



**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 2025

**il geologo
dr. Enrico Spagnuolo**





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

Napoli: ***febbraio 2025***
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 2025
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 17/01/2018), 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, iscritti 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

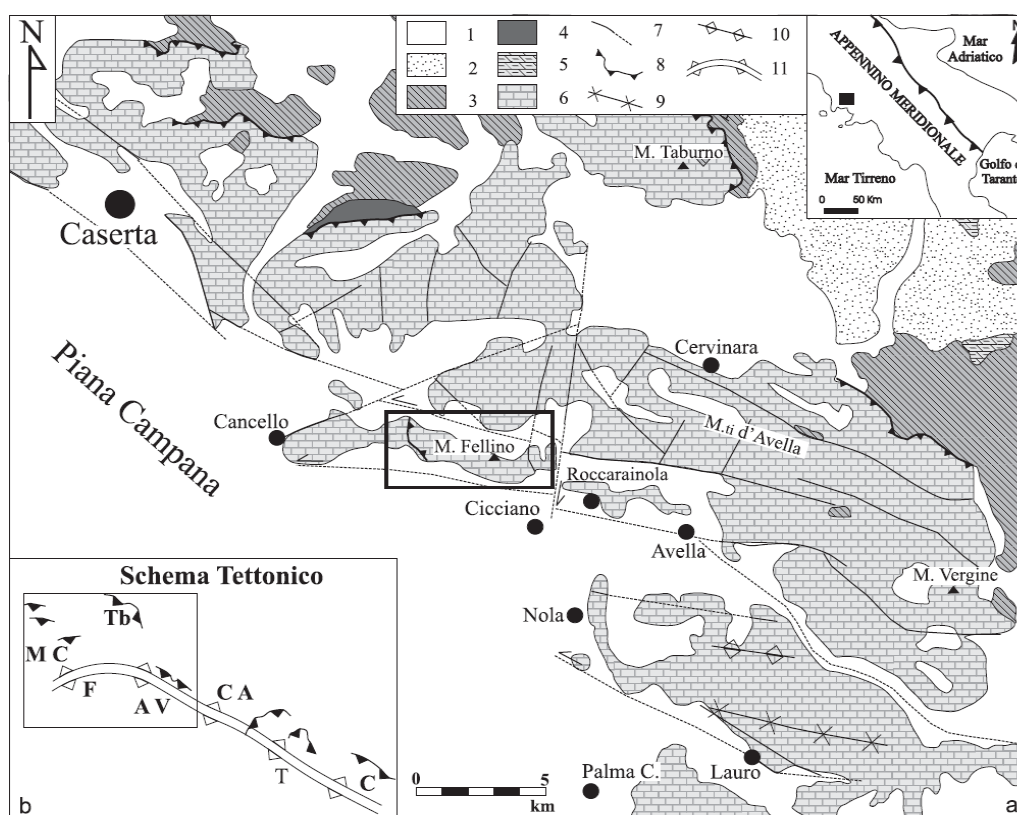


Fig. 1 - a) Carta geologica schematica di un settore dell'Appennino campano compreso tra Caserta e la dorsale di Nola-Lauro. Il riquadro indica la dorsale di Monte Fellino. 1) Depositi quaternari; 2) bacini pliocenici di *thrust top*; 3) unità mioceniche sinorogene; 4) unità sicilidi; 5) unità lagonegresi; 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).

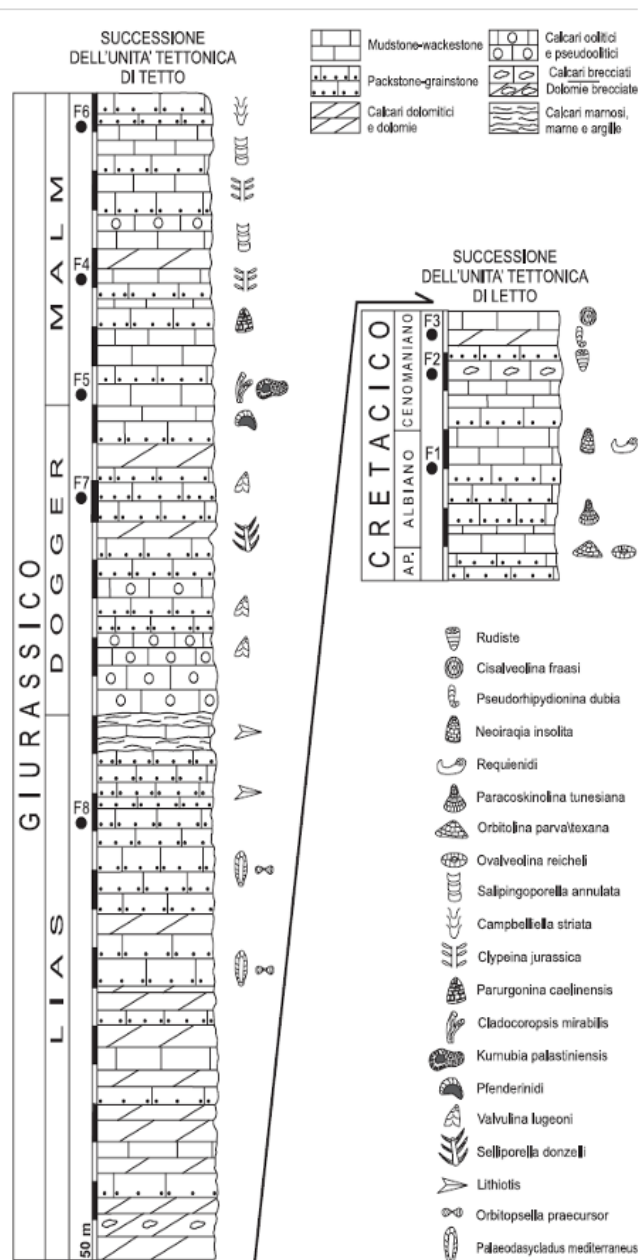


Fig. 2 – Colonne stratigrafiche delle successioni relative alle unità tettoniche della dorsale di Monte Fellino

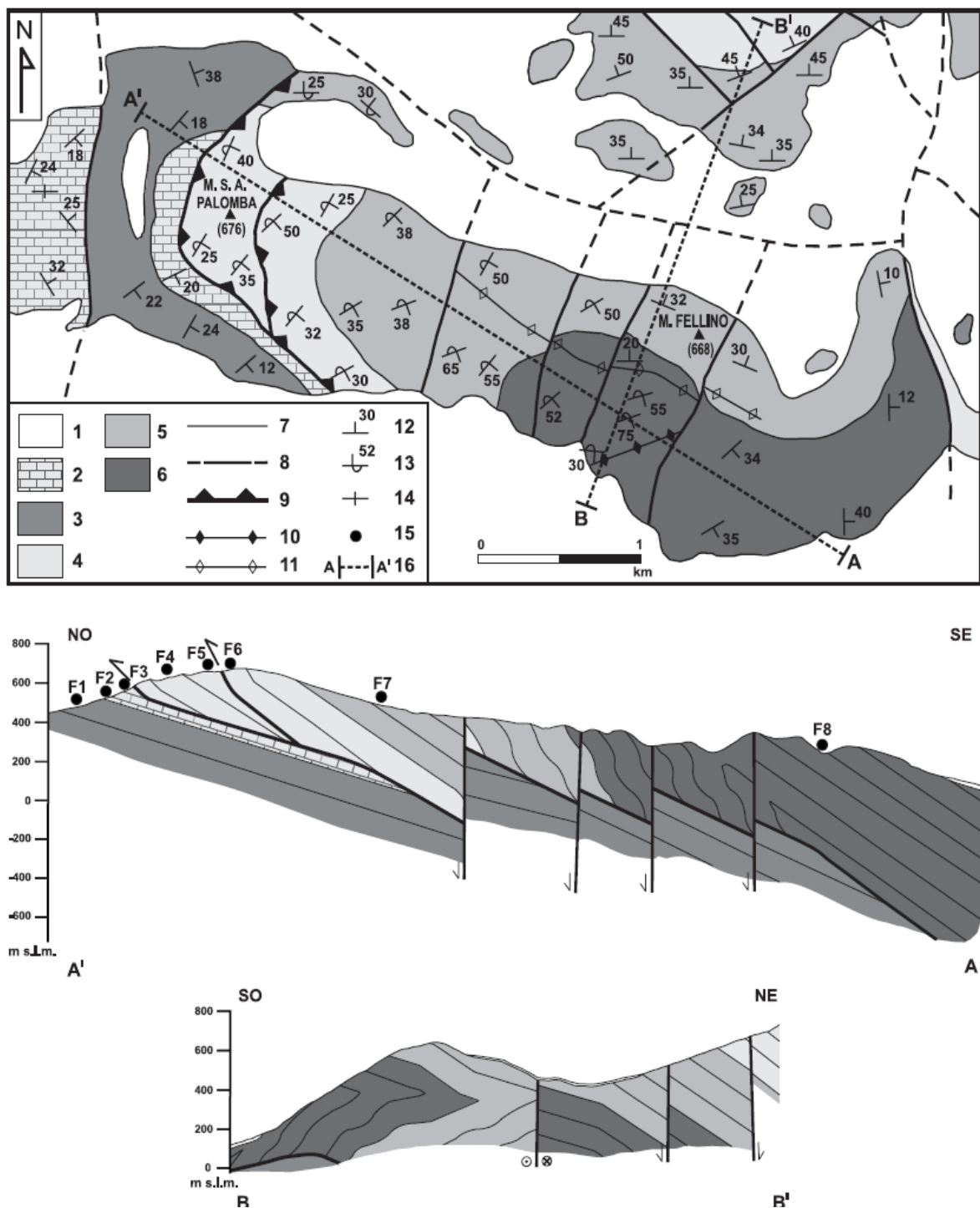


Fig. 3 - Carta geologica schematica della dorsale di Monte Fellino e relative sezioni geologiche. 1) Depositi quaternari; 2) carbonati del Cretacico superiore; 3) carbonati del Cretacico inferiore; 4) carbonati del Malm; 5) carbonati del Dogger; 6) carbonati del Lias; 7) limiti stratigrafici; 8) faglie; 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.

