



**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI NAPOLI
COMUNE DI ROCCARAINOLA**



**Verifiche effettuate con riferimento agli stati limite ultimi
(SLU), così come definiti nelle Norme Tecniche per le
Costruzioni**

(NTC 2018: Aggiornamento del D.M. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti)

Committente: CAVE RIUNITE SOC.CONS. A R.L.
Sede in Napoli alla piazza Dei Martiri n. 30 C.F./P.IVA 05530731214

Studio Geologico

**Verifiche Stabilità dei Fronti di Cava
di Località Fondo Signorino, Fellino e Grotta di Muro**

Napoli, febbraio 2024

**il geologo
dr. Enrico Spagnuolo**





CAVE RIUNITE soc. cons. a.r.l.

Napoli: ***febbraio 2024***
Oggetto: Relazione Geologica sulla STABILITA' dei FRONTI delle cave di "Calcare" in località Fondo Signorino, Fellino e Grotta di Muro del comune di Roccarainola – NAPOLI.
Aggiornamento Annuale fronti al febbraio 2024
Analisi di Stabilità: Le analisi sono state effettuate con riferimento agli stati limite ultimi (SLU), così come definiti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (**NTC 2018**: Aggiornamento del D.M. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14/01/2008), con il metodo di Morgestern e Price.

Premessa

Per incarico della soc. cons. CAVE RIUNITE a.r.l., è stato redatto il seguente studio geologico-tecnico finalizzato all'aggiornamento annuale della stabilità dei fronti di cava, ai sensi dell'art. 52 comma 1 del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 624 e s.m.i., delle cave di "Calcare" in località Fondo Signorino, Fellino e Grotta di Muro del comune di Roccarainola (NA).

Il presente studio è basato su una serie di rilievi strutturali e non eseguiti in loco in tempi diversi, oltre che a dati di letteratura e a studi già eseguiti sia dallo scrivente che dalla stessa ditta committente, a cui in parte si fa riferimento e che in parte sono già agli atti degli enti competenti territorialmente.

Lo studio è stato definito sulla base dei seguenti dati e attraverso le seguenti fasi:

- acquisizione presso i vari Enti o Amministrazioni (Comune, Regione, AdB, ecc.) di studi disponibili di carattere geologico, idrogeologico, geomorfologico e ambientale, con acquisizione delle foto aeree dell'area ai fini di uno studio stereoscopico a più ampia scala.
- sopralluoghi puntuali sul territorio e nelle aree limitrofe, finalizzati alla individuazione delle emergenze idrogeologiche che potessero rappresentare fonte o causa di pericolo per le infrastrutture ed il patrimonio ambientale presente;
- analisi dei dati di base, delle specifiche tecniche e delle cartografie a corredo del Piano Regionale Attività Estrattive;
- rilievo della giacitura del giacimento carbonatico, della sua potenza, delle variazioni litologiche e del rapporto con i materiali di copertura e dei processi idrogeologici e morfogenetici avvenuti e in atto, sulla base di indagini dirette (Point Load, Prospezioni sismiche, ecc..) e indirette (dati di letteratura relativi all'area);
- realizzazione di planimetrie e sezioni topografiche in scala adeguata, con rilievo topografico di dettaglio risalente al dicembre 2023;
- considerazioni relativamente alle metodologie e procedure di coltivazione e criteri di monitoraggio delle varie fasi di coltivazione.

Inquadramento geologico - strutturale

Il territorio comunale di Roccarainola (Na) ricade nel Foglio 185 “Salerno”, estremo margine nord – occidentale, della carta geologica d’Italia I.G.M., in scala 1:100.000. Il sito in studio è ubicato fra il territorio comunale di San Felice a Cancelli e quello di Roccarainola, in prossimità del confine tra la Provincia di Napoli e quella di Caserta, lungo il margine meridionale della pendice di Monte S. Angelo; in un’area a prevalente vocazione commerciale ed industriale, lungo un versante maturo della dorsale carbonatica, la quale rappresenta l’inizio della catena appenninica che si estende verso le zone interne: emerge dalla piana campana come una montagna di modesta altezza. Tale alto morfostrutturale si estende tra la profonda depressione tettonica della Piana Campana, a SW, e la meno marcata depressione che ospita Alife, Telesse e della Valle Caudina, a NE.

Ai piedi del dosso collinare si registra un netto salto di pendenza in corrispondenza degli accumuli di materiale piroclastico ed ignimbrico originato dai periodi eruttivi degli apparati vulcanici del Monte Somma – Vesuvio e dei Campi Flegrei, che costituiscono la colmata dell’intera piana del Nolano. La piana campana è delimitata da rilievi collinari costituiti da litologie ascrivibili tutte alla piattaforma campana lucana, ma con morfologie in genere arrotondate che originano versanti a profilo anche convesso, talvolta con fianchi piuttosto ripidi che si raccordano in maniera quasi netta con le superfici sottostanti. L’area in studio, ricade ai piedi del versante calcareo, fra quota 60 e 400 metri s.l.m., a monte della Strada Provinciale Cancelli – Cicciano.

Da un punto di vista strettamente geomorfologico il gruppo montuoso, che ospita le tre cave, gestite dal Consorzio CAVE RIUNITE soc. cons. a.r.l. con sede in Napoli alla piazza dei Martiri n. 30, è suddivisibile in una parte centrale, caratterizzata da bassa energia del rilievo ed antiche e vaste superfici di spianamento e da una parte periferica, più acclive, che si è modellata a seguito dei fagliamenti nel Quaternario lungo i bordi della Piana Campana.

Per quanto riguarda il paesaggio a paleo superfici, con riferimento anche alle aree limitrofe, si può ritenere che il gruppo montuoso è il risultato di più fasi di spianamento che hanno agito con livelli di base via via più bassi, durante pause della surrezione della catena e della migrazione verso E del fronte estensionale tirrenico. Cronologicamente, il loro modellamento può essere inquadrato tra il messiniano ed pliocene superiore, anche se non si può escludere che gli ultimi spianamenti, quelli posti a quote inferiori, come l’area in studio, si siano completati nel corso del Pleistocene inferiore.

La morfologia in questa zona, fuori dall’area di cava, trattandosi di un versante lapideo di natura calcarea, assume una configurazione piano –

altimetrica alquanto aspra, rappresentata da pendenze dell'ordine del 50 – 60%, che evolvono in alcuni tratti anche a versanti con pendenze dell'ordine del 80%, in particolare nelle “cornici litologiche” si raggiungono anche i 90°, come si evince anche dalla tavola delle pendenze significative.

Nei terreni limitrofi alle cave per tratti discontinui vi è una coltre di terreni piroclastici pedogenizzati, che mascherano un'antica morfologia, scolpita nella roccia, costituita da modesti impluvi e "cicatrici" di origine tettoniche. I versanti di faglia, infatti, inscritti nell'ambito del paesaggio a paleosuperfici hanno pendenze che non superano i 35° e che si tengono per lo più sotto la soglia dei 30°. I loro profili trasversali sono ben regolarizzati, grazie alla loro maturità. Detti versanti, in virtù della loro modesta altezza risultano anche privi di grandi incisioni, infatti l'erosione lineare è presente per lo più sotto forma di gully subparalleli e quasi equispaziali che incidono soprattutto il talus piroclastico e detritico della parte bassa dei pendii.

Dal punto di vista geologico, l'area in studio, è costituita da una successione calcareo - dolomitica meso - cenozoica, facies tipica di piattaforma carbonatica appenninica; costituita da una serie di blocchi monoclinali variamente dislocati da faglie parallele fra loro, in generale orientate in direzione

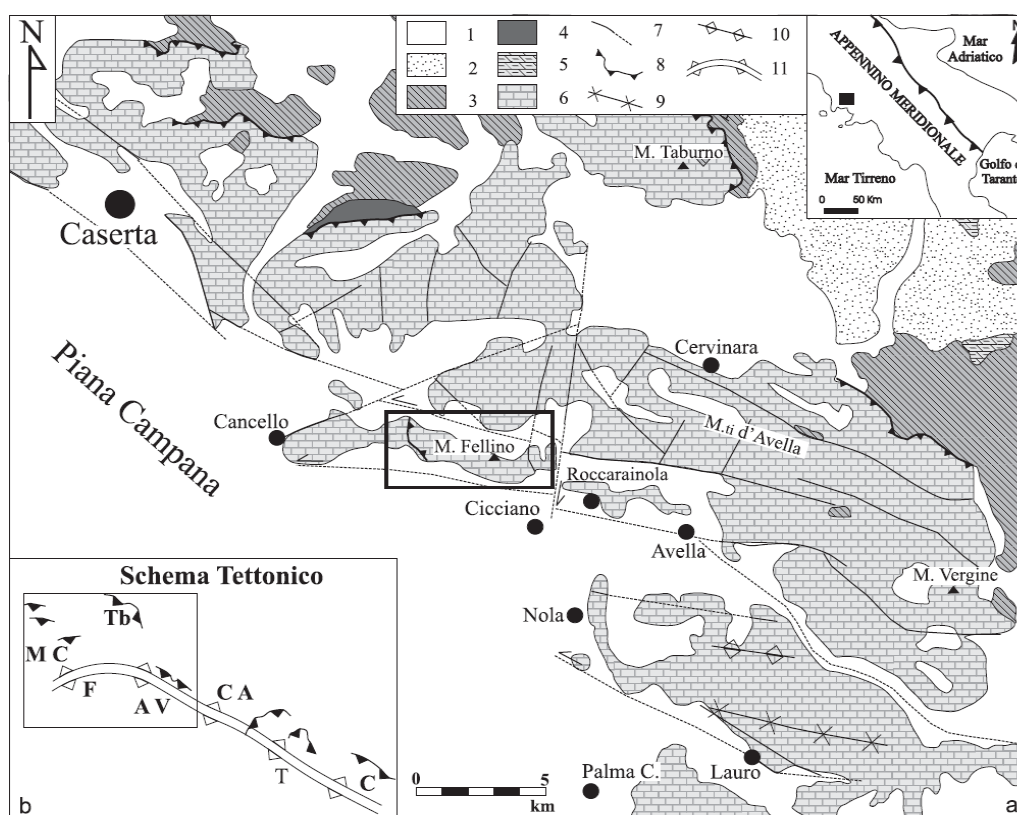


Fig. 1 - a) Carta geologica schematica di un settore dell'Appennino campano compreso tra Caserta e la dorsale di Nola-Lauro. Il riquadro indica la dorsale di Monte Fellino. 1) Depositi quaternari; 2) bacini pliocenici di *thrust top*; 3) unità mioceniche sinorogene; 4) unità sicilidi; 5) unità lagonegresi; 6) unità carbonatica Picentini-Taburno; 7) faglie; 8) sovrascorrimenti; 9) piega sinforme; 10) piega antifforme; 11) direttrice tettonica principale. b) Schema tettonico della struttura ad arco che si estende tra Monte Cervialto e i Monti di Caserta. C) Monte Cervialto; T) Monte Terminio; CA) conca di Avellino; AV) Monti di Avella-Monte Vergine; F) Monte Fellino; MC) Monti di Caserta; Tb) Monte Taburno.

nord - ovest ed sud - est, più o meno parallele all'asse dei valloni, a seguito degli eventi tettonogenetici del Pliocene, su questo primo sistema di faglie, in più parti si è sovrainposto un secondo sistema ad orientazioni appenniniche e tirreniche.

Le caratteristiche litostratigrafiche, la tettonica traslativa miocenica, e quella distensiva e di sollevamento plio - pleistocene hanno condizionato l'attuale configurazione dei luoghi in studio: l'assetto tettonico è caratterizzato da uno stile prevalentemente fragile con elementi duttili, frutto dell'interazione tra deformazione plicativa e sovrascorrimenti. Il rilevamento geologico-strutturale e l'analisi biostratigrafica di dettaglio della dorsale del Monte Fellino (effettuati nell'ambito del progetto CARG Foglio 488 – Ercolano in scala 1:50.000) hanno permesso di ricostruire una complessa struttura plicativa rovesciata a geometria serrata associata ad un sovrascorrimento già cartografato nel Foglio 185 – Salerno in scala 1:100.000. La piega rovesciata e il sovrascorrimento risultano ripiegati da una seconda fase plicativa molto blanda, riconosciuta anche nella vicina dorsale di Nola - Lauro (fig. 1).

Tale interferenza è probabilmente la conseguenza dello sviluppo, nel Pliocene, di strutture ad arco fuori sequenza. I profili geologici, eseguiti nell'area di Monte Fellino, sono stati realizzati basandosi su stime attendibili degli spessori delle successioni stratigrafiche misurate nell'area oggetto del lavoro. Inoltre, l'analisi delle facies e del contenuto fossilifero delle successioni carbonatiche ha permesso di ricostruire due colonne stratigrafiche relative alle due unità tettoniche affioranti nell'area di Monte Fellino (fig. 2).

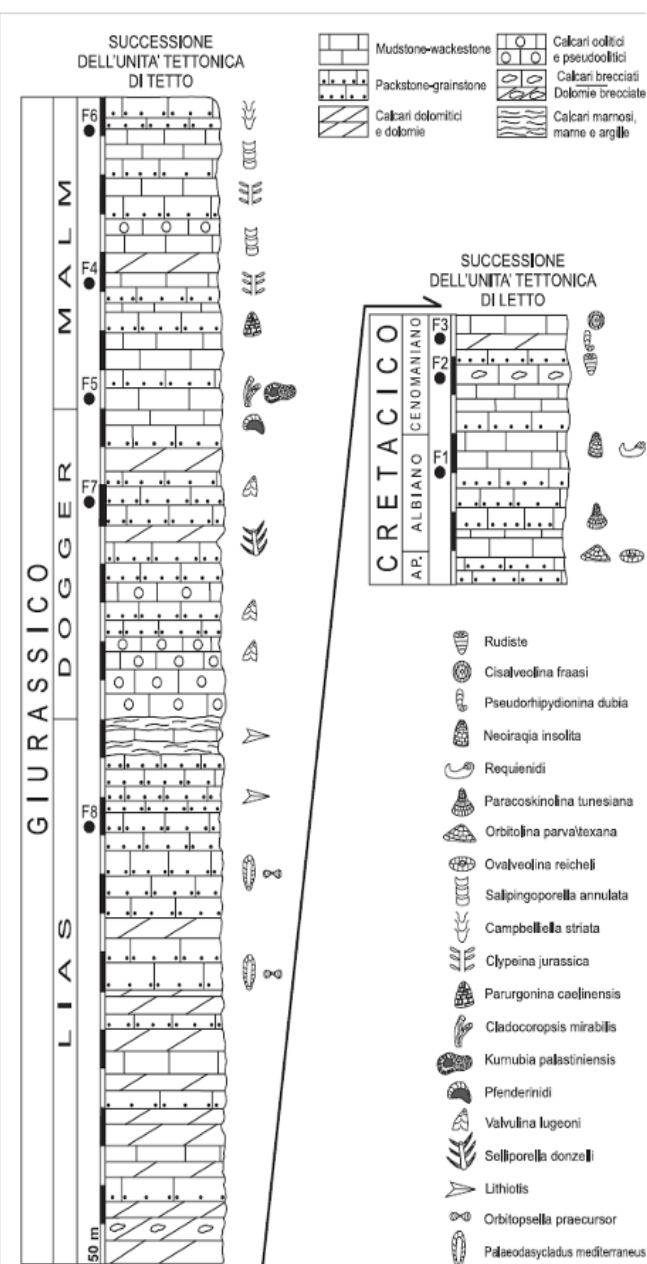


Fig. 2 – Colonne stratigrafiche delle successioni relative alle unità tettoniche della dorsale di Monte Fellino

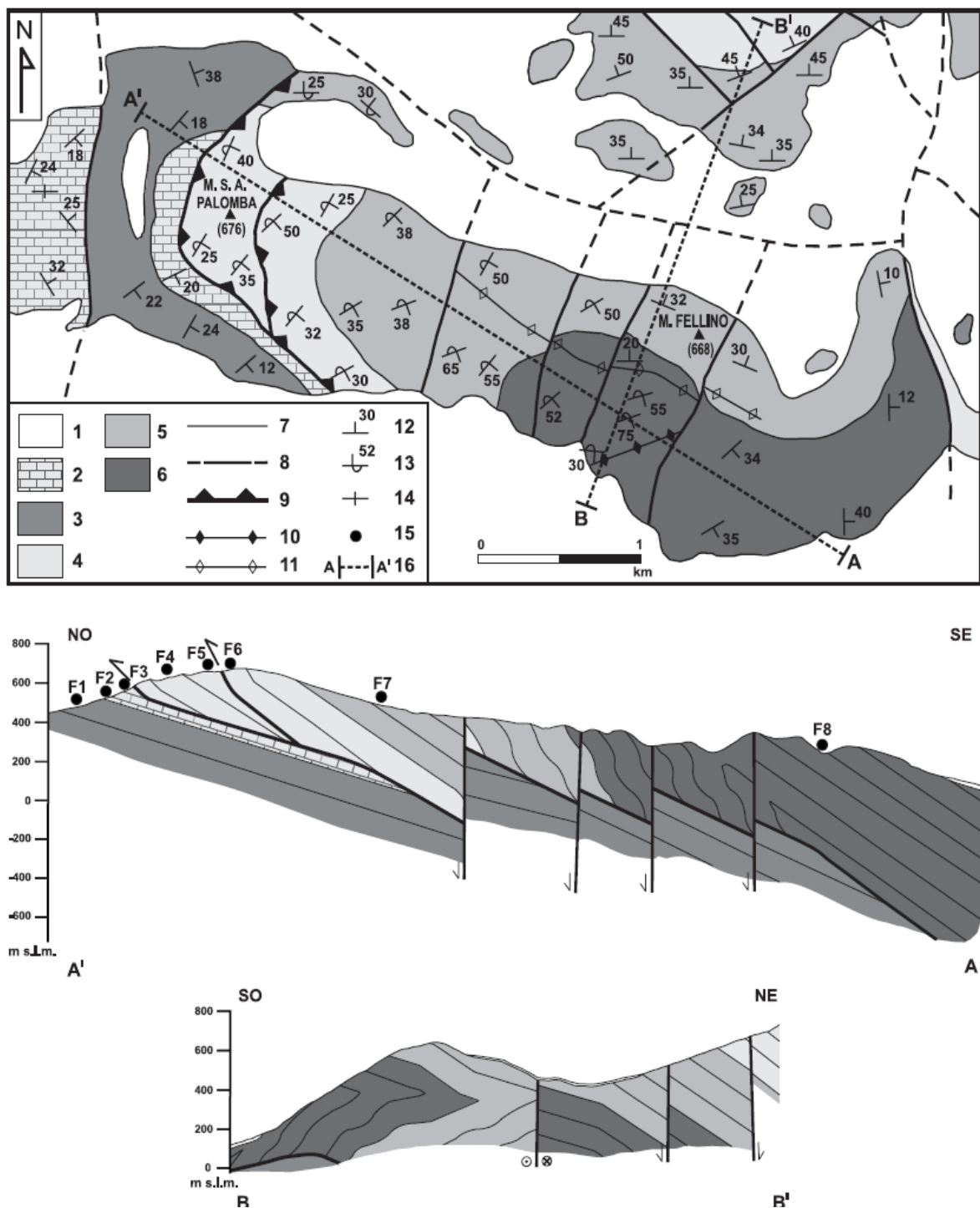


Fig. 3 - Carta geologica schematica della dorsale di Monte Fellino e relative sezioni geologiche. 1) Depositi quaternari; 2) carbonati del Cretacico superiore; 3) carbonati del Cretacico inferiore; 4) carbonati del Malm; 5) carbonati del Dogger; 6) carbonati del Lias; 7) limiti stratigrafici; 8) faglie; 9) sovrascorrimenti; 10) traccia di piano assiale di anticlinale di prima fase; 11) traccia di piano assiale di anticlinale di seconda fase; 12) strati diritti e loro inclinazione; 13) strati rovesci e loro inclinazione; 14) strati orizzontali; 15) ubicazione delle campionature biostratigrafiche effettuate lungo la sezione geologica AA'; 16) traccia delle sezioni geologiche.

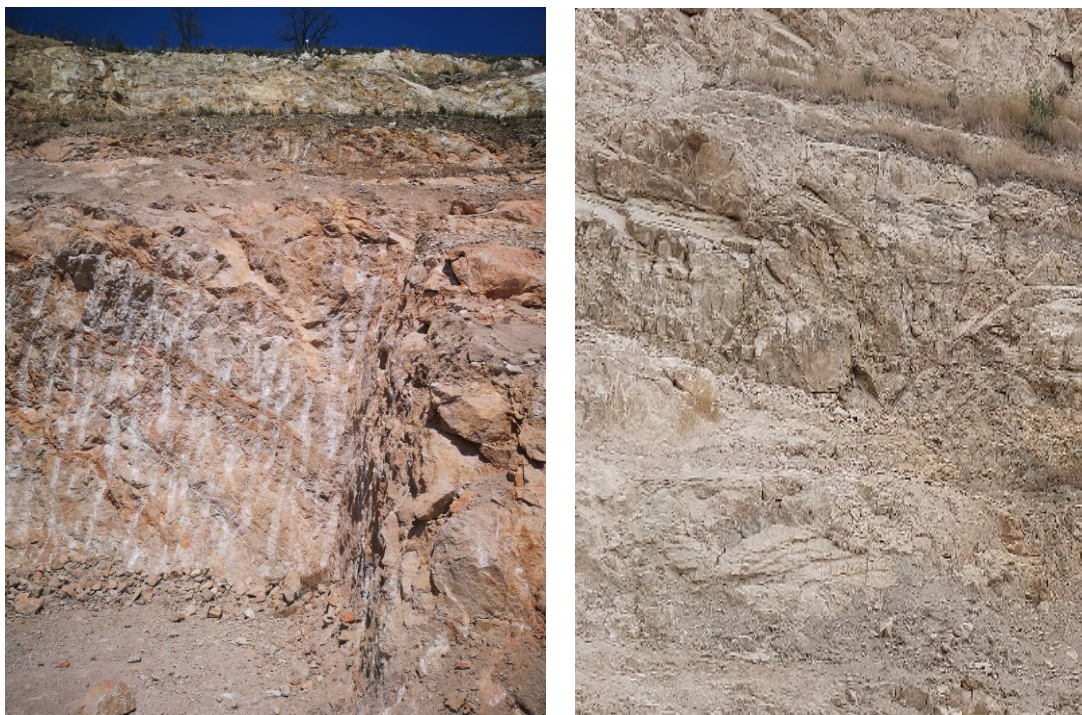


Foto n. 1 e n. 2 - Veduta panoramica di due pareti di cava, attualmente coltivate, con caratteristica stratificazione attraversopoggio

Il contributo dell'analisi stratigrafica e biostratigrafica è risultato fondamentale nella determinazione degli spessori delle successioni vista la generale uniformità litologica dei carbonati e l'estesa copertura piroclastica.

Lungo le scarpate di cava si osservano agevolmente una serie di superfici di faglia di versante orientate e con angoli di inclinazione variabili: il sistema di fratture è caratterizzato da una lineazione prevalente orientata verso N – S e numerose lineazioni secondarie irregolarmente distribuite secondo varie direzioni, che hanno fratturato in blocchi il corpo roccioso.

Le fratture generate, in generale sono non beanti e con rigetti variabili da qualche metro fino anche qualche decina di metri. Quanto maggiore è la dislocazione, tanto maggiori sono gli effetti della tettonica sulla roccia; in questi casi si identificano nella roccia fasce larghe anche decine di metri in cui la fatturazione si sviluppa secondo varie famiglie di discontinuità secondarie, che nel loro insieme interferiscono con i piani di stratificazione, suddividendo la roccia in blocchi di diverse dimensioni.

La loro frequenza risulta essere molto fitta a testimonianza della particolare configurazione strutturale: la direzione prevalente delle fratture e microfratture mostra una notevole dispersione, coprendo in particolare l'intero quadrante e risulta difficile una schematizzazione.

A tratti il calcare è assimilabile ad una megabreccia poco alterata e lo stato geomeccanico risulta essere tale da consentire uno sfruttamento prevalentemente con mezzi meccanici, tipo martellone. Risultano comunque scarsi o limitati i processi di alterazione ed i riempimenti di terre rosse residuali nelle sacche di erosione carsica. Le diaclasi sono a giunti chiusi con scarsa

alterazione ed il loro orientamento generale non pregiudica la stabilità dei fronti di scavo. I rigetti delle cornici litologiche¹, di altezza anche superiore ai dieci metri, presenti lungo i crinali secondari, fuori dall'area di cava, si sono formati laddove affiorano gli intervalli stratigrafici più resistenti alle azioni di degradazione fisica.

La copertura quaternaria è caratterizzata, per spessori variabili da 0,00 a 0,50 metro, con rari tratti che raggiungono 2,00 metri, da una coltre di materiali prevalentemente detritici recenti poggianti su di un complesso calcareo, dal caratteristico colore grigio - bianco ed avana, con strati e banchi di varia grandezza, con banchi, talvolta, anche superiori a 100 centimetri, a grana media, medio - fina.

La giacitura degli strati e lo spessore sono notevolmente variabili da luogo a luogo, ove la lettura è possibile si è rilevata una stratificazione con giacitura a franapoggio, talvolta anche meno inclinato del pendio, con angoli modesti, attraversopoggio e con rare zone di reggipoggio.

Così, le strutture principali riconosciute nell'area investigata sono un sovrascorrimento che porta i terreni carbonatici di età giurassica su quelli di età cretacea associato ad una anticlinale rovesciata a scala chilometrica vergente a nord-ovest e ad andamento N50-60° nell'area di Monte S. Angelo Palomba e N60-70° in quella di Monte Fellino. Tale struttura ad andamento N50-70° è ripiegata da una seconda fase plicativa con direzione assiale N100-120°.

Il sovrascorrimento, cartografato lungo i versanti occidentale e meridionale del Monte S. Angelo Palomba, è marcato da una fascia cataclastica di spessore generalmente plurimetrico.

Il piano di accavallamento presenta un'immersione a sud-est e

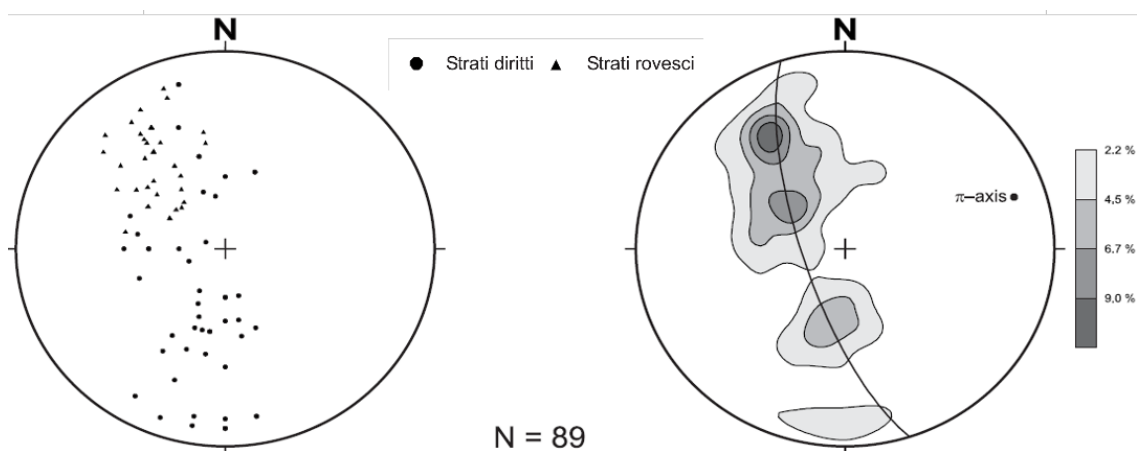


Fig. 4- Stereogrammi dei poli di strato (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore) e relativo *contour* della dorsale di Monte Fellino.

un'inclinazione di circa 15°, che aumenta alla base del versante meridionale raggiungendo circa 30°. Al tetto del sovrascorrimento, tra Monte S. Angelo Palomba e Monte Fellino, la successione giurassica risulta rovesciata e caratterizzata da strati immergenti a sud-est con angoli variabili generalmente da 35° a 50°. Tale assetto geometrico è stato evidenziato mediante analisi biostratigrafiche (fig. 3).

L'analisi statistica dei poli dei piani di strato mette in risalto le due fasi plicative (fig. 4) della dorsale di Monte Fellino.

La ricostruzione geometrica della complessa struttura affiorante nella dorsale di Monte Fellino è stata realizzata per mezzo di due sezioni geologiche, una orientata N120° (sezione AA') all'incirca perpendicolare alla piega di prima fase ed un'altra orientata N20° (sezione BB') perpendicolare alle strutture plicative di seconda fase (fig. 3). I profili geologici sono stati costruiti utilizzando le stime degli spessori delle diverse unità litostratigrafiche cartografate e le proiezioni delle giaciture di strato lungo direzione sul piano della sezione. Gli spessori sono stati ricavati dall'analisi stratigrafica di più successioni affioranti nell'area in oggetto.

Le discontinuità sono caratterizzate dalla presenza sullo specchio di faglia di caratteristiche striature calcitiche, note come sliccoliti, originatisi per pressione-dissoluzione durante il movimento tettonico, a causa delle asperità presenti lungo il piano di scivolamento. Queste striature rappresentano degli ottimi indicatori cinematici e danno utili informazioni sulle direzioni di movimento.

Complessivamente lo stato geomeccanico del complesso carbonatico risulta essere generalmente discreto: l'allentamento indotto dalle operazioni di brillamento mine, risulta limitato ad una fascia non superiore ai primi metri (4 - 5 metri), *che va rapidamente bonificata dalle operazioni di disgaggio da eseguire obbligatoriamente al termine di ogni fase operativa, al fine di evitare lo scivolamento di blocchi anche significativi, in particolare nelle aree a franapoggio, nel rispetto dell'art. 116 e 117 del D.P.R. 128/59.*

I numerosi tagli ed affioramenti, in uno alle indagini eseguite, hanno permesso di sviluppare la stratigrafia dei terreni in studio, evidenziando la presenza costante di calcari meso - cenozoici, molto fratturati ed immergenti verso i settori meridionali e sud-orientali, cioè verso la Piana Campana²,

² Una delle più importanti depressioni strutturali quaternarie del bordo tirrenico dell'Appennino: le faglie orientate NW – SE e SW – NE che bordano questa depressione sono testimoniate dai ripidi versanti strutturali in aggetto sulla piana. Queste faglie hanno determinato lo sprofondamento delle rocce carbonatiche il cui tetto è a profondità superiori ai 2.000 metri ai bordi e, molto probabilmente ai 5.000 metri nella porzione centrale, in corrispondenza dell'area flegrea.

mascherati, raramente ed a tratti poco significativi, da uno esiguo e discontinuo spessore di depositi piroclastici.

I terreni della cava in studio e delle zone limitrofe sono caratterizzati dalle seguenti classi di permeabilità:

1. media, medio - bassa per porosità nei terreni di natura piroclastica con spessori fra 1 - 1,50 metri (C.I.P. = 50 – 70%);
2. medio – alta ove i calcari cretatici sono affioranti e/o subaffioranti, mentre la permeabilità si riduce in corrispondenza delle coltri piroclastiche con spessori > 1,00 metri (C.I.P. = 90 – 100%);
3. alta per fessurazione, con un alto coefficiente di infiltrazione, ove i calcari affiorano nell'area di cava.

Le acque di infiltrazione alimentano un acquifero, con piezometrica a 30 - 40 metri dal p.c. dei piazzali, che alimenta alcune pozzi non potabili di interesse locale. La permeabilità relativa nell'ambito dello stesso complesso varia lievemente tra la parte superficiale, più fratturata ed alterata e quella inferiore; la mancanza di sorgenti lungo il contatto calcari - piroclastici nelle aree prossime alla cava e lungo tutto il versante, suggerisce la presenza di un sistema di alimentazione profondo in cui vi è un apporto diretto verso i livelli acquiferi della piana, posti a quote più basse.

