0.00	350.00
26.000	1.598	-41.34	207.29	0.00	0.00	0.00	350.00
27.598	0.177	-41.34	26.95	0.00	0.00	0.00	350.00
27.775	1.598	-41.07	279.32	0.00	0.00	0.00	350.00
29.373	1.598	-41.07	343.93	0.00	0.00	0.00	350.00
30.971	1.598	-41.07	408.54	0.00	0.00	0.00	350.00
32.569	1.598	-41.07	473.15	0.00	0.00	0.00	350.00
34.167	1.598	-41.07	537.76	0.00	0.00	0.00	350.00
35.765	1.598	-41.07	602.37	0.00	0.00	0.00	350.00
37.363	0.637	-41.07	258.29	0.00	0.00	0.00	350.00
38.000	1.598	-41.07	692.75	0.00	0.00	0.00	350.00
39.598	1.598	-41.07	757.36	0.00	0.00	0.00	350.00
41.196	0.195	-41.07	96.72	0.00	0.00	0.00	350.00
41.391	1.598	-36.67	826.44	0.00	0.00	0.00	350.00
42.989	1.598	-36.67	884.23	0.00	0.00	0.00	350.00
44.587	1.598	-36.67	942.03	0.00	0.00	0.00	350.00
46.185	1.598	-36.67	999.82	0.00	0.00	0.00	350.00
47.783	1.598	-36.67	1057.62	0.00	0.00	0.00	350.00
49.380	0.620	-36.67	425.56	0.00	0.00	0.00	350.00
50.000	1.598	-36.67	1136.54	0.00	0.00	0.00	350.00
51.598	1.598	-36.67	1191.78	0.00	0.00	0.00	350.00
53.196	1.598	-36.67	1247.02	0.00	0.00	0.00	350.00
54.794	1.082	-36.67	875.62	0.00	0.00	0.00	350.00
55.876	1.598	0.93	1319.26	0.00	0.00	0.00	350.00
57.474	1.598	0.93	1333.71	0.00	0.00	0.00	350.00
59.072	1.598	0.93	1348.16	0.00	0.00	0.00	350.00
60.670	1.598	0.93	1362.61	0.00	0.00	0.00	350.00
62.268	1.598	0.93	1377.06	0.00	0.00	0.00	350.00

63.866	0.134	0.93	116.52	0.00	0.00	0.00	350.00
64.000	1.598	0.93	1394.00	0.00	0.00	0.00	350.00
65.598	1.598	0.93	1411.00	0.00	0.00	0.00	350.00
67.196	1.598	0.93	1428.01	0.00	0.00	0.00	350.00
68.794	1.598	0.93	1445.01	0.00	0.00	0.00	350.00
70.392	1.598	0.93	1462.01	0.00	0.00	0.00	350.00
71.990	1.598	0.93	1479.01	0.00	0.00	0.00	350.00
73.588	0.704	0.93	656.92	0.00	0.00	0.00	350.00
74.292	1.598	13.58	1497.46	0.00	0.00	0.00	350.00
75.890	0.110	13.58	103.57	0.00	0.00	0.00	350.00
76.000	1.598	13.58	1507.19	0.00	0.00	0.00	350.00
77.598	1.598	13.58	1521.04	0.00	0.00	0.00	350.00
79.196	1.598	13.58	1534.90	0.00	0.00	0.00	350.00
80.794	1.598	13.58	1548.76	0.00	0.00	0.00	350.00
82.392	1.598	13.58	1562.61	0.00	0.00	0.00	350.00
83.990	0.010	13.58	10.01	0.00	0.00	0.00	350.00
84.000	1.598	13.58	1570.81	0.00	0.00	0.00	350.00
85.598	1.598	13.58	1573.18	0.00	0.00	0.00	350.00
87.196	1.598	13.58	1575.54	0.00	0.00	0.00	350.00
88.794	1.598	13.58	1577.91	0.00	0.00	0.00	350.00
90.392	1.420	13.58	1404.16	0.00	0.00	0.00	350.00
91.812	1.598	19.50	1579.35	0.00	0.00	0.00	350.00
93.410	1.598	19.50	1575.69	0.00	0.00	0.00	350.00
95.008	1.598	19.50	1572.02	0.00	0.00	0.00	350.00
96.606	1.394	19.50	1368.63	0.00	0.00	0.00	350.00
98.000	1.598	19.50	1567.23	0.00	0.00	0.00	350.00
99.598	1.598	19.50	1567.74	0.00	0.00	0.00	350.00
101.196	1.598	19.50	1568.25	0.00	0.00	0.00	350.00
102.794	1.598	19.50	1568.76	0.00	0.00	0.00	350.00
104.392	0.385	19.50	378.13	0.00	0.00	0.00	350.00
104.777	1.598	28.74	1564.18	0.00	0.00	0.00	350.00
106.375	1.598	28.74	1554.27	0.00	0.00	0.00	350.00

107.973	1.027	28.74	993.81	0.00	0.00	0.00	350.00
109.000	1.598	28.74	1534.55	0.00	0.00	0.00	350.00
110.598	1.598	28.74	1517.75	0.00	0.00	0.00	350.00
112.196	1.067	28.74	1004.35	0.00	0.00	0.00	350.00
113.263	1.598	11.55	1498.97	0.00	0.00	0.00	350.00
114.861	1.598	11.55	1500.63	0.00	0.00	0.00	350.00
116.459	1.598	11.55	1502.28	0.00	0.00	0.00	350.00
118.057	1.598	11.55	1503.94	0.00	0.00	0.00	350.00
119.655	1.598	11.55	1505.60	0.00	0.00	0.00	350.00
121.253	1.598	11.55	1507.26	0.00	0.00	0.00	350.00
122.851	1.598	11.55	1508.92	0.00	0.00	0.00	350.00
124.449	1.551	11.55	1466.22	0.00	0.00	0.00	350.00
126.000	1.598	11.55	1515.63	0.00	0.00	0.00	350.00
127.598	1.598	11.55	1524.17	0.00	0.00	0.00	350.00
129.196	1.304	11.55	1250.19	0.00	0.00	0.00	350.00
130.500	1.598	10.43	1540.23	0.00	0.00	0.00	350.00
132.098	1.598	10.43	1549.86	0.00	0.00	0.00	350.00
133.696	1.598	10.43	1559.49	0.00	0.00	0.00	350.00
135.294	1.598	10.43	1569.12	0.00	0.00	0.00	350.00
136.892	0.108	10.43	106.53	0.00	0.00	0.00	350.00
137.000	0.444	10.43	438.36	0.00	0.00	0.00	350.00
137.444	1.598	22.99	1575.64	0.00	0.00	0.00	350.00
139.042	1.598	22.99	1572.39	0.00	0.00	0.00	350.00
140.640	1.598	22.99	1569.13	0.00	0.00	0.00	350.00
142.238	1.598	22.99	1565.88	0.00	0.00	0.00	350.00
143.836	1.598	22.99	1562.62	0.00	0.00	0.00	350.00
145.434	0.181	22.99	176.86	0.00	0.00	0.00	350.00
145.615	1.598	28.19	1556.01	0.00	0.00	0.00	350.00
147.213	0.787	28.19	762.62	0.00	0.00	0.00	350.00
148.000	1.598	28.19	1543.20	0.00	0.00	0.00	350.00
149.598	1.598	28.19	1535.91	0.00	0.00	0.00	350.00
151.196	1.598	28.19	1528.62	0.00	0.00	0.00	350.00

152.794	1.598	28.19	1521.33	0.00	0.00	0.00	350.00
154.392	1.598	28.19	1514.04	0.00	0.00	0.00	350.00
155.990	1.598	28.19	1506.75	0.00	0.00	0.00	350.00
157.588	0.412	28.19	387.51	0.00	0.00	0.00	350.00
158.000	0.686	28.19	644.18	0.00	0.00	0.00	350.00
158.686	1.598	42.28	1484.44	0.00	0.00	0.00	350.00
160.284	1.598	42.28	1457.14	0.00	0.00	0.00	350.00
161.882	1.598	42.28	1429.84	0.00	0.00	0.00	350.00
163.480	0.582	42.28	514.34	0.00	0.00	0.00	350.00
164.063	1.598	43.69	1391.35	0.00	0.00	0.00	350.00
165.661	1.598	43.69	1361.58	0.00	0.00	0.00	350.00
167.259	0.741	43.69	621.59	0.00	0.00	0.00	350.00
168.000	1.598	43.69	1319.19	0.00	0.00	0.00	350.00
169.598	1.052	43.69	853.27	0.00	0.00	0.00	350.00
170.650	1.598	44.34	1273.18	0.00	0.00	0.00	350.00
172.248	1.598	44.34	1244.62	0.00	0.00	0.00	350.00
173.846	1.598	44.34	1216.05	0.00	0.00	0.00	350.00
175.444	1.556	44.34	1157.01	0.00	0.00	0.00	350.00
177.000	1.598	44.34	1158.47	0.00	0.00	0.00	350.00
178.598	1.428	44.34	1009.14	0.00	0.00	0.00	350.00
180.026	1.598	44.48	1099.73	0.00	0.00	0.00	350.00
181.624	1.598	44.48	1068.53	0.00	0.00	0.00	350.00
183.222	1.598	44.48	1037.32	0.00	0.00	0.00	350.00
184.820	1.598	44.48	1006.11	0.00	0.00	0.00	350.00
186.418	0.582	44.48	358.73	0.00	0.00	0.00	350.00