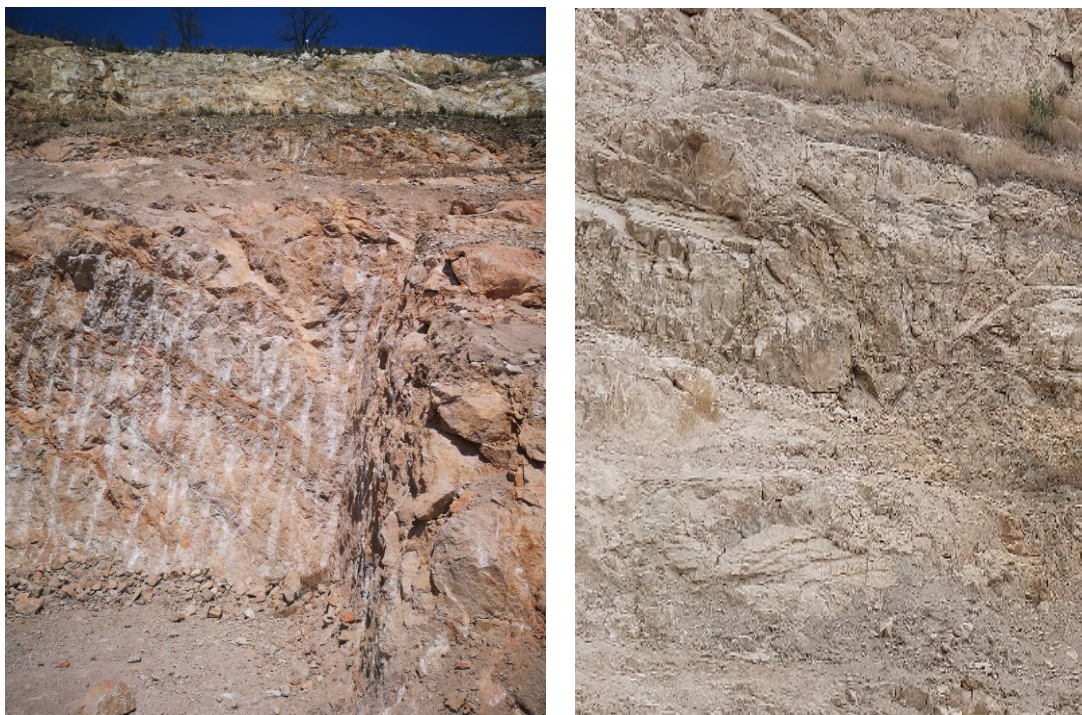


Foto n. 1 e n. 2 - Veduta panoramica di due pareti di cava, attualmente coltivate, con caratteristica stratificazione attraversopoggio

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

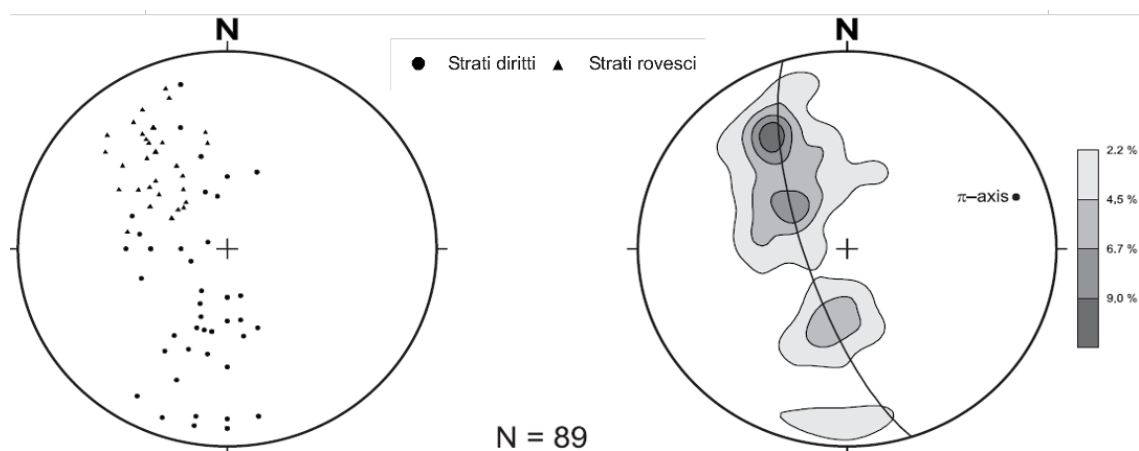


Fig. 4- Stereogrammi dei poli di strato (reticolo di Schmidt, emisfero inferiore) e relativo *contour* della dorsale di Monte Fellino.

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.

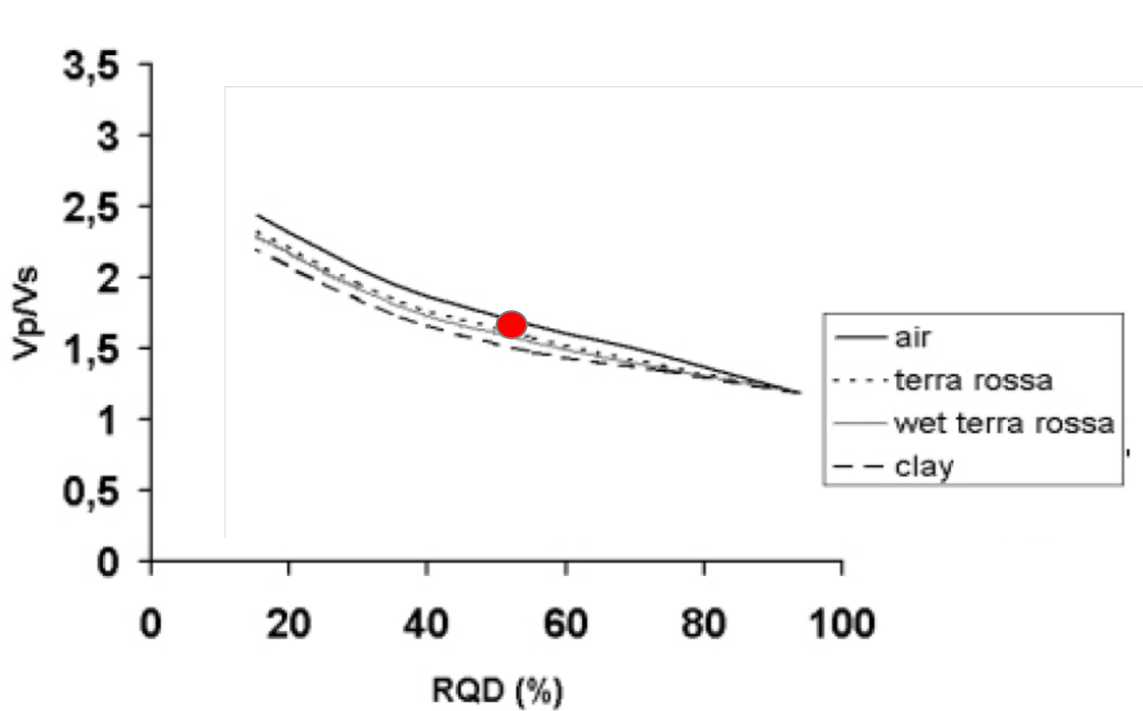


Fig. n.5 – Variazione del rapporto tra velocità delle onde P e la velocità delle onde S (V_p/V_s) in funzione dei parametri delle rocce fratturate.

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 studio, 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 RMRb si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo *Bieniawski* assumono il valore:

CLASSE III - discreta	
qualità	discreta
coesione	200 - 300 (kPa)
φ'	25° - 35°
E	1000 - 5000 (MPa)

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:

CLASSE IV - scadente	
qualità	scadente
coesione	100 - 200 (KPa)
φ'	15° - 25°
E	500 – 1000 (KPa)

Oltre alla classificazione di Bieniawski, l'ammasso roccioso è stato classificato anche tramite il GSI (Geological Strenght Index), un indice di qualità dell'ammasso roccioso variabile da 5 a 100, funzione delle condizioni geomeccaniche e del grado di alterazione.