Il tutto è confortato dal basso spessore della coltre piroclastica e dalla tessitura, che pur essendo alquanto eterogenea, non presenta alternanze e permeabilità differenti tali da consentire l'accumulo di falde idriche. Mentre la rete idrografica è quasi sempre molto povera ed è impostata sulle fratture recenti. Infatti non sono presenti incisioni che lasciano trasparire un significativo reticolo idrografico, solo ai lati della superficie in studio si denotano le prime incisioni gerarchizzate per lo smaltimento delle acque di corrivazione/ruscellamento.

Ciò è chiaramente riportato nelle Relazioni Geologiche del P.A.I. redatte dall'AdB Nord Occidentale; dove, in merito al versante meridionale del M.te Fellino, si legge: *La dinamica morfologica più recente delle aree di versante è stata caratterizzata, nel complesso, da un'accentuata erosione delle coperture vulcanoclastiche accumulate sul versante meridionale, pertanto esse risultano confinate alle aree relativamente meno acclivi poste nel settore sommitale e nelle aree esposte verso i quadranti occidentali e orientali.* In effetti le coperture piroclastiche sono oggi presenti in maniera limitata e con spessori inferiori a 50 cm in aree morfologiche stabili (scholder e crinale principale); per tale motivo, non si segnalano lungo il versante meridionale della dorsale di M. Fellino fenomeni franosi rilevanti avvenuti e potenziali di tipo piroclastico/calcare anche se l'assetto morfologico è marcato da acclività accentuate e discreta energia di rilievo.



Foto n. 3 - Veduta aerea dell'area in studio: in primo piano si vedono, chiaramente, la viabilità di arroccamento ed i gradoni di cava, oggetto dell'attività estrattiva. Nella stessa è evidente la modesta e trascurabile presenza di terreni detritici sui versanti a monte dell'area di coltivazione.

Caratterizzazione dei litotipi

Caratterizzazione litologico-strutturale del substrato

Tutte le valutazioni attinenti la caratterizzazione geotecnica delle pareti di cava fa riferimento ai precedenti lavori degli scriventi, segnatamente, al “PROGETTO UNITARIO DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE DELLE CAVE, CECA s.r.l. - S.E.M.A.C. s.r.l. - D.P. F.lli Di Palo s.r.l.”, nel rispetto dell’art. 28 delle Norme di Attuazione del P.R.A.E.

Grazie a queste campagne di indagini sono state eseguite stazioni geomeccaniche rilevando i seguenti parametri caratterizzanti lo stato di fratturazione:

- spaziatura;
- immersione;
- inclinazione;
- estensione;
- tipo di terminazione;
- scabrezza;
- apertura;
- natura ed importanza del giunto (giunto di strato, faglia, frattura, ecc.);
- stato delle superfici.

Pertanto i dati ricavati dai rilievi geomeccanici, verranno utilizzati per la determinazione della qualità dell’ammasso roccioso, esprimibile attraverso appositi indici che hanno lo scopo di permettere una valutazione preliminare delle caratteristiche meccaniche della roccia.

Diverse sono le classificazioni tecniche note in letteratura, la più importante delle quali è quella di Bieniawski (1973-1979 e successive modifiche).

Ognuna di esse fornisce un valore numerico derivato dalla somma di indici parziali stimati attraverso la valutazione qualitativa o quantitativa dei parametri e delle condizioni viste in precedenza.

Classificazione dell'ammasso roccioso

Detta classificazione tiene conto di n.5 parametri relativi allo stato della roccia (A1 e A2) e dell'ammasso roccioso (A3 - A4 - A5), ed un indice di correzione il cui valore è funzione delle discontinuità e del problema affrontato.

$$\text{RMR} = (A1+A2+A3+A4+A5) - I_c$$

I parametri sono:

A1	Co	(resistenza a compressione monoassiale)
A2	RQD%	(recupero percentuale modificato)
A3	s	(spaziatura delle discontinuità)
A4		(condizioni dei giunti)
A5		(condizioni d'acqua)
Ic		(Indici di correlazione)

Ad ognuno di esso viene assegnato un indice medio che rappresenta l'intero giacimento a secondo del valore o della condizione, chiaramente, l'assegnazione dell'indice tiene conto, come esplicitato precedentemente, di tutte le indagini svolte in parete nei precedenti lavori.

Parametro di Bieniawski	Valore	Indice parziale
Co ³	80 - 110 Mpa	5,42 – 10,05 (A1)
RQD valore ricavato dalla reazione di tipo lineare esistente tra RQD ed il rapporto (Vs/Vp) ²	45 - 55 %	9 – 11 (A2)
S	0,2 - 0,6	8 – 10 (A3)
GIUNTI ⁴ A4= V1+V2+V3+V4+V5	varie componenti	15 – 19 (A4)
ACQUA	asciutto	15 (A5)
Ic	mediocre/sfavorevole	- 5 - -15 (Ic)

³Per risalire alla resistenza a compressione monoassiale della roccia sono state eseguite n. 6 prove di Point Load, presso il laboratorio geotecnico Ambiente e Territorio di Monteforte, che ha fornito valori indice di Point load già rapportato al diametro di riferimento (50 mm), da cui si ricava la compressione monoassiale dalla relazione: $Co = 24 Is = 80 - 110 \text{ Mpa}$.

⁴Per collegare correttamente A4 si è proceduto sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti ed al materiale di riempimento.

RMR corretto (media)	circa	49
RMR base	circa	59

VALORE DEL COEFF. "A1"

A1 l'abbiamo ricavato da una serie di prove di laboratorio (Point Load Test) eseguite presso il laboratorio geotecnico Ambiente e Territorio di Avellino, nell'ottobre 2006, nel febbraio 2011 e nel marzo 2011. Detta prova ha il vantaggio di essere portatile, da essa deriva l'indice di carico puntuale I_s che viene correlato alla resistenza alla compressione assiale (C_o), mediante la relazione $S_u = K I_s$.

Utilizzando le prove Point Load risulta agevole, rispetto alle tabelle ed ai grafici proposti da Bienawski, ricavare il valore A1 trasformando i grafici in forma di equazioni:

VALORE DI S_u (MPa)	EQUAZIONE
$\leq 44,5$	$A1 = \frac{4}{44,5} S_u + 1$
$44,5 \div 93,75$	$A1 = \frac{4}{49,25} S_u + 1,368$
$93,75 \div 140$	$A1 = \frac{3}{46,25} S_u + 2,919$
$140 \div 180$	$A1 = 0,0375 S_u + 6,75$
$180 \div 240$	$A1 = 0,025 S_u + 9$
> 240	$A1 = 15$

Qualora si utilizzi lo Standard ISRM si usa la tabella proposta da Bieniawski nell'ultima versione del sistema:

S_u (MPa)	> 200	100 - 200	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Coefficiente A1	15	12	7	4	2	1	0

VALORE DELLA QUALITA' DELLA ROCCIA E DEL COEFF. "A2"

Grazie alla nuova prospezione sismica, eseguita il 29.06.2021, dal geologo Luca Guarino, si sono registrate i seguenti valori:

Prosp. Sismica	Vp	Vs	Vp/Vs	RQD (%)
MASW 1	2.470	1.462	1,69	54
MASW 2	2.670	1.562	1,71	55
MASW 3	2.447	1.449	1,69	54

Dette velocità ci consentono di definire il *fattore di qualità della roccia* RQD (Rock Quality Designation), definito come (Boadu, 1997) il rapporto tra la somma delle distanze (superiori a 10 cm) fra le fratture lungo il profilo, e la lunghezza del profilo stesso; tale rapporto è espresso in termini percentuali. Questo "indice di qualità", può fornire una valutazione preliminare delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche di una formazione rocciosa (Tab. 1).

Tab.1 - Classificazione della qualità della roccia secondo l'indice RQD (Leucci, 2004).

RQD %	QUALITÀ DELLA ROCCIA	GRADO DI FRATTURAZIONE
0-25	Molto scadente	Molto Elevato
25-50	Scadente	Elevato
50-75	Discreta	Medio
75-90	Buona	Debole
90-100	Eccellente	Quasi nullo

Così, l'*indice di discontinuità* I_d , è usato anche come un indicatore della permeabilità di una roccia (Boadu, 1997): la permeabilità aumenta all'aumentare di I_d (Wei et al., 1995). Le due velocità, quando sono usate insieme, danno un'informazione più completa sulle masse delle rocce fratturate. Infatti il rapporto V_p/V_s è legato al coefficiente di Poisson (σ) attraverso la relazione:

$$\frac{V_P}{V_S} = \sqrt{\frac{1 - \sigma}{1/2 - \sigma}}$$

Il coefficiente di Poisson, che può essere calcolato dalla relazione precedente, è un parametro che dà un criterio di valutazione della deformazione che può subire una roccia, ed è ovviamente legato al grado di litificazione, alla porosità ed al grado di fratturazione della roccia stessa.

Nella figura successiva, sono mostrate le variazioni del rapporto fra velocità dell'onda di compressione e dell'onda di taglio V_p/V_s , in funzione dei parametri dei mezzi fratturati.

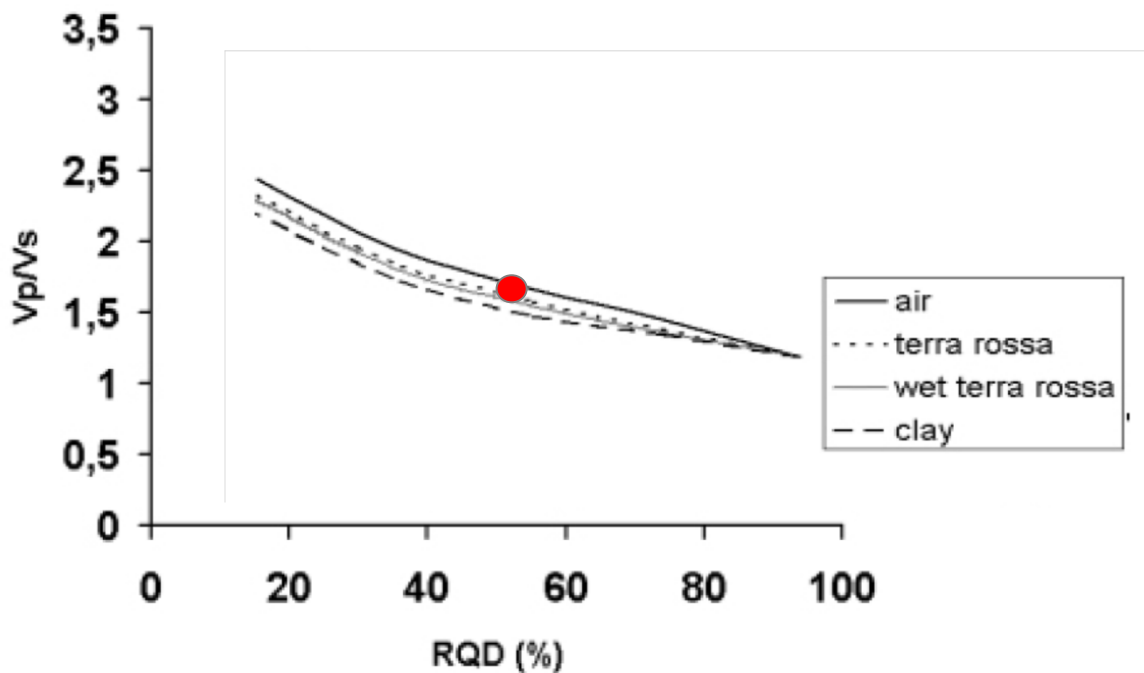


Fig. n.5 – Variazione del rapporto tra velocità delle onde P e la velocità delle onde S (V_p/V_s) in funzione dei parametri delle rocce fratturate.

Le relazioni empiriche, ricavate sperimentalmente e su formazioni calcarenitiche, ci hanno consentito la determinazione dei parametri di fratturazione, partendo dai valori delle velocità di propagazione delle onde sismiche P ed S.

Utilizzando gli andamenti di V_p , V_s , V_p/V_s , ci ha consentito di valutare e caratterizzare le condizioni meccaniche ed idrauliche dei mezzi fratturati. Per esempio, valori consistentemente più bassi dei parametri sismici sono buoni indicatori di un mezzo altamente fratturato, permeabile o trasmissivo.

Calcolato RQD, si ricava il coefficiente A_2 mediante le equazioni, che derivano sempre dai grafici di Bieniawski:

- RQD 45%	➡	$A_2 = 9,11$
- RQD 55%	➡	$A_2 = 10,97$

VALORE DI RQD %	EQUAZIONE
$\leq 26,5$	$A2 = \frac{3}{26,6} RQD + 3$
$26,5 \div 39$	$A2 = \frac{2}{12,4} RQD + 1,71$
$39 \div 76,6$	$A2 = \frac{7}{37,6} RQD + 0,739$
$> 76,6$	$A2 = \frac{5}{23,4} RQD - 1,367$

VALORE DEL COEFFICIENTE “A3”

Una volta definita la spaziatura media, cioè la distanza media tra due discontinuità adiacenti, è possibile ricavare il valore del coefficiente A3, mediante le seguenti relazioni:

SPAZIATURA (m)	EQUAZIONE
$\leq 0,2$	$A3 = 15 s + 5$
$0,2 \div 0,4$	$A3 = 10 s + 6$
$0,4 \div 0,66$	$A3 = 7,752 s + 5,9$
$0,66 \div 0,94$	$A3 = 7,067 s + 7,35$
$0,94 \div 1,6$	$A3 = 6,07 s + 8,288$
$1,6 \div 2,0$	$A3 = 5 s + 10$

- Spaziatura 20 cm.  $A3 = 8$
- Spaziatura 60 cm.  $A3 = 10,55$

VALORE DEL COEFFICIENTE “A4”

Per valutare correttamente questo coefficiente⁵ conviene procedere sommando alcuni parametri numerici attribuibili alla persistenza del giunto, all'apertura del giunto, alla rugosità dello stesso, all'alterazione delle pareti ed al materiale di riempimento:

$$A4 = V1 + V2 + V3 + V4 + V5$$

V1 – Persistenza del giunto

PERSISTENZA (m)	V1
< 1	6
1 ÷ 3	4
3 ÷ 10	2
10 ÷ 20	1
> 20	0

V2 – Apertura del giunto

APERTURA (mm)	V2
Completamente chiuso	6
< 0,1	5
0,1 ÷ 1	4
1 ÷ 5	1
> 5	0

I valori da assegnare sono:

V3 – Rugosità del giunto

RUGOSITA'	V3
Molto Rugosa	6
Rugosa	5
Leggermente rugosa	3
Liscia	1
Levigata	0

V4 – Alterazione delle pareti

ALTERAZIONE	V4
Non alterate	6
Leggermente alterate	5
Mediamente alterate	3
Molto alterate	1
Decomposte	0

V5 – Riempimento delle discontinuità

RIEMPIMENTO (mm)	RIEMPIMENTO	V5
-	Assente	6
< 5	Compatto	4
> 5	Compatto	2
< 5	Soffice	2
> 5	Soffice	0

⁵ Determinare dalle tavole di classificazione di Beniaowski il valore numerico relativo alla condizione delle discontinuità, invece, risulta molto soggettivo.

VALORE DEL COEFFICIENTE “A5”

Questo valore viene derivato dalle condizioni idrauliche riferite ad almeno un fronte di 10 metri. Dalle tabelle fornite da Bieniawski si ottiene:

Venute d'acqua su 10 m di lunghezza	Nessuna	< 10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	> 125 l/min
Condizione	Asciutta	Umida	Bagnata	Deboli venute	Forti venute
Coefficiente A5	15	10	7	4	0

VALORE DEL COEFFICIENTE “Ic”

Per quanto riguarda il versante in dtudio, per l'orientamento delle discontinuità, si applica in termini cautelativi, comunque, un coefficiente negativo, anche se non siamo in ambito di gallerie e/o fondazioni di strutture:

APPLICAZIONE	Molto favorevole	Favorevole	Mediocre	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25

VALORE DI RMRc(Rock Mass Rating)**PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO**

Così, attribuiti tutti i coefficienti, sulla base del valore RMRc calcolato, che è “49”, si identificano 5 intervalli a cui corrispondono 5 classi di ammasso roccioso e altrettante valutazioni di qualità della roccia:

RMR _c	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	<= 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrizione	Molto buono	Buono	Mediocre	Scadente	Molto scadente

Dal valore di RMR_b si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo *Bieniaski* assumono il valore:

- coesione di picco c_p (kPa) = 5 RMR_b
- angolo di attrito di picco $\phi_p = 0,5 \text{ RMR}_b + 5$
- modulo di deformazione E (GPa) = $2 \text{ RMR}_b - 100$

CLASSE III - mediocre	
qualità	discreta
coesione	295 (kPa)
ϕ'	34,5°
E	18 (GPa)

I valori della coesione residua e dell'angolo di attrito residuo si ricavano introducendo nelle formule sopra indicate un valore di RMR_b modificato secondo la:

$$\text{RMR}_b = \text{RMR}_b(\text{originario}) - [0,2 \cdot \text{RMR}_b(\text{originario})] \quad (\text{Priest, 1983})$$

La formula di E è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di *Serafim e Pereira (1983)*:

$$E \text{ (GPa)} = 10^{(\text{RMR}_b - 10 / 40)}$$

Il valore di GSI (Geological Strength Index) viene ricavato dalla:

$$\text{GSI} = \text{RMR} - 5$$

dove RMR viene calcolato tenendo conto dei punteggi assegnati ai primi quattro parametri e assumendo condizioni idrauliche asciutte ($A_5 = 15$). Tale relazione è da ritenersi valida per $\text{RMR} > 23$.

CLASSE III - mediocre	
qualità	discreta
coesione	236 (kPa)
ϕ'	28,6°

Nell'area in studio, chiaramente, ci sono anche zone ove l'ammasso roccioso è caratterizzato da parametri geotecnici scadenti, ove la roccia può essere ascritta alla classe IV, con i seguenti valori residui:

CLASSE IV - scadente	
qualità	mediocre
coesione	100 - 150 (kPa)
φ'	25° - 30°

Stabilità dei Fronti e circolazione idrica

Nel complesso il calcare, come riportato in precedenza, evidenzia una stratificazione molto articolata, spesso a franapoggio, il grado di fratturazione apparentemente elevato è attribuibile in parte alle caratteristiche primarie tipiche di questa litologia ed in parte alla tecnica di scavo con esplosivo che genera piccole discontinuità ad orientamento casuale e tende a degradare le porzioni più superficiali delle scarpate di scavo. Le discontinuità maggiori sono rappresentate da fratture che mostrano, talvolta, tracce di ossidazione o limitati processi di carsificazione più frequenti in quella che è stata definita “zona Orientale – Cava INECA s.p.a. (ex F.lli Di Palo)” e “zona Occidentale – lungo il confine delle Cave Ceca e Semac.

Per quanto riguarda la tipologia di discontinuità si rileva, quasi omogeneamente, lungo tutto il fronte delle tre cave la presenza di fratture, talvolta aperte e carsificate, una maggiore abbondanza è stata rilevata nella zona dove l'ammasso risulta in generale più detensionato. Proprio quest'ultima caratteristica, è quella che differenzia maggiormente le zone geomeccaniche considerate. In base alla sola giacitura delle discontinuità le due zone possono essere considerate sostanzialmente omogenee.

Durante gli innumerevoli sopralluoghi ed incontri con la committenza e gli altri tecnici non sono mancate precipitazioni intense. L'ammasso roccioso, nel complesso è sempre apparso secco in affioramento. Fenomeni di flusso sono stati osservati in corrispondenza delle maggiori discontinuità in forma di sgocciolamento solo nelle ore immediatamente successive una precipitazione. In generale, non si nota un aumento delle portate avvicinandosi alla base dell'attuale versante artificiale né anomale concentrazioni riconducibili alla presenza di barriere caratterizzate da ridotta permeabilità.



Foto n. 4 – Fascia cataclasata sulla parete occidentale a confine con le proprietà CECA - SEMAC, con strati a franapoggio visibili sul fronte della cava: la geometria del fronte e le caratteristiche strutturali dell'ammasso sono state derivate da rilievi di dettaglio operati in sito. In particolare, nel modello sono stati riprodotti due sets principali di discontinuità, quello subparallelo al fronte della cava e quello costituito dai giunti di stratificazione sub-orizzontali con giacitura a franapoggio. Inoltre, è stata altresì introdotta nel modello una direttrice di faglie sub-verticali, ubicate a pochi metri dal ciglio del fronte.

Molto probabilmente, la circolazione idrica all'interno dell'ammasso si concentra lungo le discontinuità principali caratterizzate da elevata persistenza, maggiore apertura e/o locale maggior grado di fratturazione. Data l'omogeneità dell'ammasso e l'assenza di limiti impermeabili, il flusso è certamente diretto verso il basso fino a quote inferiori a quella della pianura circostante. Nel piazzale di cava è stata osservata la presenza di ristagni temporanei che sono dovuti alla concentrazione delle acque di superficie piuttosto che alla venuta a giorno della superficie freatica.

Nel caso della cava in parola le operazioni di scavo procedono, da alcune decine di anni, lungo i versanti artificiali di scavo che sono caratterizzati da orientazione variabile e sviluppo verticale che raggiunge i 25 - 30 metri ca.. L'ampliamento in progetto prevede l'arretramento delle scarpate di scavo ed un conseguente allargamento dell'area di cava. I nuovi versanti artificiali avranno uno sviluppo verticale notevolmente minore degli attuali e pendenze medie decisamente inferiori. Le condizioni di stabilità delle attuali scarpate di scavo sono, nel complesso, alquanto soddisfacenti e testimoniano la compatibilità tra le caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso e le geometrie di scavo finora adottate. Le analisi hanno preso in considerazione le condizioni relativamente più sfavorevoli (massima altezza dei pendii artificiali) tra tutte quelle che si presenteranno durante le operazioni di scavo. Sono inoltre state considerate alcune sezioni rappresentative della situazione al termine dei lavori di scavo, quando il pendio verrà rimodellato tramite utilizzo di ghiaietto calcareo, limi, materiale tufaceo rimaneggiato ed il terreno agrario (Vedi foto 5 - 6 e 7).

La stabilità lungo il fronte di roccia, che come risulta dai rilievi strutturali, si presenta fortemente deformato, fagliato e con diaclasi e fratture che oltre alle discontinuità lungo le superfici di strato fanno classificare l'ammasso roccioso come mediocre con tratti scadente, in generale è possibile ipotizzare due differenti tipi di fenomenologie:

- 1) crollo di singoli blocchi isolati sulla parete, lungo piani o per cunei, generalmente inneschi isolati e localizzati, maggiormente probabili in presenza di interstrati argillosi prevalenti;
- 2) crolli e scorrimenti, a dire il vero piuttosto rari, che però risultano ben più gravosi dei primi in quanto possono coinvolgere grossi volumi di roccia lungo l'intero versante.



Foto n. 5 – 6 - 7 - Microgradoni realizzati nei primi 9 anni di attività del Consorzio: il nuovo profilo del versante presenta pendenze inferiori ai $45^{\circ}/50^{\circ}$, pendenza pienamente compatibile con le caratteristiche geotecniche e strutturali del fronte di cava, con coefficiente di sicurezza abbondantemente superiore all'unità, anche in fase sismica ($FC = 1,43 - 1,50 - 2,83$).

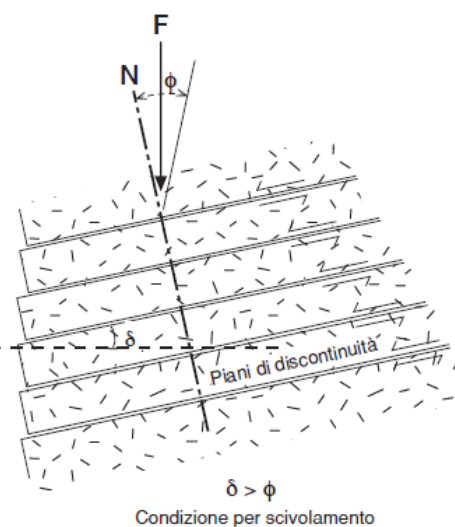


Nel seguito vengono brevemente esaminati i meccanismi di instabilità a cui si è fatto cenno e riportate le relative analisi numeriche dei fronti coltivati alla data del 31/12/2021, eseguite lungo tre sezioni dello stato di fatto (aggiornamento rilievo aereofotogrammetrico). La prima parte delle analisi consiste proprio nella verifica cinematica dei meccanismi di instabilità dei versanti in roccia che ha preso in considerazione i seguenti casi:

- scorrimento planare su un piano di discontinuità;
- scorrimento a cuneo su due piani di discontinuità;
- ribaltamento diretto.

Queste tipologie di fenomeni di instabilità si sviluppano a causa della rottura e del movimento lungo una pre-esistente discontinuità dell'ammasso roccioso (mezzo discontinuo). In pratica, essendo la roccia intatta molto più resistente delle discontinuità, si ipotizza che un'eventuale rottura possa propagarsi solamente lungo queste ultime. Pertanto, ai fini delle analisi è stata considerata l'orientazione delle scarpate al termine delle operazioni di scavo. Esse formeranno un anfiteatro in pianta, e saranno caratterizzate dalle seguenti orientazioni: versante principale di scavo con direzione di immersione NS variabile tra 40 e 45°; per quanto riguarda le pendenze, è stato preso in considerazione il valore medio complessivo 45° ed il valore massimo corrispondente all'inclinazione del singolo gradone 90°.

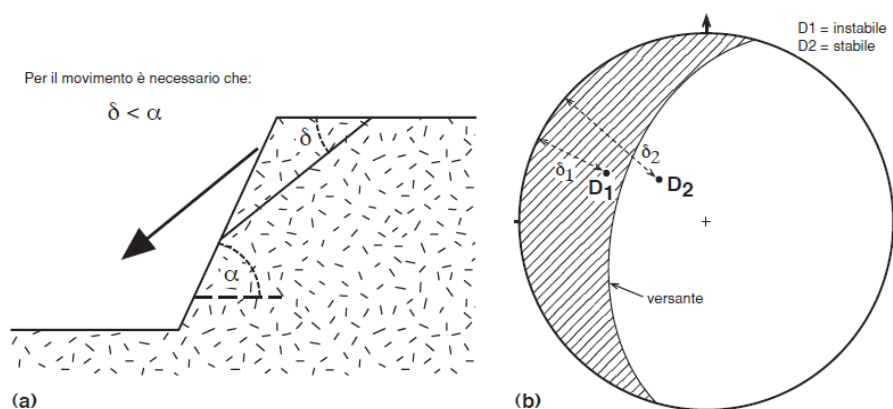
Le caratteristiche di resistenza lungo le discontinuità sono state attribuite in base al criterio di rottura di Barton secondo quanto illustrato nel capitolo precedente. Per le verifiche cinematiche dell'ammissibilità del movimento, si utilizza generalmente la semplificazione di un piano puramente attritivo (Hudson & Harrison, 1993); si impone quindi che il potenziale piano di scivolamento abbia un valore di inclinazione maggiore del suo angolo d'attrito (ϕ). Si tratta di una sovrasemplificazione che trascura l'effetto instabilizzante delle pressioni dell'acqua. Per contro, si assumono i piani di discontinuità come infinitamente estesi all'interno dell'ammasso. Nella realtà le discontinuità hanno lunghezza finita e le analisi risultano, nella maggior parte dei casi, ampiamente cautelative. L'interpretazione dei risultati non può prescindere dalla conoscenza dei limiti del modello.



Scorrimento traslazionale lungo superficie piana

Tale tipo di dissesto è cinematicamente ammissibile quando si verificano le seguenti condizioni (Hudson & Harrison; 1993):

1. l'inclinazione del versante è maggiore dell'inclinazione del potenziale piano di scivolamento, ciò implica che il blocco roccioso discreto esista e sia in grado di muoversi;
2. la direzione di immersione del piano di scivolamento giace approssimativamente entro $\pm 20^\circ$ rispetto alla direzione di immersione del versante (criterio empirico derivante dall'osservazione di casi reali);
3. l'inclinazione del potenziale piano di scivolamento è tale che la resistenza al taglio del piano di scivolamento sia raggiunta.



Le suddette condizioni rappresentano una prima verifica, la più importante, in quanto evidenzia la possibilità cinematica di rotture di dimensioni rilevanti che possano mettere in dubbio la stabilità complessiva del versante. Le analisi indicano perciò che, nel caso in esame, piccoli fenomeni di scorrimento planare saranno localmente responsabili dell'arretramento delle nuove scarpate di scavo determinando il raggiungimento di nuove condizioni di equilibrio con pendenze simili a quelle delle discontinuità stesse.

Per tutte le orientazioni del fronte di scavo e abbandono in roccia, non sussistono le condizioni geometriche necessarie al verificarsi di fenomeni di instabilità per scorrimento planare che coinvolgano elevati volumi di materiale. Lo scorrimento piano risulta ammissibile solamente per alcune orientazioni delle scarpate dei singoli gradoni di scavo. Tali fenomeni sono pressoché inevitabili lungo le scarpate di scavo sub-verticali ottenute con esplosivo e determineranno localmente l'arretramento della scarpata fino a valori di equilibrio, detto fenomeno è stato rilevato, segnatamente, lungo le piste di arroccamento, che vanno monitorate costantemente.

Scorrimento di cuneo

Come nel caso precedente, il movimento è essenzialmente traslazionale ma avviene lungo la direzione della linea di intersezione dei due piani che costituiscono la base del cuneo di roccia instabile. Vengono così mobilitate le resistenze disponibili su entrambi i piani in ragione alla sollecitazione normale presente sugli stessi e alle loro caratteristiche di resistenza. In questo caso i criteri geometrici che debbono essere rispettati per rendere cinematicamente ammissibile il movimento si riferiscono alla linea di intersezione dei due piani sui quali poggia il cuneo e sono i seguenti (Hudson & Harrison, 1993):

1. l'inclinazione del versante deve essere maggiore dell'inclinazione della linea di intersezione; ciò implica che il blocco roccioso discreto esista e sia in grado di muoversi;
2. la linea di intersezione delle due discontinuità piane associate al potenziale scivolamento a cuneo deve emergere dal versante;
3. l'inclinazione della linea di intersezione delle due discontinuità piane deve essere tale da raggiungere il valore di resistenza disponibile sui due piani: nel caso puramente attritivo essa deve avere inclinazione maggiore dell'angolo d'attrito.

Come nel caso dello scorrimento planare, la verifica è stata effettuata considerando la variabilità di orientazione dei versanti artificiali previsti dal progetto di coltivazione. L'inclinazione considerata per il complessivo versante di scavo è di 45° , mentre i singoli gradoni sono stati considerati verticali. Anche in questo caso, l'area di instabilità relativa ai versanti di scavo complessivi risulta ridotta. In linea teorica, infatti, una linea di intersezione deve essere più inclinata dell'angolo d'attrito delle discontinuità (35°) e meno inclinata del pendio (55°) per poter generare situazioni potenzialmente pericolose. Nel caso in esame, poche linee di intersezione cadono nell'area instabile. Si può quindi affermare che i versanti di scavo non saranno soggetti a scorrimenti di cuneo lungo discontinuità appartenenti alle famiglie rilevate. I risultati sono differenti se si considerano le singole scarpate subverticali generate dalle operazioni di scavo con esplosivo. Per tutti i casi considerati, infatti, esiste la possibilità geometrica del distacco di cunei che potranno contribuire a ridurre localmente l'angolo effettivo delle scarpate dei gradoni che potrebbe passare al valore compatibile con l'inclinazione delle più comuni linee di intersezione tra discontinuità rilevate. I risultati trovano conferma nelle attuali scarpate di scavo della parete calcarea, lungo le quali è stata rilevata la presenza di minori fenomeni di scorrimento di cuneo che si sviluppano lungo piani molto inclinati e interessano volumi ridotti o molto ridotti di roccia.