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'(^o) : 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) (--)	FS_qFEM (--)	FS_srmFEM (--)
20.455	0.000	106.147	-0.619	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	4.7522455732E+001			
0.078	1.467	1.579							
22.053	0.330	105.071	-0.619	7.4373022061E+001	1.2008854858E-001	4.5562347090E+001			
0.078	1.658	1.517							
22.390	0.504	104.949	-0.585	8.9655212067E+001	2.3106381943E-001	5.9277625070E+001			
0.078	1.661	2.027							
23.988	0.900	103.939	-0.628	2.8988507856E+002	2.4359024575E+000	1.6618130067E+002			
0.078	4.226	1.534							
24.325	0.991	103.733	-0.523	3.4878259162E+002	3.7226690303E+000	1.7152119873E+002			
0.078	4.613	7.439							
25.292	1.365	103.256	-0.464	5.0561116909E+002	7.6061401283E+000	1.7287221553E+002			
0.078	5.073	6.974							
26.000	1.688	102.956	-0.422	6.3355030508E+002	1.1484850304E+001	2.0046014259E+002			
0.078	5.149	6.681							
27.598	2.420	102.283	-0.420	1.0249825894E+003	2.7377239658E+001	2.9115477572E+002			
0.078	4.982	5.994							
27.775	2.503	102.210	-0.438	1.0773900452E+003	2.9922472477E+001	3.0408818959E+002			
0.078	4.948	5.918							
29.373	3.191	101.505	-0.469	1.6761872711E+003	6.4601949115E+001	4.3932790835E+002			
0.078	4.563	5.247							
30.971	3.791	100.712	-0.539	2.4814492785E+003	1.2132318464E+002	5.4121915947E+002			
0.097	4.199	4.677							
32.569	4.254	99.782	-0.566	3.4058833447E+003	1.8856189746E+002	6.0291854166E+002			
0.122	3.982	4.193							

34.167	4.768	98.904	-0.533	4.4083319764E+003	2.6827425049E+002	6.4319259474E+002
0.147	3.765	3.847				
35.765	5.335	98.079	-0.472	5.4614789129E+003	3.5943182662E+002	6.4140772087E+002
0.170	3.586	3.603				
37.363	6.046	97.396	-0.428	6.4582232209E+003	4.5486380352E+002	6.6031990962E+002
0.190	3.509	3.469				
38.000	6.327	97.122	-0.373	6.8883854688E+003	4.9897208733E+002	6.5449171573E+002
0.198	3.501	3.433				
39.598	7.161	96.563	-0.345	7.8524671224E+003	6.0660274075E+002	6.2889985091E+002
0.217	3.562	3.413				
41.196	8.011	96.020	-0.341	8.8983024937E+003	7.3644542942E+002	7.1259605515E+002
0.238	3.723	3.452				
41.391	8.112	95.951	-0.317	9.0384674140E+003	7.5487709522E+002	7.1503952716E+002
0.242	3.751	3.460				
42.989	8.802	95.452	-0.309	1.0120243509E+004	9.0393605556E+002	6.9894022703E+002
0.267	4.027	3.554				
44.587	9.502	94.963	-0.309	1.1272228258E+004	1.0739229070E+003	7.6100231192E+002
0.295	4.428	3.691				
46.185	10.193	94.464	-0.307	1.2552350148E+004	1.2754905267E+003	8.1702946341E+002
0.328	4.993	3.872				
47.783	10.900	93.981	-0.282	1.3883393495E+004	1.4967002627E+003	8.1098033324E+002
0.361	5.670	4.082				
49.380	11.673	93.564	-0.257	1.5144182816E+004	1.7212338561E+003	7.8254882748E+002
0.391	6.343	4.291				
50.000	11.981	93.412	-0.230	1.5627423503E+004	1.8102996622E+003	7.7950058141E+002
0.402	6.600	4.372				
51.598	12.813	93.054	-0.194	1.6870777448E+004	2.0541888549E+003	7.2588394197E+002
0.433	7.103	4.567				
53.196	13.740	92.792	-0.138	1.7947294450E+004	2.2853122765E+003	6.5801293880E+002
0.458	7.173	4.700				
54.794	14.752	92.613	-0.090	1.8973737731E+004	2.5353963901E+003	5.9050651125E+002
0.484	6.762	4.773				
55.876	15.494	92.550	-0.028	1.9574609151E+004	2.6986563298E+003	5.2094356143E+002
0.499	6.275	4.786				
57.474	15.456	92.539	0.018	2.0325704397E+004	2.9306172392E+003	4.2731658650E+002
0.536	5.647	4.762				
59.072	15.500	92.608	0.064	2.0940281095E+004	3.1492464129E+003	3.4496513566E+002
0.569	5.114	4.695				

60.670	15.610	92.744	0.103	2.1428187245E+004	3.3492953493E+003	2.5458076128E+002
0.598	4.684	4.599				
62.268	15.777	92.938	0.132	2.1753902223E+004	3.5135784594E+003	1.8144727354E+002
0.621	4.363	4.487				
63.866	15.979	93.165	0.144	2.2008079200E+004	3.6606842003E+003	1.4290530231E+002
0.639	4.127	4.367				
64.000	15.999	93.187	0.171	2.2027109769E+004	3.6726575322E+003	1.4148266936E+002
0.641	4.110	4.356				
65.598	16.247	93.461	0.183	2.2251994295E+004	3.8141293201E+003	1.3685454536E+002
0.657	3.938	4.222				
67.196	16.533	93.773	0.197	2.2464486690E+004	3.9518228320E+003	1.2698892736E+002
0.672	3.804	4.075				
68.794	16.824	94.091	0.202	2.2657841437E+004	4.0780084398E+003	1.1315541626E+002
0.685	3.678	3.934				
70.392	17.126	94.419	0.211	2.2826122962E+004	4.1935576282E+003	9.5692725848E+001
0.695	3.559	3.800				
71.990	17.445	94.764	0.224	2.2963668253E+004	4.2985217117E+003	7.4631115619E+001
0.704	3.444	3.672				
73.588	17.790	95.134	0.251	2.3064638442E+004	4.3922076033E+003	4.6828590567E+001
0.710	3.330	3.551				
74.292	17.987	95.343	0.277	2.3092529919E+004	4.4323492966E+003	2.9158376978E+001
0.713	3.272	3.491				
75.890	18.030	95.772	0.269	2.3101165612E+004	4.4958194525E+003	-3.9394534420E+000
0.721	3.168	3.383				
76.000	18.034	95.803	0.287	2.3100659791E+004	4.4998071537E+003	-5.7466089438E+000
0.721	3.161	3.375				
77.598	18.108	96.263	0.297	2.3064583117E+004	4.5443788427E+003	-3.1661367362E+001
0.721	3.072	3.276				
79.196	18.211	96.752	0.312	2.2999472422E+004	4.5747403634E+003	-4.8064834134E+001
0.719	2.990	3.181				
80.794	18.334	97.261	0.324	2.2910971492E+004	4.5904856256E+003	-6.1312532044E+001
0.714	2.916	3.091				
82.392	18.475	97.788	0.330	2.2803522142E+004	4.5917186028E+003	-7.1323529812E+001
0.708	2.848	3.005				
83.990	18.618	98.317	0.331	2.2683026809E+004	4.5803697813E+003	-7.8683023508E+001
0.700	2.784	2.925				
84.000	18.619	98.321	0.311	2.2682225097E+004	4.5802743759E+003	-7.8705664024E+001
0.699	2.784	2.925				

85.598	18.730	98.818	0.307	2.2556018172E+004	4.5553097184E+003	-8.1862410719E+001
0.695	2.729	2.853				
87.196	18.827	99.301	0.296	2.2420598937E+004	4.5216142027E+003	-8.8430959134E+001
0.688	2.674	2.787				
88.794	18.904	99.764	0.293	2.2273399421E+004	4.4823938462E+003	-9.8290719077E+001
0.681	2.622	2.728				
90.392	18.993	100.238	0.292	2.2106469129E+004	4.4406788273E+003	-1.1254274616E+002
0.674	2.567	2.671				
91.812	19.057	100.646	0.308	2.1936465430E+004	4.4024958571E+003	-1.2773375295E+002
0.667	2.517	2.623				
93.410	19.013	101.168	0.327	2.1717943471E+004	4.3589504453E+003	-1.4797912126E+002
0.662	2.465	2.571				
95.008	18.970	101.690	0.327	2.1463535193E+004	4.3129754214E+003	-1.6094258682E+002
0.657	2.418	2.523				
96.606	18.926	102.213	0.327	2.1203582965E+004	4.2692453862E+003	-1.6585676253E+002
0.652	2.378	2.484				
98.000	18.888	102.668	0.343	2.0968466539E+004	4.2292813098E+003	-1.7637098211E+002
0.647	2.347	2.454				
99.598	18.894	103.240	0.358	2.0672457043E+004	4.1755941155E+003	-1.8812387388E+002
0.639	2.315	2.426				
101.196	18.900	103.812	0.358	2.0367236667E+004	4.1160581481E+003	-1.9304005024E+002
0.629	2.288	2.405				
102.794	18.906	104.384	0.358	2.0055515438E+004	4.0502477435E+003	-2.0218510606E+002
0.619	2.267	2.391				
104.392	18.912	104.956	0.358	1.9721068145E+004	3.9748697596E+003	-2.1806634769E+002
0.607	2.258	2.383				
104.777	18.914	105.094	0.428	1.9636278357E+004	3.9548479265E+003	-2.2044753544E+002
0.604	2.258	2.383				
106.375	18.748	105.805	0.405	1.9282236782E+004	3.8698428870E+003	-2.2357018955E+002
0.595	2.266	2.382				
107.973	18.454	106.387	0.358	1.8921764704E+004	3.7786008406E+003	-2.2056442123E+002
0.585	2.289	2.384				
109.000	18.249	106.746	0.349	1.8698529123E+004	3.7196740631E+003	-2.1606395767E+002
0.579	2.312	2.386				
110.598	17.930	107.304	0.345	1.8356436939E+004	3.6253706741E+003	-2.0759361389E+002
0.570	2.362	2.389				
112.196	17.599	107.849	0.341	1.8035075413E+004	3.5323632178E+003	-1.9298473481E+002
0.562	2.431	2.389				