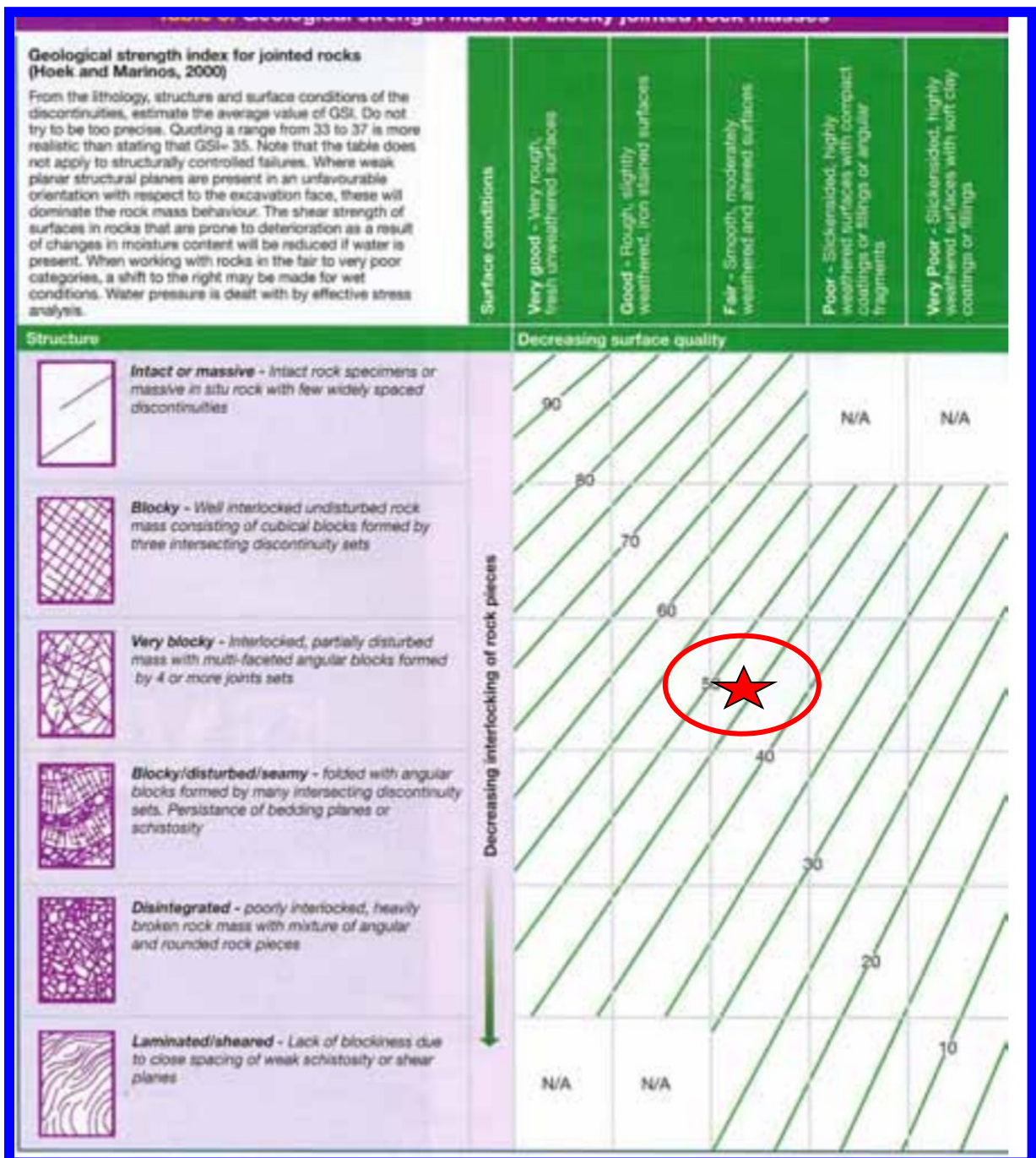


Fig. n. 6 - Abaco per la stima di GSI in funzione del grado di fratturazione e delle condizioni di alterazione dell'ammasso roccioso.

Si rappresenta, infine, che per $GSI > 25$ è fornita inoltre la possibilità di determinare il valore dell'indice GSI dall'indice RMR anidro di Bieniawski (versione 1989), intendendo per "anidro" l'indice RMR determinato assumendo la condizione di ammasso completamente asciutto, quindi con il punteggio massimo del parametro R5 (pari a 15) relativo alle condizioni idrauliche delle discontinuità e tralasciando la valutazione del parametro R6 relativo

all'orientazione dei giunti, cioè imponendo $R6 = 0$. $GSI = RMR' - 5$ (per $RMR' > 30$) Lo stesso autore, inoltre, chiarisce che per ammassi rocciosi di qualità molto scadente (quindi $RMR' < 30$), il GSI deve essere ricavato direttamente dagli abachi sopra riportati.



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 front

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.

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 9/10 anni di attività del Consorzio: il nuovo profilo del versante presenta pendenze inferiori ai 45°, 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 ($FC = 2,063$ (2,277) - 1,247 (1,359) – 1,305 (1,447)).

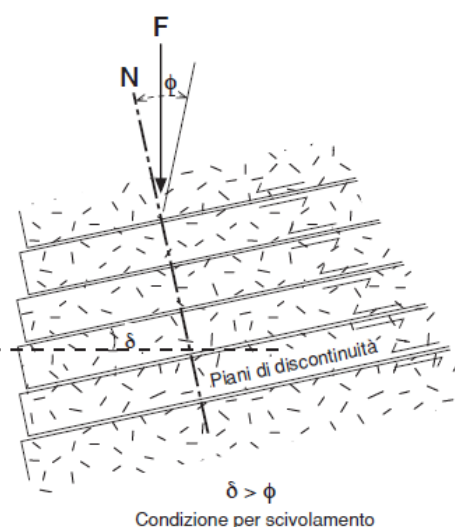


Nel seguito vengono brevemente esaminati i meccanismi di instabilità a cui si è fatto cenno e riportate le relative analisi numeriche dei fronti coltivati alla data del 31/12/2021, eseguite lungo tre sezioni dello stato di fatto (aggiornamento rilievo aereofotogrammetrico). La prima parte delle analisi 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°.

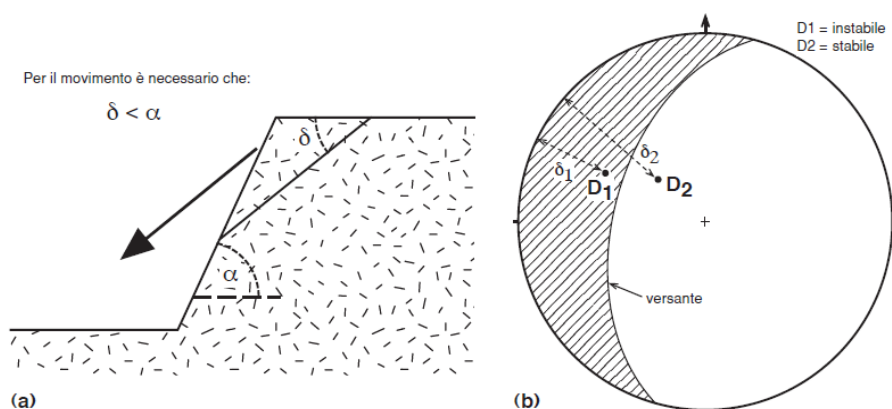
Le caratteristiche di resistenza lungo le discontinuità sono state attribuite in base al criterio di rottura di Barton secondo quanto illustrato nel capitolo precedente. Per le verifiche cinematiche dell'ammissibilità del movimento, si utilizza generalmente la semplificazione di un piano puramente attritivo (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 della 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).

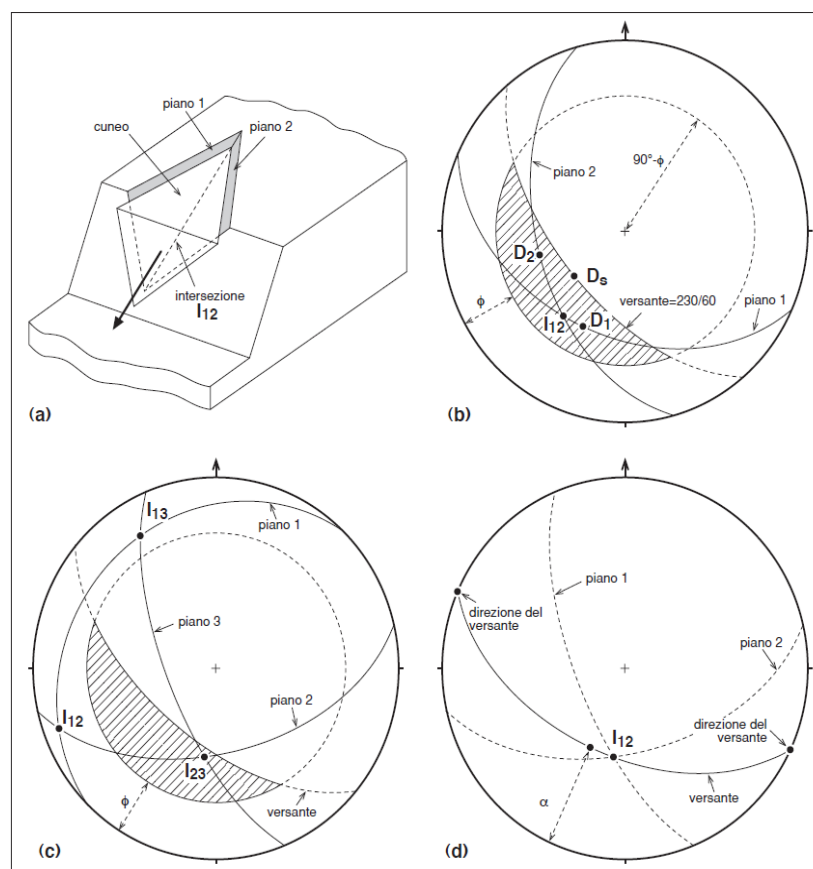


Figura n. 9 - Analisi cinematica per cedimenti secondo cunei. (a) Visualizzazione schematica dello scivolamento di un cuneo su due superfici di discontinuità. (b) Analisi cinematica in proiezione stereografica per scivolamento di un cuneo. Le orientazioni delle intersezioni che possono dare scivolamento 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.