In definitiva, si può affermare che, considerando la geometria finale delle pareti di scavo in roccia, non sussistono i requisiti geometrici necessari

perché avvengano significativi fenomeni di scorrimento. Alcuni fenomeni minori possono verificarsi lungo le scarpate dei singoli gradoni, si raccomanda perciò di provvedere alle operazioni di disaggio al termine delle operazioni di scavo con esplosivo. Tuttavia, in tempi brevi bisognerà ridurre e/o eliminare del tutto il dislivello che si è creato fra la proprietà CE.CA. s.r.l. e la S.E.M.A.C. s.r.l., che palesemente è inferiore agli anni precedenti (è stato ridotto a 26 – 28 metri), tuttavia è interessato sempre da crolli di pezzame lapideo (cunei di roccia alquanto significativi).

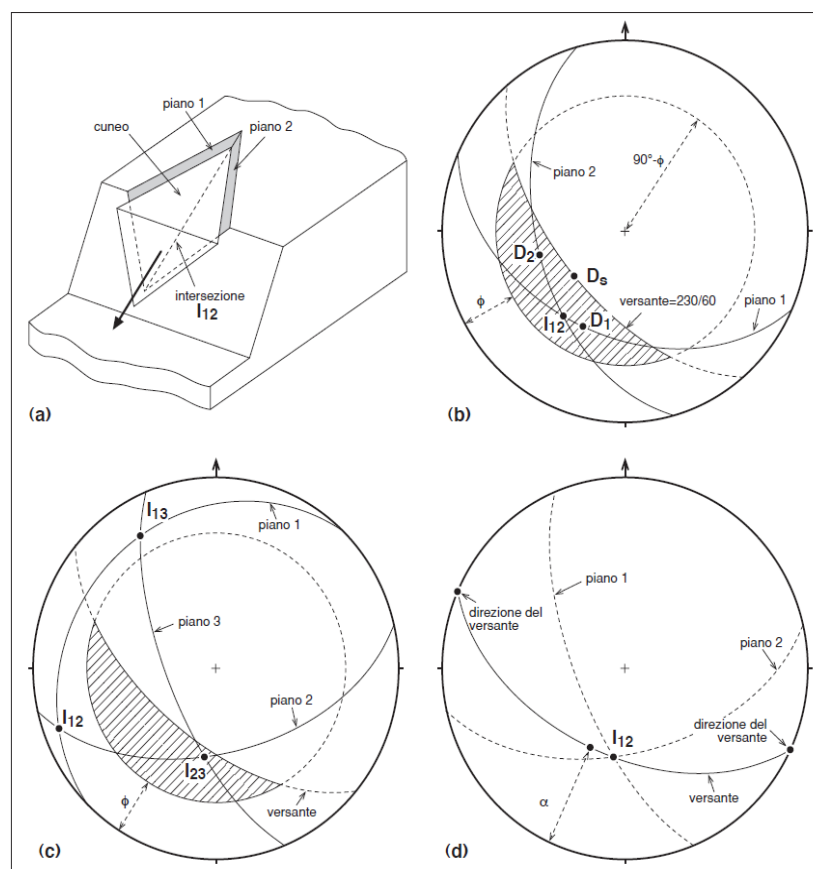


Figura n. 8 - Analisi cinematica per cedimenti secondo cunei. (a) Visualizzazione schematica dello scivolamento di un cuneo su due superfici di discontinuità. (b) Analisi cinematica in proiezione stereografica per scivolamento di un cuneo. Le orientazioni delle intersezioni che possono dare scivolamento sono quelle che ricadono all'interno dell'area con il rigato obliquo. D_s è il vettore inclinazione del versante, D₁ e D₂ sono i vettori inclinazione, cioè le direzioni di massima pendenza, per le due discontinuità, I₁₂ è l'intersezione tra le due discontinuità. (c) Analisi cinematica per scivolamenti di cunei nel caso di tre superfici di discontinuità. (d) Angolo di sicurezza limite (α) per scivolamento di un cuneo.

Ribaltamento

Il ribaltamento diretto avviene quando singole colonne o lastre di roccia sono separate da giunti ortogonali ai piani che le separano. La spaziatura delle discontinuità ad alto angolo che immergono all'interno del pendio deve essere minore o uguale a quella delle discontinuità suborizzontali affinché i blocchi esercitino una spinta diretta verso valle. Le condizioni affinché possa verificarsi il ribaltamento vengono generalmente ricavate sulla base di alcune assunzioni semplificative che partono dal presupposto che il ribaltamento inizi da un movimento di taglio che si sviluppa lungo le discontinuità nella direzione di immersione. In questo caso, assumendo che lo stress compressivo principale, agisca in direzione parallela al versante si può esprimere la condizione (Cruden, 1989; Goodman, 1980):

$$\beta \geq \varphi + (90 - \psi)$$

- Dove Ψ è l'inclinazione della discontinuità o della linea di intersezione tra due sistemi di discontinuità, φ l'angolo d'attrito lungo la discontinuità e β l'inclinazione del pendio.

Per il versante artificiale di scavo e sistemazione è prevista un'inclinazione (β) media di 45° ed una massima (scarpata singolo gradone) di 90° . La resistenza al taglio lungo le discontinuità è stata quantificata tramite il criterio di Barton in $35^\circ/40^\circ$ (ϕ) assumendo assenza di ponti di roccia. Ciò comporta, nel caso del versante complessivo, che la prima condizione non venga mai soddisfatta. Fenomeni di ribaltamento flessionale e diretto di grandi proporzioni, che interessano il versante artificiale nel suo complesso ($\beta = 45^\circ$), possono quindi essere esclusi sulla base della condizione (a) prima ancora di procedere alla verifica cinematica. Lungo le attuali scarpate di scavo, inoltre, non mostrano significativi fenomeni di ribaltamento. La presenza di piccoli blocchi alla base testimonia fenomeni di distacco che coinvolgono volumi ridotti di materiale. Si tratta di blocchi che vengono disaggiati o di crolli di blocchi isolati che avvengono, in genere, a breve distanza temporale dallo scoppio delle mine utilizzate per lo scavo.

Per tutte le orientazioni del fronte di scavo e abbandono in roccia, non sussistono le condizioni geometriche necessarie al verificarsi di fenomeni di ribaltamento. E' quindi possibile escludere la possibilità di sviluppo sistematico di fenomeni di instabilità lungo i versanti di scavo. Locali fenomeni di crollo di blocchi isolati non possono essere completamente esclusi nel caso delle scarpate di scavo con esplosivo che dovranno essere ispezionati e disaggiati dopo gli scoppi.

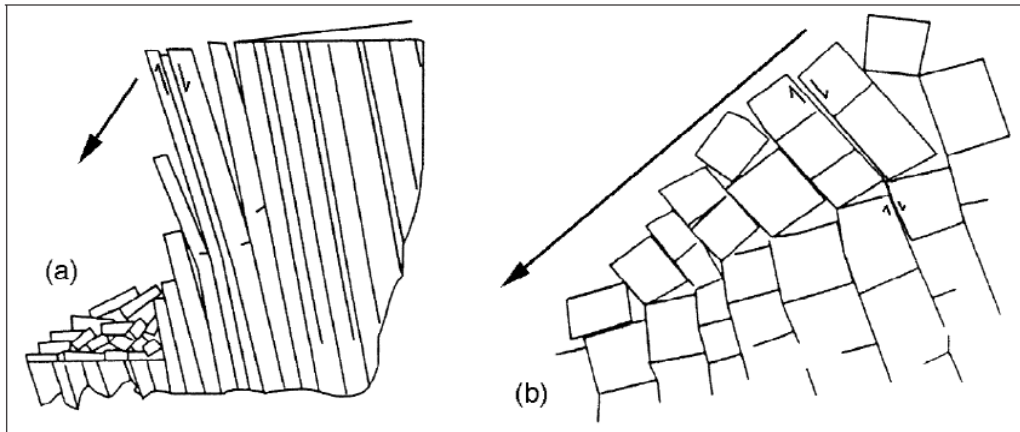


Figura 9 - (a) Ribaltamento in rocce con un solo sistema di discontinuità ben sviluppato (foliazione, stratificazione, ecc.). (b) Ribaltamento in rocce con discontinuità spaziate e tra loro ortogonali.

In definitiva si ritiene che il profilo di coltivazione di progetto, con microgradoni 2/3 x 2/3 mt., è senz'altro il più conveniente dal punto di vista economico dell'attività estrattiva ed è in grado di ridurre al minimo la pericolosità connessa ad eventuali fenomeni di crollo e ribaltamento, in modo tale che gli scavi possano avvenire in piena sicurezza.

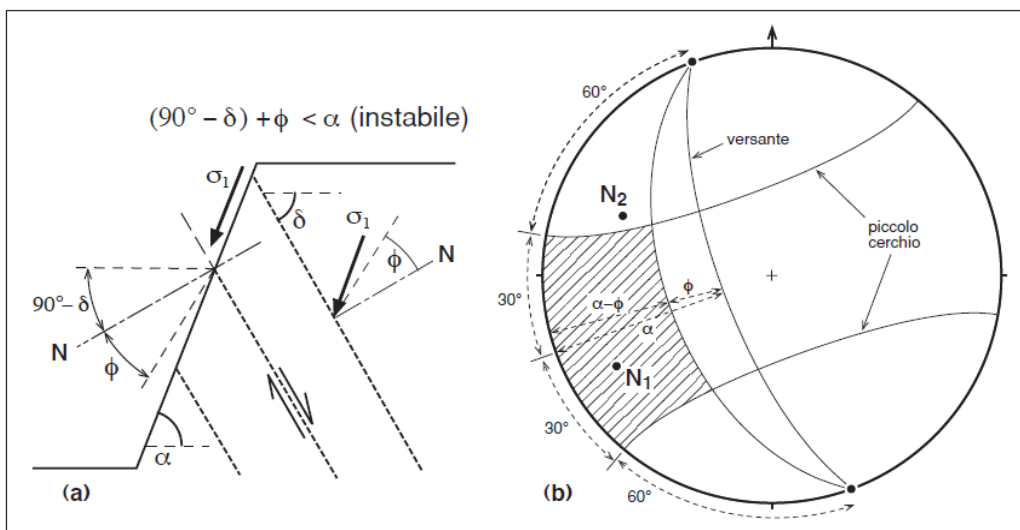


Figura 10 - (a) Test cinematico per ribaltamento. N è la normale alle discontinuità. (b) Proiezione stereografica degli elementi strutturali considerati per cedimento per ribaltamento. Le discontinuità i cui poli ricadono nella zona tratteggiata possono dare ribaltamento.

L'adozione della gradonatura lungo i versanti di scavo, in uno alla gradonatura esistente, controlla efficacemente eventuali fenomeni di crollo ed è in grado di garantire la sicurezza delle operazioni di scavo anche nel caso di distacco di blocchi sensibilmente più grandi di quelli tipici. Nonostante ciò, le operazioni di scavo dovranno essere condotte adottando la massima cautela: sarà necessario procedere al disgaggio dei blocchi potenzialmente pericolosi a seguito di ogni operazione di scavo e prestare, quindi, particolare attenzione quando si lavora sotto le scarpate fresche ricavate con esplosivo e sotto alle scarpate con giacitura a franapoggio meno inclinato del pendio. Per quanto riguarda la sicurezza del personale che opera sistematicamente nel piazzale e/o lungo la viabilità di arroccamento e sui singoli gradoni, sarà necessaria l'adozione di tutte le norme di sicurezza volte a ridurre l'esposizione al rischio. La possibilità di crolli isolati non deve essere sottovalutata in alcuna condizione climatica, ed il personale deve sempre operare all'interno di mezzi che offrano adeguata protezione.

Confermando, pertanto, che la coltivazione in corso deve avvenire sempre ed avviene per splateamenti orizzontali successivi e, conseguentemente, a gradoni discendenti consentendo una razionale estrazione accompagnata dal relativo ripristino ambientale, il tutto nel rispetto del progetto approvato; considerando che comunque, in linea di massima, non si sono riscontrate mutate condizioni giacaturali e litotecniche dell'ammasso roccioso e pertanto non sono mutate sostanzialmente le condizioni di stabilità accertate negli anni precedenti e soprattutto preventivate nel progetto di coltivazione originario è possibile ipotizzare che il fronte alla data odierna risulti stabile a meno di distacchi localizzati causati dall'intervento dell'uomo; chiaramente nel prosieguo della coltivazione eventuali variazioni, per la presenza di livelli meno competenti, a causa anche della presenza di elementi geologici quali pieghe e faglie, richiede un attento controllo anche strumentale e verifiche in corso d'opera.

La gradonatura globale dello stato attuale del fronte di cava, comunque, per la delicatezza del problema, è stata verificata anche con uno dei metodi tecnicamente riconosciuto per tali situazioni, così nell'ambito del presente studio sono state eseguite verifiche di stabilità del fronte alla data del rilievo aereofotogrammetrico realizzato. Le analisi sono state eseguite utilizzando il classico metodo dell'equilibrio limite globale (schema risolutivo proposto da Morgestern e Price, 1965). Esse intendono valutare la possibilità dello svilupparsi di una rottura per scorrimento rotazionale all'interno dell'ammasso roccioso. Il meccanismo di instabilità intende simulare una potenziale rottura attraverso la rete di piani di discontinuità a diversa orientazione. L'ammasso roccioso viene considerato come un "mezzo continuo equivalente" ovvero come un mezzo caratterizzato da resistenze complessivamente determinate dalla presenza delle discontinuità e dai blocchi di roccia intatta. Nel caso in esame, le

condizioni di stabilità che l'ammasso roccioso complessivamente evidenzia lungo gli attuali versanti artificiali costituiscono una migliore garanzia di sicurezza di quanto non possano fare analisi che sono basate su inevitabili semplificazioni.

Le analisi sono state effettuate con riferimento agli stati limite ultimi (SLU), così come definiti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018: Aggiornamento del D.M. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14/01/2008), con il metodo di Morgenstern e Price. Nel caso specifico è stato considerato lo stato limite ultimo di collasso, che si attinge quando nel pendio insorge un fenomeno di stabilità globale del terreno e delle strutture che insistono su di esso, per effetto di un meccanismo di rottura che si sviluppa lungo una superficie continua ed emergente sul pendio, in grado di isolare un volume di terreno soggetto a deformazioni e spostamenti, le cui entità e velocità dipendono dalle condizioni iniziali e dalle proprietà del terreno.

Con riferimento alla configurazione dello stato dei luoghi, le verifiche sono state effettuate, in condizioni statiche adoperando $\gamma_M = 1,25$ sui parametri caratteristici dei terreni coinvolti imponendo un coefficiente di sicurezza minimo di **1,10**; mentre in condizioni sismiche adoperando $\gamma_M = 1,00$ sui parametri caratteristici dei terreni coinvolti imponendo un coefficiente di sicurezza minimo di **1,20** così come imposto dalla normativa per i pendii artificiali.

Caratteristiche Geotecniche

Dall'articolato studio geologico a corredo del progetto esecutivo, è possibile ricavare una modellazione geotecnica dell'ammasso roccioso di cui è costituita la cava oggetto di futura coltivazione.

Trascurando lo strato superficiale della coltre di terreni sciolti, più o meno rimaneggiati, che sarà asportato prima della riprofilatura, i valori caratteristici dei parametri geotecnici considerati sono:

- **Unità: Classe 3 con parametri di Picco**

Peso di volume (γ):	23,00 kN/m ³
Angolo di attrito di picco (φ):	34,5°
Coesione di picco	295 kPa

- **Unità: Classe 3 con parametri di Residuo**

Peso di volume (γ):	23,00 kN/m ³
Angolo di attrito (φ):	28,60°
Coesione	236 kPa

- **Unità: Classe 4 di Residuo**

Peso di volume (γ):	23,00 kN/m ³
Angolo di attrito (φ):	25 - 30°
Coesione	100 - 150 kPa

Sotto il profilo sismico, dal medesimo studio geologico, si evince quale categoria di sottosuolo A, ed una categoria topografica T2.

Analisi dei carichi

Carichi accidentali di natura sismica

L'azione sismica adoperata nelle analisi di stabilità è stata schematizzata mediante un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$, con k_h e k_v coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h.$$

Dove:

- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima;
- $a_{\max}$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella seguente.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Il valore dell'accelerazione massima attesa $a_{\max}$ è stato ricavato in funzione della pericolosità sismica di base, rappresentata dall'accelerazione attesa su sottosuolo rigido con piano limite orizzontale (a_g) e dall'eventuale amplificazione dovuta a fattori locali, stratigrafici e topografici.

Pericolosità sismica

L'accelerazione sismica a_g è calcolata in funzione del tempo di ritorno del sisma di progetto, che a sua volta dipende dallo stato limite ultimo rispetto al quale vengono eseguite le verifiche del manufatto, dalla sua vita nominale e dalla sua classe d'uso. Per le opere di progetto è stata considerata una vita nominale VN (intesa come il numero di anni durante i quali la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, assolve alle prestazioni alle quali è destinata) di 50 anni, in base alle indicazioni contenute nella tabella seguente.

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

Vita nominale per diversi tipi di opere

Il periodo di riferimento $VR = VN \cdot Cu$, che si ricava moltiplicando la vita nominale VN per il coefficiente d'uso C_u , è stato calcolato assumendo un valore di C_u pari a 0.70, corrispondente alla classe d'uso I della tabella seguente:

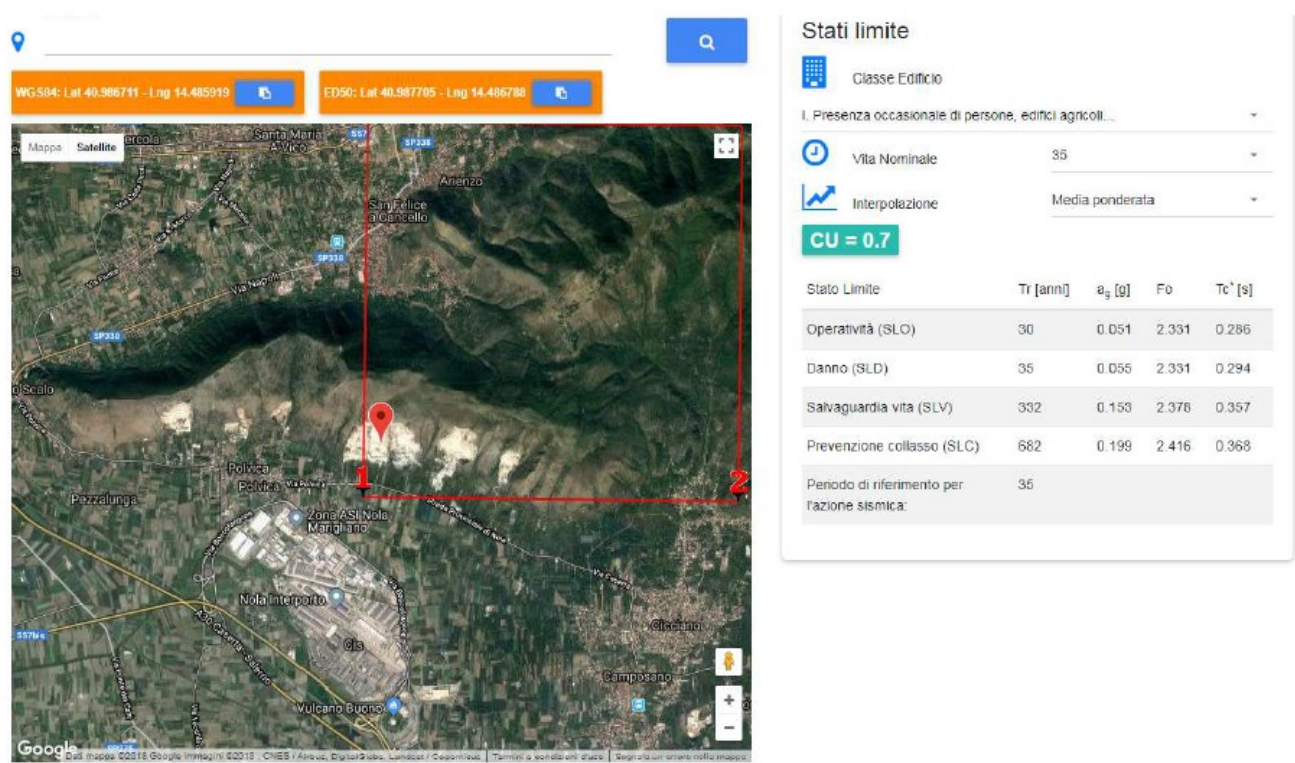
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Valori del coefficiente C_u *Amplificazione dovuta alla risposta sismica locale*

Per la definizione dell'amplificazione stratigrafica si fa riferimento a varie categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2) a ciascuna delle quali è associato il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , mentre per la definizione dell'amplificazione topografica si adotta il coefficiente S_T ; entrambi i coefficienti concorrono a definire l'accelerazione massima a piano campagna (a_{max}), che costituisce il parametro necessario al calcolo della sollecitazione sismica:

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

Nel caso in esame, il sottosuolo è stato classificato come appartenente alla categoria A.



Coefficienti sismici

Tipo

Fronti di scavo e rilevati

☐

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1

Cat. Sottosuolo

B

Cat. Topografica

T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,41	1,41	1,35	1,34
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

☐

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

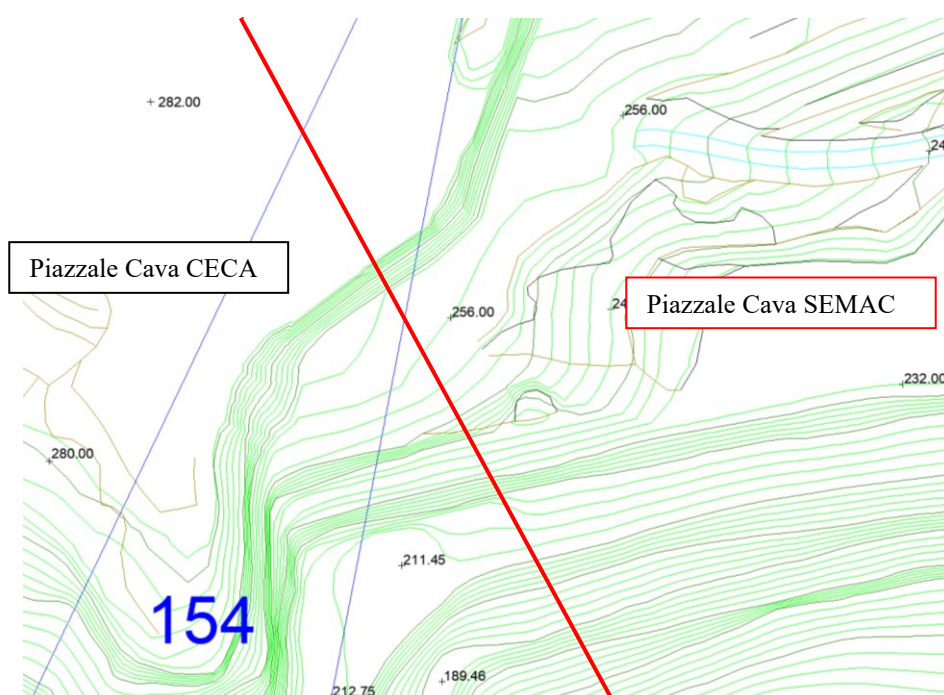
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.037	0.084	0.000
kv	--	0.019	0.042	--
Amax [m/s²]	0.716	0.774	2.164	2.812
Beta	--	0.470	0.380	--

Analisi di Stabilità

Come accennato in precedenza, le analisi sono state effettuate con riferimento agli stati limite ultimi (SLU), così come definiti nell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018). Nel caso specifico è stato considerato lo stato limite ultimo di collasso, che si attinge quando nel pendio insorge un fenomeno di stabilità globale del terreno e delle strutture che insistono su di esso, per effetto di un meccanismo di rottura che si sviluppa lungo una superficie continua ed emergente sul pendio, in grado di isolare un volume di terreno soggetto a deformazioni e spostamenti, le cui entità e velocità dipendono dalle condizioni iniziali e dalle proprietà del terreno.

Con riferimento allo stato di progetto le verifiche sono state effettuate, sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche adoperando i coefficienti parziali γ_F sulle azioni e γ_M sui parametri caratteristici dei terreni coinvolti come descritto in precedenza.

La restituzione delle analisi di stabilità viene rappresentata in forma grafica, ove per la sezione di progetto, si individua il coefficiente di sicurezza γ_R ricavato con il metodo di Morgenstern e Price, e la superficie di scorrimento a cui compete il coefficiente di sicurezza minimo. La verifica in condizione statica risulta soddisfatta quando $\gamma_R \geq 1.1$, avendo applicato nella fase di input i coefficienti di sicurezza parziali sui parametri di resistenza. La verifica in condizione sismica risulta soddisfatta quando $\gamma_R \geq 1.2$, avendo applicato nella fase di input i coefficienti di sicurezza parziali pari ad uno sui parametri di resistenza. In particolare sono state verificate le Sezioni : Sez. E – Sez. M – Sez. R1 e la sezione trasversale n. 1 che interessa il fronte di cava sito a confine tra la Cava CECA e la Cava SEMAC (Vedi stralcio planimetrico sotto riportato, in rosso è indicata la sezione lungo la quale è stata eseguita la verifica di stabilità).



<i>Stabilità dei Fonti</i>	<i>Versante di Monte</i>		<i>Versante di Valle</i>	
	Fase Statica	Fase Sismica	Fase Statica	Fase Sismica
<i>Sezione E</i>	2,29	2,83	1,15	1,25
<i>Sezione M</i>	1,30	1,43	1,22	1,29
<i>Sezione R1</i>	1,37	1,50	1,30	1,45
<i>Sez. Trasversale 1</i>	1,13	1,21	1,54	1,67

La restituzione delle analisi di stabilità eseguite, riportate in tabella, individua il coefficiente di sicurezza γ_R ricavato con il metodo di Morgestern e Price, e la superficie di scorrimento a cui compete il coefficiente di sicurezza minimo. La verifica in condizione statica risulta soddisfatta quando $\gamma_R \geq 1.1$, avendo applicato nella fase di input i coefficienti di sicurezza parziali sui parametri di resistenza. La verifica in condizione sismica risulta soddisfatta quando $\gamma_R \geq 1.2$, avendo applicato nella fase di input i coefficienti di sicurezza parziali pari ad uno sui parametri di resistenza. In particolare sono state verificate le Sezioni : Sez. E – Sez. M – Sez. R1 e la sezione trasversale n. 1 che interessa il fronte di cava sito a confine tra la Cava CECA e la Cava SEMAC.

Considerazioni conclusive

L'art. 52, comma 1, del decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 624, impone l'obbligo di predisporre, prima dell'inizio dei lavori di coltivazione, una relazione di stabilità dei fronti, che definisca l'altezza e la pendenza dei fronti di coltivazione e dei terreni di copertura nonché il metodo di coltivazione impiegato. Tale elaborato, la cui prima redazione, deve intendersi contestuale con quella del DSS e che comunque può essere integralmente in esso contenuta, deve essere aggiornata annualmente.

In effetti, trattandosi di attività estrattive che di per sé comportano una continua trasformazione dei luoghi, il legislatore, introducendo il concetto di aggiornamento annuale, ha sottolineato la natura dinamica dell'ambiente di lavoro e del medesimo documento, che stante quanto chiarito con circolare successiva n. 600524 del 26/05/1997 va aggiornato a seguito di modifiche dei luoghi di lavoro rilevanti per la sicurezza, di eventi (infortuni, incidenti, variazioni litologiche significative, ecc.) che abbiano evidenziato la presenza di rischi non previsti o l'inadeguatezza di misure di prevenzione, di possibilità fornite dal progresso tecnico di ridurre o eliminare alcuni rischi, nonché di osservazioni e proposte ricevute nelle riunioni di prevenzione e protezione dai rischi e/o derivanti dalle operazioni di monitoraggio e controllo dell'attività.

In sostanza, la relazione di aggiornamento annuale sulla stabilità dei fronti, rileva in primo luogo le eventuali mutazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche rispetto a quanto emerso sia dalla relazione progettuale che dalle successive elaborazioni della stabilità dei fronti realizzate negli anni successivi. La relazione dovrà pertanto, valutare, in funzione della natura e dello

stato del terreno nonché dei macchinari impiegati, l'altezza e la pendenza dei fronti di coltivazione e dei terreni di copertura nonché il metodo di coltivazione impiegato.

Dai rilievi effettuati e dalle analisi eseguite in precedenza non si sono ravvisate, se non per fatti locali (piccoli svuotamenti e/o cavità), nuove condizioni geo-litologiche tali da ritenere che le condizioni giaciture siano sostanzialmente modificate rispetto a quanto previsto e atteso in fase di progetto che ha portato alla situazione attuale del versante di loc. Fondo Signorino - Fellino - Grotta di Muro ricadente nel comune di Roccarainola.

Lo stato attuale, relativo alle fasi di coltivazione fino al 31 dicembre 2023, con aggiornamento al febbraio 2024, sono ben evidenti dai grafici e dagli elaborati aereofotogrammetrici a cui si rimanda per dettagli plano-altimetrici.

Pertanto, essendo i fronti a monte dell'area di prossima lavorazione da realizzarsi secondo le prescrizioni degli elaborati progettuali e relative varianti in termini di pendenza e altezza, e non essendosi rilevate sostanziali modificazioni geo-litologiche della natura del giacimento, salvo fratture locali con blocchi isolati in aree a franapoggio, i fronti sono da ritenersi stabili in relazione ai rischi di stabilità globale, come risulta anche dalle verifiche analitiche eseguite lungo le quattro sezioni significative, la cui planimetria e i relativi tabulati sono allegati in fondo alla presente.

Pertanto, la profilatura attuale, a seguito dei disaggi a farsi per i blocchi in condizioni potenzialmente instabili è da considerarsi compatibile con i macchinari impiegati nonché con il metodo di coltivazione in essere e che verrà realizzato nel prosieguo; così come indicato negli elaborati di progetto che ne hanno definito le modalità tecnico-operative e le relative problematiche.

Quanto fin ora affermato, non esclude la possibilità durante le successive fasi di lavorazione di riscontrare nuove variazioni litologiche del giacimento, ad esempio la presenza di livelli argilloso-marnosi prevalenti in aree interessate dalla tettonica, o la presenza di cunei di roccia interessati da fratture coniugate che tendono a scivolare, come è risultato anche dai rilievi geostrutturali eseguiti (il rilievo geomeccanico lungo il fronte ha sempre evidenziato la presenza di più famiglie di fratture confrontabili con le giaciture dei versanti e delle pareti esistenti per cui sono sempre possibili teoricamente cunei di scivolamento con dimensioni da decimetrico a metrico) tali circostanze, non sempre sono definibili a priori attraverso nessun tipo di studio e di indagine, in quanto sono legate alle fasi di deposizione del giacimento e alle successive fasi tettoniche.

Tuttavia, queste risultano di facile individuazione durante la lavorazione e l'approfondimento, e pertanto vanno realizzate opere di disaggio e controllo, al fine di non avere durante la prosecuzione della lavorazione, aree di potenziale dissesto che gravano sul piazzale e/o sui gradoni in approfondimento. I fenomeni

di instabilità osservabili lungo le pareti di scavo attuale hanno significato locale, si sviluppano lungo discontinuità ben identificabili e non compromettono in alcun modo le condizioni di stabilità complessive dei versanti di scavo.

La manutenzione dell'intero sistema di smaltimento delle acque superficiali, si rende necessaria al fine di evitare che, intasamenti e/o acque provenienti dal fronte e incanalate alla base degli stessi gradoni vengano poi smaltite in maniera casuale e concentrate in un solo punto, favorendo pertanto fenomeni di erosione.