113.263	17.377	108.212	0.329	1.7834897738E+004	3.4713907413E+003	-1.7628523943E+002
0.557	2.490	2.386				
114.861	17.563	108.725	0.297	1.7580175448E+004	3.3880475717E+003	-1.3551597814E+002
0.543	2.575	2.375				
116.459	17.674	109.162	0.268	1.7401798778E+004	3.3246270793E+003	-9.9565349642E+001
0.532	2.646	2.356				
118.057	17.765	109.580	0.257	1.7261972015E+004	3.2749368953E+003	-7.7581839113E+001
0.524	2.702	2.328				
119.655	17.843	109.985	0.249	1.7153853006E+004	3.2401807349E+003	-5.8389119991E+001
0.518	2.738	2.292				
121.253	17.909	110.377	0.246	1.7075364742E+004	3.2224368401E+003	-4.5100167923E+001
0.514	2.751	2.249				
122.851	17.976	110.771	0.244	1.7009716232E+004	3.2165991276E+003	-3.8848623507E+001
0.513	2.745	2.201				
124.449	18.036	111.156	0.245	1.6951207438E+004	3.2215049600E+003	-3.6556279274E+001
0.513	2.724	2.152				
126.000	18.103	111.541	0.271	1.6894594206E+004	3.2321894520E+003	-3.8331456980E+001
0.514	2.703	2.103				
127.598	18.245	112.010	0.296	1.6830326302E+004	3.2475488719E+003	-4.0389309381E+001
0.513	2.670	2.046				
129.196	18.398	112.489	0.294	1.6765512985E+004	3.2629522616E+003	-4.1129684488E+001
0.513	2.617	1.992				
130.500	18.506	112.863	0.272	1.6711269975E+004	3.2734645714E+003	-4.3774199586E+001
0.512	2.563	1.952				
132.098	18.626	113.278	0.258	1.6637052694E+004	3.2824817827E+003	-5.0851789790E+001
0.510	2.482	1.908				
133.696	18.741	113.687	0.256	1.6548751447E+004	3.2863144423E+003	-6.2520514936E+001
0.507	2.391	1.869				
135.294	18.856	114.096	0.256	1.6437241791E+004	3.2837821127E+003	-8.4055936812E+001
0.503	2.290	1.835				
136.892	18.971	114.505	0.256	1.6280114942E+004	3.2723609969E+003	-1.1471461691E+002
0.498	2.175	1.804				
137.000	18.979	114.532	0.256	1.6267590173E+004	3.2712157548E+003	-1.1700067577E+002
0.498	2.167	1.802				
137.444	19.010	114.646	0.369	1.6213433950E+004	3.2662003562E+003	-1.2819887554E+002
0.496	2.130	1.794				
139.042	18.972	115.285	0.400	1.5972044669E+004	3.2413802177E+003	-1.6400759482E+002
0.494	2.010	1.767				

140.640	18.933	115.924	0.384	1.5689277907E+004	3.2086978619E+003	-1.8752301140E+002
0.490	1.908	1.740				
142.238	18.842	116.511	0.375	1.5372735108E+004	3.1682915767E+003	-2.0828238344E+002
0.485	1.822	1.716				
143.836	18.775	117.122	0.390	1.5023622942E+004	3.1200559282E+003	-2.2739735464E+002
0.478	1.749	1.692				
145.434	18.733	117.758	0.401	1.4645990121E+004	3.0637789894E+003	-2.5734069250E+002
0.471	1.686	1.669				
145.615	18.734	117.836	0.430	1.4598961805E+004	3.0564010171E+003	-2.6017917624E+002
0.470	1.679	1.666				
147.213	18.565	118.524	0.441	1.4176764649E+004	2.9874500731E+003	-2.8007516953E+002
0.462	1.627	1.642				
148.000	18.508	118.889	0.459	1.3950295175E+004	2.9459524505E+003	-2.8727631868E+002
0.457	1.609	1.630				
149.598	18.383	119.620	0.462	1.3493216184E+004	2.8535585059E+003	-2.8984635254E+002
0.445	1.579	1.606				
151.196	18.273	120.366	0.473	1.3023967847E+004	2.7532689149E+003	-2.9880487752E+002
0.431	1.550	1.583				
152.794	18.183	121.132	0.504	1.2538258078E+004	2.6450402416E+003	-3.2197157383E+002
0.417	1.523	1.562				
154.392	18.170	121.977	0.535	1.1994970707E+004	2.5206897231E+003	-3.4611386430E+002
0.399	1.496	1.543				
155.990	18.178	122.841	0.516	1.1432103978E+004	2.3903011980E+003	-3.3838774336E+002
0.380	1.473	1.527				
157.588	18.107	123.627	0.499	1.0913508714E+004	2.2696095215E+003	-3.5260753144E+002
0.363	1.455	1.517				
158.000	18.104	123.844	0.499	1.0765170304E+004	2.2357496410E+003	-3.5324108893E+002
0.358	1.450	1.515				
158.686	18.067	124.175	0.526	1.0530255211E+004	2.1827649263E+003	-3.4842245828E+002
0.350	1.443	1.513				
160.284	17.484	125.045	0.556	9.9504808064E+003	2.0547129875E+003	-3.7617266773E+002
0.336	1.429	1.511				
161.882	16.938	125.951	0.573	9.3280354174E+003	1.9186490206E+003	-3.9347296571E+002
0.320	1.421	1.513				
163.480	16.409	126.876	0.580	8.6929705502E+003	1.7802188521E+003	-4.0030283198E+002
0.303	1.416	1.517				
164.063	16.220	127.216	0.597	8.4592219171E+003	1.7290626560E+003	-4.0413294820E+002
0.297	1.415	1.519				

165.661	15.655	128.177	0.614	7.8012438865E+003	1.5840537738E+003	-4.2012478902E+002
0.278	1.416	1.526				
167.259	15.129	129.178	0.630	7.1165344212E+003	1.4306532723E+003	-4.3400530917E+002
0.257	1.420	1.536				
168.000	14.894	129.651	0.600	6.7928762375E+003	1.3572163154E+003	-4.2469866339E+002
0.247	1.422	1.541				
169.598	14.299	130.582	0.576	6.1550928994E+003	1.2076378259E+003	-3.9391638439E+002
0.225	1.433	1.553				
170.650	13.889	131.177	0.559	5.7444192191E+003	1.1085907391E+003	-3.8901455513E+002
0.209	1.441	1.562				
172.248	13.215	132.064	0.560	5.1263703929E+003	9.5744749052E+002	-3.9189223762E+002
0.185	1.455	1.579				
173.846	12.556	132.966	0.549	4.4919608521E+003	8.0208568329E+002	-3.8605972813E+002
0.159	1.473	1.599				
175.444	11.847	133.819	0.543	3.8925522913E+003	6.5788956931E+002	-3.8124461291E+002
0.134	1.495	1.623				
177.000	11.188	134.680	0.541	3.2898567161E+003	5.1524797055E+002	-3.8458834222E+002
0.108	1.517	1.648				
178.598	10.472	135.526	0.495	2.6796193736E+003	3.6899930980E+002	-3.5387832132E+002
0.079	1.544	1.679				
180.026	9.729	136.178	0.469	2.2099885637E+003	2.6503275062E+002	-3.2661652623E+002
0.078	1.571	1.709				
181.624	8.926	136.945	0.533	1.6920592873E+003	1.6761721960E+002	-3.2717286209E+002
0.078	1.610	1.751				
183.222	8.294	137.882	0.651	1.1643684946E+003	9.5005414369E+001	-3.2325208492E+002
0.078	1.659	1.805				
184.820	7.867	139.024	0.754	6.5896972967E+002	4.8169195648E+001	-3.1102404038E+002
0.078	1.709	1.860				
186.418	7.566	140.293	0.754	1.7035885543E+002	1.1909704222E+001	-2.9616928996E+002
0.078	1.750	1.904				

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

$\text{Rho}(x) (-)$: fattore mobilizzazione resistenza al taglio verticale interconcio ZhU et al.(2003)

$\text{FS}_\text{qFEM}(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by qFEM