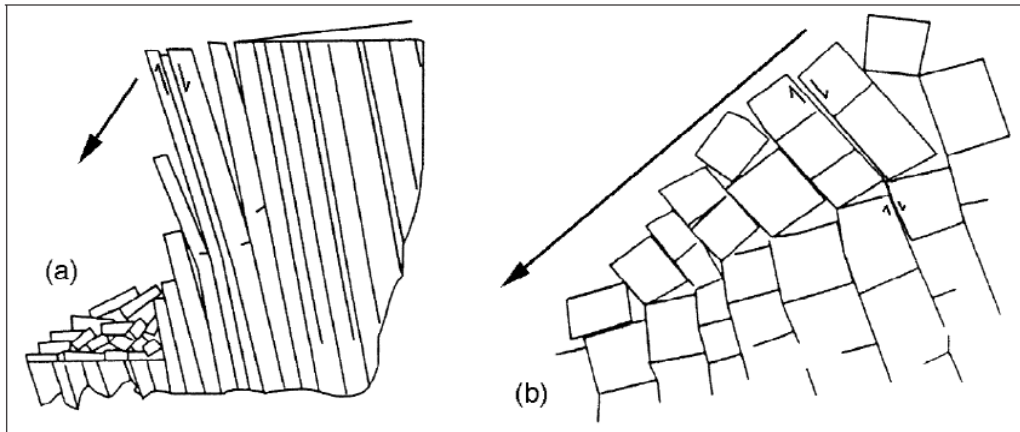


Figura 10 - (a) Ribaltamento in rocce con un solo sistema di discontinuità ben sviluppato (foliazione, stratificazione, ecc.). (b) Ribaltamento in rocce con discontinuità spaziate e tra loro ortogonali.

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.

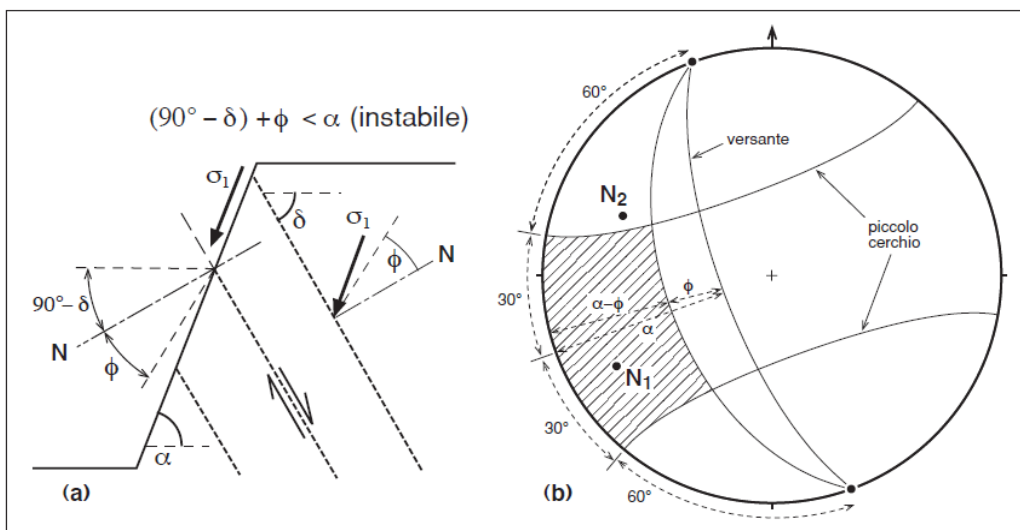


Figura 11 - (a) Test cinematico per ribaltamento. N è la normale alle discontinuità. (b) Proiezione stereografica degli elementi strutturali considerati per cedimento per ribaltamento. Le discontinuità i cui poli ricadono nella zona tratteggiata possono dare ribaltamento.

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 è possibile ricavare una modellazione geotecnica dell'ammasso roccioso di cui è costituita la cava oggetto di 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**

Peso di volume (γ):	23,00 kN/m ³
Angolo di attrito di picco (φ):	35°
Coesione di picco	295 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:

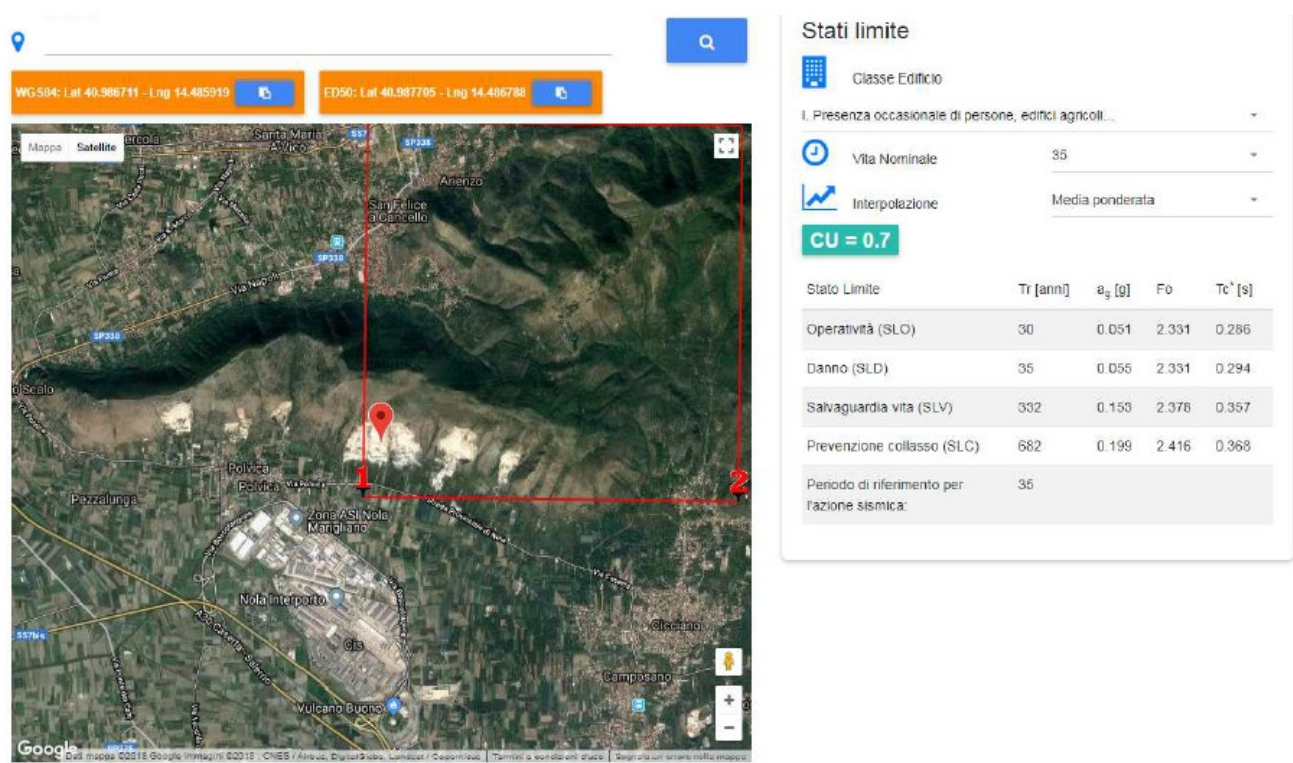
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

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 B.



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

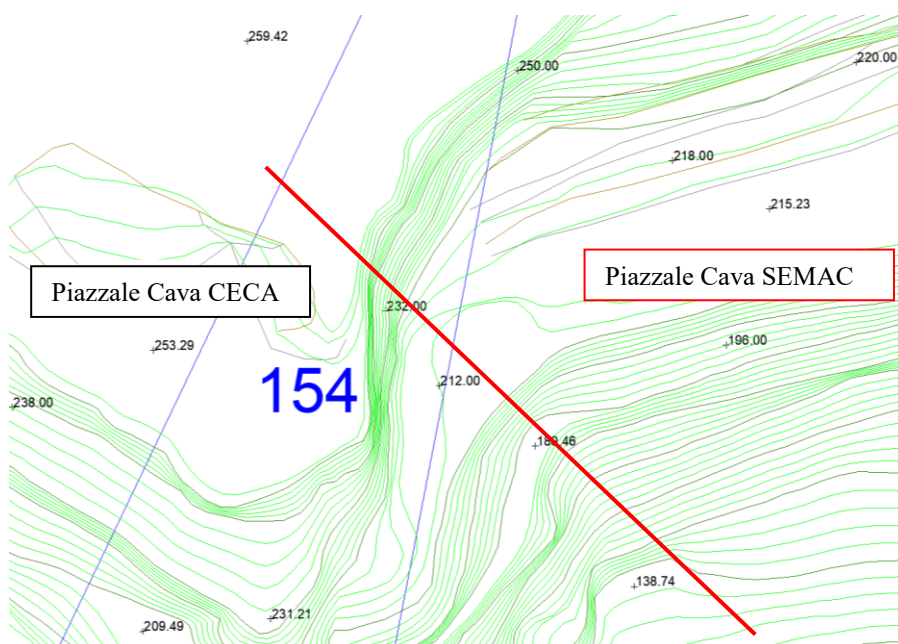
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.037	0.084	0.000
kv	--	0.019	0.042	--
Amax [m/s²]	0.716	0.774	2.164	2.812
Beta	--	0.470	0.380	--

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>	2,06	2,28	1,16	1,21
<i>Sezione M</i>	1,25	1,36	1,14	1,23
<i>Sezione R1</i>	1,31	1,45	1,23	1,33
<i>Sez. Trasversale 1</i>	1,18	1,96	1,60	1,73

La restituzione delle analisi di stabilità eseguite, riportate in tabella, 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.