Resta altresì vero, che il direttore di cava e/o suo delegato, deve eseguire una costante verifica delle condizioni di sicurezza, lungo i gradoni in coltivazione con frequenza rapportata ai tempi di avanzamento dei lavori e del fronte di scavo, in conformità di quanto disposto dall'art. 117 del D.Lgs. n. 128/1959 e s.m.i., nei seguenti casi:

- a seguito di un evento sismico;
- dopo l'utilizzo dell'esplosivo;
- durante lunghi periodi di siccità e con gradienti di temperatura significativi tra la notte e il giorno;
- a seguito di piogge intense e prolungate;
- durante le fasi di scavo al piede dei fronti;
- in presenza di significative variazioni litologiche.

E' da rilevare che, l'analisi oggettiva di alcuni fattori quali, l'andamento sub-verticale delle pareti dei gradoni, in alcuni tratti, l'esistenza di porzioni di versante costituito da rocce lapidee con diffuse condizioni di instabilità e la presenza di stratificazioni meno inclinate del pendio, rendono poco o del tutto inefficaci, anche interventi attivi di consolidamento, propri dell'ingegneria geotecnica e naturalistica. Comunque, non sono stati registrati crolli di dimensioni rilevanti nel corso degli ultimi anni; tuttavia, l'elevata suscettibilità all'innesco di cunei di roccia appare in tutta la sua evidenza.

Ricordando che il programma di dismissione, prevede per le tre cave una prima fase iniziale transitoria in cui si utilizza ancora il metodo per gradoni multipli fino al raggiungimento del limite superiore di intervento e successivamente si procederà con la coltivazione per splateamenti successivi; si impone, a questo punto, per motivi di sicurezza, la necessità di ritenere assolutamente superata ed abbandonata la prima e di procedere esclusivamente con la coltivazione per splateamenti multipli a microgradoni come previsto da progetto e cronoprogramma, che è assolutamente la più sicura.



Foto n. 8 - 9 – Veduta in primo piano del piazzale di cava, mentre sullo sfondo sono visibili i rilevati/valli paramassi.



Relativamente ai nuovi fronti di scavo, chiaramente, sussistono criticità lungo il confine CECA – SEMAC ove bisogna conferire quando prima una inclinazione non superiore a 45° - 50° , in modo da evitare la formazione di cunei potenzialmente instabili analoghi a quelli presenti lungo l'attuale fronte caratterizzato da un dislivello di circa 26 metri. Considerata la discreta altezza della scarpata, che si è venuta a creare, tra le due aziende e la possibilità che non si possano a priori escludere eventi di caduta blocchi dalle parti alte della parete (sia per cicli gelo/disgelo, sia per sollecitazioni di volta in volta indotte dalle lavorazioni di coltivazione operate sul piazzale superiore della CECA) si consiglia a chi ha responsabilità operative di attuare adeguati provvedimenti organizzativi sia per la conduzione dei lavori in prossimità dei cigli di cava CECA, posti a monte, sia per garantire l'accessibilità in sicurezza ai mezzi d'opera ed agli addetti della SEMAC a valle. Va assolutamente conservata l'area di interdizione a valle della parete calcarea, fino alla riduzione del dislivello a solo 20 metri. Chiaramente, devono essere conservati anche tutti i rilevati/vallo paramassi, formati da terrapieni di forma trapezoidale opportunamente sagomati e realizzati con materiale grossolano e incoerente costipato, che sono stati realizzati negli anni. Essi sono posizionati a quote diverse a partire dall'area posta immediatamente a tergo dei piazzali di cava.

Ad ogni modo, ogni qualvolta sarà completata l'asportazione di una bancata rocciosa si dovrà effettuare un'accurata ispezione delle nuove porzioni di fronte formati al fine di verificare l'eventuale presenza di piccoli cunei potenzialmente instabili che si potrebbero comunque originare per la presenza di discontinuità cosiddette "outsiders"; in tal caso si dovrà procedere al loro disgaggio in modo che tali cunei non possano successivamente costituire un pericolo per gli operatori di cava (in particolare per l'azione del gelo e disgelo).

Infine, si condivide, con il Direttore di Cava ingegnere Salvatore D'Onofrio, e si raccomanda che qualsiasi attività di coltivazione nelle aree di confine situate a circa 230 - 240 e 272 - 282 metri sul livello del mare debba essere preventivamente comunicata dal responsabile Sorvegliante e Fochino della SEMAC al Sorvegliante della CECA e viceversa.

Questo protocollo di comunicazione è essenziale per garantire un coordinamento efficace e preventivo al fine di assicurare la sicurezza delle operazioni di coltivazione nelle suddette aree di confine. La cooperazione tra i responsabili della sorveglianza delle due entità è necessaria per monitorare e gestire in modo ottimale le attività di cava, in modo da prevenire potenziali rischi e garantire la sicurezza degli operatori e dell'ambiente circostante.

Ciò che risalta maggiormente dall'analisi eseguite dell'area di cava è:

A. una conferma della superficie a sensibilità geologica Elevata nel settore nord-ovest (confine CECA - SEMAC);

B. una conferma della superficie a sensibilità geologica medio – alta nel settore nord – orientale, a monte della pista di arroccamento;

C. la riduzione della superficie a sensibilità geologica *Elevata* e *Media lungo quasi tutto il fronte di cava* a favore di quella a sensibilità *Bassa*.

Per quanto concerne il punto “A”, la conferma di classe di sensibilità da media ad elevata dallo scenario “stato attuale” a quello “intermedio” e “finale/futuro”, è sicuramente dovuta al dislivello tra le due cave e della locale pendenza del versante dovuta agli scavi di coltivazione. Purtroppo, la discontinuità di coltivazione della Cava CECA è condizionata da vari motivi, non ultimo il ritardo dell'autorizzazione dell'esplosivo per le attività di coltivazione; comunque gli scavi sono compatibili con il progetto approvato dalla V.I.A.. Si ritiene comunque necessario, nel più breve tempo possibile, che la CECA Srl, proceda almeno ad un ulteriore dimezzamento del dislivello che si è creato tra le due cave: allo stato è dell'ordine dei ventisei metri.

Situazione opposta si riscontra, invece, per il punto “C”, ove la diminuzione della sensibilità geologica è dovuta alla locale diminuzione della pendenza del versante relazionabile con l'abbassamento della pendenza attraverso la realizzazione dei microgradoni. Questo provoca di conseguenza l'abbassamento dell'indice di pericolosità connessa a frane in roccia.

In conclusione l'analisi di dettaglio dell'entità delle superfici di diversa sensibilità geologica nel contesto “area vasta” confrontato con quello “area di cava”, come già ribadito poc'anzi e nelle relazioni geologiche che accompagna la progettazione PRAE, mostra che le variazioni della pericolosità non avvengono nell'ambiente esterno il sito estrattivo, ma entro i confini di intervento in quanto è in esso che avvengono le modificazioni morfologiche riferibili all'attività in richiesta di concessione.

Sebbene si evidenzi, poi, nell'ambito “area di cava” una conferma della sensibilità nel settore nord-ovest (punto A), nel complesso la superficie in classe di sensibilità *Bassa* aumenta dal 20-25% dello scenario “stato attuale” al 50 - 60% per la fase “intermedia” ed infine al 100% per gli scenari “stato attuale” e “stato futuro”.

L'aumento della superficie a sensibilità *Bassa* va a scapito della classe a sensibilità *Media ed Alta* che va da una superficie percentuale di 60% dello “stato attuale” a 0% dello “stato finale/futuro”.

Quella a sensibilità geologica *Elevata sostanzialmente* resta confermata sia nel setto “A” che nel settore “B”. Questo permette di definire che, per i diversi scenari considerati, anche nel settore di cava la sensibilità o pericolosità geologica non subisce variazioni significative in quanto complessivamente la conferma percentuale delle superfici a sensibilità elevata vengono ampiamente

compensate da un netto aumento areale della classe a bassa pericolosità geologica.

Così, le simulazioni dei fenomeni di crollo e propagazione dei blocchi indicano che l'adozione della geometria di scavo ed abbandono proposta, sarà in grado di limitare al singolo "piazzale di coltivazione" il percorso di caduta di eventuali blocchi, assicurando adeguate condizioni di sicurezza. Durante le operazioni di scavo, sarà comunque necessario procedere al disgaggio dei blocchi potenzialmente instabili dopo ogni singola fase di scavo con esplosivo e si dovranno adottare tutte le norme per la protezione del personale.

Napoli, febbraio 2024

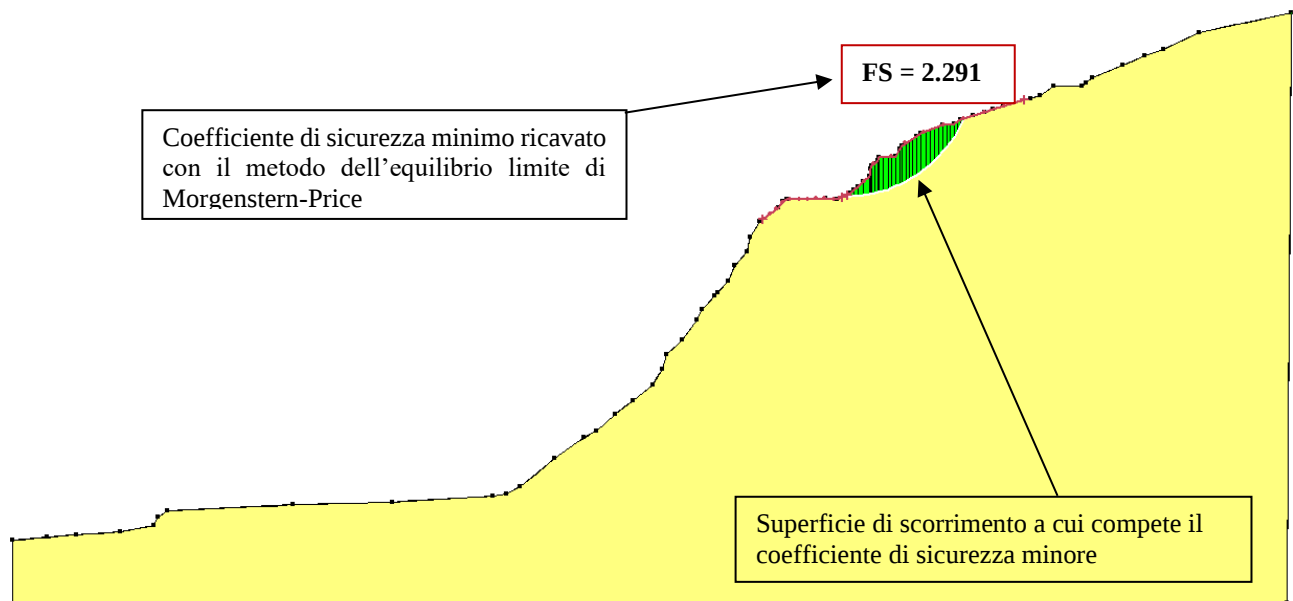
il geologo

Enrico Spagnuolo



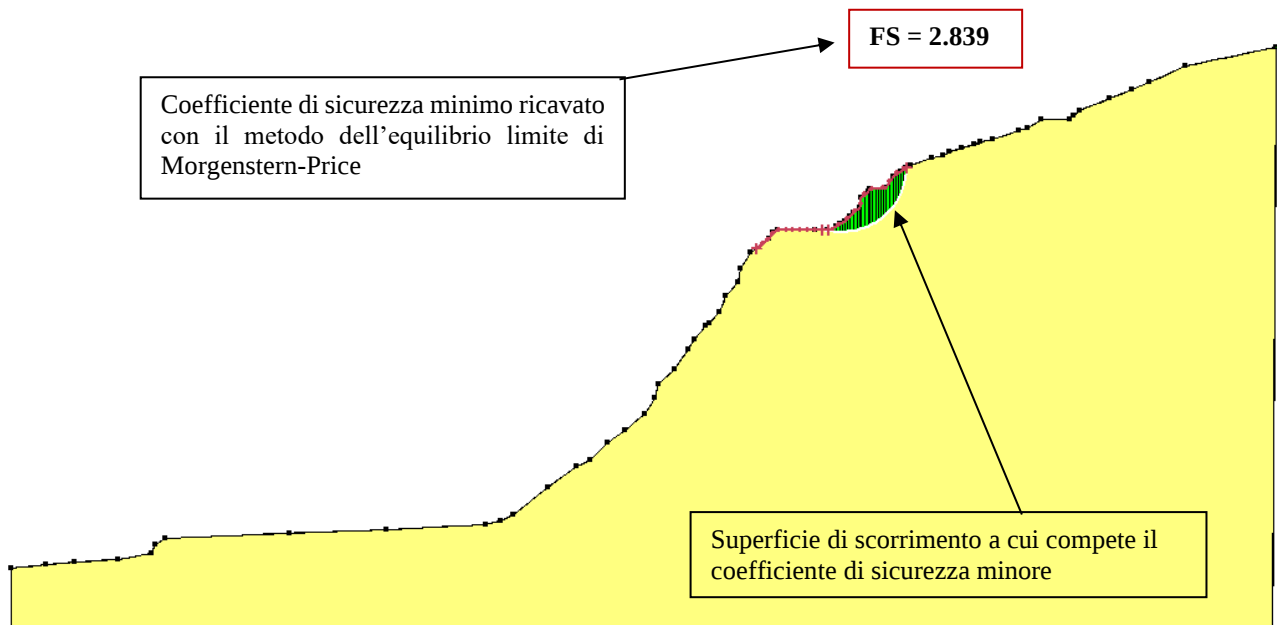
Allegato Tabulati Verifiche

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E - Monte (Condizioni Statiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 2.291 > 1.10$

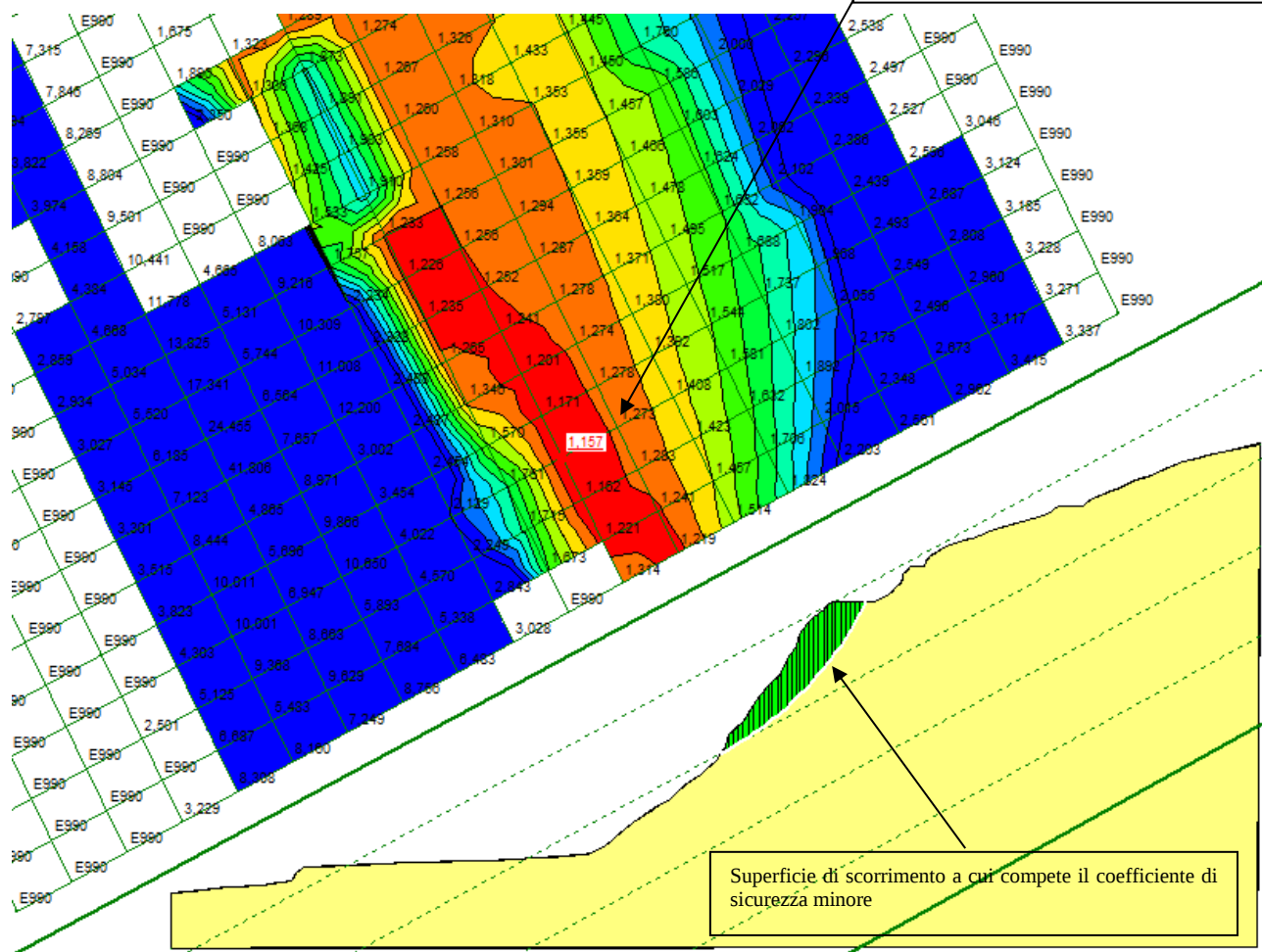
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E - Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 2.839 > 1.20$

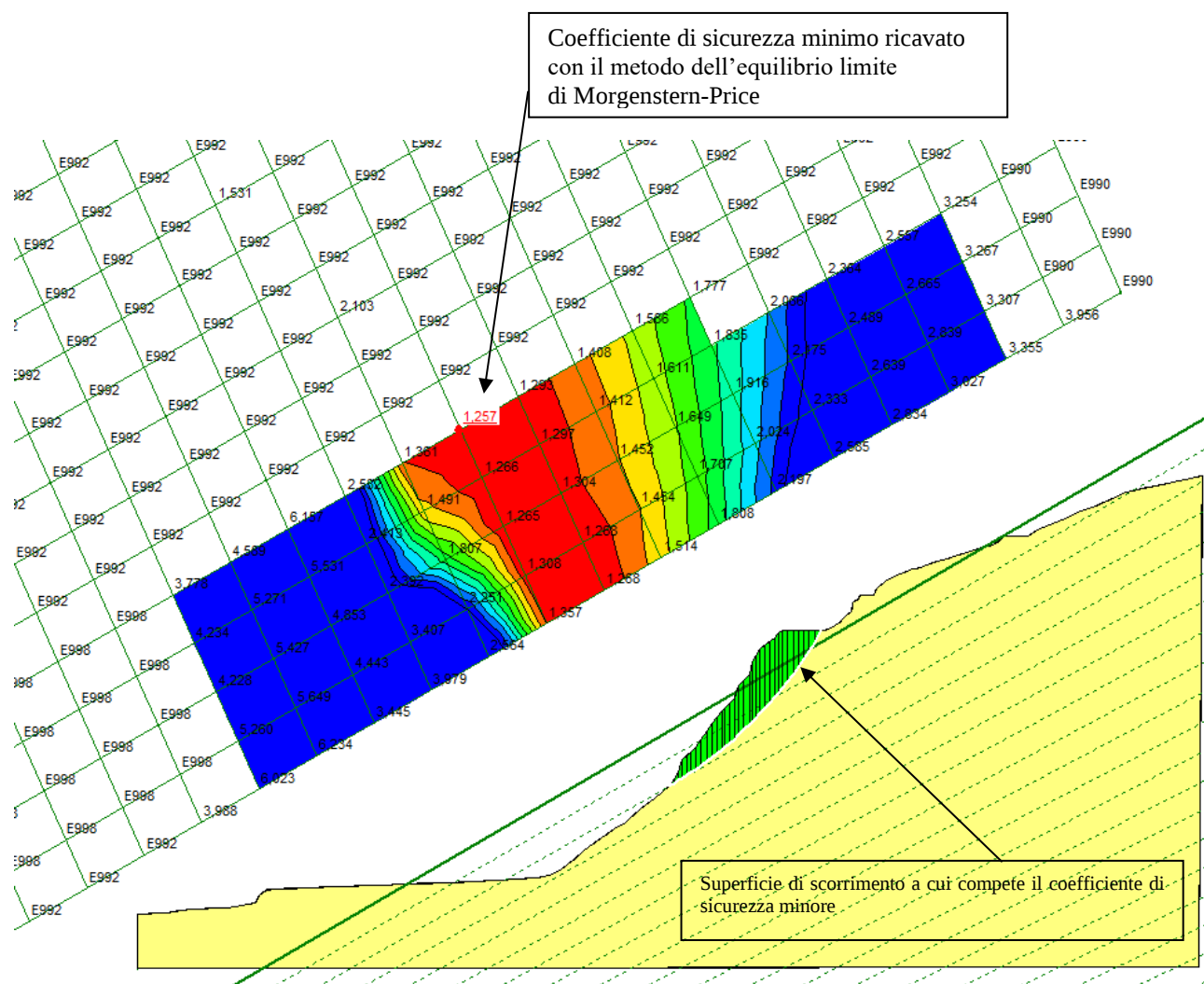
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E (Condizioni Statiche)

Coefficiente di sicurezza minimo
ricavato con il metodo
dell'equilibrio limite



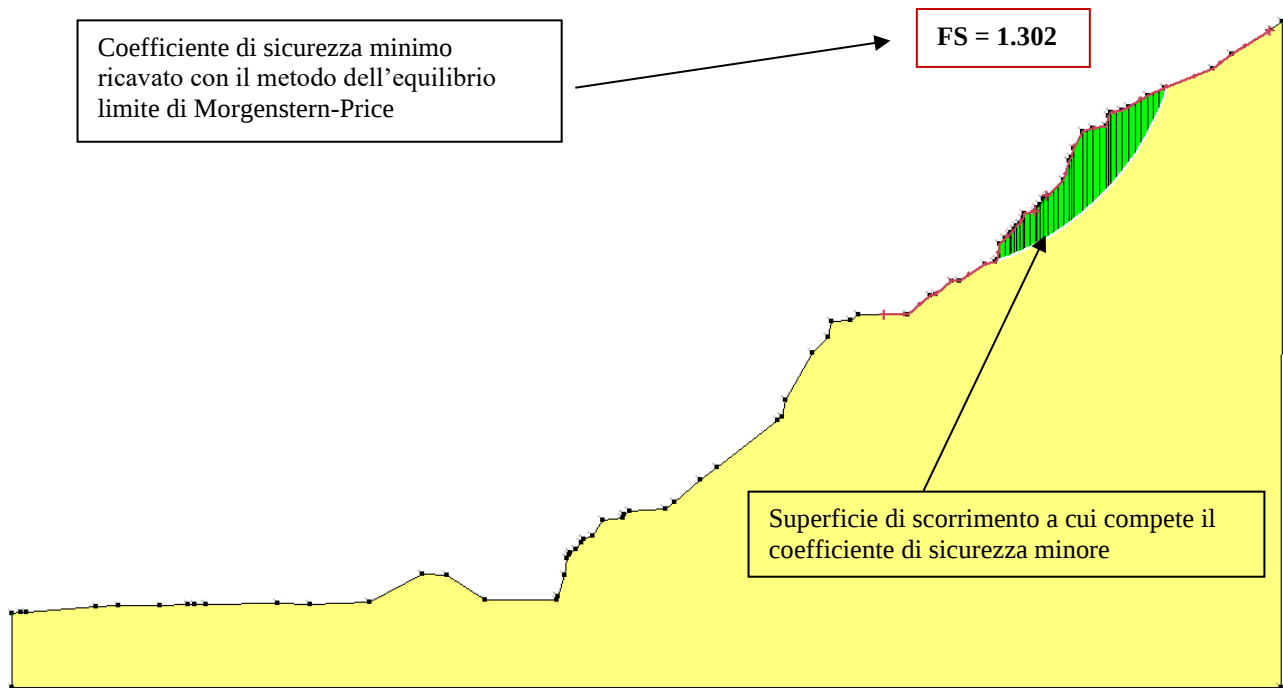
Verifica soddisfatta: $FC = 1.157 > 1.10$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E (Condizioni Sismiche)



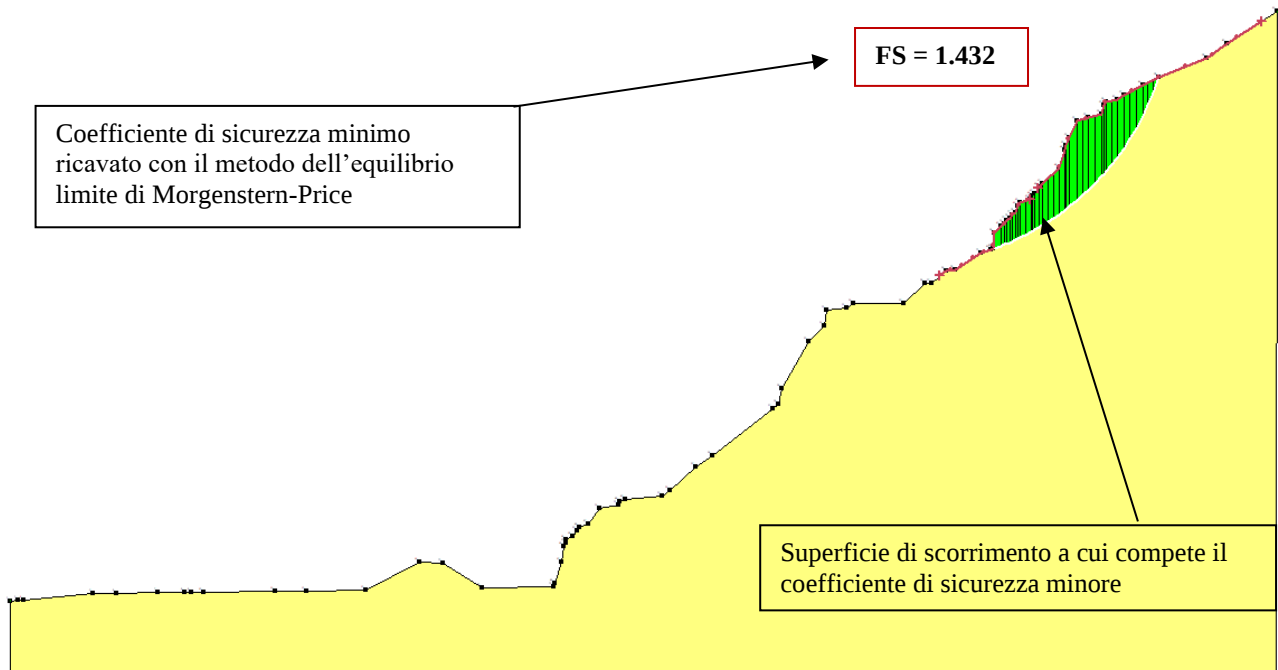
Verifica soddisfatta: $FC = 1.257 > 1.20$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M - Monte (Condizioni Statiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.302 > 1.10$

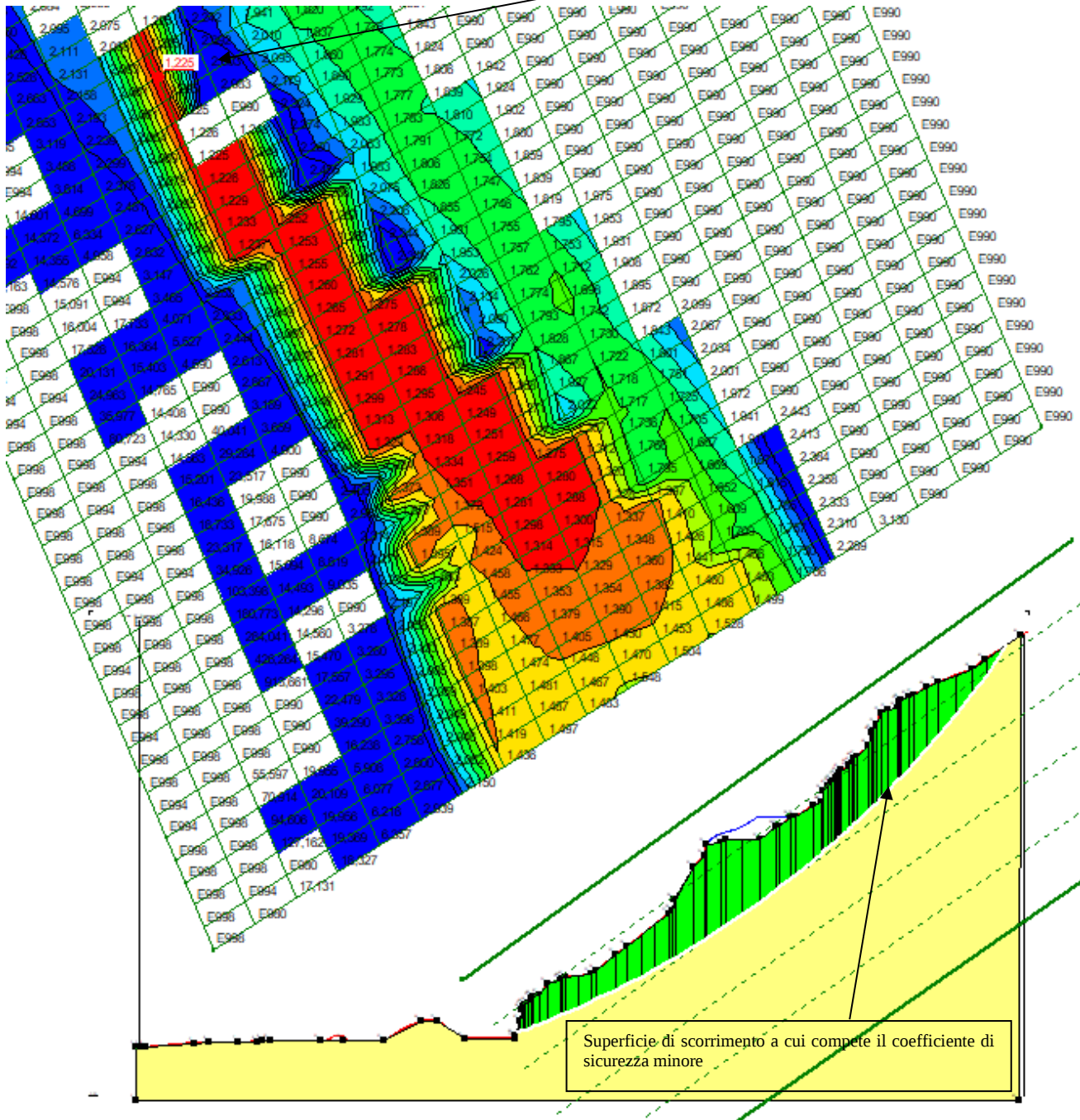
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M - Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.432 > 1.20$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M (Condizioni Statiche)