$\text{FS}_\text{srMFEM}(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM 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)
20.455	1.598	2.128	-41.341	-7.372	-15.691	50.088	106.605
22.053	0.337	0.449	-41.341	-16.299	-7.315	50.384	22.611
22.390	1.598	2.128	-41.341	-25.635	-54.561	71.609	152.410
23.988	0.337	0.449	-41.341	-35.058	-15.733	74.452	33.413
24.325	0.967	1.289	-41.341	-41.658	-53.680	354.680	457.034
25.292	0.708	0.943	-41.341	-50.427	-47.541	356.389	335.994
26.000	1.598	2.128	-41.341	-64.331	-136.921	361.595	769.611
27.598	0.177	0.236	-41.341	-75.543	-17.799	366.776	86.415
27.775	1.598	2.120	-41.074	-86.579	-183.522	375.271	795.465
29.373	1.598	2.120	-41.074	-106.606	-225.973	391.333	829.511
30.971	1.598	2.120	-41.074	-126.633	-268.424	398.997	845.757
32.569	1.598	2.120	-41.074	-146.660	-310.875	408.087	865.024
34.167	1.598	2.120	-41.074	-166.686	-353.326	416.427	882.703
35.765	1.598	2.120	-41.074	-186.713	-395.778	419.542	889.305
37.363	0.637	0.845	-41.074	-200.721	-169.704	430.584	364.047
38.000	1.598	2.120	-41.074	-214.728	-455.161	428.431	908.148
39.598	1.598	2.120	-41.074	-234.755	-497.612	444.617	942.458
41.196	0.195	0.258	-41.074	-245.989	-63.551	460.200	118.893
41.391	1.598	1.992	-36.666	-247.726	-493.507	455.041	906.510

42.989	1.598	1.992	-36.666	-265.050	-528.019	469.789	935.889
44.587	1.598	1.992	-36.666	-282.374	-562.531	492.043	980.224
46.185	1.598	1.992	-36.666	-299.698	-597.043	505.885	1007.799
47.783	1.598	1.992	-36.666	-317.022	-631.555	508.227	1012.465
49.380	0.620	0.772	-36.666	-329.042	-254.126	511.896	395.347
50.000	1.598	1.992	-36.666	-340.679	-678.684	521.867	1039.638
51.598	1.598	1.992	-36.666	-357.238	-711.671	512.871	1021.716
53.196	1.598	1.992	-36.666	-373.796	-744.658	526.233	1048.335
54.794	1.082	1.349	-36.666	-387.681	-522.874	519.934	701.246
55.876	1.598	1.598	0.932	13.425	21.455	344.451	550.492
57.474	1.598	1.598	0.932	13.572	21.690	344.770	551.002
59.072	1.598	1.598	0.932	13.719	21.925	345.214	551.713
60.670	1.598	1.598	0.932	13.866	22.160	346.070	553.080
62.268	1.598	1.598	0.932	14.013	22.395	346.481	553.737
63.866	0.134	0.134	0.932	14.092	1.895	346.596	46.605
64.000	1.598	1.598	0.932	14.185	22.670	346.616	553.952
65.598	1.598	1.598	0.932	14.358	22.947	346.706	554.097
67.196	1.598	1.598	0.932	14.531	23.223	346.981	554.537
68.794	1.598	1.598	0.932	14.704	23.500	347.236	554.943
70.392	1.598	1.598	0.932	14.877	23.776	347.489	555.348
71.990	1.598	1.598	0.932	15.050	24.053	347.759	555.779
73.588	0.704	0.704	0.932	15.175	10.683	347.820	244.873
74.292	1.598	1.644	13.583	213.927	351.683	328.683	540.337
75.890	0.110	0.114	13.583	214.302	24.324	330.603	37.525
76.000	1.598	1.644	13.583	215.316	353.968	335.030	550.771
77.598	1.598	1.644	13.583	217.296	357.222	339.803	558.617
79.196	1.598	1.644	13.583	219.275	360.476	344.712	566.686
80.794	1.598	1.644	13.583	221.255	363.730	349.586	574.699
82.392	1.598	1.644	13.583	223.234	366.984	353.812	581.646
83.990	0.010	0.010	13.583	224.230	2.350	355.027	3.721
84.000	1.598	1.644	13.583	224.405	368.909	358.384	589.163
85.598	1.598	1.644	13.583	224.743	369.465	361.317	593.984

87.196	1.598	1.644	13.583	225.081	370.020	363.172	597.034
88.794	1.598	1.644	13.583	225.419	370.575	364.010	598.412
90.392	1.420	1.461	13.583	225.738	329.770	364.431	532.380
91.812	1.598	1.695	19.501	311.014	527.234	370.160	627.498
93.410	1.598	1.695	19.501	310.291	526.009	371.284	629.405
95.008	1.598	1.695	19.501	309.569	524.784	370.245	627.643
96.606	1.394	1.479	19.501	308.892	456.888	371.205	549.055
98.000	1.598	1.695	19.501	308.627	523.188	374.855	635.458
99.598	1.598	1.695	19.501	308.727	523.358	377.563	640.048
101.196	1.598	1.695	19.501	308.827	523.527	380.467	644.972
102.794	1.598	1.695	19.501	308.928	523.697	384.897	652.481
104.392	0.385	0.409	19.501	308.990	126.231	388.463	158.698
104.777	1.598	1.823	28.744	412.727	752.212	402.730	733.993
106.375	1.598	1.823	28.744	410.111	747.445	406.599	741.044
107.973	1.027	1.171	28.744	407.963	477.922	406.868	476.640
109.000	1.598	1.823	28.744	404.907	737.960	408.498	744.505
110.598	1.598	1.823	28.744	400.475	729.883	407.694	743.040
112.196	1.067	1.217	28.744	396.780	482.988	406.629	494.977
113.263	1.598	1.631	11.550	184.015	300.127	374.053	610.077
114.861	1.598	1.631	11.550	184.219	300.459	368.303	600.699
116.459	1.598	1.631	11.550	184.422	300.791	364.341	594.236
118.057	1.598	1.631	11.550	184.626	301.123	360.031	587.206
119.655	1.598	1.631	11.550	184.830	301.455	355.121	579.199
121.253	1.598	1.631	11.550	185.033	301.787	351.685	573.594
122.851	1.598	1.631	11.550	185.237	302.119	348.584	568.537
124.449	1.551	1.583	11.550	185.438	293.570	346.823	549.063
126.000	1.598	1.631	11.550	186.061	303.463	345.567	563.617
127.598	1.598	1.631	11.550	187.109	305.173	345.555	563.596
129.196	1.304	1.331	11.550	188.061	250.317	346.282	460.916
130.500	1.598	1.625	10.427	171.567	278.761	347.639	564.842
132.098	1.598	1.625	10.427	172.640	280.504	348.996	567.048
133.696	1.598	1.625	10.427	173.713	282.248	350.663	569.756

135.294	1.598	1.625	10.427	174.786	283.991	352.991	573.538
136.892	0.108	0.110	10.427	175.358	19.281	354.432	38.971
137.000	0.444	0.452	10.427	175.544	79.337	354.722	160.317
137.444	1.598	1.736	22.992	354.550	615.450	363.130	630.343
139.042	1.598	1.736	22.992	353.818	614.179	367.289	637.563
140.640	1.598	1.736	22.992	353.086	612.908	371.375	644.656
142.238	1.598	1.736	22.992	352.354	611.637	375.517	651.845
143.836	1.598	1.736	22.992	351.622	610.366	379.771	659.229
145.434	0.181	0.197	22.992	351.214	69.083	384.444	75.619
145.615	1.598	1.813	28.189	405.423	735.029	392.235	711.120
147.213	0.787	0.893	28.189	403.627	360.246	401.634	358.468
148.000	1.598	1.813	28.189	402.084	728.976	406.595	737.154
149.598	1.598	1.813	28.189	400.185	725.533	411.432	745.923
151.196	1.598	1.813	28.189	398.286	722.089	416.295	754.739
152.794	1.598	1.813	28.189	396.386	718.646	426.170	772.643
154.392	1.598	1.813	28.189	394.487	715.202	429.868	779.349
155.990	1.598	1.813	28.189	392.587	711.758	423.929	768.580
157.588	0.412	0.468	28.189	391.393	183.052	430.400	201.296
158.000	0.686	0.779	28.189	390.740	304.299	425.556	331.413
158.686	1.598	2.160	42.275	462.379	998.567	443.769	958.377
160.284	1.598	2.160	42.275	453.875	980.201	449.636	971.048
161.882	1.598	2.160	42.275	445.371	961.836	451.369	974.790
163.480	0.582	0.787	42.275	439.569	345.989	452.782	356.389
164.063	1.598	2.210	43.687	434.894	961.036	456.557	1008.907
165.661	1.598	2.210	43.687	425.588	940.472	462.723	1022.533
167.259	0.741	1.025	43.687	418.777	429.349	466.313	478.085
168.000	1.598	2.210	43.687	412.338	911.191	459.915	1016.327
169.598	1.052	1.454	43.687	405.240	589.372	460.588	669.868
170.650	1.598	2.234	44.338	398.271	889.812	461.152	1030.300
172.248	1.598	2.234	44.338	389.335	869.849	464.254	1037.231
173.846	1.598	2.234	44.338	380.399	849.885	456.043	1018.886
175.444	1.556	2.176	44.338	371.580	808.618	457.696	996.022