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 giaciturali 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 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 geostutturali 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'innescio 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 30 - 35 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 215 - 230 e 250 - 259 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 trenta 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 22-26% 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 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 2025

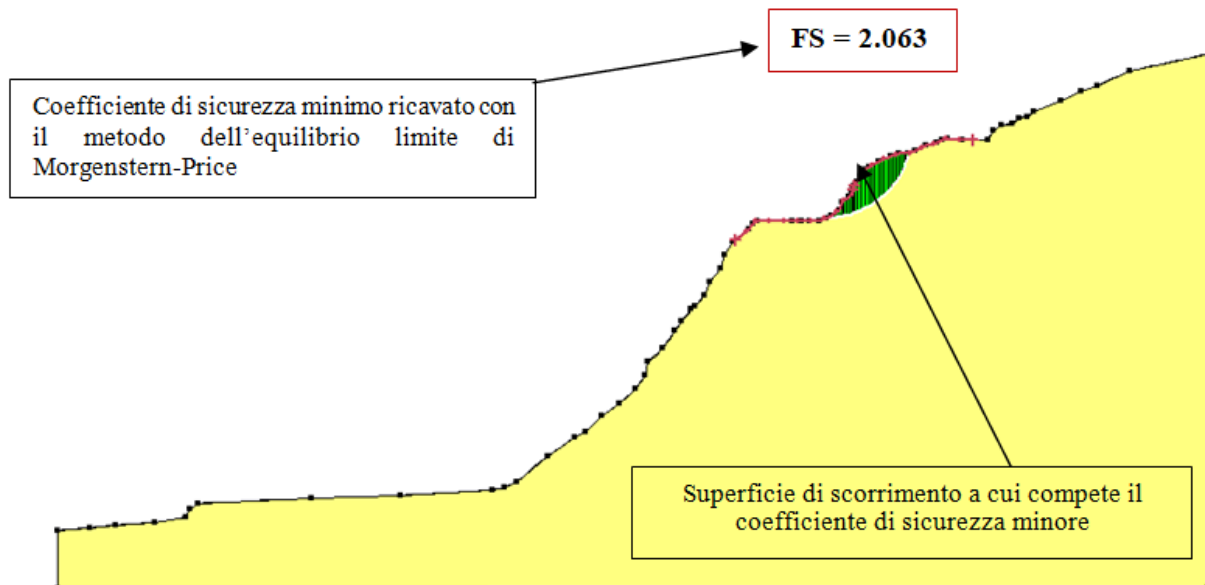
il geologo

Enrico Spagnuolo



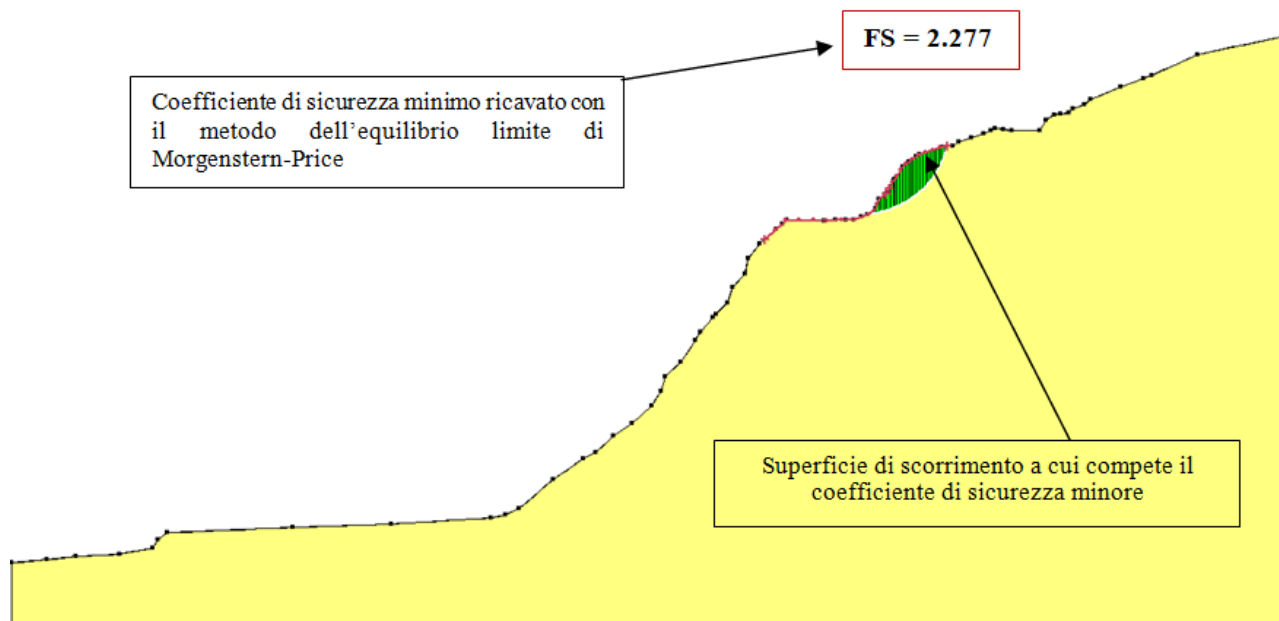
Allegato Tabulati Verifiche

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



Verifica soddisfatta: $FC = 2.063 > 1.10$

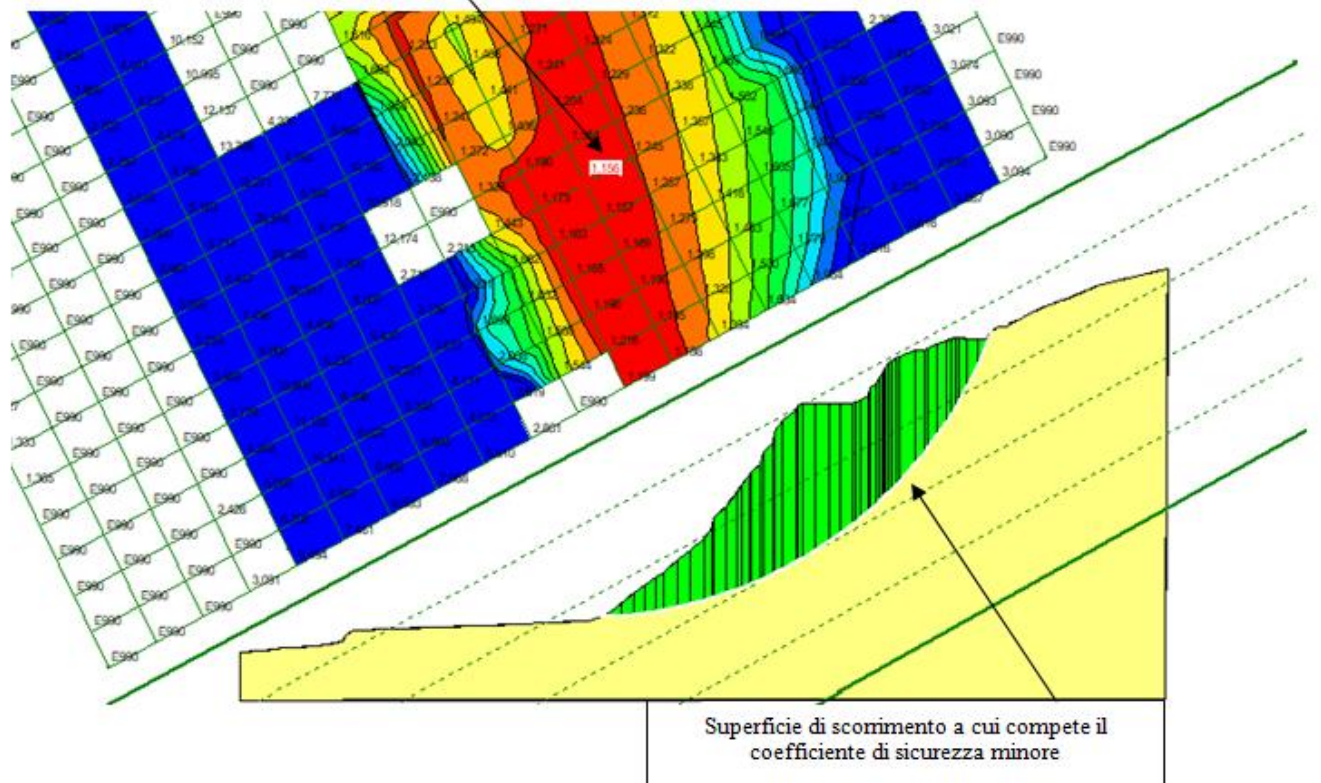
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E - Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 2.277 > 1.20$