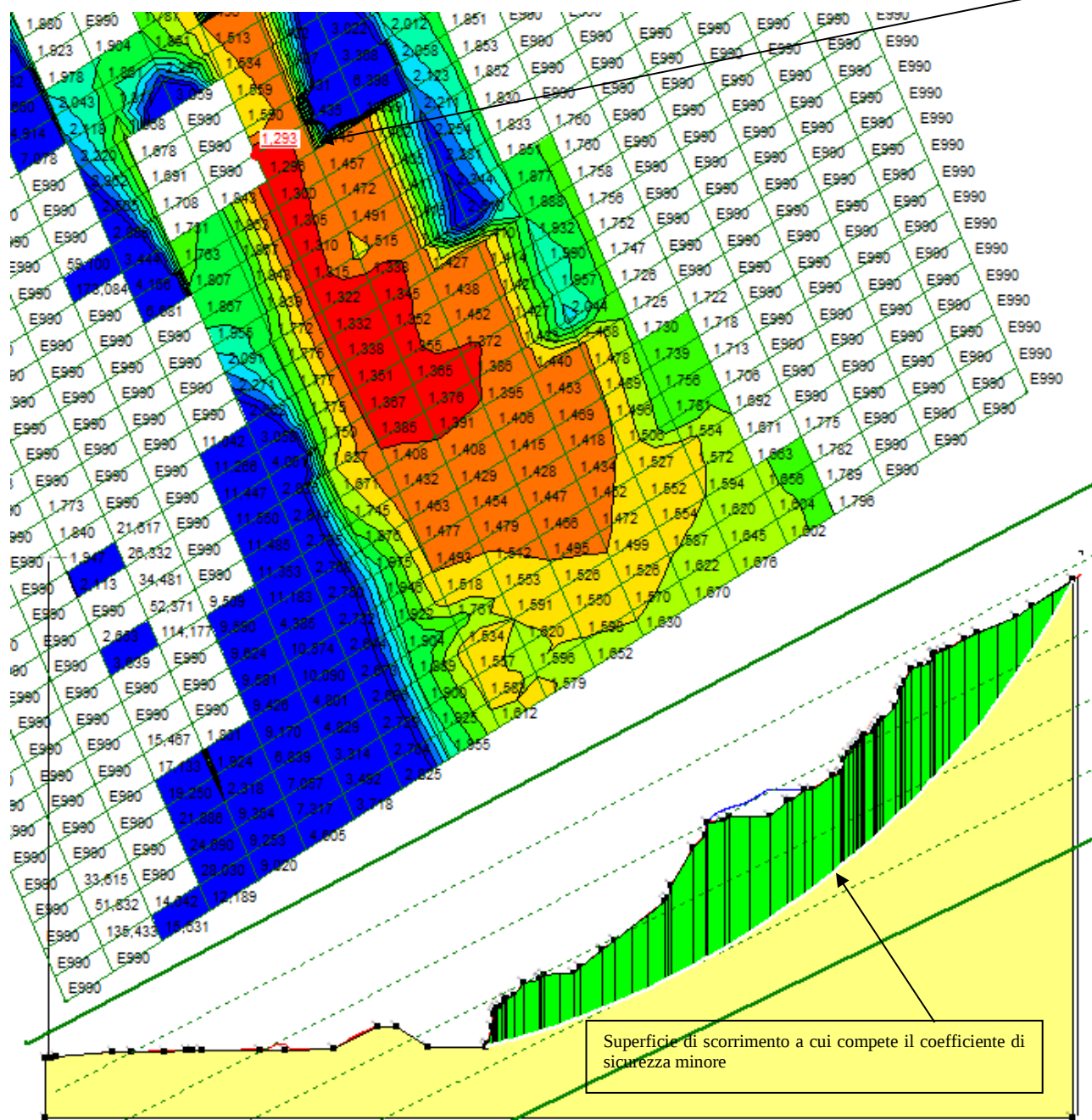
Coefficiente di sicurezza minimo ricavato con il metodo dell'equilibrio limite di Morgenstern-Price



Verifica soddisfatta: $FC = 1.225 > 1.10$

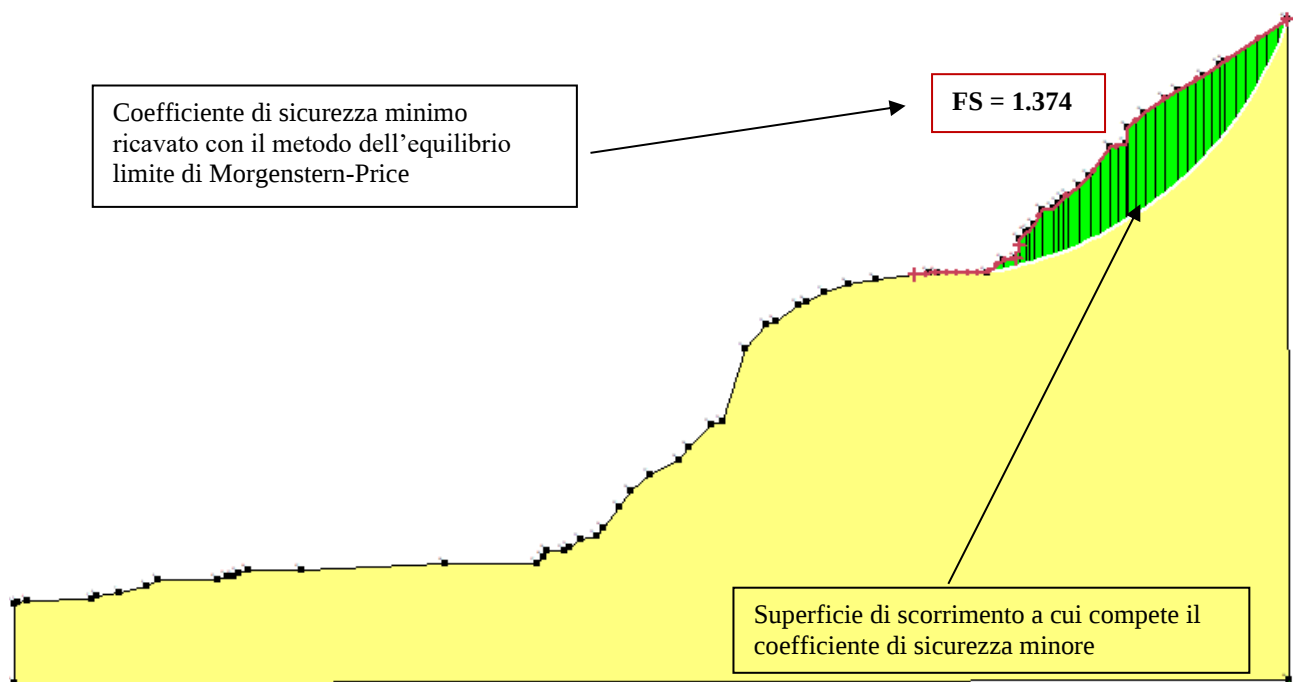
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M (Condizioni Sismiche)

Coefficiente di sicurezza minimo ricavato
con il metodo dell'equilibrio limite
di Morgenstern-Price



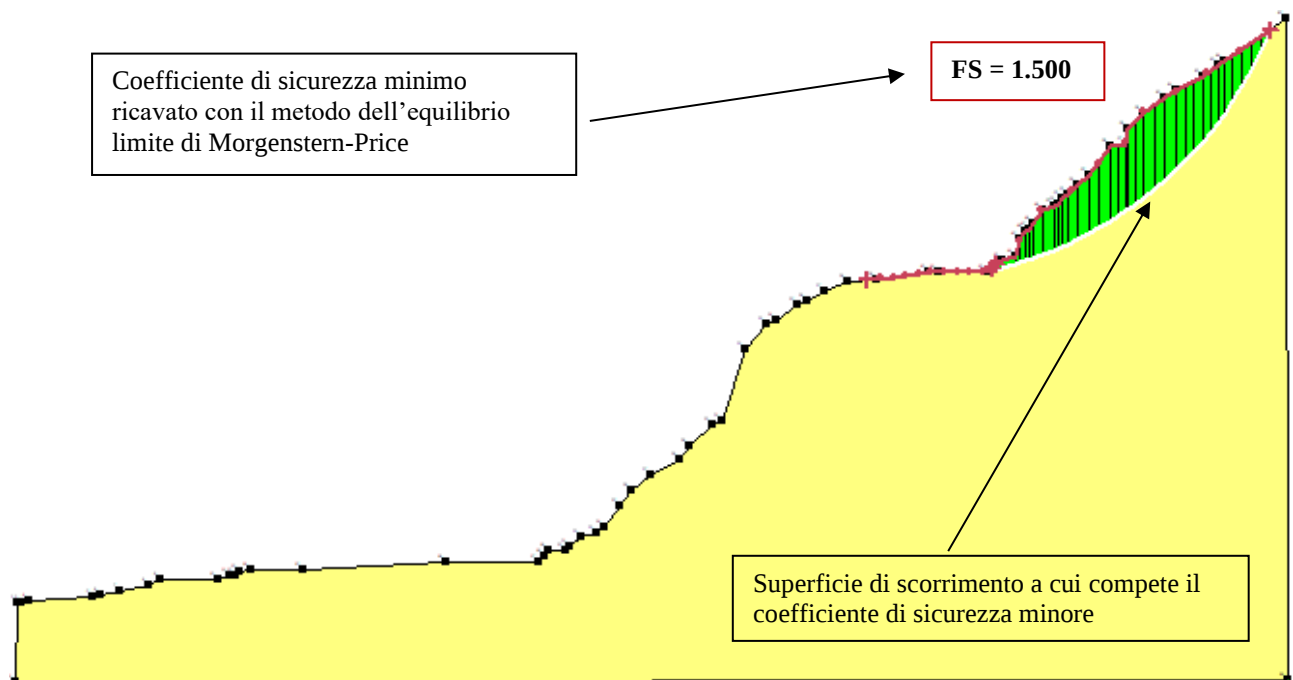
Verifica soddisfatta: $FC = 1.293 > 1.20$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 - Monte (Condizioni Statiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.374 > 1.10$

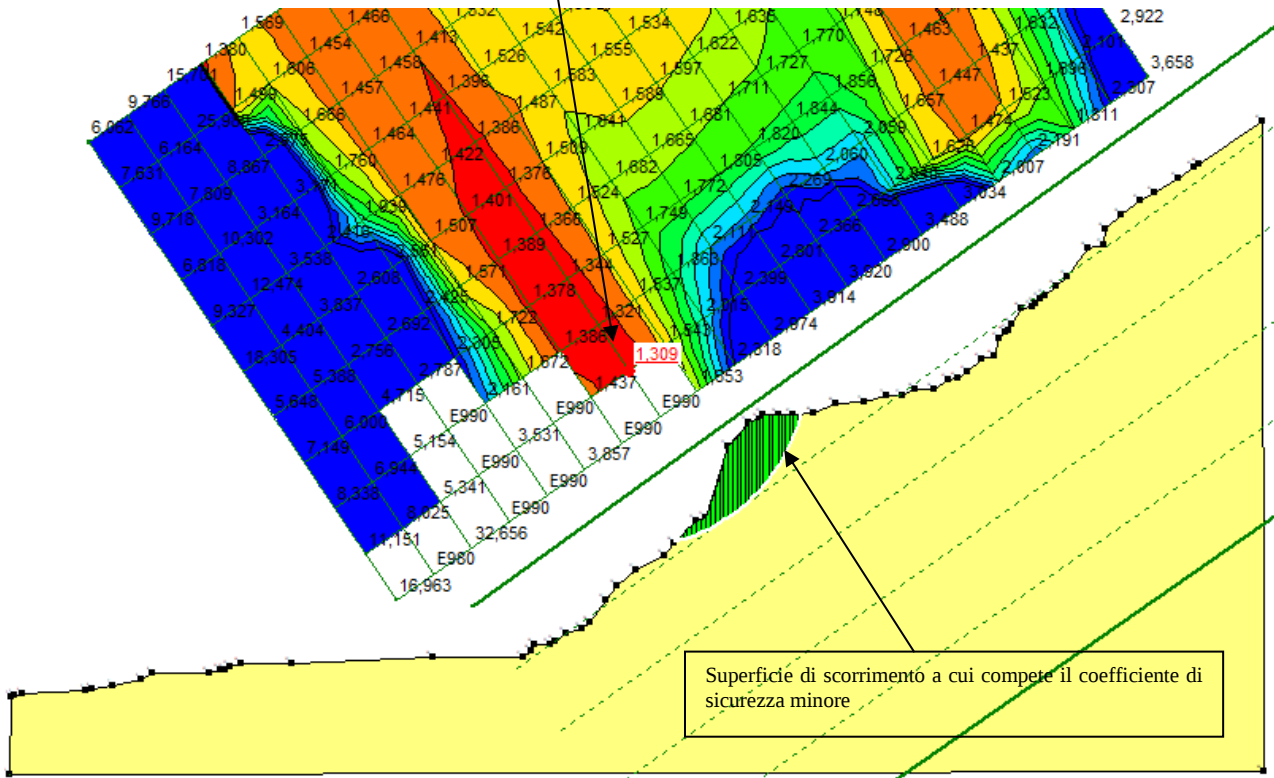
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 – Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.500 > 1.20$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 (Condizioni Statiche)

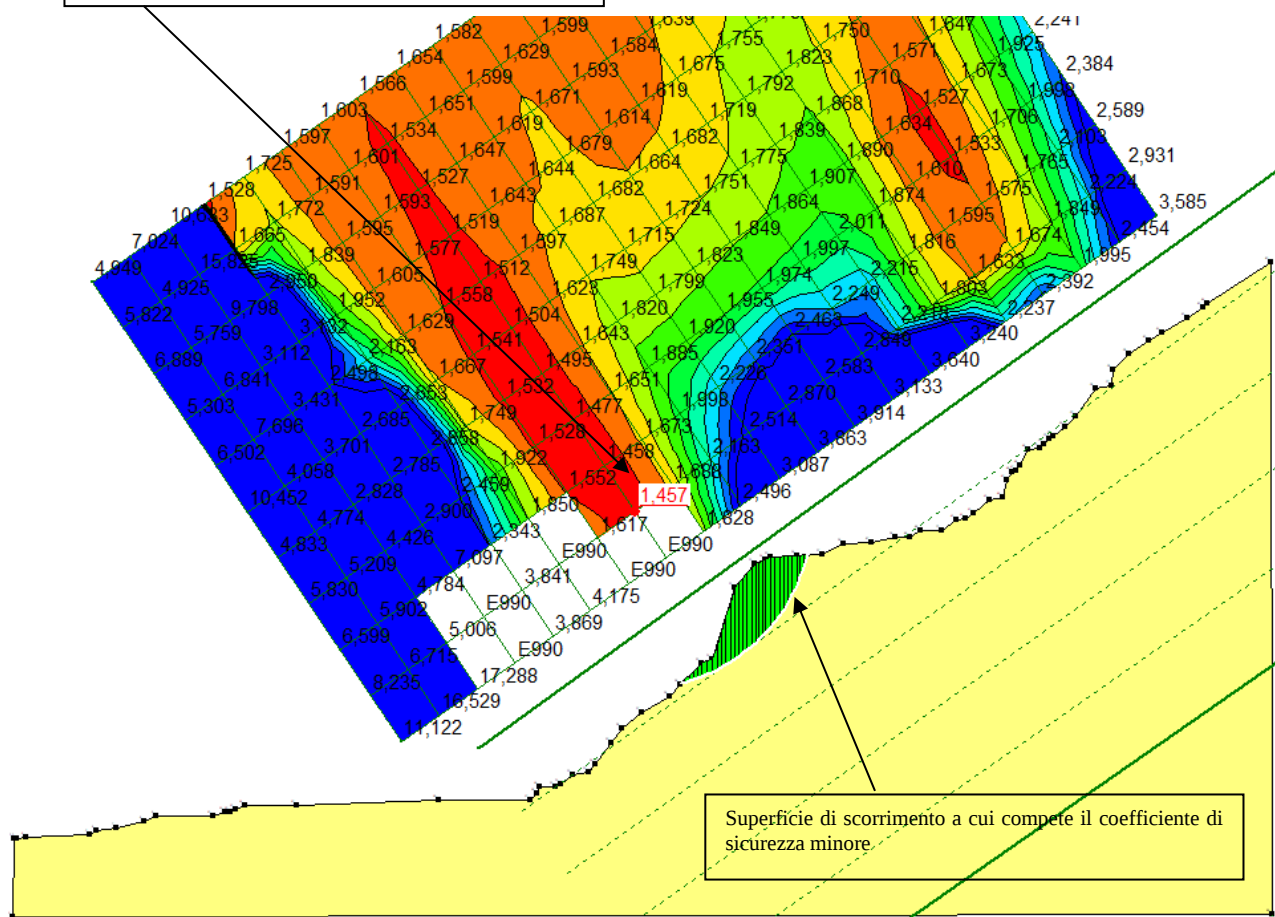
Coefficiente di sicurezza minimo ricavato
con il metodo dell'equilibrio limite
di Morgenstern-Price



Verifica soddisfatta: $FC = 1.309 > 1.10$

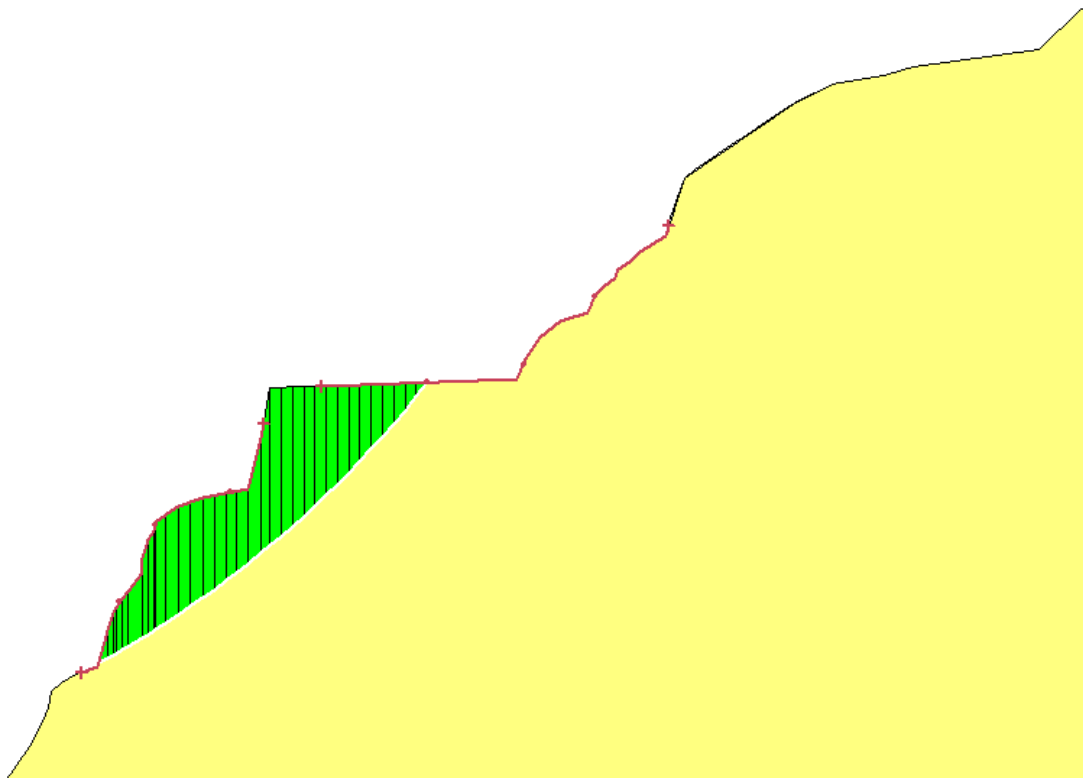
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 (Condizioni Sismiche)

Coefficiente di sicurezza minimo ricavato
con il metodo dell'equilibrio limite
di Morgenstern-Price



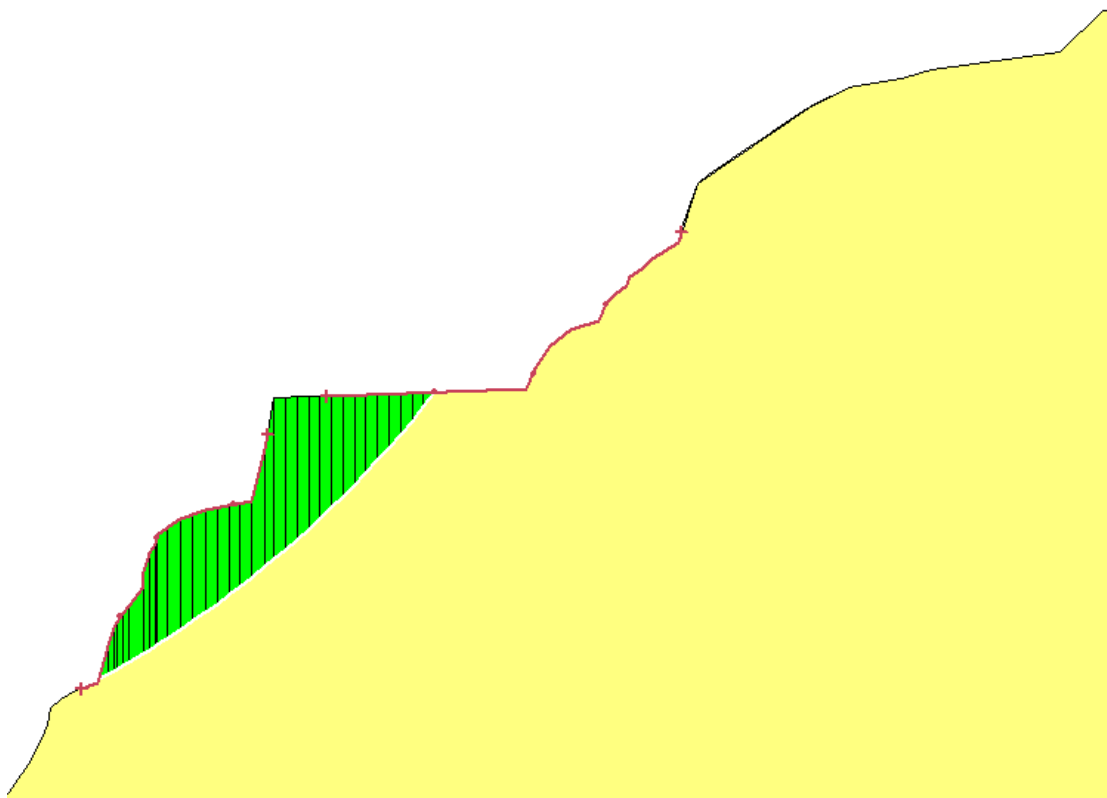
Verifica soddisfatta: $FC = 1.457 > 1.20$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV. (Condizioni Statiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1,549 > 1.10$

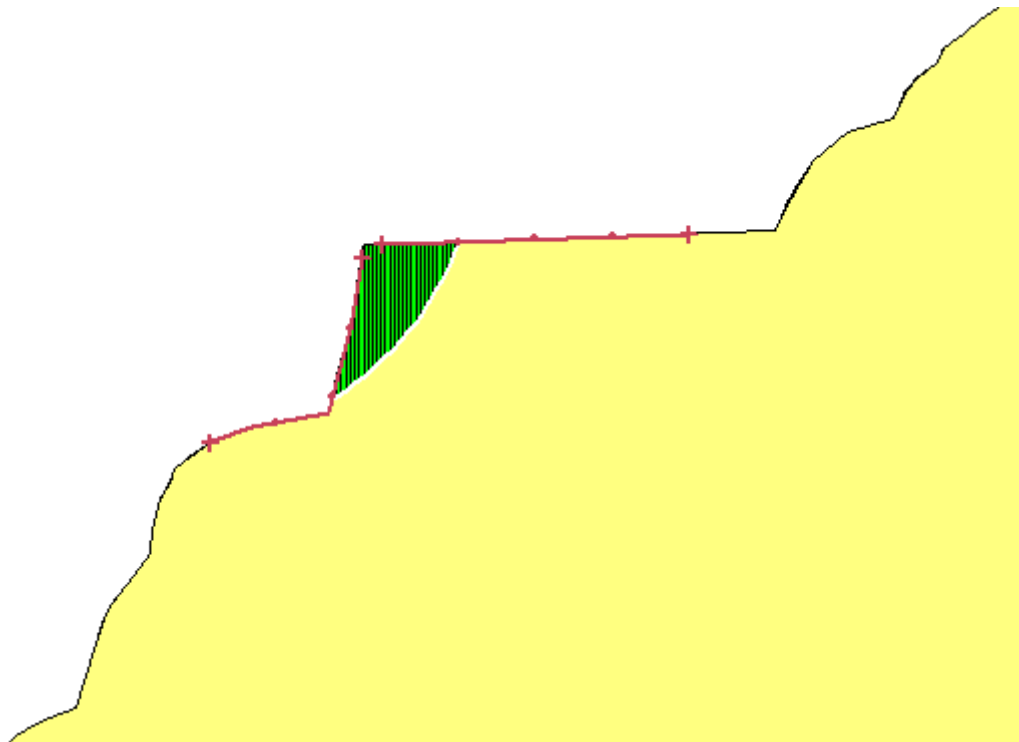
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV. (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.679 > 1.20$

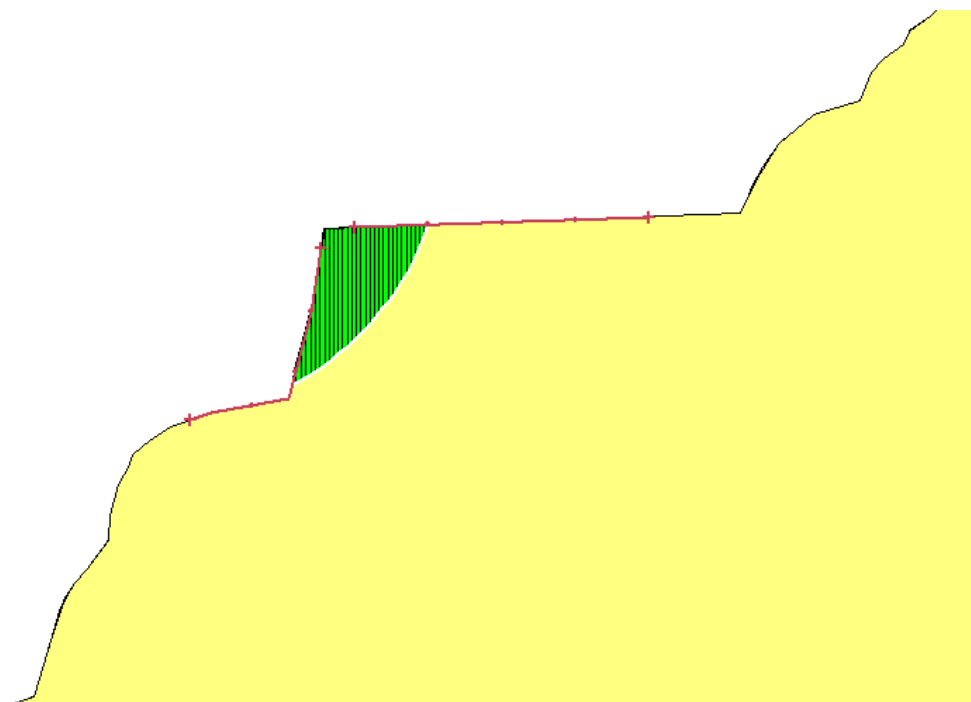
Si riporta per completezza la verifica di stabilità del pianoro oggetto di riconfigurazione altimetrica:

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV. pianoro (Condizioni Statiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1,132 > 1.10$

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV. pianoro (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1,209 > 1.20$

TABULATO DI CALCOLO

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E MONTE (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,001](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(576,1995; 281,5727\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(630,2802; 296,9944\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(633,8602; 298,5349\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(754,1676; 362,6928\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(66,8502; 20,056\) m](#)
Right Coordinate: [\(934,8155; 421,7551\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	66,8502	20,056
Point 2	66,98	63,96
Point 3	90,7318	66,0356
Point 4	110,3638	68,1476
Point 5	140,3367	69,9554
Point 6	162,8483	73,9581
Point 7	166,0944	79,8703
Point 8	172,3613	84,2498
Point 9	257,6908	88,1216
Point 10	324,8256	90,2118
Point 11	392,9227	93,9609
Point 12	402,2758	95,978
Point 13	411,6934	100,1828
Point 14	434,7944	119,837
Point 15	455,1611	133,687
Point 16	463,5611	137,987
Point 17	475,8778	149,9036
Point 18	488,3778	158,8203
Point 19	501,6118	169,9265
Point 20	507,9111	180,4036
Point 21	510,7037	190,0449
Point 22	521,5778	200,0036
Point 23	531,0611	213,837
Point 24	535,3309	220,3508
Point 25	543,1241	229,9573
Point 26	545,7842	232,0407
Point 27	553,0759	239,9226
Point 28	556,9278	250,2397
Point 29	565,3414	259,9364
Point 30	567,6454	269,9012
Point 31	574,4111	280,1536
Point 32	586,6478	289,8636
Point 33	589,734	293,8019
Point 34	592,603	295,5489
Point 35	618,5944	295,9703
Point 36	635,8439	299,657
Point 37	638,2244	301,4658
Point 38	640,7727	303,742
Point 39	644,7773	307,7698
Point 40	648,5736	310,7058
Point 41	649,5574	315,6055
Point 42	649,7503	317,901
Point 43	652,123	319,7914
Point 44	654,2352	321,7397
Point 45	655,219	323,9677

Point 46	666,7217	324,4596
Point 47	669,1291	329,7143
Point 48	670,6685	331,7976
Point 49	680,6222	338,1518
Point 50	683,7958	340,1636
Point 51	698,6543	345,6959
Point 52	705,9948	346,8157
Point 53	710,4738	349,1381
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	739,8636	358,4209
Point 58	757,8002	363,7777
Point 59	764,5049	365,7131
Point 60	773,4905	371,9339
Point 61	793,0778	371,9703
Point 62	795,6111	374,4203
Point 63	800,1078	377,9836
Point 64	820,5878	386,0636
Point 65	835,5533	392,6007
Point 66	847,9462	397,2884
Point 67	872,5268	408,3963
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294
Point 70	626,3012	295,7508
Point 71	632,1944	297,5927

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Am masso	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;70;71;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6814e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 2 469
F of S: 2,291
Volume: 1 386,4436 m³
Weight: 31 888,203 kN
Resisting Moment: 3 189 876,9 kN-m
Activating Moment: 1 392 231,9 kN-m
Resisting Force: 29 583,621 kN
Activating Force: 12 915,486 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 2 541 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 2 541 slip surfaces
Exit: (630,28019; 296,99442) m
Entry: (712,79234; 349,95641) m
Radius: 89,611392 m
Center: (631,01677; 386,60279) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	631,2373	296,99678	0	9,1377974	6,1334025	160
Slice 2	634,01915	297,06032	0	43,731439	29,353082	160
Slice 3	637,03415	297,20161	0	91,036755	61,104994	160
Slice 4	639,49855	297,40288	0	137,9286	92,579379	160
Slice 5	642,775	297,78913	0	205,78358	138,12448	160
Slice 6	646,67545	298,39116	0	272,63982	182,99922	160
Slice 7	649,0655	298,82926	0	348,8125	234,12726	160
Slice 8	649,65385	298,95091	0	425,09737	285,3306	160
Slice 9	650,93665	299,24193	0	461,93375	310,05564	160
Slice 10	653,1791	299,78202	0	485,09273	325,60023	160
Slice 11	654,7271	300,18658	0	515,23374	345,83125	160
Slice 12	656,65684	300,75096	0	518,9634	348,33465	160
Slice 13	659,53251	301,66308	0	487,05552	326,91768	160
Slice 14	662,40819	302,68364	0	452,12538	303,47214	160
Slice 15	665,28386	303,81664	0	414,90485	278,48926	160
Slice 16	667,9254	304,95593	0	428,41365	287,55654	160
Slice 17	669,8988	305,87076	0	467,31784	313,6695	160
Slice 18	671,91271	306,87972	0	468,75563	314,63457	160
Slice 19	674,40114	308,20651	0	456,62868	306,49481	160
Slice 20	676,88956	309,63662	0	443,26135	297,5225	160
Slice 21	679,37799	311,17594	0	428,88492	287,87286	160
Slice 22	682,209	313,07852	0	411,23548	276,02633	160
Slice 23	685,28165	315,31438	0	384,7327	258,23734	160
Slice 24	688,25335	317,67931	0	351,71767	236,07724	160
Slice 25	691,22505	320,26171	0	317,66988	213,22395	160
Slice 26	694,19675	323,08823	0	281,98786	189,27374	160
Slice 27	697,16845	326,19334	0	243,8006	163,64197	160
Slice 28	699,87772	329,29036	0	202,01431	135,5945	160
Slice 29	702,32455	332,36887	0	155,9634	104,68456	160
Slice 30	704,77138	335,7519	0	104,92778	70,428821	160
Slice 31	707,11455	339,32884	0	55,76636	37,43107	160
Slice 32	709,35405	343,15002	0	6,8277019	4,5828378	160
Slice 33	711,63307	347,56257	0	-56,955947	-38,229535	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E MONTE (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,001](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(578,3655; 283,2915\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(623,1988; 296,0596\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(627,4743; 296,3823\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(681,1476; 338,4849\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: (66,8502; 20,056) m
Right Coordinate: (934,8155; 421,7551) m