177.000	1.598	2.234	44.338	362.387	809.642	457.552	1022.258
178.598	1.428	1.997	44.338	353.221	705.277	435.551	869.667
180.026	1.598	2.240	44.480	344.049	770.542	421.647	944.334
181.624	1.598	2.240	44.480	334.285	748.674	403.405	903.477
183.222	1.598	2.240	44.480	324.521	726.807	384.447	861.019
184.820	1.598	2.240	44.480	314.757	704.940	376.668	843.597
186.418	0.582	0.816	44.480	308.097	251.351	374.047	305.154

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

Report elaborazioni

SSAP 5.0.2 - Slope Stability Analysis Program (1991,2021)

WWW.SSAP.EU

Build No. 12007

BY

Dr. Geol. LORENZO BORSELLI *,**

*UASLP, San Luis Potosi, Mexico

e-mail: lborselli@gmail.com

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

** Gia' Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011

Ultima Revisione struttura tabelle del report: 21 Febbraio 2021

File report: C:\Users\giuli\Desktop\11geotek+\ssap models\BOR-It_report.txt

Data: 15/1/2022

Localita' :

Descrizione:

Modello pendio: p1-Long.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	103.00	0.00	101.00	0.00	99.00	-	-
26.00	107.00	26.00	105.00	26.00	103.00	-	-
38.00	111.00	38.00	109.00	38.00	107.00	-	-
50.00	115.00	50.00	113.00	50.00	111.00	-	-
64.00	119.00	64.00	117.00	64.00	115.00	-	-
76.00	123.00	76.00	121.00	76.00	119.00	-	-
84.00	127.00	84.00	125.00	84.00	123.00	-	-
98.00	131.00	98.00	129.00	98.00	127.00	-	-
109.00	135.00	109.00	133.00	109.00	131.00	-	-
126.00	139.00	126.00	137.00	126.00	135.00	-	-
137.00	143.00	137.00	141.00	137.00	139.00	-	-
148.00	147.00	148.00	145.00	148.00	143.00	-	-
158.00	151.00	158.00	149.00	158.00	147.00	-	-
168.00	155.00	168.00	153.00	168.00	151.00	-	-
177.00	159.00	177.00	157.00	177.00	155.00	-	-
187.00	163.00	187.00	161.00	187.00	159.00	-	-
198.00	167.00	198.00	165.00	198.00	163.00	-	-

210.00	171.00	210.00	169.00	210.00	167.00	-	-
222.00	175.00	222.00	173.00	222.00	171.00	-	-
237.00	179.00	237.00	177.00	237.00	175.00	-	-
250.00	183.00	250.00	181.00	250.00	179.00	-	-

---- SUP FALDA -----

X Y (in m)

0.00	98.00
26.00	102.00
38.00	106.00
50.00	110.00
64.00	114.00
76.00	118.00
84.00	122.00
98.00	126.00
109.00	130.00
126.00	134.00
137.00	138.00
148.00	142.00
158.00	146.00
168.00	150.00
177.00	154.00
187.00	158.00
198.00	162.00
210.00	166.00
222.00	170.00
237.00	174.00
250.00	178.00

----- GESTIONE ACQUIFERI -----

Strati esclusi da acquifero:

Esclusione sovraccarico pendio sommerso: NON ATTIVATA

EFFETTO TENSION CRACK IN TESTA RIEMPITO DI ACQUA: ----> DISATTIVATO

In caso di superfici con tension crack in testa, la frattura di tensione

puo' venir viene considerata completamente riempita di acqua per la sua intera profondita'.

Viene quindi considerato una forza in testa, prodotta dalla pressione idrostatica.

La forza applicata ha un effetto destabilizzante aggiuntivo alle altre forze

destabilizzanti agenti.

Peso unitario fluido (kN/m^3): 9.81

Parametri funzione dissipazione superficiale pressione dei fluidi:

Coefficiente A 0

Coefficiente K 0.000800

Pressione minima fluidi Uo_Min (kPa) 0.01

Coefficiente di soprapressione oltre pressione hidrostatica 1.00

Limitazione dissipazione a Pressione Idrostatica = ATTIVA

STABILITE CONDIZIONI PER LA VERIFICA CON SOVRAPPRESSIONE ACQUIFERI CON DISSIPAZIONE IN DIREZIONE DELLA SUPERFICIE

CALCOLO EFFETTO DI FILTRAZIONE NON ATTIVATO

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

	fi`	C`	Cu	Gamm	Gamm_sat	STR_IDX	sgci	GSI	mi	D
STRATO 1	9.00	5.00	0.00	18.00	19.00	0.532	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 2	13.00	7.00	0.00	19.00	20.00	0.810	0.00	0.00	0.00	0.00
STRATO 3	35.00	35.00	0.00	20.00	21.00	4.262	0.00	0.00	0.00	0.00

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 (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)
Fattore di riduzione NTC2018: gammaPHI=1.25 e gammaC=1.25 - DISATTIVATO (solo per ROCCE)

Uso 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: RANDOM SEARCH - Siegel (1981)

FILTRAGGIO SUPERFICI : ATTIVATO

COORDINATE X1,X2,Y OSTACOLO : 0.00 0.00 0.00

LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI (m)*: 10.0 (+/-) 50%

INTERVALLO ASCISSE RANDOM STARTING POINT (Xmin .. Xmax): 5.00 230.00

LIVELLO MINIMO CONSIDERATO (Ymin): 23.40

INTERVALLO ASCISSE AMMESSO PER LA TERMINAZIONE (Xmin .. Xmax): 30.00 245.00

TOTALE SUPERFICI GENERATE : 10000

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

di uso del motore di ricerca NEW RANOM SEARCH

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

METODO DI CALCOLO : BORSELLI (Borselli, 2016)

METODO DI ESPLORAZIONE CAMPO VALORI (lambda0,Fs0) ADOTTATO : A (rapido)

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kh : 0.0000

COEFFICIENTE SISMICO UTILIZZATO Kv (assunto Positivo): 0.0000

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 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 Fs *

Fattore di sicurezza (FS) 0.9521 - Min. - X Y Lambda= 0.2858

157.67 150.87

163.51 151.54

171.83 154.86

181.06 158.97

183.04 160.81

183.04 161.42

Fattore di sicurezza (FS) 0.9576 - N.2 -- X Y Lambda= 0.3194

144.56 145.75

152.81 145.80

160.17 148.84

170.99 152.75

180.05 156.31

192.69 162.00

197.27 166.22

197.27 166.73

Fattore di sicurezza (FS) 0.9589 - N.3 -- X Y Lambda= 0.3126

148.75 147.30
159.19 147.50
166.68 150.49
171.67 152.98
181.04 157.19
195.46 162.44
201.35 167.53
201.35 168.12

Fattore di sicurezza (FS) 0.9591 - N.4 -- X Y Lambda= 0.2714

151.69 148.48
160.77 150.11
172.12 154.94
178.81 158.22
186.66 162.28
186.66 162.86

Fattore di sicurezza (FS) 0.9596 - N.5 -- X Y Lambda= 0.2945

146.06 146.29
162.07 148.95
179.85 156.41
187.09 159.39
195.34 162.73
204.75 167.52
207.77 169.75
207.77 170.26

Fattore di sicurezza (FS) 0.9662 - N.6 -- X Y Lambda= 0.3034

152.48 148.79

165.13 149.88
180.29 156.69
187.23 159.95
191.67 164.19
191.67 164.70

Fattore di sicurezza (FS) 0.9678 - N.7 -- X Y Lambda= 0.2958

150.48 147.99
157.35 148.69
162.77 151.26
167.45 153.12
176.72 156.80
185.65 161.71
186.34 162.18
186.34 162.74

Fattore di sicurezza (FS) 0.9701 - N.8 -- X Y Lambda= 0.3089

150.58 148.03
158.30 148.60
165.30 150.57
169.01 151.96
173.76 153.95
177.75 155.36
183.56 158.85
189.53 163.38
189.53 163.92

Fattore di sicurezza (FS) 0.9711 - N.9 -- X Y Lambda= 0.3332

148.24 147.09

164.07 149.78
 177.07 155.05
 184.87 160.19
 189.25 163.30
 189.25 163.82

Fattore di sicurezza (FS) 0.9731 - N.10 -- X Y Lambda= 0.3071

144.26 145.64
 150.28 145.90
 159.93 149.89
 166.83 153.12
 176.87 156.59
 183.19 160.96
 183.19 161.48

----- 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	0.952	241.5	253.6	-62.9	Deficit
2	0.958	1007.3	1051.8	-254.9	Deficit
3	0.959	1053.7	1098.8	-264.9	Deficit
4	0.959	325.6	339.5	-81.8	Deficit
5	0.960	1124.7	1172.1	-281.8	Deficit
6	0.966	735.4	761.1	-178.0	Deficit
7	0.968	358.1	370.1	-85.9	Deficit
8	0.970	683.3	704.4	-161.9	Deficit
9	0.971	696.6	717.3	-164.2	Deficit
10	0.973	411.4	422.8	-96.0	Deficit

Esito analisi: DEFICIT di RESISTENZA!