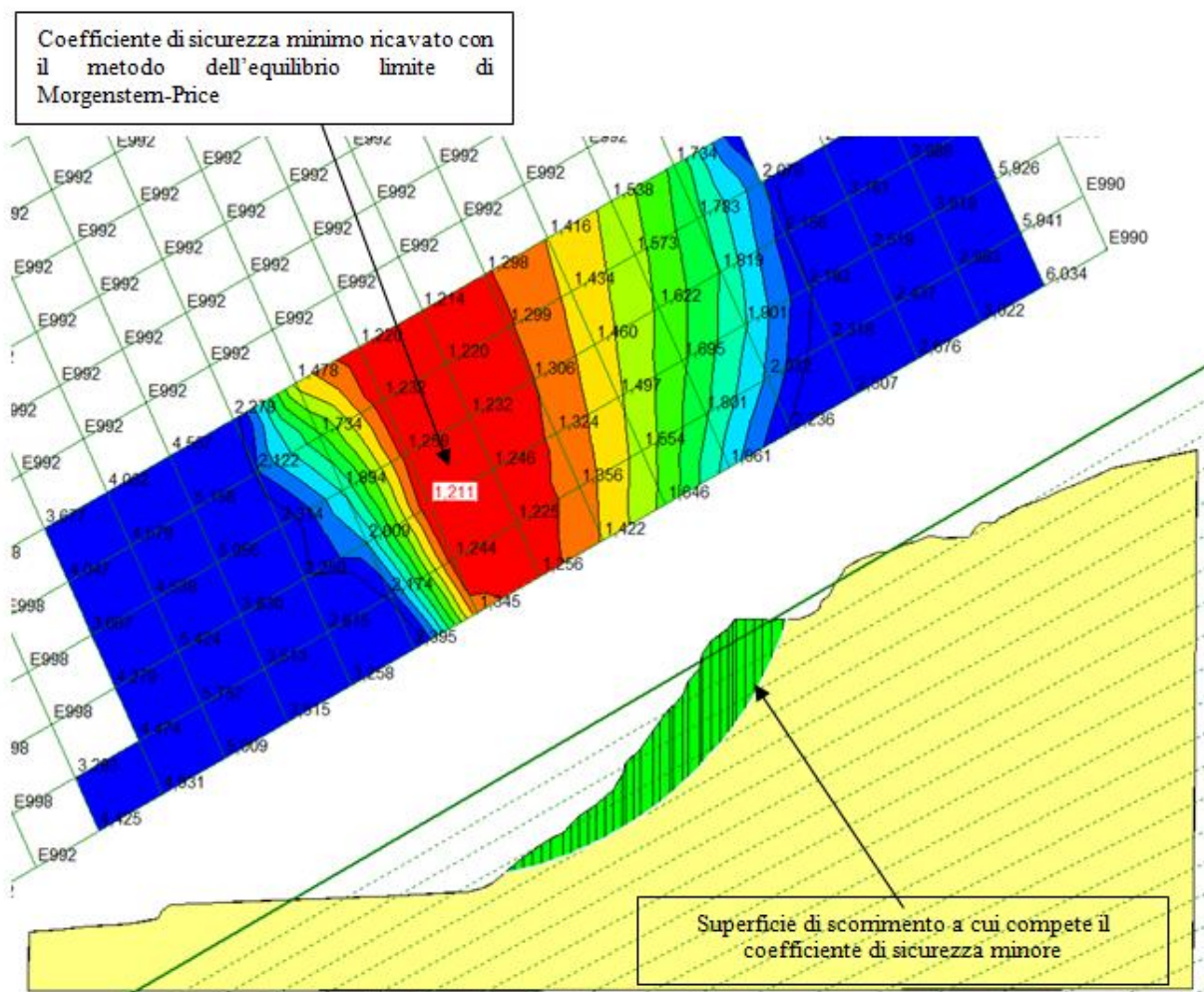
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE E (Condizioni Statiche)

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



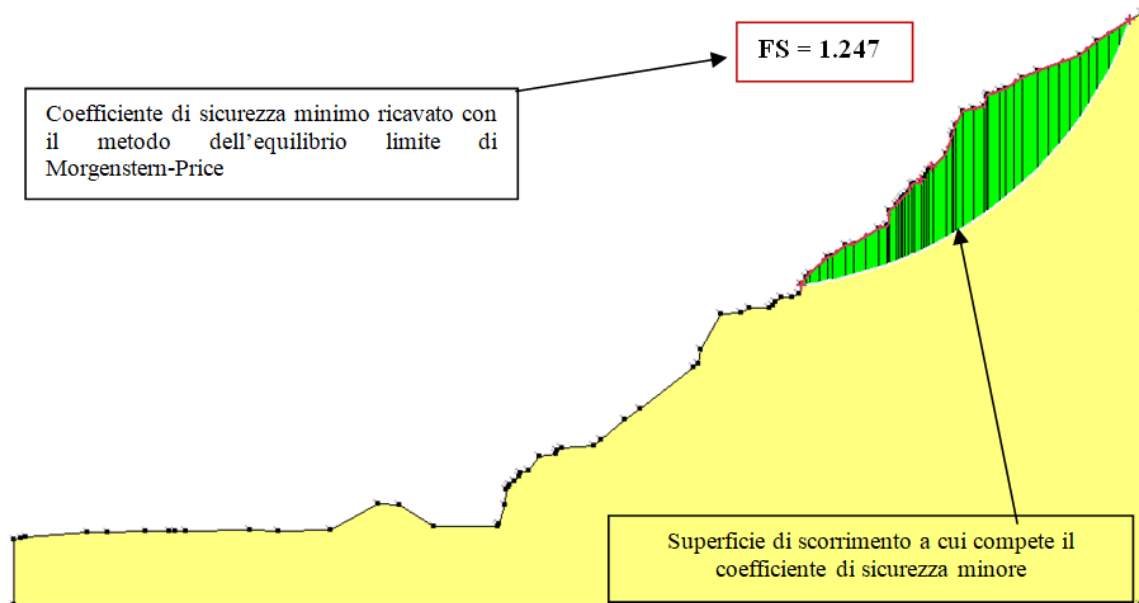
Verifica soddisfatta: $FC = 1.156 > 1.10$

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



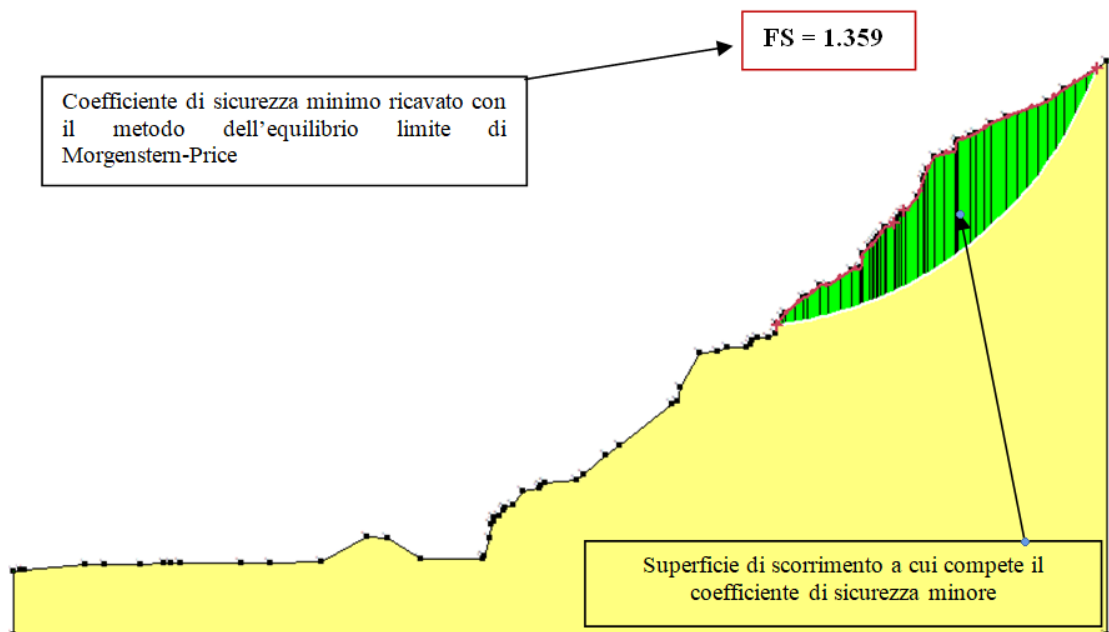
Verifica soddisfatta: $FC = 1.211 > 1.20$