Seismic Coefficients
Horz Seismic Coef.: 0,084
Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	66,8502	20,056
Point 2	66,98	63,96
Point 3	90,7318	66,0356
Point 4	110,3638	68,1476
Point 5	140,3367	69,9554
Point 6	162,8483	73,9581
Point 7	166,0944	79,8703
Point 8	172,3613	84,2498
Point 9	257,6908	88,1216
Point 10	324,8256	90,2118
Point 11	392,9227	93,9609
Point 12	402,2758	95,978
Point 13	411,6934	100,1828
Point 14	434,7944	119,837
Point 15	455,1611	133,687
Point 16	463,5611	137,987
Point 17	475,8778	149,9036
Point 18	488,3778	158,8203
Point 19	501,6118	169,9265
Point 20	507,9111	180,4036
Point 21	510,7037	190,0449
Point 22	521,5778	200,0036
Point 23	531,0611	213,837
Point 24	535,3309	220,3508
Point 25	543,1241	229,9573
Point 26	545,7842	232,0407
Point 27	553,0759	239,9226
Point 28	556,9278	250,2397
Point 29	565,3414	259,9364
Point 30	567,6454	269,9012
Point 31	574,4111	280,1536
Point 32	586,6478	289,8636
Point 33	589,6111	293,937
Point 34	592,6444	295,9703
Point 35	618,5944	295,9703
Point 36	632,7572	298,1332
Point 37	635,5991	299,8416
Point 38	638,9903	302,2721
Point 39	642,231	305,2235

Point 40	645,0049	308,1306
Point 41	648,9078	310,9636
Point 42	650,2278	318,3836
Point 43	652,5078	320,1636
Point 44	654,6678	322,1036
Point 45	655,817	324,2282
Point 46	666,9416	324,6842
Point 47	671,6639	332,4203
Point 48	676,8583	336,0314
Point 49	680,6222	338,1518
Point 50	683,7958	340,1636
Point 51	698,6543	345,6959
Point 52	705,9948	346,8157
Point 53	710,4738	349,1381
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	739,8636	358,4209
Point 58	757,8002	363,7777
Point 59	764,5049	365,7131
Point 60	773,4905	371,9339
Point 61	793,0778	371,9703
Point 62	795,6111	374,4203
Point 63	800,1078	377,9836
Point 64	820,5878	386,0636
Point 65	835,5533	392,6007
Point 66	847,9462	397,2884
Point 67	872,5268	408,3963
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294
Point 70	626,7058	296,1276

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Am masso	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;70;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6814e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 2 541

F of S: 2,839

Volume: 780,30316 m³

Weight: 17 946,973 kN

Resisting Moment: 1 362 133,7 kN-m

Activating Moment: 479 677,58 kN-m

Resisting Force: 23 127,664 kN

Activating Force: 8 147,1824 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 2 541 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 2 541 slip surfaces

Exit: (623,1988; 296,05959) m
 Entry: (681,14762; 338,48487) m
 Radius: 45,912179 m
 Center: (635,27356; 340,35551) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	624,07555	295,83905	0	28,637101	24,029381	200
Slice 2	625,82905	295,43417	0	43,345133	36,370885	200
Slice 3	627,71437	295,08144	0	65,297727	54,791299	200
Slice 4	629,7315	294,79037	0	93,776597	78,687908	200
Slice 5	631,74863	294,59002	0	118,82484	99,705883	200
Slice 6	634,17815	294,47841	0	153,14562	128,50443	200
Slice 7	636,4469	294,46616	0	188,63102	158,28022	200
Slice 8	638,1425	294,54093	0	213,50904	179,15536	200
Slice 9	639,80048	294,6743	0	237,83964	199,57115	200
Slice 10	641,42083	294,86407	0	261,61472	219,52081	200
Slice 11	643,61795	295,23002	0	291,69736	244,76315	200
Slice 12	645,98063	295,72054	0	312,9041	262,55771	200
Slice 13	647,93208	296,23454	0	316,9831	265,9804	200
Slice 14	649,5678	296,73074	0	385,39537	323,38511	200
Slice 15	651,3678	297,37386	0	448,2817	376,15301	200
Slice 16	653,5878	298,27072	0	443,08142	371,78946	200
Slice 17	655,2424	299,01828	0	449,92306	377,53027	200
Slice 18	656,74405	299,78648	0	440,17226	369,34838	200
Slice 19	658,59815	300,82409	0	403,90726	338,91843	200
Slice 20	660,45225	301,97931	0	367,76252	308,58939	200
Slice 21	662,30635	303,26318	0	331,57366	278,22333	200
Slice 22	664,16045	304,68966	0	295,03582	247,56445	200
Slice 23	666,01455	306,27676	0	257,69058	216,22807	200
Slice 24	668,12217	308,32369	0	243,28513	204,14047	200
Slice 25	670,48333	310,94787	0	247,90441	208,0165	200
Slice 26	672,52963	313,56531	0	232,98427	195,49701	200
Slice 27	674,2611	316,16452	0	199,02418	167,00112	200
Slice 28	675,99257	319,22834	0	155,27003	130,28702	200
Slice 29	677,79927	323,23405	0	89,246939	74,887074	200
Slice 30	679,68123	329,37765	0	-28,140782	-23,61292	200
Slice 31	680,88491	335,83448	0	-159,09311	-133,49497	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,001](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-378,6762; 715,3394\) m](#)
Lower Left: [\(-56,0014; 49,2236\) m](#)
Lower Right: [\(821,5036; 525,2488\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [20](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(-66,1183; 10,886\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(1 054,1916; 613,6383\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(76,5828; -279,3083\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 188,3732; 339,418\) m](#)

Number of Increments: 5
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (66,8502; 20,056) m
Right Coordinate: (934,8155; 421,7551) m

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	66,8502	20,056
Point 2	66,98	63,96
Point 3	90,7318	66,0356
Point 4	110,3638	68,1476
Point 5	140,3367	69,9554
Point 6	162,8483	73,9581
Point 7	166,0944	79,8703
Point 8	172,3613	84,2498
Point 9	257,6908	88,1216
Point 10	324,8256	90,2118
Point 11	392,9227	93,9609
Point 12	402,2758	95,978
Point 13	411,6934	100,1828
Point 14	434,7944	119,837
Point 15	455,1611	133,687
Point 16	463,5611	137,987
Point 17	475,8778	149,9036
Point 18	488,3778	158,8203
Point 19	501,6118	169,9265
Point 20	507,9111	180,4036
Point 21	510,7037	190,0449
Point 22	521,5778	200,0036
Point 23	531,0611	213,837
Point 24	535,3309	220,3508
Point 25	543,1241	229,9573
Point 26	545,7842	232,0407
Point 27	553,0759	239,9226
Point 28	556,9278	250,2397
Point 29	565,3414	259,9364
Point 30	567,6454	269,9012
Point 31	574,4111	280,1536
Point 32	586,6478	289,8636
Point 33	589,6111	293,937
Point 34	592,6444	295,9703
Point 35	618,481	295,9392
Point 36	638,3112	301,7937
Point 37	640,5528	304,0083

Point 38	644,3953	307,8624
Point 39	648,3444	310,7536
Point 40	649,3861	315,8647
Point 41	649,5805	318,212
Point 42	651,6916	319,6286
Point 43	654,0389	321,8231
Point 44	655,2194	324,1008
Point 45	666,4416	324,6008
Point 46	668,9	329,9897
Point 47	670,6222	332,0314
Point 48	676,3861	335,9897
Point 49	680,6222	338,1518
Point 50	683,7958	340,1636
Point 51	698,6543	345,6959
Point 52	705,9948	346,8157
Point 53	710,4738	349,1381
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	739,8636	358,4209
Point 58	757,8002	363,7777
Point 59	764,5049	365,7131
Point 60	773,4905	371,9339
Point 61	793,0778	371,9703
Point 62	795,6111	374,4203
Point 63	800,1078	377,9836
Point 64	820,5878	386,0636
Point 65	835,5533	392,6007
Point 66	847,9462	397,2884
Point 67	872,5268	408,3963
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294
Point 70	626,9976	296,3154
Point 71	632,2541	297,9454

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Am masso	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;70;71;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6816e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 447
F of S: 1,157
Volume: 3 435,6847 m³
Weight: 79 020,747 kN
Resisting Moment: 17 366 118 kN-m
Activating Moment: 15 007 841 kN-m

Resisting Force: 45 098,062 kN
 Activating Force: 38 976,581 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 2 646 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 2 646 slip surfaces
 Exit: (504,64543; 174,97209) m
 Entry: (620,00358; 296,00646) m
 Radius: 267,71243 m
 Center: (378,22513; 410,95483) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	506,27827	175,86148	0	-16,796271	-11,273865	160
Slice 2	509,3074	177,53499	0	99,088402	66,509359	160
Slice 3	512,51605	179,37006	0	192,26565	129,05108	160
Slice 4	516,14075	181,51038	0	224,49404	150,68317	160
Slice 5	519,76545	183,72868	0	252,32418	169,36311	160
Slice 6	523,94862	186,3961	0	299,22439	200,84311	160
Slice 7	528,69028	189,54577	0	360,75588	242,1438	160
Slice 8	533,196	192,67262	0	410,89246	275,79609	160
Slice 9	537,2792	195,62745	0	441,11406	296,0812	160
Slice 10	541,1758	198,56134	0	454,35658	304,96975	160
Slice 11	544,45415	201,1097	0	452,96899	304,03838	160
Slice 12	547,60713	203,65277	0	444,40975	298,29332	160
Slice 13	551,25297	206,68637	0	438,08052	294,04506	160
Slice 14	555,00185	209,92408	0	468,42545	314,41295	160
Slice 15	559,0312	213,54415	0	494,78489	332,10573	160
Slice 16	563,238	217,48206	0	480,57759	322,56961	160
Slice 17	566,4934	220,63305	0	512,0104	343,6677	160
Slice 18	569,33682	223,49702	0	549,73719	368,99039	160
Slice 19	572,71968	227,00984	0	548,65852	368,26638	160
Slice 20	576,45055	231,04535	0	530,72604	356,22988	160
Slice 21	580,52945	235,64593	0	497,25465	333,76347	160
Slice 22	584,60835	240,4683	0	464,75775	311,95115	160
Slice 23	588,12945	244,80904	0	446,41862	299,64169	160
Slice 24	591,12775	248,67063	0	430,21505	288,76565	160
Slice 25	594,48987	253,19012	0	387,06862	259,80524	160
Slice 26	598,18081	258,38039	0	327,64935	219,92229	160
Slice 27	601,87176	263,84652	0	266,1954	178,67364	160
Slice 28	605,5627	269,62062	0	201,16465	135,0242	160
Slice 29	609,25364	275,74231	0	130,62766	87,678898	160
Slice 30	612,94459	282,26144	0	52,092882	34,965386	160
Slice 31	616,63553	289,24224	0	-37,775404	-25,355318	160
Slice 32	619,24229	294,4318	0	-108,69571	-72,957902	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,001](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-419,5697; 821,7263\) m](#)
Lower Left: [\(-68,1417; 31,3327\) m](#)
Lower Right: [\(868,5737; 570,615\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [20](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(-44,2162; -104,2332\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(1 194,6761; 618,9826\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(134,7182; -383,561\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 383,4811; 191,687\) m](#)

Number of Increments: 20
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (66,8502; 20,056) m
Right Coordinate: (934,8155; 421,7551) m

Seismic Coefficients
Horz Seismic Coef.: 0,084
Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	66,8502	20,056
Point 2	66,98	63,96
Point 3	90,7318	66,0356
Point 4	110,3638	68,1476
Point 5	140,3367	69,9554
Point 6	162,8483	73,9581
Point 7	166,0944	79,8703
Point 8	172,3613	84,2498
Point 9	257,6908	88,1216
Point 10	324,8256	90,2118
Point 11	392,9227	93,9609
Point 12	402,2758	95,978
Point 13	411,6934	100,1828
Point 14	434,7944	119,837
Point 15	455,1611	133,687
Point 16	463,5611	137,987
Point 17	475,8778	149,9036
Point 18	488,3778	158,8203
Point 19	501,6118	169,9265
Point 20	507,9111	180,4036
Point 21	510,7037	190,0449
Point 22	521,5778	200,0036
Point 23	531,0611	213,837
Point 24	535,3309	220,3508
Point 25	543,1241	229,9573
Point 26	545,7842	232,0407
Point 27	553,0759	239,9226
Point 28	556,9278	250,2397
Point 29	565,3414	259,9364
Point 30	567,6454	269,9012
Point 31	574,4111	280,1536
Point 32	586,6478	289,8636
Point 33	589,6111	293,937

Point 34	592,6444	295,9703
Point 35	618,5944	295,8092
Point 36	626,8583	296,0314
Point 37	632,3583	297,8786
Point 38	639,1778	302,187
Point 39	641,5278	304,6703
Point 40	644,7611	307,7703
Point 41	648,5778	310,7203
Point 42	649,8778	318,187
Point 43	654,3611	321,787
Point 44	655,5111	324,0036
Point 45	666,7611	324,462
Point 46	669,1778	329,7675
Point 47	670,8028	331,7258
Point 48	676,4416	335,6425
Point 49	680,6222	338,1518
Point 50	683,7958	340,1636
Point 51	698,6543	345,6959
Point 52	705,9948	346,8157
Point 53	710,4738	349,1381
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	739,8636	358,4209
Point 58	757,8002	363,7777
Point 59	764,5049	365,7131
Point 60	773,4905	371,9339
Point 61	793,0778	371,9703
Point 62	795,6111	374,4203
Point 63	800,1078	377,9836
Point 64	820,5878	386,0636
Point 65	835,5533	392,6007
Point 66	847,9462	397,2884
Point 67	872,5268	408,3963
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294

Regions

	Mat erial	Points	Area (m²)
Re gio n 1	Am mass o	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6814 e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 1 977

F of S: 1,257

Volume: 3 728,4212 m³

Weight: 85 753,688 kN
 Resisting Moment: 28 744 743 kN-m
 Activating Moment: 22 857 659 kN-m
 Resisting Force: 60 112,416 kN
 Activating Force: 47 831,7 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 9 261 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 9 261 slip surfaces
 Exit: (500,0091; 168,58149) m
 Entry: (624,38347; 295,96486) m
 Radius: 336,60097 m
 Center: (329,9304; 459,05257) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	500,81045	169,05368	0	-56,988679	-47,81918	200
Slice 2	503,18662	170,47135	0	-5,8383178	-4,8989303	200
Slice 3	506,33628	172,38593	0	74,591068	62,589338	200
Slice 4	509,3074	174,23441	0	188,14825	157,87513	200
Slice 5	512,51605	176,28404	0	278,53822	233,72132	200
Slice 6	516,14075	178,65787	0	309,19481	259,44525	200
Slice 7	519,76545	181,09924	0	333,91516	280,18809	200
Slice 8	523,94862	184,00944	0	373,48665	313,39251	200
Slice 9	528,69028	187,41661	0	422,40689	354,44146	200
Slice 10	533,196	190,76888	0	458,29833	384,55796	200
Slice 11	537,2792	193,91002	0	475,54847	399,03254	200
Slice 12	541,1758	197,00423	0	477,60415	400,75747	200
Slice 13	544,45415	199,67486	0	468,45224	393,0781	200
Slice 14	547,60713	202,32052	0	453,75564	380,74619	200
Slice 15	551,25297	205,45707	0	440,30432	369,45919	200
Slice 16	555,00185	208,78002	0	458,05358	384,35259	200
Slice 17	559,0312	212,46629	0	472,67019	396,61738	200
Slice 18	563,238	216,44329	0	454,50254	381,37292	200
Slice 19	566,4934	219,60416	0	476,85089	400,12541	200
Slice 20	569,33682	222,45378	0	505,92289	424,51971	200
Slice 21	572,71968	225,92681	0	503,36672	422,37483	200
Slice 22	576,45055	229,8822	0	487,93635	409,42721	200
Slice 23	580,52945	234,35055	0	460,77049	386,63235	200
Slice 24	584,60835	238,98525	0	435,68566	365,58368	200
Slice 25	588,12945	243,11709	0	423,34282	355,2268	200
Slice 26	591,12775	246,75472	0	413,41318	346,89485	200
Slice 27	594,8069	251,37886	0	377,82575	317,03345	200
Slice 28	599,1319	257,01845	0	325,42427	273,06338	200
Slice 29	603,4569	262,91564	0	270,92039	227,3292	200
Slice 30	607,7819	269,09448	0	211,71781	177,65234	200
Slice 31	612,1069	275,5835	0	144,52506	121,27092	200
Slice 32	616,4319	282,417	0	65,089866	54,616883	200
Slice 33	621,48894	290,94471	0	-51,860596	-43,516207	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M MONTE (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(594,7458; 264,261\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(690,1978; 330,0004\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(697,2483; 339,5343\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(838,5737; 444,4531\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(42,1283; 75,3305\) m](#)
Right Coordinate: [\(846,6111; 449,5804\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0

Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	42,1638	28,2525
Point 2	42,1283	75,3305
Point 3	47,2	75,6499
Point 4	50,8111	76,1082
Point 5	95,0578	79,8804
Point 6	109,3378	80,2884
Point 7	135,7778	80,6004
Point 8	153,1978	80,9404
Point 9	157,4578	81,0604
Point 10	165,1378	81,0604
Point 11	210,2491	81,5316
Point 12	230,6395	81,1514
Point 13	268,3323	82,0596
Point 14	302,0253	99,9687
Point 15	392,0194	99,6776
Point 16	393,6426	109,9724
Point 17	394,816	112,0622
Point 18	395,4992	114,03
Point 19	399,3774	116,1131
Point 20	402,397	120,0481
Point 21	416,6305	133,9554
Point 22	428,7833	135,9693
Point 23	456,0978	141,8404
Point 24	461,383	145,8038
Point 25	477,8444	159,9637
Point 26	488,3444	167,6304
Point 27	526,5826	197,5956
Point 28	529,8736	200,0573
Point 29	532,1778	210,1471
Point 30	549,3428	239,9881
Point 31	558,9639	250,1221
Point 32	561,0091	259,9903
Point 33	573,3837	261,0609
Point 34	578,0712	264,1087
Point 35	609,5499	264,3962
Point 36	623,7699	276,5762
Point 37	627,2093	277,0451
Point 38	636,876	285,434
Point 39	667,3858	308,9364
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,2418	325,9044

Point 42	683,2841	328,1229
Point 43	690,1978	330,0004
Point 44	691,0944	332,0304
Point 45	692,8944	334,1637
Point 46	695,2444	338,0304
Point 47	697,9041	340,0264
Point 48	708,0796	350,0573
Point 49	711,764	361,612
Point 50	712,8539	364,2259
Point 51	714,7427	369,6496
Point 52	719,6939	380,0502
Point 53	726,7187	381,9872
Point 54	735,2948	384,085
Point 55	736,3155	390,0891
Point 56	737,8528	392,011
Point 57	749,1028	396,011
Point 58	771,9298	408,066
Point 59	802,3426	419,8452
Point 60	814,7111	429,2304
Point 61	846,6111	449,5804
Point 62	845,804	28,2856
Point 63	745,0604	393,8748
Point 64	761,24	403,118
Point 65	432,9778	139,9415
Point 66	429,5889	138,011
Point 67	409,4569	124,0272
Point 68	403,8204	122,0017
Point 69	388,1028	86,136
Point 70	341,8882	83,8644
Point 71	387,3058	83,9508
Point 72	317,3036	99,5208
Point 73	658,5444	296,4304
Point 74	673,6869	314,9122
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	676,7296	318,1837
Point 77	678,232	320,4613
Point 78	680,4972	322,2009
Point 79	641,8611	285,4804
Point 80	666,4278	299,0971
Point 81	665,1632	297,9787

Regions

	Mat erial	Points	Area (m²)
Re gio n 1	Am mas so	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;72;70;71;69;15;16;17;18;19;20;68;67;21;22;66;65;23;24;25;26;27;28;29;30;31; 32;33;34;35;36;37;38;79;73;81;80;39;40;74;75;76;77;78;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;63;5 7;64;58;59;60;61;62	1,339 4e+0 05

	med iocr e		
--	------------------	--	--

Current Slip Surface

Slip Surface: 436
 F of S: 1,302
 Volume: 3 179,9826 m³
 Weight: 73 139,601 kN
 Resisting Moment: 10 742 911 kN-m
 Activating Moment: 8 247 228,6 kN-m
 Resisting Force: 45 110,188 kN
 Activating Force: 34 650,964 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 726 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 726 slip surfaces
 Exit: (666,07768; 298,78745) m
 Entry: (773,72349; 408,76072) m
 Radius: 171,56286 m
 Center: (610,31893; 461,03658) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	666,25274	298,84783	0	-33,378017	-22,403737	160
Slice 2	666,9068	299,07556	0	63,552156	42,656992	160
Slice 3	669,27205	299,93316	0	191,50023	128,53732	160
Slice 4	672,4226	301,11438	0	237,16077	159,18524	160
Slice 5	674,1908	301,80748	0	263,15286	176,63145	160
Slice 6	675,71215	302,4291	0	286,82831	192,52271	160
Slice 7	677,4808	303,16817	0	314,13198	210,84927	160
Slice 8	679,3646	303,98569	0	340,44519	228,51102	160
Slice 9	681,3695	304,88052	0	377,82594	253,60144	160
Slice 10	682,76295	305,52018	0	422,67087	283,70191	160
Slice 11	685,01252	306,5989	0	432,19092	290,09188	160
Slice 12	688,46938	308,31934	0	415,45166	278,85628	160
Slice 13	690,6461	309,44138	0	419,01533	281,24827	160
Slice 14	691,9944	310,16615	0	440,59743	295,73444	160
Slice 15	694,0694	311,31062	0	467,93853	314,08612	160
Slice 16	696,57425	312,74137	0	485,44561	325,83709	160
Slice 17	699,60002	314,54849	0	487,29745	327,08007	160
Slice 18	702,99185	316,67078	0	490,64517	329,3271	160
Slice 19	706,38368	318,90569	0	489,2702	328,4042	160
Slice 20	709,9218	321,36566	0	544,56602	365,51944	160
Slice 21	712,30895	323,08226	0	608,98573	408,75875	160
Slice 22	713,7983	324,19932	0	640,52052	429,92528	160
Slice 23	717,2183	326,88621	0	687,80517	461,66332	160
Slice 24	721,4501	330,35236	0	682,04496	457,797	160
Slice 25	724,9625	333,42351	0	623,87887	418,7552	160
Slice 26	728,86272	337,05115	0	559,67351	375,65977	160
Slice 27	733,15077	341,30054	0	490,15883	329,00066	160
Slice 28	735,80515	344,04741	0	483,74987	324,69889	160
Slice 29	737,08415	345,43773	0	507,67421	340,7572	160
Slice 30	739,6547	348,34873	0	475,45973	319,13444	160

Slice 31	743,2585	352,62644	0	418,26634	280,74553	160
Slice 32	747,0816	357,50603	0	363,46602	243,96288	160
Slice 33	751,12567	363,08388	0	310,93211	208,70147	160
Slice 34	755,1714	369,18174	0	256,05492	171,86723	160
Slice 35	759,21713	375,91002	0	195,33239	131,10951	160
Slice 36	763,02163	382,93156	0	128,26963	86,096158	160
Slice 37	766,5849	390,35366	0	52,395753	35,168676	160
Slice 38	770,14817	398,87329	0	-38,092859	-25,568398	160
Slice 39	772,82665	406,1074	0	-117,24076	-78,693447	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M MONTE (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(632,5452; 281,8195\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(690,0197; 329,952\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(694,9378; 337,5259\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(836,6909; 443,252\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(42,1283; 75,3305\) m](#)
Right Coordinate: [\(846,6111; 449,5804\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	42,1638	28,2525
Point 2	42,1283	75,3305
Point 3	47,2	75,6499
Point 4	50,8111	76,1082
Point 5	95,0578	79,8804
Point 6	109,3378	80,2884
Point 7	135,7778	80,6004
Point 8	153,1978	80,9404
Point 9	157,4578	81,0604
Point 10	165,1378	81,0604
Point 11	210,2491	81,5316
Point 12	230,6395	81,1514
Point 13	268,3323	82,0596
Point 14	302,0253	99,9687
Point 15	392,0194	99,6776
Point 16	393,6426	109,9724
Point 17	394,816	112,0622
Point 18	395,4992	114,03
Point 19	399,3774	116,1131
Point 20	402,397	120,0481
Point 21	416,6305	133,9554
Point 22	428,7833	135,9693
Point 23	456,0978	141,8404
Point 24	461,383	145,8038
Point 25	477,8444	159,9637
Point 26	488,3444	167,6304
Point 27	526,5826	197,5956
Point 28	529,8736	200,0573
Point 29	532,1778	210,1471
Point 30	549,3428	239,9881
Point 31	558,9639	250,1221
Point 32	560,7272	260,0174
Point 33	573,1255	261,0149
Point 34	577,7422	264,0649
Point 35	609,2255	264,3482
Point 36	623,5255	276,5649
Point 37	626,9755	277,0315
Point 38	636,4755	285,1982
Point 39	667,3858	308,9364
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,2418	325,9044

Point 42	683,2841	328,1229
Point 43	690,1978	330,0004
Point 44	691,0944	332,0304
Point 45	692,8944	334,1637
Point 46	695,2444	338,0304
Point 47	697,9041	340,0264
Point 48	708,0796	350,0573
Point 49	711,764	361,612
Point 50	712,8539	364,2259
Point 51	714,7427	369,6496
Point 52	719,6939	380,0502
Point 53	726,7187	381,9872
Point 54	735,2948	384,085
Point 55	736,3155	390,0891
Point 56	737,8528	392,011
Point 57	749,1028	396,011
Point 58	771,9298	408,066
Point 59	802,3426	419,8452
Point 60	814,7111	429,2304
Point 61	846,6111	449,5804
Point 62	845,804	28,2856
Point 63	745,0604	393,8748
Point 64	761,24	403,118
Point 65	432,9778	139,9415
Point 66	429,5889	138,011
Point 67	409,4569	124,0272
Point 68	403,8204	122,0017
Point 69	388,1028	86,136
Point 70	341,8882	83,8644
Point 71	387,3058	83,9508
Point 72	317,3036	99,5208
Point 73	658,5444	296,4304
Point 74	673,6869	314,9122
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	676,7296	318,1837
Point 77	678,232	320,4613
Point 78	680,4972	322,2009
Point 79	641,8611	285,4804
Point 80	666,4278	299,0971
Point 81	665,1632	297,9787

Regions

	Mat erial	Points	Area (m²)
Re gio n 1	Am mas so	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;72;70;71;69;15;16;17;18;19;20;68;67;21;22;66;65;23;24;25;26;27;28;29;30;31; 32;33;34;35;36;37;38;79;73;81;80;39;40;74;75;76;77;78;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;63;5 7;64;58;59;60;61;62	1,339 4e+0 05

	med iocr e		
--	------------------	--	--

Current Slip Surface

Slip Surface: 304
 F of S: 1,432
 Volume: 3 031,4211 m³
 Weight: 69 722,685 kN
 Resisting Moment: 12 623 136 kN-m
 Activating Moment: 8 806 919,8 kN-m
 Resisting Force: 53 792,348 kN
 Activating Force: 37 574,73 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 726 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 726 slip surfaces
 Exit: (666,03059; 298,74581) m
 Entry: (771,3356; 407,79096) m
 Radius: 170,04547 m
 Center: (609,18695; 459,00891) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	666,22919	298,81653	0	-37,148762	-31,171512	200
Slice 2	666,9068	299,06011	0	64,987979	54,531389	200
Slice 3	669,27205	299,94548	0	206,61863	173,37361	200
Slice 4	672,4226	301,1645	0	267,2911	224,28386	200
Slice 5	674,1908	301,87946	0	300,77276	252,37832	200
Slice 6	675,71215	302,52046	0	330,13472	277,01592	200
Slice 7	677,4808	303,28243	0	363,16401	304,73079	200
Slice 8	679,3646	304,12504	0	394,26652	330,82889	200
Slice 9	681,3695	305,04719	0	435,307	365,26594	200
Slice 10	682,76295	305,70627	0	481,5812	404,0946	200
Slice 11	685,01252	306,81754	0	491,69746	412,58315	200
Slice 12	688,46938	308,58969	0	473,41899	397,2457	200
Slice 13	690,6461	309,74536	0	474,11068	397,8261	200
Slice 14	691,9944	310,49182	0	492,33256	413,11607	200
Slice 15	694,0694	311,67055	0	513,37162	430,76994	200
Slice 16	696,57425	313,14419	0	522,20364	438,18088	200
Slice 17	699,60002	315,00569	0	512,92646	430,3964	200
Slice 18	702,99185	317,19224	0	502,43062	421,58934	200
Slice 19	706,38368	319,49553	0	486,99692	408,63894	200
Slice 20	709,9218	322,03183	0	521,30286	437,42504	200
Slice 21	712,30895	323,80224	0	567,89268	476,51854	200
Slice 22	713,7983	324,95485	0	589,10699	494,31946	200
Slice 23	717,2183	327,72902	0	616,22613	517,07512	200
Slice 24	721,4501	331,31013	0	596,41967	500,45553	200
Slice 25	724,9625	334,48689	0	537,05607	450,64355	200
Slice 26	728,86272	338,24443	0	473,9257	397,67088	200
Slice 27	733,15077	342,65335	0	407,52285	341,95227	200
Slice 28	735,80515	345,50689	0	397,26283	333,34309	200
Slice 29	737,08415	346,95354	0	414,51201	347,81688	200
Slice 30	739,6547	349,98721	0	383,96096	322,1815	200

Slice 31	743,2585	354,45416	0	332,38531	278,90439	200
Slice 32	747,0816	359,56754	0	283,75088	238,09526	200
Slice 33	751,12567	365,43886	0	238,07682	199,77017	200
Slice 34	755,1714	371,89739	0	191,20167	160,43725	200
Slice 35	759,21713	379,08461	0	138,03167	115,82232	200
Slice 36	762,9226	386,44672	0	76,768843	64,416708	200
Slice 37	766,2878	394,08297	0	1,9695868	1,6526796	200
Slice 38	769,653	402,97265	0	-97,530498	-81,837805	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-232,5104; 977,7626\) m](#)
Lower Left: [\(113,5929; 163,5324\) m](#)
Lower Right: [\(865,7021; 640,09\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [40](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(339,0188; 137,135\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(893,3018; 537,5943\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(482,4889; -65,1284\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 051,1929; 331,2635\) m](#)

Number of Increments: 5
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (42,1283; 75,3305) m
Right Coordinate: (846,6111; 449,5804) m