Valore massimo di DEFICIT di RESISTENZA(kN/m): -281.8

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

TABELLA PARAMETRI CONCI DELLA SUPERFICIE INDIVIDUATA CON MINOR FS

X (m)	dx (m)	alpha (°)	W (kN/m)	ru (-)	U (kPa)	phi' (°)	(c',Cu) (kPa)
157.672	0.283	6.57	0.21	0.00	0.00	9.00	5.00
157.955	0.045	6.57	0.07	0.00	0.00	9.00	5.00
158.000	0.283	6.57	0.68	0.00	0.00	9.00	5.00
158.283	0.283	6.57	1.09	0.00	0.00	9.00	5.00
158.566	0.283	6.57	1.50	0.00	0.00	9.00	5.00
158.849	0.283	6.57	1.91	0.00	0.00	9.00	5.00
159.132	0.283	6.57	2.32	0.00	0.00	9.00	5.00
159.415	0.283	6.57	2.73	0.00	0.00	9.00	5.00
159.698	0.283	6.57	3.15	0.00	0.00	9.00	5.00
159.981	0.283	6.57	3.56	0.00	0.00	9.00	5.00
160.264	0.283	6.57	3.97	0.00	0.00	9.00	5.00
160.547	0.283	6.57	4.38	0.00	0.00	9.00	5.00
160.830	0.283	6.57	4.79	0.00	0.00	9.00	5.00

161.113	0.283	6.57	5.20	0.00	0.00	9.00	5.00
161.396	0.283	6.57	5.61	0.00	0.00	9.00	5.00
161.680	0.283	6.57	6.02	0.00	0.00	9.00	5.00
161.963	0.283	6.57	6.43	0.00	0.00	9.00	5.00
162.246	0.283	6.57	6.84	0.00	0.00	9.00	5.00
162.529	0.283	6.57	7.25	0.00	0.00	9.00	5.00
162.812	0.283	6.57	7.66	0.00	0.00	9.00	5.00
163.095	0.283	6.57	8.07	0.00	0.00	9.00	5.00
163.378	0.135	6.57	3.99	0.00	0.00	9.00	5.00
163.513	0.283	21.74	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
163.796	0.283	21.74	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
164.079	0.283	21.74	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
164.362	0.283	21.74	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
164.645	0.283	21.74	8.48	0.00	0.00	9.00	5.00
164.928	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
165.211	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
165.494	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
165.777	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
166.060	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
166.343	0.283	21.74	8.49	0.00	0.00	9.00	5.00
166.626	0.283	21.74	8.50	0.00	0.00	9.00	5.00
166.909	0.283	21.74	8.50	0.00	0.00	9.00	5.00
167.192	0.283	21.74	8.50	0.00	0.00	9.00	5.00
167.475	0.283	21.74	8.50	0.00	0.00	9.00	5.00
167.758	0.242	21.74	7.27	0.00	0.00	9.00	5.00
168.000	0.283	21.74	8.54	0.00	0.00	9.00	5.00
168.283	0.283	21.74	8.60	0.00	0.00	9.00	5.00
168.566	0.283	21.74	8.67	0.00	0.00	9.00	5.00
168.849	0.283	21.74	8.74	0.00	0.00	9.00	5.00
169.132	0.283	21.74	8.80	0.00	0.00	9.00	5.00
169.415	0.283	21.74	8.87	0.00	0.00	9.00	5.00
169.698	0.283	21.74	8.93	0.00	0.00	9.00	5.00

169.981	0.283	21.74	9.00	0.00	0.00	9.00	5.00
170.264	0.283	21.74	9.07	0.00	0.00	9.00	5.00
170.547	0.283	21.74	9.13	0.00	0.00	9.00	5.00
170.830	0.283	21.74	9.20	0.00	0.00	9.00	5.00
171.113	0.283	21.74	9.26	0.00	0.00	9.00	5.00
171.396	0.283	21.74	9.33	0.00	0.00	9.00	5.00
171.680	0.153	21.74	5.08	0.00	0.00	9.00	5.00
171.833	0.283	24.05	9.40	0.00	0.00	9.00	5.00
172.116	0.283	24.05	9.40	0.00	0.00	9.00	5.00
172.399	0.283	24.05	9.39	0.00	0.00	9.00	5.00
172.682	0.283	24.05	9.39	0.00	0.00	9.00	5.00
172.965	0.283	24.05	9.39	0.00	0.00	9.00	5.00
173.248	0.283	24.05	9.38	0.00	0.00	9.00	5.00
173.531	0.283	24.05	9.38	0.00	0.00	9.00	5.00
173.814	0.283	24.05	9.38	0.00	0.00	9.00	5.00
174.097	0.283	24.05	9.38	0.00	0.00	9.00	5.00
174.380	0.283	24.05	9.37	0.00	0.00	9.00	5.00
174.663	0.283	24.05	9.37	0.00	0.00	9.00	5.00
174.946	0.283	24.05	9.37	0.00	0.00	9.00	5.00
175.229	0.283	24.05	9.37	0.00	0.00	9.00	5.00
175.512	0.283	24.05	9.36	0.00	0.00	9.00	5.00
175.795	0.283	24.05	9.36	0.00	0.00	9.00	5.00
176.078	0.283	24.05	9.36	0.00	0.00	9.00	5.00
176.361	0.283	24.05	9.36	0.00	0.00	9.00	5.00
176.644	0.283	24.05	9.35	0.00	0.00	9.00	5.00
176.927	0.073	24.05	2.40	0.00	0.00	9.00	5.00
177.000	0.283	24.05	9.32	0.00	0.00	9.00	5.00
177.283	0.283	24.05	9.25	0.00	0.00	9.00	5.00
177.566	0.283	24.05	9.19	0.00	0.00	9.00	5.00
177.849	0.283	24.05	9.12	0.00	0.00	9.00	5.00
178.132	0.283	24.05	9.05	0.00	0.00	9.00	5.00
178.415	0.283	24.05	8.99	0.00	0.00	9.00	5.00

178.698	0.283	24.05	8.92	0.00	0.00	9.00	5.00
178.981	0.283	24.05	8.85	0.00	0.00	9.00	5.00
179.264	0.283	24.05	8.79	0.00	0.00	9.00	5.00
179.547	0.283	24.05	8.72	0.00	0.00	9.00	5.00
179.830	0.283	24.05	8.65	0.00	0.00	9.00	5.00
180.113	0.283	24.05	8.59	0.00	0.00	9.00	5.00
180.396	0.283	24.05	8.52	0.00	0.00	9.00	5.00
180.680	0.283	24.05	8.45	0.00	0.00	9.00	5.00
180.963	0.094	24.05	2.78	0.00	0.00	9.00	5.00
181.056	0.283	42.74	8.02	0.00	0.00	9.00	5.00
181.339	0.283	42.74	7.26	0.00	0.00	9.00	5.00
181.622	0.283	42.74	6.51	0.00	0.00	9.00	5.00
181.905	0.283	42.74	5.75	0.00	0.00	9.00	5.00
182.188	0.283	42.74	5.00	0.00	0.00	9.00	5.00
182.471	0.283	42.74	4.24	0.00	0.00	9.00	5.00
182.754	0.283	42.74	3.48	0.00	0.00	9.00	5.00

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_srmFEM
(m)	(m)	(m)	(--)	(kN/m)	(kN/m)	(kN)	(--)	(--)	(--)
157.672	0.000	150.869	0.187	0.0000000000E+000	0.0000000000E+000	2.2566753004E+001			
0.307	6.691	1.350							
157.955	0.024	150.925	0.187	3.8113150551E+000	3.2442782683E-001	4.3645769032E+000			
0.307	6.714	1.288							
158.000	0.024	150.930	0.153	3.9429599857E+000	3.3509016280E-001	3.1415181111E+000			
0.292	6.991	1.224							
158.283	0.036	150.976	0.177	5.2423449749E+000	4.7032459137E-001	5.0281085992E+000			
0.263	10.825	0.851							
158.566	0.059	151.030	0.199	6.7892666581E+000	7.1235314061E-001	5.5695504856E+000			
0.289	11.165	0.679							
158.849	0.084	151.088	0.207	8.3951505272E+000	1.0458114196E+000	5.7245705337E+000			
0.331	7.403	0.610							
159.132	0.111	151.148	0.212	1.0029825804E+001	1.4548891261E+000	5.7964049881E+000			
0.378	4.816	0.582							
159.415	0.138	151.208	0.224	1.1676373649E+001	1.9112816830E+000	6.1164290937E+000			
0.420	3.463	0.572							
159.698	0.172	151.274	0.226	1.3492207850E+001	2.4171642787E+000	6.1441779321E+000			
0.458	2.706	0.563							
159.981	0.201	151.336	0.218	1.5154463730E+001	2.9388249751E+000	5.9133579703E+000			
0.492	2.191	0.570							
160.264	0.231	151.398	0.222	1.6839635598E+001	3.5084236589E+000	5.9943153291E+000			
0.525	1.831	0.586							
160.547	0.262	151.462	0.226	1.8547719738E+001	4.1254906703E+000	6.0752464393E+000			
0.559	1.575	0.610							
160.830	0.293	151.526	0.229	2.0278705009E+001	4.7906653182E+000	6.1559925955E+000			
0.592	1.390	0.641							
161.113	0.326	151.591	0.233	2.2032497852E+001	5.5042414599E+000	6.2361330050E+000			
0.625	1.252	0.678							
161.396	0.360	151.658	0.236	2.3808848925E+001	6.2646796186E+000	6.3150682185E+000			
0.657	1.149	0.720							
161.680	0.394	151.725	0.248	2.5607325335E+001	7.0679544899E+000	6.6282129288E+000			
0.689	1.070	0.767							
161.963	0.435	151.798	0.258	2.7560941052E+001	7.9625340106E+000	6.8173017564E+000			
0.724	1.013	0.818							
162.246	0.475	151.871	0.258	2.9466456675E+001	8.8507118762E+000	6.5106963710E+000			
0.754	0.986	0.869							