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



Verifica soddisfatta: $FC = 1.247 > 1.10$

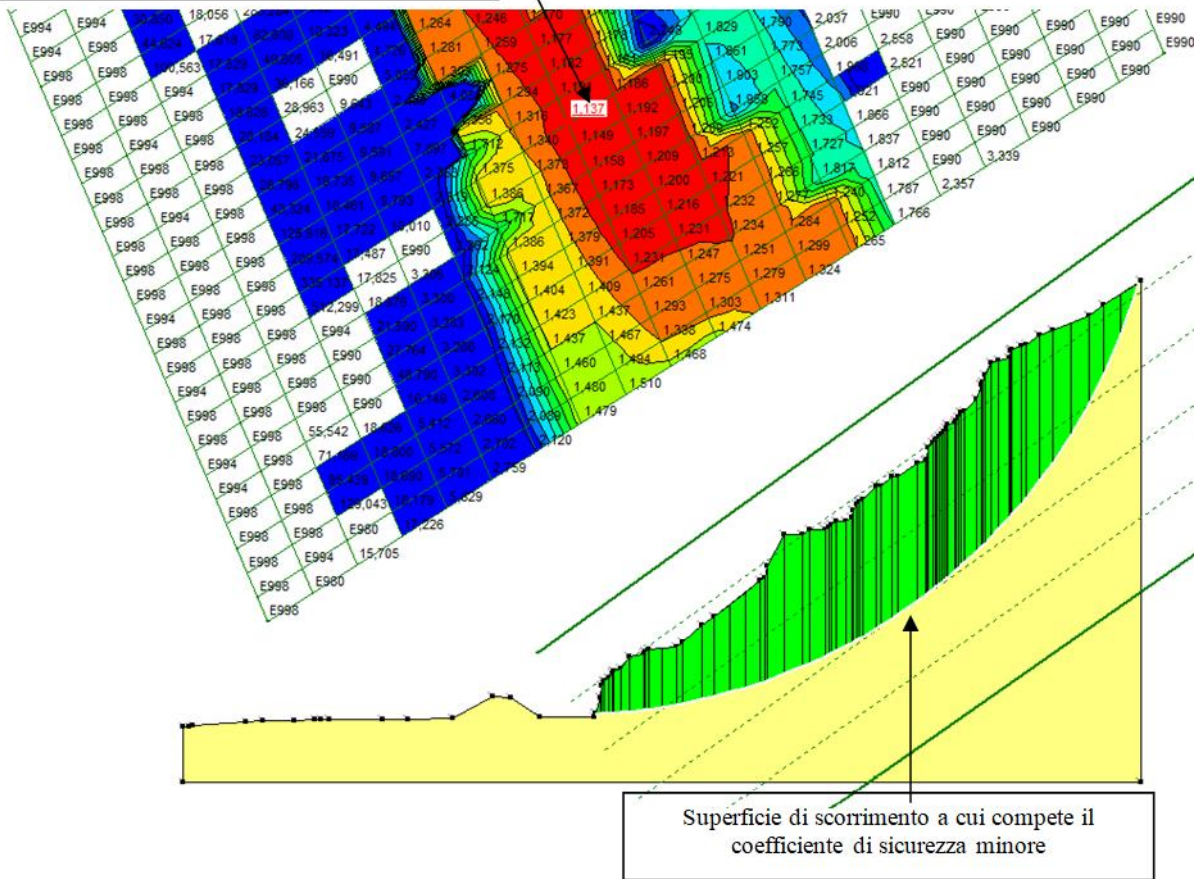
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M - Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.359 > 1.20$

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

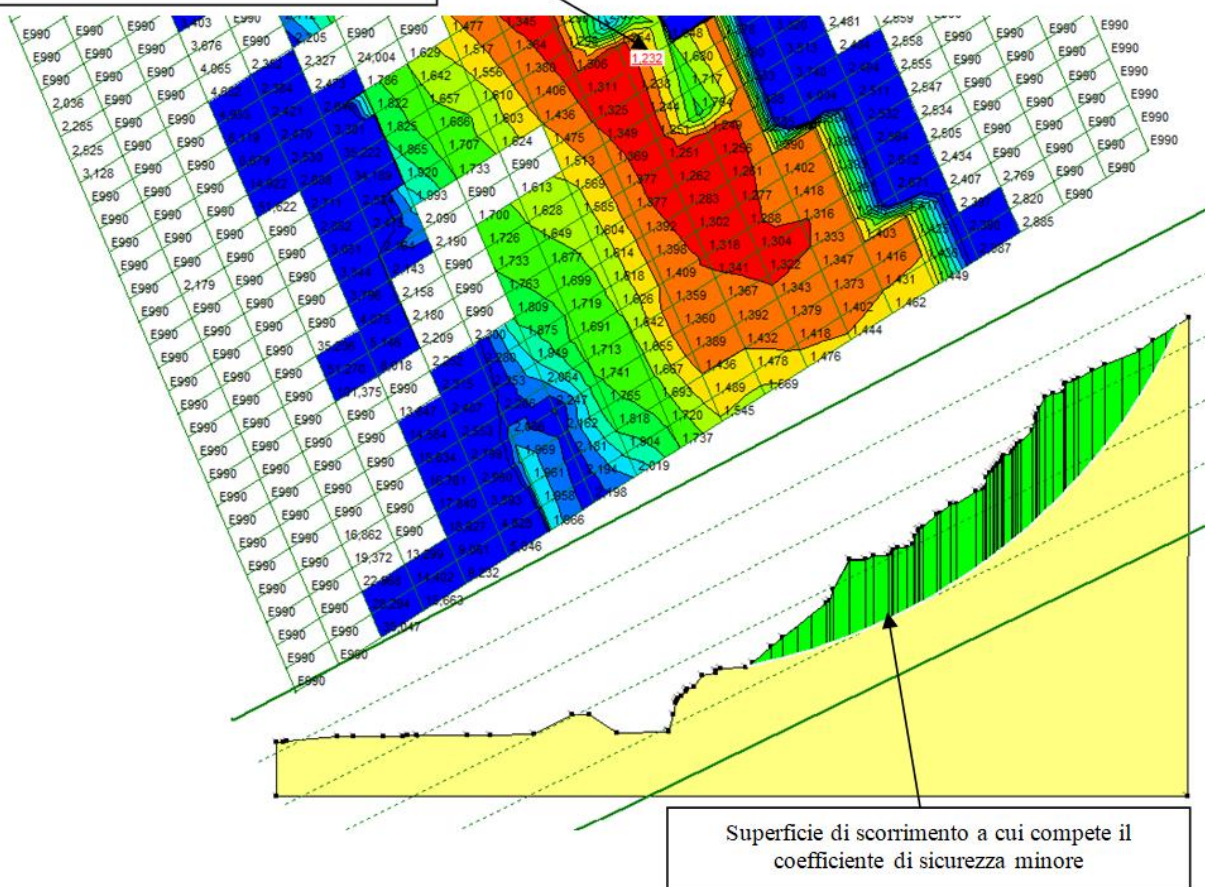
Coefficiente di sicurezza minimo ricavato con il metodo dell'equilibrio limite di Morgenstern-Price



Verifica soddisfatta: $FC = 1.137 > 1.10$

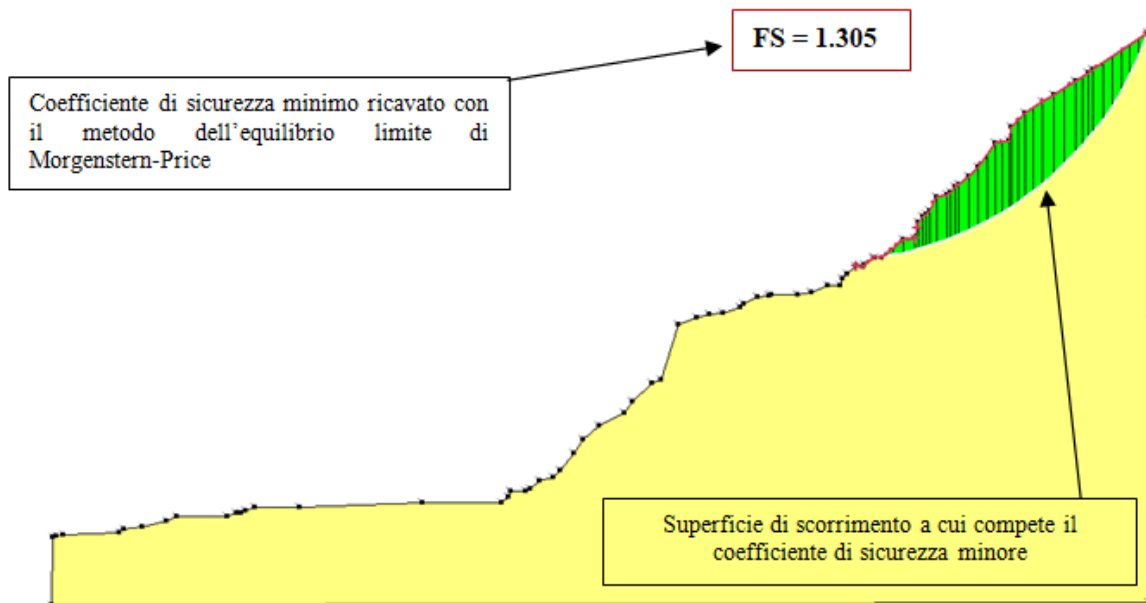
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE M (Condizioni Sismiche)