Seismic Coefficients
Horz Seismic Coef.: 0
Vert Seismic Coef.: 0

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	42,1638	28,2525
Point 2	42,1283	75,3305
Point 3	47,2	75,6499
Point 4	50,8111	76,1082
Point 5	95,0578	79,8804
Point 6	109,3378	80,2884
Point 7	135,7778	80,6004
Point 8	153,1978	80,9404
Point 9	157,4578	81,0604
Point 10	165,1378	81,0604
Point 11	210,2491	81,5316
Point 12	230,6395	81,1514
Point 13	268,3323	82,0596
Point 14	302,0253	99,9687
Point 15	392,0194	99,6776
Point 16	393,6426	109,9724
Point 17	394,816	112,0622
Point 18	395,4992	114,03
Point 19	399,3774	116,1131
Point 20	402,397	120,0481
Point 21	416,6305	133,9554
Point 22	428,7833	135,9693
Point 23	456,0978	141,8404
Point 24	461,383	145,8038
Point 25	477,8444	159,9637
Point 26	488,3444	167,6304
Point 27	526,5826	197,5956
Point 28	529,8736	200,0573
Point 29	532,1778	210,1471
Point 30	549,3428	239,9881
Point 31	558,9639	250,1221
Point 32	560,7272	260,0174
Point 33	573,53	261,2316

Point 34	578,1815	264,184
Point 35	609,6538	264,5312
Point 36	623,9315	276,684
Point 37	627,3899	277,184
Point 38	636,876	285,4617
Point 39	667,3858	308,9364
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,2418	325,9044
Point 42	683,2841	328,1229
Point 43	690,1978	330,0004
Point 44	691,0944	332,0304
Point 45	692,8944	334,1637
Point 46	695,2444	338,0304
Point 47	697,9041	340,0264
Point 48	708,0796	350,0573
Point 49	711,764	361,612
Point 50	712,8539	364,2259
Point 51	714,7427	369,6496
Point 52	719,6939	380,0502
Point 53	726,7187	381,9872
Point 54	735,2948	384,085
Point 55	736,3155	390,0891
Point 56	737,8528	392,011
Point 57	749,1028	396,011
Point 58	771,9298	408,066
Point 59	802,3426	419,8452
Point 60	814,7111	429,2304
Point 61	846,6111	449,5804
Point 62	845,804	28,2856
Point 63	745,0604	393,8748
Point 64	761,24	403,118
Point 65	432,9778	139,9415
Point 66	429,5889	138,011
Point 67	409,4569	124,0272
Point 68	403,8204	122,0017
Point 69	388,1028	86,136
Point 70	341,8882	83,8644
Point 71	387,3058	83,9508
Point 72	317,3036	99,5208
Point 73	658,5444	296,4304
Point 74	673,6869	314,9122
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	676,7296	318,1837
Point 77	678,232	320,4613
Point 78	680,4972	322,2009
Point 79	641,8611	285,4804
Point 80	666,4278	299,0971

Point 81	665,1632	297,9787
----------	----------	----------

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammaso mediocre	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;72;70;71;69;15;16;17;18;19;20;68;67;21;22;66;65;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;79;73;81;80;39;40;74;75;76;77;78;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;63;57;64;58;59;60;61;62	1,339 4e+0 05

Current Slip Surface

Slip Surface: 4 071
 F of S: 1,225
 Volume: 21 054,352 m³
 Weight: 484 250,1 kN
 Resisting Moment: 3,3023897e+008 kN-m
 Activating Moment: 2,6988827e+008 kN-m
 Resisting Force: 281 116,99 kN
 Activating Force: 229 271,89 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 5 166 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 5 166 slip surfaces
 Exit: (388,93075; 88,99863) m
 Entry: (833,49178; 441,21118) m
 Radius: 928,23545 m
 Center: (62,34302; 957,88384) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	390,47508	89,582232	0	52,854665	35,476704	160
Slice 2	392,831	90,475059	0	240,32358	161,30815	160
Slice 3	394,2293	91,008903	0	351,24105	235,75733	160
Slice 4	395,1576	91,364726	0	385,12054	258,49767	160
Slice 5	397,4383	92,24657	0	411,66438	276,31422	160
Slice 6	400,8872	93,5886	0	450,57947	302,43451	160
Slice 7	403,1087	94,460873	0	494,76112	332,08977	160
Slice 8	406,63865	95,867388	0	512,96648	344,30944	160
Slice 9	413,0437	98,456659	0	590,25857	396,18884	160
Slice 10	422,7069	102,48016	0	644,62023	432,67706	160
Slice 11	429,1861	105,21332	0	641,39039	430,50915	160
Slice 12	431,28335	106,12057	0	665,01744	446,36792	160
Slice 13	438,7578	109,41877	0	638,99035	428,89821	160
Slice 14	450,3178	114,64239	0	569,35094	382,15538	160
Slice 15	458,7404	118,5498	0	548,09427	367,88764	160
Slice 16	469,6137	123,81685	0	623,26845	418,34548	160
Slice 17	483,0944	130,50567	0	701,17741	470,63894	160
Slice 18	494,71743	136,53035	0	746,54184	501,08811	160
Slice 19	507,4635	143,36799	0	791,3245	531,14678	160
Slice 20	520,20957	150,46474	0	825,05012	553,78383	160
Slice 21	528,2281	155,03359	0	840,57758	564,20606	160
Slice 22	531,0257	156,66239	0	914,80119	614,02586	160
Slice 23	540,7603	162,49862	0	1 130,9655	759,11804	160

Slice 24	554,15335	170,66628	0	1 288,0877	864,5804	160
Slice 25	559,84555	174,23137	0	1 374,1903	922,37352	160
Slice 26	567,1286	178,93944	0	1 362,4012	914,4605	160
Slice 27	575,85575	184,63231	0	1 275,4397	856,09085	160
Slice 28	586,04958	191,55383	0	1 158,817	777,8123	160
Slice 29	601,78572	202,55005	0	948,5468	636,67633	160
Slice 30	616,79265	213,48648	0	839,04372	563,17651	160
Slice 31	625,6607	220,12405	0	812,73283	545,51632	160
Slice 32	632,13295	225,13259	0	788,55553	529,28821	160
Slice 33	639,36855	230,79893	0	750,83467	503,96951	160
Slice 34	650,20275	239,60409	0	682,06507	457,8105	160
Slice 35	661,8538	249,23083	0	613,81038	411,99711	160
Slice 36	665,7955	252,57152	0	579,93899	389,26222	160
Slice 37	666,9068	253,52364	0	637,7112	428,03964	160
Slice 38	669,27205	255,56483	0	698,32075	468,72151	160
Slice 39	672,4226	258,29743	0	695,691	466,9564	160
Slice 40	674,1908	259,84165	0	695,20519	466,63031	160
Slice 41	675,71215	261,17908	0	696,27924	467,35123	160
Slice 42	677,4808	262,73957	0	698,0101	468,513	160
Slice 43	679,3646	264,41205	0	698,95385	469,14646	160
Slice 44	681,3695	266,20046	0	707,41725	474,8272	160
Slice 45	682,76295	267,44943	0	726,99796	487,97001	160
Slice 46	686,74095	271,06039	0	699,98876	469,8411	160
Slice 47	690,6461	274,61528	0	673,03196	451,74736	160
Slice 48	691,9944	275,85841	0	681,5082	457,43672	160
Slice 49	694,0694	277,78071	0	691,84997	464,37825	160
Slice 50	696,57425	280,11656	0	695,43269	466,78301	160
Slice 51	702,99185	286,21376	0	684,77693	459,63073	160
Slice 52	709,9218	292,86041	0	726,69033	487,76352	160
Slice 53	712,30895	295,18877	0	782,48254	525,21195	160
Slice 54	713,7983	296,65369	0	812,18981	545,15183	160
Slice 55	717,2183	300,04859	0	863,83881	579,81928	160
Slice 56	723,2063	306,07424	0	859,13597	576,66267	160
Slice 57	731,00675	314,08912	0	779,00306	522,87648	160
Slice 58	735,80515	319,08085	0	764,03981	512,83296	160
Slice 59	737,08415	320,4325	0	794,84779	533,51165	160
Slice 60	741,4566	325,11386	0	758,77501	509,29916	160
Slice 61	747,0816	331,19	0	707,29561	474,74555	160
Slice 62	755,1714	340,20534	0	652,27765	437,81682	160
Slice 63	766,5849	353,23758	0	567,29008	380,77211	160
Slice 64	779,533	368,71823	0	446,7941	299,89372	160
Slice 65	794,7394	387,74053	0	287,55205	193,00849	160
Slice 66	808,52685	405,86698	0	154,67302	103,81844	160
Slice 67	824,10144	427,71883	0	0,92029287	0,61771194	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-287,3545; 933,5679\) m](#)
Lower Left: [\(58,7488; 119,3377\) m](#)
Lower Right: [\(810,858; 595,8953\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [40](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(27,2517; 86,6974\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(907,4191; 547,8135\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(144,9268; -100,7309\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 040,0033; 332,697\) m](#)

Number of Increments: 5
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (42,1283; 75,3305) m
Right Coordinate: (846,6111; 449,5804) m

Seismic Coefficients
Horz Seismic Coef.: 0,084
Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	42,1638	28,2525
Point 2	42,1283	75,3305
Point 3	47,2	75,6499
Point 4	50,8111	76,1082
Point 5	95,0578	79,8804
Point 6	109,3378	80,2884
Point 7	135,7778	80,6004
Point 8	153,1978	80,9404
Point 9	157,4578	81,0604
Point 10	165,1378	81,0604
Point 11	210,2491	81,5316
Point 12	230,6395	81,1514
Point 13	268,3323	82,0596
Point 14	302,0253	99,9687
Point 15	392,0194	99,6776
Point 16	393,6426	109,9724
Point 17	394,816	112,0622
Point 18	395,4992	114,03
Point 19	399,3774	116,1131
Point 20	402,397	120,0481
Point 21	416,6305	133,9554
Point 22	428,7833	135,9693
Point 23	456,0978	141,8404
Point 24	461,383	145,8038
Point 25	477,8444	159,9637
Point 26	488,3444	167,6304
Point 27	526,5826	197,5956
Point 28	529,8736	200,0573
Point 29	532,1778	210,1471
Point 30	549,3428	239,9881
Point 31	558,9639	250,1221
Point 32	560,7272	260,0174
Point 33	572,9533	260,9315

Point 34	577,3005	263,8899
Point 35	608,9188	264,3115
Point 36	623,0788	276,4915
Point 37	626,6188	276,9915
Point 38	636,0188	285,0715
Point 39	667,3858	308,9364
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,2418	325,9044
Point 42	683,2841	328,1229
Point 43	690,1978	330,0004
Point 44	691,0944	332,0304
Point 45	692,8944	334,1637
Point 46	695,2444	338,0304
Point 47	697,9041	340,0264
Point 48	708,0796	350,0573
Point 49	711,764	361,612
Point 50	712,8539	364,2259
Point 51	714,7427	369,6496
Point 52	719,6939	380,0502
Point 53	726,7187	381,9872
Point 54	735,2948	384,085
Point 55	736,3155	390,0891
Point 56	737,8528	392,011
Point 57	749,1028	396,011
Point 58	771,9298	408,066
Point 59	802,3426	419,8452
Point 60	814,7111	429,2304
Point 61	846,6111	449,5804
Point 62	845,804	28,2856
Point 63	745,0604	393,8748
Point 64	761,24	403,118
Point 65	432,9778	139,9415
Point 66	429,5889	138,011
Point 67	409,4569	124,0272
Point 68	403,8204	122,0017
Point 69	388,1028	86,136
Point 70	341,8882	83,8644
Point 71	387,3058	83,9508
Point 72	317,3036	99,5208
Point 73	658,5444	296,4304
Point 74	673,6869	314,9122
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	676,7296	318,1837
Point 77	678,232	320,4613
Point 78	680,4972	322,2009
Point 79	641,8611	285,4804
Point 80	666,4278	299,0971

Point 81	665,1632	297,9787
----------	----------	----------

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasomedio	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;72;70;71;69;15;16;17;18;19;20;68;67;21;22;66;65;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;79;73;81;80;39;40;74;75;76;77;78;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;63;57;64;58;59;60;61;62	1,3394e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 2 831
 F of S: 1,293
 Volume: 29 941,035 m³
 Weight: 688 643,81 kN
 Resisting Moment: 4,2873891e+008 kN-m
 Activating Moment: 3,3240792e+008 kN-m
 Resisting Force: 478 664,73 kN
 Activating Force: 369 532,14 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 5 166 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 5 166 slip surfaces
 Exit: (387,42869; 84,287734) m
 Entry: (845,82115; 449,07647) m
 Radius: 720,33152 m
 Center: (206,84112; 781,61523) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	387,76574	84,375196	0	-16,096693	-13,506729	200
Slice 2	390,0611	84,977702	0	136,61843	114,63647	200
Slice 3	392,831	85,709658	0	376,38559	315,82501	200
Slice 4	394,2293	86,084636	0	501,89624	421,14095	200
Slice 5	395,1576	86,335226	0	542,42114	455,14538	200
Slice 6	397,4383	86,959792	0	580,87278	487,41013	200
Slice 7	400,8872	87,914165	0	637,85168	535,22111	200
Slice 8	403,1087	88,538037	0	695,41637	583,52362	200
Slice 9	406,63865	89,553203	0	730,599	613,04535	200
Slice 10	413,0437	91,438449	0	842,77612	707,17313	200
Slice 11	422,7069	94,41882	0	943,88201	792,01105	200
Slice 12	429,1861	96,458287	0	967,46136	811,79647	200
Slice 13	431,28335	97,144623	0	1 001,9159	840,70726	200
Slice 14	438,7578	99,665901	0	1 002,2228	840,96478	200
Slice 15	450,3178	103,7075	0	966,03199	810,59708	200
Slice 16	458,7404	106,76984	0	968,70758	812,84218	200
Slice 17	469,6137	110,98125	0	1 080,6726	906,79197	200
Slice 18	483,0944	116,38646	0	1 196,129	1 003,6714	200
Slice 19	494,71743	121,34529	0	1 264,0837	1 060,6922	200
Slice 20	507,4635	127,05086	0	1 325,1473	1 111,9306	200
Slice 21	520,20957	133,05712	0	1 365,5691	1 145,8485	200
Slice 22	528,2281	136,95677	0	1 380,9421	1 158,748	200
Slice 23	531,0257	138,35774	0	1 460,0672	1 225,1418	200

Slice 24	540,7603	143,429	0	1 684,7764	1 413,6953	200
Slice 25	554,15335	150,56724	0	1 834,1372	1 539,0239	200
Slice 26	559,84555	153,71049	0	1 915,0971	1 606,9573	200
Slice 27	566,84025	157,73357	0	1 888,9247	1 584,996	200
Slice 28	575,1269	162,55409	0	1 782,1752	1 495,4226	200
Slice 29	585,20507	168,72704	0	1 637,211	1 373,7831	200
Slice 30	601,01423	178,77539	0	1 380,4395	1 158,3263	200
Slice 31	615,9988	188,8307	0	1 233,9655	1 035,42	200
Slice 32	624,8488	194,97875	0	1 187,7131	996,60959	200
Slice 33	631,3188	199,66818	0	1 147,6768	963,0152	200
Slice 34	638,93995	205,28652	0	1 090,0744	914,681	200
Slice 35	650,20275	213,99217	0	996,58663	836,23547	200
Slice 36	661,8538	223,20432	0	908,7701	762,54866	200
Slice 37	665,7955	226,42363	0	869,2118	729,3553	200
Slice 38	666,9068	227,34391	0	923,31221	774,75093	200
Slice 39	669,27205	229,32084	0	977,90216	820,55734	200
Slice 40	672,4226	231,97112	0	970,01762	813,94143	200
Slice 41	674,1908	233,47168	0	966,59979	811,07353	200
Slice 42	675,71215	234,77369	0	965,11727	809,82954	200
Slice 43	677,4808	236,29439	0	963,88827	808,79829	200
Slice 44	679,3646	237,92707	0	961,74511	806,99997	200
Slice 45	681,3695	239,67521	0	966,64441	811,11097	200
Slice 46	682,76295	240,89771	0	983,15599	824,96583	200
Slice 47	686,74095	244,4447	0	951,12309	798,08703	200
Slice 48	690,6461	247,93941	0	919,62143	771,654	200
Slice 49	691,9944	249,16587	0	925,67683	776,73509	200
Slice 50	694,0694	251,06498	0	932,43489	782,40578	200
Slice 51	696,57425	253,37695	0	932,18385	782,19513	200
Slice 52	702,99185	259,44408	0	912,97159	766,07412	200
Slice 53	709,9218	266,07598	0	942,80202	791,10482	200
Slice 54	712,30895	268,4104	0	991,66092	832,10231	200
Slice 55	713,7983	269,88272	0	1 017,3042	853,61955	200
Slice 56	717,2183	273,30397	0	1 060,5803	889,93255	200
Slice 57	723,2063	279,401	0	1 047,818	879,22367	200
Slice 58	731,00675	287,56177	0	963,38273	808,37409	200
Slice 59	735,80515	292,66329	0	943,52972	791,71544	200
Slice 60	737,08415	294,05134	0	970,07835	813,99239	200
Slice 61	741,4566	298,87836	0	931,47539	781,60066	200
Slice 62	747,0816	305,16125	0	877,72872	736,50185	200
Slice 63	755,1714	314,57795	0	818,07332	686,44502	200
Slice 64	766,5849	328,30266	0	728,75119	611,49485	200
Slice 65	779,533	344,87239	0	607,1363	509,44784	200
Slice 66	794,7394	365,58653	0	450,37982	377,91354	200
Slice 67	808,52685	385,72989	0	317,99252	266,8274	200
Slice 68	822,48861	407,94293	0	179,51088	150,62751	200
Slice 69	838,04364	434,91666	0	-19,674103	-16,508533	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 MONTE (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(610,993; 286,8916\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(675,4643; 297,77181\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(677,2987; 305,21465\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(847,7406; 449,37923\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(40,1578; 28,28041\) m](#)
Right Coordinate: [\(848,4335; 29,97223\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	40,1578	28,28041
Point 2	40,7778	78,66374
Point 3	42,8944	79,13041
Point 4	48,4731	79,88365
Point 5	89,4173	81,74805
Point 6	93,2117	83,84038
Point 7	106,7	85,71346
Point 8	124,4956	89,78427
Point 9	131,973	93,79585
Point 10	168,8495	93,72936
Point 11	176,0163	95,75215
Point 12	179,5327	95,71196
Point 13	182,6004	97,71465
Point 14	189,3455	99,86023
Point 15	222,5578	99,80747
Point 16	313,2374	103,79239
Point 17	371,7935	103,84423
Point 18	376,3785	107,66311
Point 19	378,1495	111,80423
Point 20	388,9583	111,76423
Point 21	392,2795	114,17089
Point 22	399,2795	119,72089
Point 23	409,3895	121,86423
Point 24	414,2013	126,82136
Point 25	424,2962	140,18756
Point 26	431,4462	149,73756
Point 27	443,5295	159,83756
Point 28	462,1629	169,70423
Point 29	468,2406	177,782
Point 30	482,3934	191,80978
Point 31	489,0383	193,70023
Point 32	503,7267	239,82367
Point 33	516,7962	255,82367
Point 34	523,6295	257,71256
Point 35	537,3656	267,86534
Point 36	542,6712	269,86534
Point 37	554,0495	276,09223
Point 38	569,2463	281,62663
Point 39	586,5462	284,03756
Point 40	620,0095	287,94423
Point 41	626,1495	288,44423
Point 42	657,2735	288,21223
Point 43	667,1129	296,60423
Point 44	675,6962	297,80423
Point 45	678,1795	309,28756

Point 46	681,7129	314,05978
Point 47	684,0879	315,32367
Point 48	686,7406	318,46256
Point 49	692,1156	328,532
Point 50	699,6434	329,79589
Point 51	702,199	331,74034
Point 52	705,2684	335,657
Point 53	708,0045	337,55978
Point 54	715,3818	343,67321
Point 55	722,199	349,64312
Point 56	735,1041	367,74728
Point 57	745,3471	369,83062
Point 58	746,6156	379,83756
Point 59	756,8629	389,73756
Point 60	769,5462	398,35423
Point 61	778,0962	403,58756
Point 62	794,3129	413,23756
Point 63	804,1309	419,71236
Point 64	807,4263	422,01645
Point 65	847,7406	449,37923
Point 66	848,4335	29,97223

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasso medio cre	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66	1,4296e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 526
 F of S: 1,374
 Volume: 7 130,3877 m³
 Weight: 163 998,92 kN
 Resisting Moment: 32 317 422 kN-m
 Activating Moment: 23 562 758 kN-m
 Resisting Force: 103 223,7 kN
 Activating Force: 74 962,736 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 726 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 726 slip surfaces
 Exit: (658,06968; 288,89129) m
 Entry: (847,7406; 449,37923) m
 Radius: 243,98716 m
 Center: (617,26347; 529,44189) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	662,59129	289,74635	0	57,911195	38,870709	160
Slice 2	671,40455	291,57826	0	138,96734	93,276597	160
Slice 3	676,93785	292,86829	0	263,4129	176,80599	160
Slice 4	679,9462	293,65115	0	430,70893	289,09716	160

Slice 5	682,9004	294,4525	0	486,40435	326,4806	160
Slice 6	685,41425	295,17004	0	524,13999	351,80923	160
Slice 7	689,4281	296,38806	0	646,63128	434,0269	160
Slice 8	695,8795	298,50153	0	726,51509	487,6459	160
Slice 9	700,9212	300,24924	0	721,4168	484,22387	160
Slice 10	703,7337	301,29732	0	756,2306	507,59132	160
Slice 11	706,63645	302,41756	0	786,63276	527,99763	160
Slice 12	711,69315	304,50463	0	809,52031	543,36003	160
Slice 13	718,7904	307,6132	0	836,28079	561,32199	160
Slice 14	725,42528	310,76906	0	880,79679	591,20168	160
Slice 15	731,87783	314,08189	0	940,6324	631,36408	160
Slice 16	737,66485	317,25194	0	929,16478	623,66687	160
Slice 17	742,78635	320,24145	0	856,13724	574,64989	160
Slice 18	745,98135	322,17181	0	890,29802	597,57903	160
Slice 19	749,17742	324,21233	0	951,68397	638,78203	160
Slice 20	754,30107	327,59828	0	933,04834	626,27357	160
Slice 21	760,03373	331,62606	0	895,34389	600,96588	160
Slice 22	766,37537	336,36334	0	840,5797	564,20748	160
Slice 23	773,8212	342,3902	0	771,77219	518,02303	160
Slice 24	780,79898	348,40983	0	705,80068	473,74214	160
Slice 25	786,20455	353,44583	0	653,99812	438,97162	160
Slice 26	791,61012	358,80176	0	602,44625	404,36937	160
Slice 27	796,7674	364,23009	0	555,16809	372,63568	160
Slice 28	801,6764	369,73105	0	511,42851	343,27713	160
Slice 29	805,7786	374,57083	0	475,05818	318,86492	160
Slice 30	810,78583	380,95493	0	428,11709	287,35748	160
Slice 31	817,50487	390,16339	0	360,9407	242,26786	160
Slice 32	824,22393	400,38067	0	285,13781	191,38802	160
Slice 33	830,94298	411,87388	0	195,78852	131,41567	160
Slice 34	837,66202	425,07429	0	85,429078	57,341053	160
Slice 35	844,38108	440,774	0	-58,12694	-39,01552	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 MONTE (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(581,4935; 283,33341\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(661,2279; 291,58492\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(663,8542; 293,82489\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(837,3324; 442,31481\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(40,1578; 28,28041\) m](#)
Right Coordinate: [\(848,4335; 29,97223\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	40,1578	28,28041
Point 2	40,7778	78,66374
Point 3	42,8944	79,13041
Point 4	48,4731	79,88365
Point 5	89,4173	81,74805
Point 6	93,2117	83,84038
Point 7	106,7	85,71346
Point 8	124,4956	89,78427
Point 9	131,973	93,79585
Point 10	168,8495	93,72936
Point 11	176,0163	95,75215
Point 12	179,5327	95,71196
Point 13	182,6004	97,71465
Point 14	189,3455	99,86023
Point 15	222,5578	99,80747
Point 16	313,2374	103,79239
Point 17	371,7935	103,84423
Point 18	376,3785	107,66311
Point 19	378,1495	111,80423
Point 20	388,9583	111,76423
Point 21	392,2795	114,17089
Point 22	399,2795	119,72089
Point 23	409,3895	121,86423
Point 24	414,2013	126,82136
Point 25	424,2962	140,18756
Point 26	431,4462	149,73756
Point 27	443,5295	159,83756
Point 28	462,1629	169,70423
Point 29	468,2406	177,782
Point 30	482,3934	191,80978
Point 31	489,0383	193,70023
Point 32	503,7267	239,82367
Point 33	516,7962	255,82367
Point 34	523,6295	257,71256
Point 35	537,3656	267,86534
Point 36	542,6712	269,86534
Point 37	554,0495	276,09223
Point 38	569,2463	281,62663
Point 39	586,5462	284,03756
Point 40	620,0095	287,94423
Point 41	626,1495	288,44423

Point 42	657,2735	288,21223
Point 43	667,1129	296,60423
Point 44	675,6962	297,80423
Point 45	678,1795	309,28756
Point 46	681,7129	314,05978
Point 47	684,0879	315,32367
Point 48	686,7406	318,46256
Point 49	692,1156	328,532
Point 50	699,6434	329,79589
Point 51	702,199	331,74034
Point 52	705,2684	335,657
Point 53	708,0045	337,55978
Point 54	715,3818	343,67321
Point 55	722,199	349,64312
Point 56	735,1041	367,74728
Point 57	745,3471	369,83062
Point 58	746,6156	379,83756
Point 59	756,8629	389,73756
Point 60	769,5462	398,35423
Point 61	778,0962	403,58756
Point 62	794,3129	413,23756
Point 63	804,1309	419,71236
Point 64	807,4263	422,01645
Point 65	847,7406	449,37923
Point 66	848,4335	29,97223

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasso medio cre	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66	1,4296e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 64

F of S: 1,500

Volume: 5 861,6552 m³

Weight: 134 818,07 kN

Resisting Moment: 35 412 466 kN-m

Activating Moment: 23 616 743 kN-m

Resisting Force: 108 234,18 kN

Activating Force: 72 124,73 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 726 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 726 slip surfaces

Exit: (658,22215; 289,02133) m

Entry: (837,3324; 442,31481) m

Radius: 254,27955 m

Center: (601,27595; 536,84228) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
--	-------	-------	-----------	--------------------------	---------------------------	-------------------------

Slice 1	662,66753	290,1275	0	49,100934	41,200575	200
Slice 2	671,40455	292,46524	0	132,06918	110,8192	200
Slice 3	676,93785	294,0838	0	257,44878	216,02517	200
Slice 4	679,9462	295,04561	0	423,03405	354,96772	200
Slice 5	682,9004	296,02291	0	477,19414	400,41342	200
Slice 6	685,41425	296,89049	0	513,01874	430,47384	200
Slice 7	689,4281	298,34892	0	629,2735	528,02316	200
Slice 8	695,8795	300,85114	0	697,19656	585,01737	200
Slice 9	700,9212	302,90428	0	682,54342	572,72194	200
Slice 10	703,7337	304,12423	0	709,30536	595,17786	200
Slice 11	706,63645	305,42275	0	730,76777	613,18696	200
Slice 12	711,69315	307,82402	0	737,9373	619,20292	200
Slice 13	718,7904	311,37904	0	741,10138	621,85789	200
Slice 14	725,42528	314,96085	0	760,50084	638,13598	200
Slice 15	731,87783	318,6976	0	793,60562	665,91419	200
Slice 16	737,66485	322,25674	0	765,85381	642,62765	200
Slice 17	742,78635	325,59977	0	687,86329	577,18583	200
Slice 18	745,98135	327,75416	0	710,04783	595,80088	200
Slice 19	749,17742	330,02515	0	756,30009	634,61112	200
Slice 20	754,30107	333,78782	0	730,07239	612,60347	200
Slice 21	760,03373	338,25331	0	688,8568	578,01949	200
Slice 22	766,37537	343,49574	0	635,23047	533,02166	200
Slice 23	773,8212	350,15446	0	572,16007	480,0993	200
Slice 24	780,79898	356,80061	0	514,55964	431,7668	200
Slice 25	786,20455	362,36021	0	470,37464	394,69118	200
Slice 26	791,61012	368,27663	0	426,5133	357,88715	200
Slice 27	796,7674	374,28015	0	385,71206	323,65085	200
Slice 28	801,6764	380,37553	0	346,73806	290,94778	200
Slice 29	805,7786	385,74936	0	313,07606	262,702	200
Slice 30	810,41691	392,30689	0	270,91688	227,32625	200
Slice 31	816,39813	401,38366	0	209,79462	176,03859	200
Slice 32	822,37935	411,40446	0	137,08681	115,02949	200
Slice 33	828,36057	422,62157	0	47,02713	39,460447	200
Slice 34	834,34179	435,44104	0	-70,441644	-59,107558	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(90,7808; 436,27772\) m](#)
Lower Left: [\(289,8395; 140,77105\) m](#)
Lower Right: [\(774,5444; 478,8011\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [10](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(339,0188; 137,13499\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(893,3018; 537,59429\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(482,4889; -65,12839\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 051,1929; 331,26346\) m](#)

Number of Increments: 5
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (40,1578; 28,28041) m
Right Coordinate: (848,4335; 29,97223) m

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	40,1578	28,28041
Point 2	40,7778	78,66374
Point 3	42,8944	79,13041
Point 4	48,4731	79,88365
Point 5	89,4173	81,74805
Point 6	93,2117	83,84038
Point 7	106,7	85,71346
Point 8	124,4956	89,78427
Point 9	131,973	93,79585
Point 10	168,8495	93,72936
Point 11	176,0163	95,75215
Point 12	179,5327	95,71196
Point 13	182,6004	97,71465
Point 14	189,3455	99,86023
Point 15	222,5578	99,80747
Point 16	313,2374	103,79239
Point 17	371,7935	103,84423
Point 18	376,3785	107,66311
Point 19	378,1495	111,80423
Point 20	388,9583	111,76423
Point 21	392,2795	114,17089
Point 22	399,2795	119,72089
Point 23	409,3895	121,86423
Point 24	414,2013	126,82136
Point 25	424,2962	140,18756
Point 26	431,4462	149,73756
Point 27	443,5295	159,83756
Point 28	462,1629	169,70423
Point 29	468,2406	177,782
Point 30	482,3934	191,80978
Point 31	489,0383	193,70023
Point 32	503,7267	239,82367
Point 33	516,7962	255,82367
Point 34	523,6295	257,71256
Point 35	526,2495	260,00423
Point 36	535,6495	260,22423
Point 37	615,8735	272,43943

Point 38	623,9156	276,75781
Point 39	636,6335	276,74023
Point 40	645,9935	283,58023
Point 41	652,0045	283,92089
Point 42	657,2735	288,21223
Point 43	667,1129	296,60423
Point 44	675,6962	297,80423
Point 45	678,1795	309,28756
Point 46	681,7129	314,05978
Point 47	684,0879	315,32367
Point 48	686,7406	318,46256
Point 49	692,1156	328,532
Point 50	699,6434	329,79589
Point 51	702,199	331,74034
Point 52	705,2684	335,657
Point 53	708,0045	337,55978
Point 54	715,3818	343,67321
Point 55	722,199	349,64312
Point 56	735,1041	367,74728
Point 57	745,3471	369,83062
Point 58	746,6156	379,83756
Point 59	756,8629	389,73756
Point 60	769,5462	398,35423
Point 61	778,0962	403,58756
Point 62	794,3129	413,23756
Point 63	804,1309	419,71236
Point 64	807,4263	422,01645
Point 65	847,7406	449,37923
Point 66	848,4335	29,97223
Point 67	545,5495	260,78423
Point 68	558,9495	261,32423
Point 69	573,2695	267,80423
Point 70	591,3895	268,32423
Point 71	606,1095	272,24423

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Am mass o mediere	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;67;68;69;70;71;37;38;39;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66	1,4142e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 170
F of S: 1,309
Volume: 2 253,902 m³