162.529	0.515	151.944	0.260	3.1246509523E+001	9.7011855673E+000	5.9684957017E+000
0.778	0.981	0.917				
162.812	0.557	152.018	0.267	3.2845096735E+001	1.0489809825E+001	5.2342391749E+000
0.798	0.995	0.958				
163.095	0.601	152.095	0.276	3.4209502385E+001	1.1193851567E+001	4.3191423631E+000
0.811	1.028	0.991				
163.378	0.648	152.175	0.269	3.5290072512E+001	1.1794652222E+001	3.0579546628E+000
0.819	1.082	1.015				
163.513	0.665	152.207	0.306	3.5653464943E+001	1.2022300905E+001	2.4634964955E+000
0.820	1.119	1.022				
163.796	0.648	152.302	0.343	3.6212447363E+001	1.2463003813E+001	1.5033315344E+000
0.844	1.189	1.031				
164.079	0.634	152.401	0.363	3.6504469350E+001	1.2807534921E+001	6.4757123891E-001
0.865	1.249	1.034				
164.362	0.628	152.508	0.387	3.6579023841E+001	1.3057573891E+001	-2.9237824194E-002
0.881	1.296	1.033				
164.645	0.628	152.621	0.408	3.6487918432E+001	1.3221184088E+001	-5.1859895594E-001
0.893	1.324	1.030				
164.928	0.633	152.739	0.424	3.6285455864E+001	1.3311197809E+001	-8.0655458202E-001
0.901	1.329	1.027				
165.211	0.642	152.860	0.415	3.6031344823E+001	1.3341825551E+001	-8.6942272324E-001
0.905	1.308	1.025				
165.494	0.642	152.974	0.400	3.5793293921E+001	1.3315012605E+001	-8.2867724499E-001
0.906	1.282	1.026				
165.777	0.643	153.087	0.400	3.5562248040E+001	1.3262007090E+001	-8.0830268080E-001
0.904	1.260	1.029				
166.060	0.643	153.200	0.403	3.5335730750E+001	1.3195192716E+001	-8.0190824499E-001
0.902	1.239	1.034				
166.343	0.645	153.315	0.406	3.5108304625E+001	1.3123215134E+001	-8.0282803124E-001
0.899	1.221	1.040				
166.626	0.647	153.430	0.405	3.4881266663E+001	1.3053797435E+001	-8.0030016332E-001
0.897	1.203	1.048				
166.909	0.648	153.544	0.403	3.4655271511E+001	1.2991801900E+001	-7.9912795380E-001
0.895	1.186	1.056				
167.192	0.649	153.658	0.401	3.4428897113E+001	1.2939286339E+001	-8.0279587418E-001
0.893	1.169	1.064				
167.475	0.650	153.771	0.400	3.4200825628E+001	1.2896782396E+001	-8.1121245013E-001
0.892	1.152	1.073				

167.758	0.650	153.884	0.399	3.3969686783E+001	1.2863679379E+001	-8.2197593575E-001
0.892	1.134	1.083				
168.000	0.650	153.980	0.402	3.3769766493E+001	1.2841752367E+001	-8.4386539979E-001
0.893	1.117	1.092				
168.283	0.652	154.095	0.409	3.3525182065E+001	1.2819883230E+001	-8.8448311402E-001
0.890	1.095	1.103				
168.566	0.656	154.212	0.415	3.3269079179E+001	1.2799068994E+001	-9.2740502773E-001
0.887	1.072	1.114				
168.849	0.661	154.330	0.421	3.3000197557E+001	1.2775687504E+001	-9.7414329863E-001
0.883	1.048	1.126				
169.132	0.668	154.450	0.426	3.2717637118E+001	1.2746240489E+001	-1.0235056174E+000
0.880	1.022	1.138				
169.415	0.677	154.572	0.429	3.2420812524E+001	1.2707754960E+001	-1.0696728370E+000
0.876	0.997	1.150				
169.698	0.685	154.693	0.426	3.2112117791E+001	1.2658303593E+001	-1.1047503442E+000
0.872	0.972	1.160				
169.981	0.692	154.813	0.436	3.1795436557E+001	1.2597136284E+001	-1.1790564362E+000
0.867	0.949	1.169				
170.264	0.707	154.940	0.438	3.1444678707E+001	1.2516068539E+001	-1.2560121243E+000
0.861	0.927	1.176				
170.547	0.714	155.061	0.421	3.1084434474E+001	1.2422884857E+001	-1.2990033525E+000
0.854	0.908	1.181				
170.830	0.720	155.179	0.417	3.0709340192E+001	1.2318109771E+001	-1.3652720258E+000
0.846	0.892	1.184				
171.113	0.725	155.297	0.417	3.0311582655E+001	1.2200860278E+001	-1.4576023743E+000
0.838	0.879	1.186				
171.396	0.730	155.415	0.417	2.9884222102E+001	1.2069822062E+001	-1.5730324896E+000
0.829	0.869	1.186				
171.680	0.735	155.533	0.417	2.9421122001E+001	1.1923314046E+001	-1.6475807236E+000
0.820	0.861	1.185				
171.833	0.738	155.597	0.416	2.9167803718E+001	1.1842125838E+001	-1.7606049002E+000
0.814	0.857	1.184				
172.116	0.729	155.714	0.421	2.8613601988E+001	1.1661264880E+001	-2.0631774844E+000
0.807	0.850	1.180				
172.399	0.724	155.835	0.433	2.7999882278E+001	1.1453197817E+001	-2.2574556705E+000
0.799	0.842	1.176				
172.682	0.722	155.959	0.446	2.7335703747E+001	1.1218045886E+001	-2.4201766348E+000
0.788	0.834	1.170				

172.965	0.724	156.087	0.459	2.6629871116E+001	1.0957179771E+001	-2.5522292587E+000
0.777	0.825	1.161				
173.248	0.729	156.219	0.469	2.5890940368E+001	1.0673369932E+001	-2.6421625383E+000
0.763	0.816	1.151				
173.531	0.737	156.353	0.459	2.5134198396E+001	1.0373316739E+001	-2.5921430684E+000
0.749	0.806	1.138				
173.814	0.736	156.479	0.445	2.4423582620E+001	1.0082204927E+001	-2.5062365198E+000
0.734	0.796	1.124				
174.097	0.736	156.605	0.445	2.3715470541E+001	9.7872739247E+000	-2.4980605877E+000
0.719	0.787	1.109				
174.380	0.736	156.731	0.445	2.3009482988E+001	9.4898185052E+000	-2.4911157909E+000
0.703	0.779	1.092				
174.663	0.736	156.857	0.445	2.2305302213E+001	9.1904690564E+000	-2.4851992851E+000
0.687	0.771	1.074				
174.946	0.735	156.983	0.445	2.1602663870E+001	8.8891559895E+000	-2.4801670444E+000
0.671	0.764	1.056				
175.229	0.735	157.109	0.446	2.0901331740E+001	8.5851444438E+000	-2.6002295347E+000
0.654	0.758	1.037				
175.512	0.735	157.236	0.447	2.0130728543E+001	8.2471604888E+000	-2.6785912837E+000
0.634	0.752	1.017				
175.795	0.735	157.362	0.446	1.9385037473E+001	7.9189051588E+000	-2.5821839069E+000
0.615	0.746	0.998				
176.078	0.735	157.488	0.446	1.8669008467E+001	7.6044932902E+000	-2.4793995753E+000
0.596	0.742	0.982				
176.361	0.735	157.614	0.446	1.7981501448E+001	7.3046351744E+000	-2.3792745660E+000
0.578	0.739	0.967				
176.644	0.735	157.740	0.439	1.7322151107E+001	7.0196084163E+000	-2.2791819675E+000
0.560	0.737	0.954				
176.927	0.731	157.863	0.415	1.6691304406E+001	6.7492320804E+000	-1.9929955957E+000
0.544	0.735	0.943				
177.000	0.723	157.888	0.383	1.6551008134E+001	6.6896235619E+000	-1.9862108475E+000
0.540	0.735	0.941				
177.283	0.708	157.999	0.399	1.5929568692E+001	6.4244975567E+000	-2.2194797108E+000
0.526	0.734	0.931				
177.566	0.696	158.113	0.411	1.5294607286E+001	6.1522004863E+000	-2.2643987091E+000
0.511	0.734	0.920				
177.849	0.688	158.232	0.426	1.4647740142E+001	5.8723402655E+000	-2.3039680918E+000
0.495	0.733	0.910				

178.132	0.685	158.354	0.441	1.3990379339E+001	5.5843430331E+000	-2.3393655099E+000
0.478	0.733	0.899				
178.415	0.686	158.481	0.456	1.3323474461E+001	5.2872450589E+000	-2.3614225312E+000
0.459	0.733	0.887				
178.698	0.690	158.612	0.440	1.2653627642E+001	4.9817839427E+000	-2.2168000345E+000
0.440	0.733	0.874				
178.981	0.682	158.731	0.416	1.2068590521E+001	4.7035910849E+000	-2.0314186030E+000
0.421	0.735	0.863				
179.264	0.673	158.848	0.429	1.1503684236E+001	4.4187738084E+000	-2.0372466672E+000
0.402	0.737	0.854				
179.547	0.672	158.973	0.436	1.0915347971E+001	4.0857208150E+000	-2.0779897316E+000
0.377	0.740	0.847				
179.830	0.667	159.094	0.423	1.0327377894E+001	3.7398465981E+000	-2.1582651793E+000
0.350	0.739	0.844				
180.113	0.659	159.212	0.416	9.6935993833E+000	3.3784050693E+000	-2.3806575552E+000
0.322	0.736	0.845				
180.396	0.650	159.330	0.418	8.9797376526E+000	2.9984571734E+000	-2.6982965439E+000
0.291	0.732	0.851				
180.680	0.643	159.449	0.430	8.1661503822E+000	2.6025636712E+000	-3.0662642444E+000
0.258	0.727	0.864				
180.963	0.641	159.573	0.432	7.2439898648E+000	2.2013769599E+000	-3.3016311597E+000
0.223	0.723	0.884				
181.056	0.637	159.612	0.485	6.9333187106E+000	2.0802825088E+000	-3.5106364930E+000
0.212	0.721	0.892				
181.339	0.520	159.756	0.513	5.7732819410E+000	1.6760975659E+000	-4.2805051735E+000
0.190	0.713	0.919				
181.622	0.405	159.902	0.585	4.5102146355E+000	1.2429308508E+000	-5.0986604659E+000
0.158	0.710	0.962				
181.905	0.327	160.087	0.714	2.8870373387E+000	7.6556162173E-001	-5.7768289060E+000
0.113	0.741	1.045				
182.188	0.286	160.307	0.757	1.2400731229E+000	3.0878591789E-001	-4.4832673131E+000
0.054	0.826	1.159				
182.471	0.233	160.515	0.757	3.4915387507E-001	6.7500275592E-002	-2.3533963328E+000
0.032	0.944	1.319				
182.754	0.192	160.735	0.757	-9.2135112550E-002	-1.2190448546E-002	-6.1679355170E-001
0.032	1.103	1.538				

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

$FS_{srMFEM}(x)(-)$: fattore di sicurezza locale stimato (locale in X) by SRM 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)
157.672	0.283	0.285	6.572	0.082	0.024	5.168	1.473
157.955	0.045	0.046	6.572	0.178	0.008	5.256	0.239
158.000	0.283	0.285	6.572	0.274	0.078	5.399	1.538
158.283	0.283	0.285	6.572	0.439	0.125	5.644	1.608
158.566	0.283	0.285	6.572	0.604	0.172	5.887	1.677
158.849	0.283	0.285	6.572	0.769	0.219	6.126	1.745
159.132	0.283	0.285	6.572	0.934	0.266	6.361	1.812
159.415	0.283	0.285	6.572	1.099	0.313	6.596	1.879
159.698	0.283	0.285	6.572	1.264	0.360	6.826	1.945
159.981	0.283	0.285	6.572	1.429	0.407	7.061	2.012
160.264	0.283	0.285	6.572	1.594	0.454	7.296	2.079
160.547	0.283	0.285	6.572	1.759	0.501	7.531	2.146
160.830	0.283	0.285	6.572	1.924	0.548	7.766	2.212
161.113	0.283	0.285	6.572	2.089	0.595	8.000	2.279

161.396	0.283	0.285	6.572	2.253	0.642	8.234	2.346
161.680	0.283	0.285	6.572	2.418	0.689	8.477	2.415
161.963	0.283	0.285	6.572	2.583	0.736	8.702	2.479
162.246	0.283	0.285	6.572	2.748	0.783	8.923	2.542
162.529	0.283	0.285	6.572	2.913	0.830	9.139	2.604
162.812	0.283	0.285	6.572	3.078	0.877	9.351	2.664
163.095	0.283	0.285	6.572	3.243	0.924	9.561	2.724
163.378	0.135	0.136	6.572	3.365	0.457	9.707	1.317
163.513	0.283	0.305	21.736	10.301	3.139	8.795	2.680
163.796	0.283	0.305	21.736	10.303	3.139	8.861	2.700
164.079	0.283	0.305	21.736	10.305	3.140	8.926	2.720
164.362	0.283	0.305	21.736	10.308	3.141	8.985	2.738
164.645	0.283	0.305	21.736	10.310	3.142	9.035	2.753
164.928	0.283	0.305	21.736	10.312	3.142	9.076	2.766
165.211	0.283	0.305	21.736	10.315	3.143	9.116	2.778
165.494	0.283	0.305	21.736	10.317	3.144	9.135	2.783
165.777	0.283	0.305	21.736	10.319	3.144	9.145	2.786
166.060	0.283	0.305	21.736	10.322	3.145	9.149	2.788
166.343	0.283	0.305	21.736	10.324	3.146	9.148	2.788
166.626	0.283	0.305	21.736	10.327	3.147	9.144	2.786
166.909	0.283	0.305	21.736	10.329	3.147	9.139	2.785
167.192	0.283	0.305	21.736	10.331	3.148	9.133	2.783
167.475	0.283	0.305	21.736	10.334	3.149	9.128	2.781
167.758	0.242	0.260	21.736	10.336	2.691	9.124	2.376
168.000	0.283	0.305	21.736	10.377	3.162	9.137	2.784
168.283	0.283	0.305	21.736	10.457	3.186	9.168	2.794
168.566	0.283	0.305	21.736	10.537	3.211	9.202	2.804
168.849	0.283	0.305	21.736	10.617	3.235	9.238	2.815
169.132	0.283	0.305	21.736	10.698	3.260	9.276	2.826
169.415	0.283	0.305	21.736	10.778	3.284	9.315	2.838
169.698	0.283	0.305	21.736	10.858	3.309	9.355	2.851
169.981	0.283	0.305	21.736	10.938	3.333	9.400	2.864

170.264	0.283	0.305	21.736	11.019	3.357	9.440	2.877
170.547	0.283	0.305	21.736	11.099	3.382	9.480	2.889
170.830	0.283	0.305	21.736	11.179	3.406	9.520	2.901
171.113	0.283	0.305	21.736	11.259	3.431	9.562	2.913
171.396	0.283	0.305	21.736	11.340	3.455	9.604	2.926
171.680	0.153	0.165	21.736	11.401	1.880	9.631	1.588
171.833	0.283	0.310	24.048	12.356	3.829	9.528	2.953
172.116	0.283	0.310	24.048	12.352	3.828	9.548	2.959
172.399	0.283	0.310	24.048	12.349	3.827	9.568	2.965
172.682	0.283	0.310	24.048	12.345	3.826	9.587	2.971
172.965	0.283	0.310	24.048	12.342	3.825	9.604	2.977
173.248	0.283	0.310	24.048	12.339	3.824	9.615	2.980
173.531	0.283	0.310	24.048	12.335	3.823	9.607	2.978
173.814	0.283	0.310	24.048	12.332	3.822	9.609	2.978
174.097	0.283	0.310	24.048	12.329	3.821	9.610	2.978
174.380	0.283	0.310	24.048	12.325	3.820	9.610	2.978
174.663	0.283	0.310	24.048	12.322	3.819	9.610	2.979
174.946	0.283	0.310	24.048	12.318	3.818	9.611	2.979
175.229	0.283	0.310	24.048	12.315	3.817	9.637	2.987
175.512	0.283	0.310	24.048	12.312	3.816	9.628	2.984
175.795	0.283	0.310	24.048	12.308	3.815	9.616	2.980
176.078	0.283	0.310	24.048	12.305	3.814	9.603	2.976
176.361	0.283	0.310	24.048	12.302	3.813	9.590	2.972
176.644	0.283	0.310	24.048	12.298	3.812	9.577	2.968
176.927	0.073	0.079	24.048	12.296	0.978	9.547	0.759
177.000	0.283	0.310	24.048	12.252	3.797	9.557	2.962
177.283	0.283	0.310	24.048	12.164	3.770	9.531	2.954
177.566	0.283	0.310	24.048	12.077	3.743	9.506	2.946
177.849	0.283	0.310	24.048	11.989	3.716	9.482	2.939
178.132	0.283	0.310	24.048	11.901	3.689	9.458	2.931
178.415	0.283	0.310	24.048	11.814	3.662	9.433	2.924
178.698	0.283	0.310	24.048	11.726	3.634	9.381	2.907

178.981	0.283	0.310	24.048	11.638	3.607	9.355	2.899
179.264	0.283	0.310	24.048	11.551	3.580	9.361	2.901
179.547	0.283	0.310	24.048	11.463	3.553	9.340	2.895
179.830	0.283	0.310	24.048	11.376	3.526	9.321	2.889
180.113	0.283	0.310	24.048	11.288	3.499	9.305	2.884
180.396	0.283	0.310	24.048	11.200	3.471	9.286	2.878
180.680	0.283	0.310	24.048	11.113	3.444	9.259	2.870
180.963	0.094	0.103	24.048	11.054	1.134	9.211	0.945
181.056	0.283	0.385	42.743	14.122	5.443	7.976	3.074
181.339	0.283	0.385	42.743	12.791	4.930	7.788	3.001
181.622	0.283	0.385	42.743	11.460	4.417	7.620	2.937
181.905	0.283	0.385	42.743	10.129	3.904	7.364	2.838
182.188	0.283	0.385	42.743	8.798	3.391	6.840	2.636
182.471	0.283	0.385	42.743	7.467	2.878	6.389	2.462
182.754	0.283	0.385	42.743	6.136	2.365	6.035	2.326

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
-