Weight: 51 839,746 kN
 Resisting Moment: 5 191 220,7 kN-m
 Activating Moment: 3 964 194,4 kN-m
 Resisting Force: 32 413,068 kN
 Activating Force: 24 759,513 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 1 386 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 1 386 slip surfaces
 Exit: (468,81961; 178,35589) m
 Entry: (550,26386; 260,97421) m
 Radius: 114,08683 m
 Center: (439,58034; 288,63223) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	470,17699	178,7338	0	-4,1945612	-2,8154413	160
Slice 2	472,89175	179,52613	0	43,551475	29,232288	160
Slice 3	475,6065	180,39234	0	89,242693	59,900798	160
Slice 4	478,32126	181,33422	0	131,98285	88,588522	160
Slice 5	481,03602	182,35378	0	170,94418	114,73984	160
Slice 6	484,05462	183,58658	0	186,0743	124,89537	160
Slice 7	487,37707	185,05651	0	176,71475	118,61312	160
Slice 8	490,50714	186,55593	0	240,2503	161,25897	160
Slice 9	493,44482	188,07555	0	371,40796	249,29361	160
Slice 10	496,3825	189,70574	0	489,7746	328,74276	160
Slice 11	499,32018	191,45207	0	595,29804	399,5714	160
Slice 12	502,25786	193,32093	0	688,47479	462,11278	160
Slice 13	505,03365	195,20245	0	726,54052	487,66297	160
Slice 14	507,64755	197,08985	0	715,68789	480,37855	160
Slice 15	510,26145	199,09333	0	702,29703	471,39044	160
Slice 16	512,87535	201,22091	0	686,95932	461,09558	160
Slice 17	515,48925	203,48191	0	670,16855	449,82541	160
Slice 18	517,93508	205,72334	0	638,93248	428,85937	160
Slice 19	520,21285	207,93767	0	594,61059	399,10997	160
Slice 20	522,49062	210,28083	0	551,03896	369,86416	160
Slice 21	524,9395	212,96374	0	514,54474	345,36879	160
Slice 22	527,81617	216,35407	0	465,02087	312,12776	160
Slice 23	530,9495	220,36341	0	396,52609	266,15321	160
Slice 24	534,08283	224,77885	0	326,89757	219,41769	160
Slice 25	536,887	229,12093	0	262,89604	176,45907	160
Slice 26	539,362	233,37917	0	202,98085	136,24325	160
Slice 27	541,837	238,11912	0	137,85797	92,531974	160
Slice 28	544,312	243,49567	0	65,145711	43,726606	160
Slice 29	546,72809	249,60265	0	-16,344791	-10,970826	160
Slice 30	549,08527	256,90622	0	-110,78836	-74,362519	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R1 (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

SLOPE/W Analysis

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Grid and Radius](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso mediocre

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(90,7808; 436,27772\) m](#)
Lower Left: [\(289,8395; 140,77105\) m](#)
Lower Right: [\(774,5444; 478,8011\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [10](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(339,0188; 137,13499\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(893,3018; 537,59429\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(482,4889; -65,12839\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1 051,1929; 331,26346\) m](#)

Number of Increments: 5
Left Projection: No
Left Projection Angle: 135 °
Right Projection: No
Right Projection Angle: 45 °

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (40,1578; 28,28041) m
Right Coordinate: (848,4335; 29,97223) m

Seismic Coefficients
Horz Seismic Coef.: 0,084
Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	40,1578	28,28041
Point 2	40,7778	78,66374
Point 3	42,8944	79,13041
Point 4	48,4731	79,88365
Point 5	89,4173	81,74805
Point 6	93,2117	83,84038
Point 7	106,7	85,71346
Point 8	124,4956	89,78427
Point 9	131,973	93,79585
Point 10	168,8495	93,72936
Point 11	176,0163	95,75215
Point 12	179,5327	95,71196
Point 13	182,6004	97,71465
Point 14	189,3455	99,86023
Point 15	222,5578	99,80747
Point 16	313,2374	103,79239
Point 17	371,7935	103,84423
Point 18	376,3785	107,66311
Point 19	378,1495	111,80423
Point 20	388,9583	111,76423
Point 21	392,2795	114,17089
Point 22	399,2795	119,72089
Point 23	409,3895	121,86423
Point 24	414,2013	126,82136
Point 25	424,2962	140,18756
Point 26	431,4462	149,73756
Point 27	443,5295	159,83756
Point 28	462,1629	169,70423
Point 29	468,2406	177,782
Point 30	482,3934	191,80978
Point 31	489,0383	193,70023
Point 32	503,7267	239,82367
Point 33	516,7962	255,82367

Point 34	523,6295	257,71256
Point 35	526,5295	259,90423
Point 36	543,2129	260,63756
Point 37	559,5895	261,42423
Point 38	573,3695	268,18423
Point 39	606,2695	272,14423
Point 40	646,1795	283,70423
Point 41	652,0462	284,02089
Point 42	657,2735	288,21223
Point 43	667,1129	296,60423
Point 44	675,6962	297,80423
Point 45	678,1795	309,28756
Point 46	681,7129	314,05978
Point 47	684,0879	315,32367
Point 48	686,7406	318,46256
Point 49	692,1156	328,532
Point 50	699,6434	329,79589
Point 51	702,199	331,74034
Point 52	705,2684	335,657
Point 53	708,0045	337,55978
Point 54	715,3818	343,67321
Point 55	722,199	349,64312
Point 56	735,1041	367,74728
Point 57	745,3471	369,83062
Point 58	746,6156	379,83756
Point 59	756,8629	389,73756
Point 60	769,5462	398,35423
Point 61	778,0962	403,58756
Point 62	794,3129	413,23756
Point 63	804,1309	419,71236
Point 64	807,4263	422,01645
Point 65	847,7406	449,37923
Point 66	848,4335	29,97223
Point 67	591,1095	268,94423
Point 68	615,6143	272,35303
Point 69	622,7129	276,43756
Point 70	636,7795	276,73756

Regions

	Mat erial	Points	Area (m²)
Re gio n 1	Am mass o medi ocre	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;37;38;67;39;68;69;70;40;41;42;43;44;45;46;47;48;49;50;51;52;53;54;55;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66	1,4143 e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 170

F of S: 1,457

Volume: 2 253,4322 m³

Weight: 51 828,94 kN

Resisting Moment: 6 426 463,4 kN-m

Activating Moment: 4 400 653,6 kN-m

Resisting Force: 40 656,183 kN

Activating Force: 27 957,727 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 1 386 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 1 386 slip surfaces

Exit: (468,81961; 178,35589) m

Entry: (550,26437; 260,97629) m

Radius: 114,08683 m

Center: (439,58034; 288,63223) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	470,17699	178,7338	0	1,4007791	1,1753932	200
Slice 2	472,89175	179,52613	0	67,893693	56,969573	200
Slice 3	475,6065	180,39234	0	133,38325	111,92184	200
Slice 4	478,32126	181,33422	0	195,03088	163,65034	200
Slice 5	481,03602	182,35378	0	250,18358	209,92895	200
Slice 6	484,05462	183,58658	0	277,67536	232,99729	200
Slice 7	487,37707	185,05651	0	275,16711	230,89262	200
Slice 8	490,50714	186,55593	0	338,92122	284,38867	200
Slice 9	493,44482	188,07555	0	460,81159	386,66684	200
Slice 10	496,3825	189,70574	0	560,7252	470,5043	200
Slice 11	499,32018	191,45207	0	640,43942	537,39248	200
Slice 12	502,25786	193,32093	0	702,79832	589,71781	200
Slice 13	505,03365	195,20245	0	713,57003	598,75635	200
Slice 14	507,64755	197,08985	0	682,51428	572,69748	200
Slice 15	510,26145	199,09333	0	651,32272	546,52465	200
Slice 16	512,87535	201,22091	0	621,04268	521,11669	200
Slice 17	515,48925	203,48191	0	592,50224	497,16841	200
Slice 18	517,93508	205,72334	0	555,77064	466,34694	200
Slice 19	520,21285	207,93767	0	511,70576	429,37211	200
Slice 20	522,49062	210,28083	0	470,825	395,06908	200
Slice 21	525,0795	213,12792	0	434,67676	364,73711	200
Slice 22	527,91978	216,47186	0	393,90606	330,52643	200
Slice 23	530,70035	220,02022	0	345,50576	289,91376	200
Slice 24	533,48092	223,88279	0	296,90255	249,13082	200
Slice 25	536,26148	228,12028	0	246,09333	206,49683	200
Slice 26	539,04205	232,81912	0	190,93824	160,21621	200
Slice 27	541,82262	238,11021	0	128,75437	108,03774	200
Slice 28	544,38815	243,66284	0	62,126272	52,130132	200
Slice 29	546,73864	249,63098	0	-12,994195	-10,903424	200
Slice 30	549,08913	256,91816	0	-110,62381	-92,824397	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso Scadente

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [160 kPa](#)
Phi': [33,87 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(-110,79236; -95,89563\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(-67,68841; -37,02583\) m](#)
Left-Zone Increment: [4](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(-53,98863; -28,10918\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(28,26011; 10,00275\) m](#)
Right-Zone Increment: [4](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(-129,31133; -122,44766\) m](#)
Right Coordinate: [\(143,70505; 61,50128\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-129,31133	-122,44766
Point 2	-123,08065	-113,65381
Point 3	-120,98065	-109,67382
Point 4	-119,37598	-105,80925
Point 5	-118,81968	-104,52842
Point 6	-117,93364	-100,54088
Point 7	-115,77963	-98,54206
Point 8	-112,33056	-96,45872
Point 9	-107,14537	-94,56057
Point 10	-104,66065	-86,06382
Point 11	-103,32732	-81,86382
Point 12	-102,72732	-80,56382
Point 13	-101,35834	-78,55363
Point 14	-99,92315	-76,7365
Point 15	-96,64769	-72,53511
Point 16	-96,42778	-68,98187
Point 17	-95,2588	-64,58372
Point 18	-93,93935	-62,3152
Point 19	-93,23334	-60,54437
Point 20	-91,0546	-58,58842
Point 21	-88,00144	-56,56229
Point 22	-82,1184	-54,53616
Point 23	-71,33246	-52,529
Point 24	-68,27345	-40,46981
Point 25	-66,24672	-28,53906
Point 26	-7,7045	-26,48606
Point 27	-2,2939	-16,54589
Point 28	2,56753	-12,52009
Point 29	9,16072	-10,54111
Point 30	10,77974	-6,56122
Point 31	12,60427	-4,62417
Point 32	31,92192	21,22158
Point 33	57,63456	38,7435
Point 34	66,72384	43,51278
Point 35	79,39328	45,48894
Point 36	86,07328	47,52894
Point 37	116,03328	51,59694
Point 38	143,70505	61,50128
Point 39	143,58947	-122,78956
Point 40	-5,55658	-21,79774
Point 41	15,38526	-2,55049
Point 42	16,2292	-0,50895
Point 43	19,11469	1,47633
Point 44	21,37328	3,65561
Point 45	27,42328	7,43894

Point 46	125,92512	61,41486
----------	-----------	----------

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ammasso Scadenate	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;40;27;28;29;30;31;41;42;43;44;45;32;33;34;35;36;37;46;38;39	31989

Current Slip Surface

Slip Surface: 8
 F of S: 1,549
 Volume: 1 565,6526 m³
 Weight: 36 010,009 kN
 Resisting Moment: 8 872 742,3 kN-m
 Activating Moment: 5 719 662,5 kN-m
 Resisting Force: 26 925,569 kN
 Activating Force: 17 396,949 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 150 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 150 slip surfaces
 Exit: (-106,92783; -93,816687) m
 Entry: (-29,014662; -27,23338) m
 Radius: 251,86535 m
 Center: (-228,17784; 126,94244) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	-105,79424	-93,186451	0	13,296921	8,9250579	160
Slice 2	-103,99399	-92,178391	0	103,11521	69,212206	160
Slice 3	-103,02732	-91,628792	0	142,52824	95,666716	160
Slice 4	-102,04283	-91,060977	0	161,29334	108,26208	160
Slice 5	-100,64075	-90,243546	0	179,62411	120,56592	160
Slice 6	-98,28542	-88,836291	0	205,94754	138,23454	160
Slice 7	-96,537735	-87,783017	0	255,32638	171,37822	160
Slice 8	-95,84329	-87,354668	0	319,24368	214,2803	160
Slice 9	-94,599075	-86,58101	0	364,2516	244,49017	160
Slice 10	-93,586345	-85,945114	0	388,06115	260,47144	160
Slice 11	-92,14397	-85,022808	0	403,19667	270,63058	160
Slice 12	-89,52802	-83,317017	0	404,84459	271,73669	160
Slice 13	-86,53068	-81,309988	0	392,14541	263,21284	160
Slice 14	-83,58916	-79,278419	0	370,15802	248,45463	160
Slice 15	-80,770157	-77,274028	0	344,44393	231,19502	160
Slice 16	-78,073673	-75,300175	0	315,07368	211,48135	160
Slice 17	-75,377188	-73,270546	0	284,94256	191,25697	160
Slice 18	-72,680702	-71,183425	0	254,03952	170,51446	160
Slice 19	-69,802955	-68,888308	0	320,8892	215,38479	160
Slice 20	-67,260085	-66,809712	0	490,68165	329,35158	160
Slice 21	-64,917004	-64,836092	0	556,69055	373,65757	160
Slice 22	-62,257571	-62,539738	0	513,30787	344,53858	160
Slice 23	-59,598138	-60,177405	0	468,87279	314,71321	160

Slice 24	-56,938705	-57,746558	0	423,44763	284,22328	160
Slice 25	-54,279273	-55,244454	0	377,11556	253,12462	160
Slice 26	-51,61984	-52,668114	0	329,97806	221,48535	160
Slice 27	-48,960407	-50,014293	0	282,15161	189,38365	160
Slice 28	-46,300974	-47,279447	0	233,7635	156,90495	160
Slice 29	-43,641542	-44,459696	0	184,94718	124,13883	160
Slice 30	-40,982109	-41,550773	0	135,83716	91,175577	160
Slice 31	-38,322676	-38,547973	0	86,563824	58,102708	160
Slice 32	-35,663243	-35,446082	0	37,248483	25,001642	160
Slice 33	-33,003811	-32,239302	0	-12,001245	-8,0553836	160
Slice 34	-30,344378	-28,921153	0	-61,095275	-41,007903	160

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso Scadente

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [200 kPa](#)
Phi': [40 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(-110,79236; -95,89563\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(-67,68841; -37,02583\) m](#)
Left-Zone Increment: [4](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(-53,98863; -28,10918\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(28,26011; 10,00275\) m](#)
Right-Zone Increment: [4](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(-129,31133; -122,44766\) m](#)
Right Coordinate: [\(143,70505; 61,50128\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-129,31133	-122,44766
Point 2	-123,08065	-113,65381
Point 3	-120,98065	-109,67382
Point 4	-119,37598	-105,80925
Point 5	-118,81968	-104,52842
Point 6	-117,93364	-100,54088
Point 7	-115,77963	-98,54206
Point 8	-112,33056	-96,45872
Point 9	-107,14537	-94,56057
Point 10	-104,66065	-86,06382
Point 11	-103,32732	-81,86382
Point 12	-102,72732	-80,56382
Point 13	-101,35834	-78,55363
Point 14	-99,92315	-76,7365
Point 15	-96,64769	-72,53511
Point 16	-96,42778	-68,98187
Point 17	-95,2588	-64,58372
Point 18	-93,93935	-62,3152
Point 19	-93,23334	-60,54437
Point 20	-91,0546	-58,58842
Point 21	-88,00144	-56,56229
Point 22	-82,1184	-54,53616
Point 23	-71,33246	-52,529
Point 24	-68,27345	-40,46981
Point 25	-66,24672	-28,53906
Point 26	-7,7045	-26,48606
Point 27	-2,2939	-16,54589
Point 28	2,56753	-12,52009
Point 29	9,16072	-10,54111
Point 30	10,77974	-6,56122
Point 31	12,60427	-4,62417
Point 32	31,92192	21,22158
Point 33	57,63456	38,7435
Point 34	66,72384	43,51278
Point 35	79,39328	45,48894
Point 36	86,07328	47,52894
Point 37	116,03328	51,59694
Point 38	143,70505	61,50128
Point 39	143,58947	-122,78956
Point 40	-5,55658	-21,79774
Point 41	15,38526	-2,55049

Point 42	16,2292	-0,50895
Point 43	19,11469	1,47633
Point 44	21,37328	3,65561
Point 45	27,42328	7,43894
Point 46	125,92512	61,41486

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ammasso Scandente	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;40;27;28;29;30;31;41;42;43;44;45;32;33;34;35;36;37;46;38;39	31989

Current Slip Surface

Slip Surface: 8
 F of S: 1,679
 Volume: 1 565,6526 m³
 Weight: 36 010,009 kN
 Resisting Moment: 10 956 733 kN-m
 Activating Moment: 6 510 486,1 kN-m
 Resisting Force: 33 350,714 kN
 Activating Force: 19 909,192 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 150 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 150 slip surfaces
 Exit: (-106,92783; -93,816687) m
 Entry: (-29,014662; -27,23338) m
 Radius: 251,86535 m
 Center: (-228,17784; 126,94244) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	-105,79424	-93,186451	0	23,119055	19,399191	200
Slice 2	-103,99399	-92,178391	0	133,24899	111,80918	200
Slice 3	-103,02732	-91,628792	0	181,21045	152,05362	200
Slice 4	-102,04283	-91,060977	0	207,70032	174,28127	200
Slice 5	-100,64075	-90,243546	0	235,64547	197,73003	200
Slice 6	-98,28542	-88,836291	0	273,58191	229,56248	200
Slice 7	-96,537735	-87,783017	0	325,30797	272,96579	200
Slice 8	-95,84329	-87,354668	0	382,98036	321,35868	200
Slice 9	-94,599075	-86,58101	0	422,07309	354,16138	200
Slice 10	-93,586345	-85,945114	0	440,97646	370,02318	200
Slice 11	-92,14397	-85,022808	0	449,78445	377,41397	200
Slice 12	-89,52802	-83,317017	0	441,46943	370,43683	200
Slice 13	-86,53068	-81,309988	0	418,31229	351,00569	200
Slice 14	-83,58916	-79,278419	0	388,15408	325,69994	200
Slice 15	-80,770157	-77,274028	0	356,91333	299,48585	200
Slice 16	-78,073673	-75,300175	0	325,29898	272,95826	200
Slice 17	-75,377188	-73,270546	0	294,98263	247,51981	200
Slice 18	-72,680702	-71,183425	0	265,89608	223,1133	200
Slice 19	-69,802955	-68,888308	0	297,52288	249,65134	200

Slice 20	-67,260085	-66,809712	0	391,38721	328,41286	200
Slice 21	-64,917004	-64,836092	0	423,27743	355,17194	200
Slice 22	-62,257571	-62,539738	0	391,42434	328,44402	200
Slice 23	-59,598138	-60,177405	0	361,45135	303,2937	200
Slice 24	-56,938705	-57,746558	0	332,72262	279,18743	200
Slice 25	-54,279273	-55,244454	0	304,80933	255,7654	200
Slice 26	-51,61984	-52,668114	0	277,38862	232,75669	200
Slice 27	-48,960407	-50,014293	0	250,07264	209,83586	200
Slice 28	-46,300974	-47,279447	0	222,22113	186,46567	200
Slice 29	-43,641542	-44,459696	0	192,79772	161,7765	200
Slice 30	-40,982109	-41,550773	0	160,30265	134,50989	200
Slice 31	-38,322676	-38,547973	0	122,75514	103,00379	200
Slice 32	-35,663243	-35,446082	0	77,621306	65,13201	200
Slice 33	-33,003811	-32,239302	0	21,519454	18,056966	200
Slice 34	-30,344378	-28,921153	0	-50,477792	-42,355897	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV Pianoro (Condizioni Statiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso Scadente

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [80 kPa](#)
Phi': [20 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(-88,25103; -56,72792\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(-66,5652; -30,41387\) m](#)
Left-Zone Increment: [4](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(-63,65134; -28,44804\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(-20,03549; -26,91849\) m](#)
Right-Zone Increment: [4](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(-129,31133; -122,44766\) m](#)
Right Coordinate: [\(143,70505; 61,50128\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-129,31133	-122,44766
Point 2	-123,08065	-113,65381
Point 3	-120,98065	-109,67382
Point 4	-119,37598	-105,80925
Point 5	-118,81968	-104,52842
Point 6	-117,93364	-100,54088
Point 7	-115,77963	-98,54206
Point 8	-112,33056	-96,45872
Point 9	-107,14537	-94,56057
Point 10	-104,66065	-86,06382
Point 11	-103,32732	-81,86382
Point 12	-102,72732	-80,56382
Point 13	-101,35834	-78,55363
Point 14	-99,92315	-76,7365
Point 15	-96,64769	-72,53511
Point 16	-96,42778	-68,98187
Point 17	-95,2588	-64,58372
Point 18	-93,93935	-62,3152
Point 19	-93,23334	-60,54437
Point 20	-91,0546	-58,58842
Point 21	-88,00144	-56,56229
Point 22	-82,1184	-54,53616
Point 23	-71,33246	-52,529
Point 24	-68,27345	-40,46981
Point 25	-66,24672	-28,53906
Point 26	-7,7045	-26,48606
Point 27	-2,2939	-16,54589
Point 28	2,56753	-12,52009
Point 29	9,16072	-10,54111
Point 30	10,77974	-6,56122
Point 31	12,60427	-4,62417
Point 32	31,92192	21,22158
Point 33	57,63456	38,7435
Point 34	66,72384	43,51278
Point 35	79,39328	45,48894
Point 36	86,07328	47,52894
Point 37	116,03328	51,59694
Point 38	143,70505	61,50128
Point 39	143,58947	-122,78956
Point 40	-5,55658	-21,79774
Point 41	15,38526	-2,55049
Point 42	16,2292	-0,50895
Point 43	19,11469	1,47633
Point 44	21,37328	3,65561
Point 45	27,42328	7,43894

Point 46	125,92512	61,41486
----------	-----------	----------

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ammasso Scadenate	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;40;27;28;29;30;31;41;42;43;44;45;32;33;34;35;36;37;46;38;39	31989

Current Slip Surface

Slip Surface: 68

F of S: 1,132

Volume: 161,25914 m³

Weight: 3 708,9602 kN

Resisting Moment: 274 259,29 kN-m

Activating Moment: 242 587,33 kN-m

Resisting Force: 2 019,9223 kN

Activating Force: 1 781,9162 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 150 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 150 slip surfaces

Exit: (-70,69953; -50,033872) m

Entry: (-52,747377; -28,065655) m

Radius: 87,05138 m

Center: (-128,22938; 15,298047) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	-70,39627	-49,764308	0	-26,320601	-9,5799155	80
Slice 2	-69,78975	-49,220055	0	13,962817	5,0820499	80
Slice 3	-69,18323	-48,66542	0	49,178334	17,89945	80
Slice 4	-68,57671	-48,10013	0	79,821298	29,052577	80
Slice 5	-67,935662	-47,490419	0	117,41878	42,736941	80
Slice 6	-67,260085	-46,834588	0	160,59114	58,450394	80
Slice 7	-66,584508	-46,164333	0	198,53385	72,26041	80
Slice 8	-65,953256	-45,525068	0	208,03498	75,718542	80
Slice 9	-65,366328	-44,91823	0	193,06793	70,270979	80
Slice 10	-64,7794	-44,299433	0	179,50878	65,335853	80
Slice 11	-64,192472	-43,6683	0	167,19637	60,854502	80
Slice 12	-63,605544	-43,02443	0	155,97361	56,769751	80
Slice 13	-63,018616	-42,367396	0	145,68803	53,026105	80
Slice 14	-62,431688	-41,696744	0	136,19055	49,569306	80
Slice 15	-61,84476	-41,011986	0	127,3333	46,345531	80
Slice 16	-61,257833	-40,312601	0	118,96731	43,300561	80
Slice 17	-60,670905	-39,598029	0	110,94092	40,379191	80
Slice 18	-60,083977	-38,86767	0	103,09899	37,524962	80
Slice 19	-59,497049	-38,120876	0	95,28252	34,680001	80
Slice 20	-58,910121	-37,356946	0	87,327028	31,784439	80
Slice 21	-58,323193	-36,575124	0	79,058124	28,774804	80
Slice 22	-57,736265	-35,774587	0	70,283126	25,580966	80
Slice 23	-57,149337	-34,95444	0	60,778445	22,121545	80

Slice 24	-56,562409	-34,113706	0	50,273054	18,297895	80
Slice 25	-55,975481	-33,251315	0	38,427768	13,986564	80
Slice 26	-55,388553	-32,366091	0	24,808565	9,0295791	80
Slice 27	-54,801625	-31,456735	0	8,8500006	3,2211368	80
Slice 28	-54,214697	-30,52181	0	-10,197687	-3,7116545	80
Slice 29	-53,627769	-29,559715	0	-33,34785	-12,137625	80
Slice 30	-53,040841	-28,568659	0	-61,999554	-22,565992	80

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV Pianoro (Condizioni Sismiche)

Project Settings

Length(L) Units: [Meters](#)
Time(t) Units: [Seconds](#)
Force(F) Units: [Kilonewtons](#)
Pressure(p) Units: [kPa](#)
Strength Units: [kPa](#)
Unit Weight of Water: [9,807 kN/m³](#)
View: [2D](#)
Element Thickness: [1](#)

Analysis Settings

Slope Stability

Kind: [SLOPE/W](#)
Method: [Morgenstern-Price](#)
Settings
Side Function
Interslice force function option: [Half-Sine](#)
PWP Conditions Source: [\(none\)](#)
Slip Surface
Direction of movement: [Right to Left](#)
Use Passive Mode: [No](#)
Slip Surface Option: [Entry and Exit](#)
Critical slip surfaces saved: [1](#)
Resisting Side Maximum Convex Angle: [1 °](#)
Driving Side Maximum Convex Angle: [5 °](#)
Optimize Critical Slip Surface Location: [No](#)
Tension Crack
Tension Crack Option: [\(none\)](#)
F of S Distribution
F of S Calculation Option: [Constant](#)
Advanced
Number of Slices: [30](#)
F of S Tolerance: [0,01](#)
Minimum Slip Surface Depth: [0,1 m](#)
Search Method: [Root Finder](#)
Tolerable difference between starting and converged F of S: [3](#)
Maximum iterations to calculate converged lambda: [20](#)
Max Absolute Lambda: [2](#)

Materials

Ammasso Scadente

Model: [Mohr-Coulomb](#)
Unit Weight: [23 kN/m³](#)
Cohesion': [100 kPa](#)
Phi': [25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(-85,15827; -55,5831\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(-66,73045; -31,38665\) m](#)
Left-Zone Increment: [4](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(-61,96231; -28,38881\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(-20,55466; -26,9367\) m](#)
Right-Zone Increment: [4](#)
Radius Increments: [5](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(-129,31133; -122,44766\) m](#)
Right Coordinate: [\(143,70505; 61,50128\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	-129,31133	-122,44766
Point 2	-123,08065	-113,65381
Point 3	-120,98065	-109,67382
Point 4	-119,37598	-105,80925
Point 5	-118,81968	-104,52842
Point 6	-117,93364	-100,54088
Point 7	-115,77963	-98,54206
Point 8	-112,33056	-96,45872
Point 9	-107,14537	-94,56057
Point 10	-104,66065	-86,06382
Point 11	-103,32732	-81,86382
Point 12	-102,72732	-80,56382
Point 13	-101,35834	-78,55363
Point 14	-99,92315	-76,7365
Point 15	-96,64769	-72,53511
Point 16	-96,42778	-68,98187
Point 17	-95,2588	-64,58372
Point 18	-93,93935	-62,3152
Point 19	-93,23334	-60,54437
Point 20	-91,0546	-58,58842
Point 21	-88,00144	-56,56229
Point 22	-82,1184	-54,53616
Point 23	-71,33246	-52,529
Point 24	-68,27345	-40,46981
Point 25	-66,24672	-28,53906
Point 26	-7,7045	-26,48606
Point 27	-2,2939	-16,54589
Point 28	2,56753	-12,52009
Point 29	9,16072	-10,54111
Point 30	10,77974	-6,56122
Point 31	12,60427	-4,62417
Point 32	31,92192	21,22158
Point 33	57,63456	38,7435
Point 34	66,72384	43,51278
Point 35	79,39328	45,48894
Point 36	86,07328	47,52894
Point 37	116,03328	51,59694
Point 38	143,70505	61,50128
Point 39	143,58947	-122,78956
Point 40	-5,55658	-21,79774
Point 41	15,38526	-2,55049

Point 42	16,2292	-0,50895
Point 43	19,11469	1,47633
Point 44	21,37328	3,65561
Point 45	27,42328	7,43894
Point 46	125,92512	61,41486

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Ammasso Scadenate	1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;24;25;26;40;27;28;29;30;31;41;42;43;44;45;32;33;34;35;36;37;46;38;39	31989

Current Slip Surface

Slip Surface: 40
 F of S: 1,209
 Volume: 220,10978 m³
 Weight: 5 062,525 kN
 Resisting Moment: 182 396,63 kN-m
 Activating Moment: 150 708,79 kN-m
 Resisting Force: 3 107,1718 kN
 Activating Force: 2 572,3154 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 150 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 150 slip surfaces
 Exit: (-70,983436; -51,153082) m
 Entry: (-51,610397; -28,025783) m
 Radius: 39,160663 m
 Center: (-89,000319; -16,383131) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	-70,644688	-50,973322	0	-4,9820728	-2,3231787	100
Slice 2	-69,967191	-50,605161	0	52,35375	24,412954	100
Slice 3	-69,289695	-50,21943	0	103,23803	48,140684	100
Slice 4	-68,612198	-49,815521	0	147,23066	68,654783	100
Slice 5	-67,935662	-49,39339	0	195,08922	90,971596	100
Slice 6	-67,260085	-48,952363	0	245,42887	114,44536	100
Slice 7	-66,584508	-48,491063	0	287,57204	134,09705	100
Slice 8	-65,928539	-48,023224	0	295,31057	137,70558	100
Slice 9	-65,292177	-47,549166	0	274,47355	127,98912	100
Slice 10	-64,655815	-47,054578	0	254,81925	118,82417	100
Slice 11	-64,019454	-46,538449	0	236,42927	110,24878	100
Slice 12	-63,383092	-45,999651	0	219,31261	102,26715	100
Slice 13	-62,74673	-45,436921	0	203,42138	94,856948	100
Slice 14	-62,110368	-44,848839	0	188,66561	87,976221	100
Slice 15	-61,474006	-44,233796	0	174,92674	81,569678	100
Slice 16	-60,837644	-43,589961	0	162,06949	75,574247	100
Slice 17	-60,201282	-42,915235	0	149,95172	69,923636	100
Slice 18	-59,564921	-42,207192	0	138,43038	64,551145	100
Slice 19	-58,928559	-41,463004	0	127,36071	59,389274	100

Slice 20	-58,292197	-40,679341	0	116,58543	54,364679	100
Slice 21	-57,655835	-39,85224	0	105,91342	49,388238	100
Slice 22	-57,019473	-38,976913	0	95,092354	44,342293	100
Slice 23	-56,383111	-38,047494	0	83,781542	39,067975	100
Slice 24	-55,74675	-37,056653	0	71,525085	33,352695	100
Slice 25	-55,110388	-35,99503	0	57,713208	26,912111	100
Slice 26	-54,474026	-34,850333	0	41,506813	19,354945	100
Slice 27	-53,837664	-33,605849	0	21,684908	10,111839	100
Slice 28	-53,201302	-32,237802	0	-3,6648024	-1,7089254	100
Slice 29	-52,56494	-30,710195	0	-37,813754	-17,632843	100
Slice 30	-51,928578	-28,963404	0	-87,029867	-40,582694	100