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



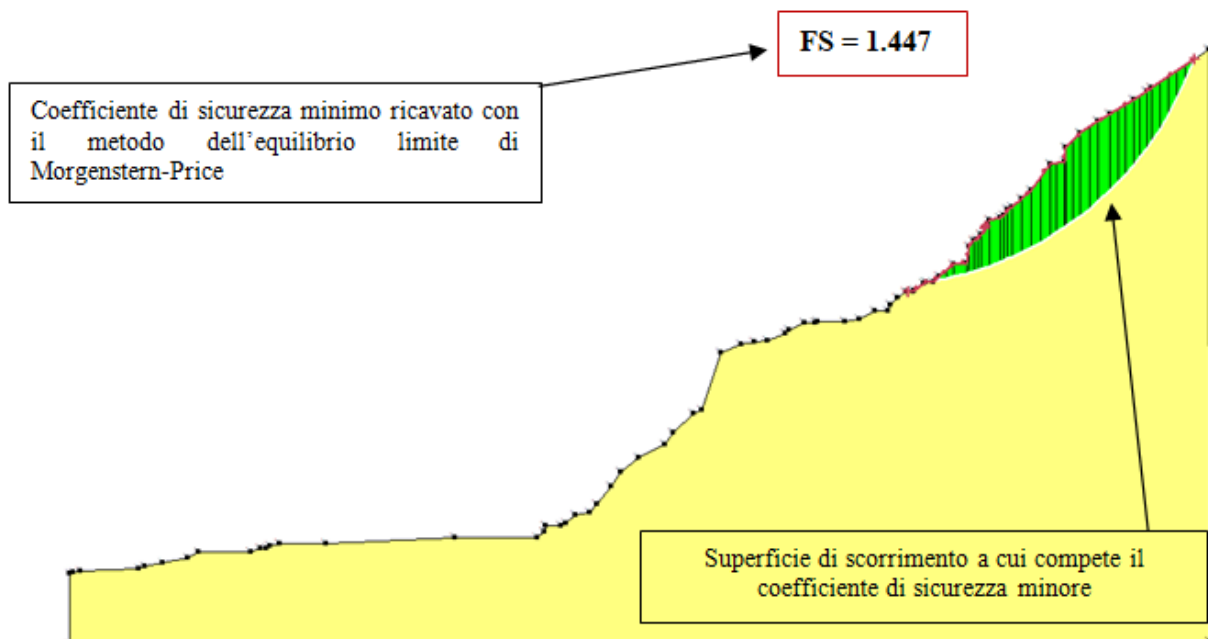
Verifica soddisfatta: $FC = 1.232 > 1.20$

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



Verifica soddisfatta: $FC = 1.305 > 1.10$

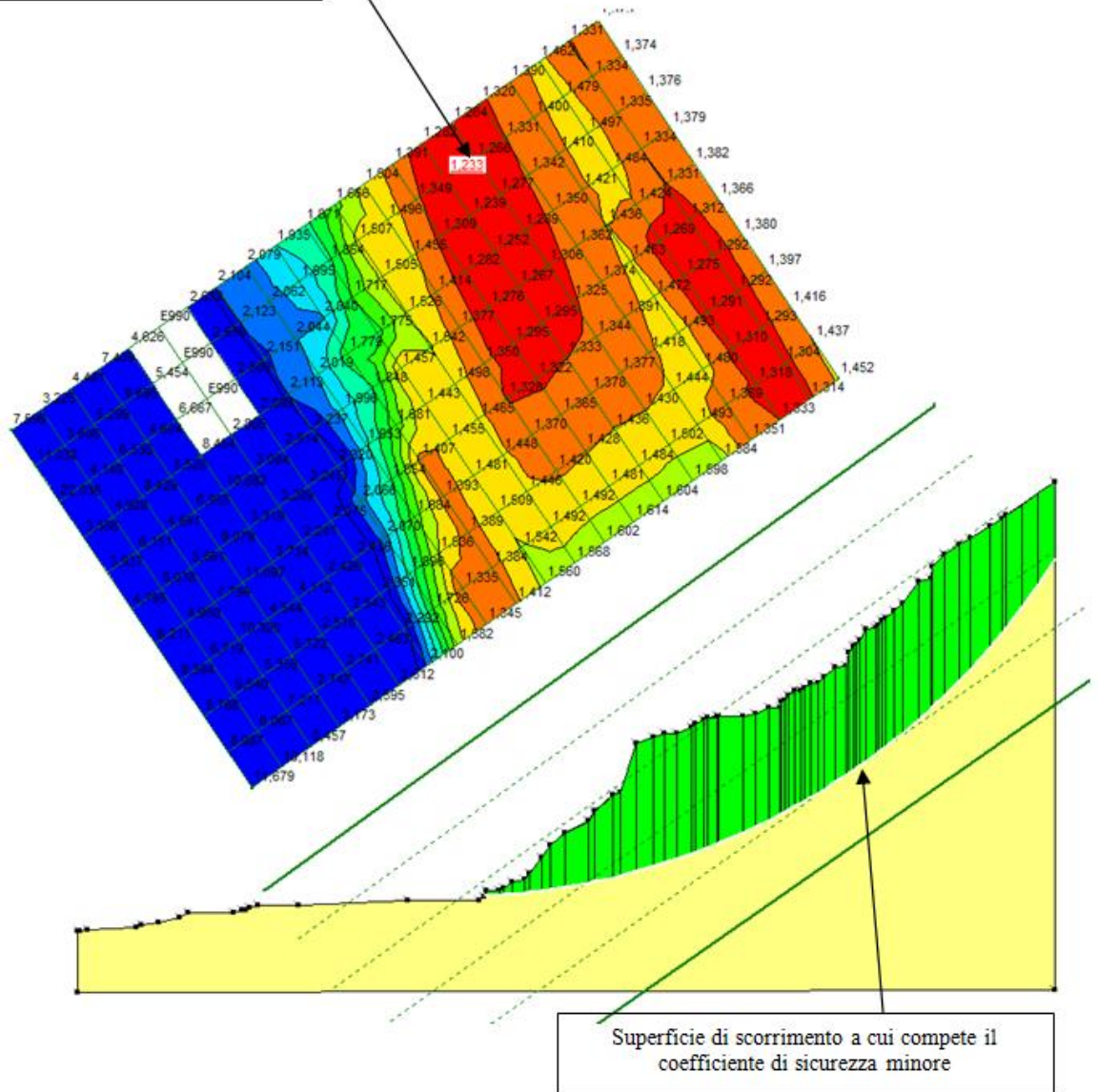
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R – Monte (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.47 > 1.20$

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

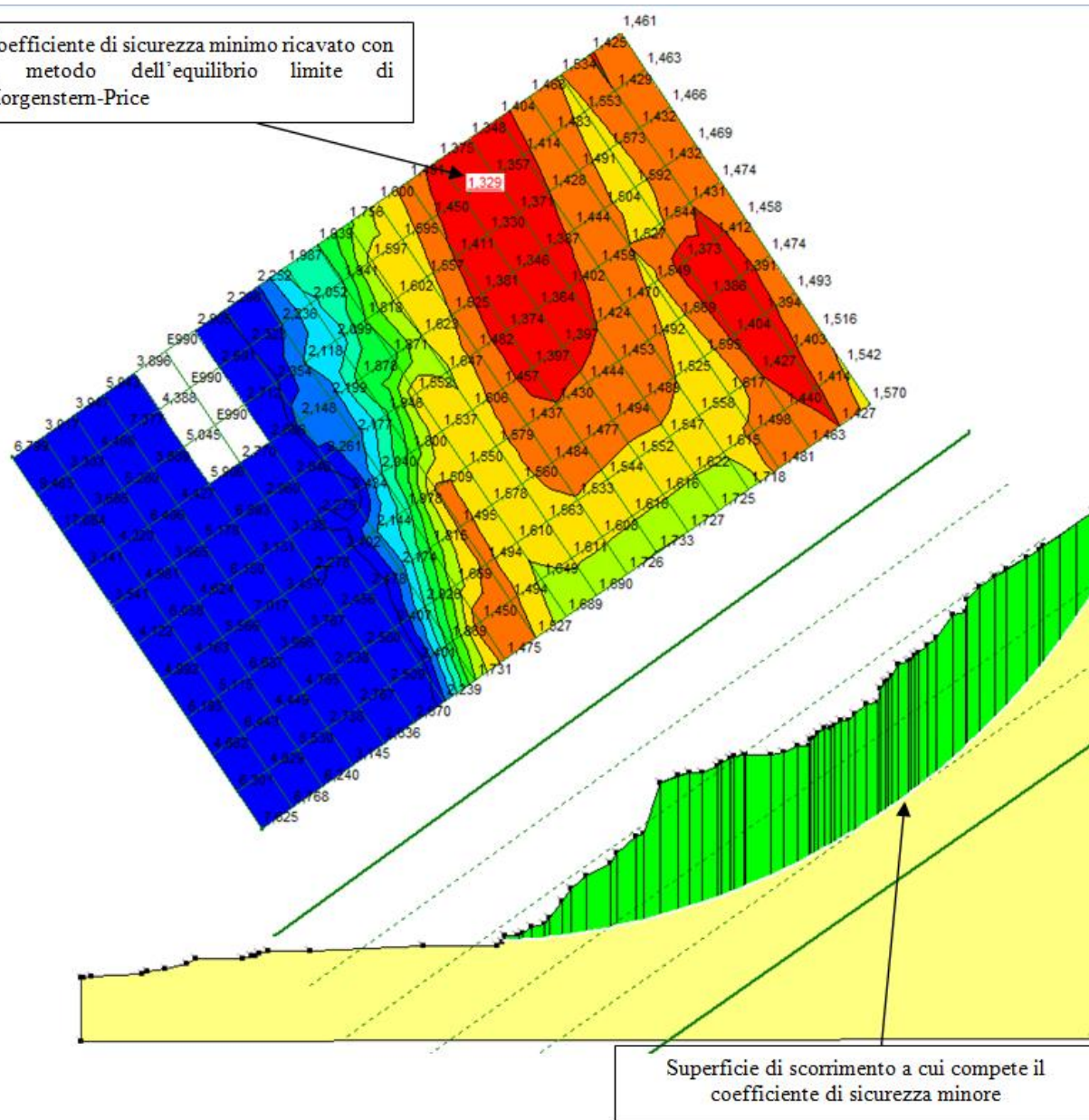
Coefficiente di sicurezza minimo ricavato con il metodo dell'equilibrio limite di Morgenstern-Price



Verifica soddisfatta: $FC = 1.233 > 1.10$

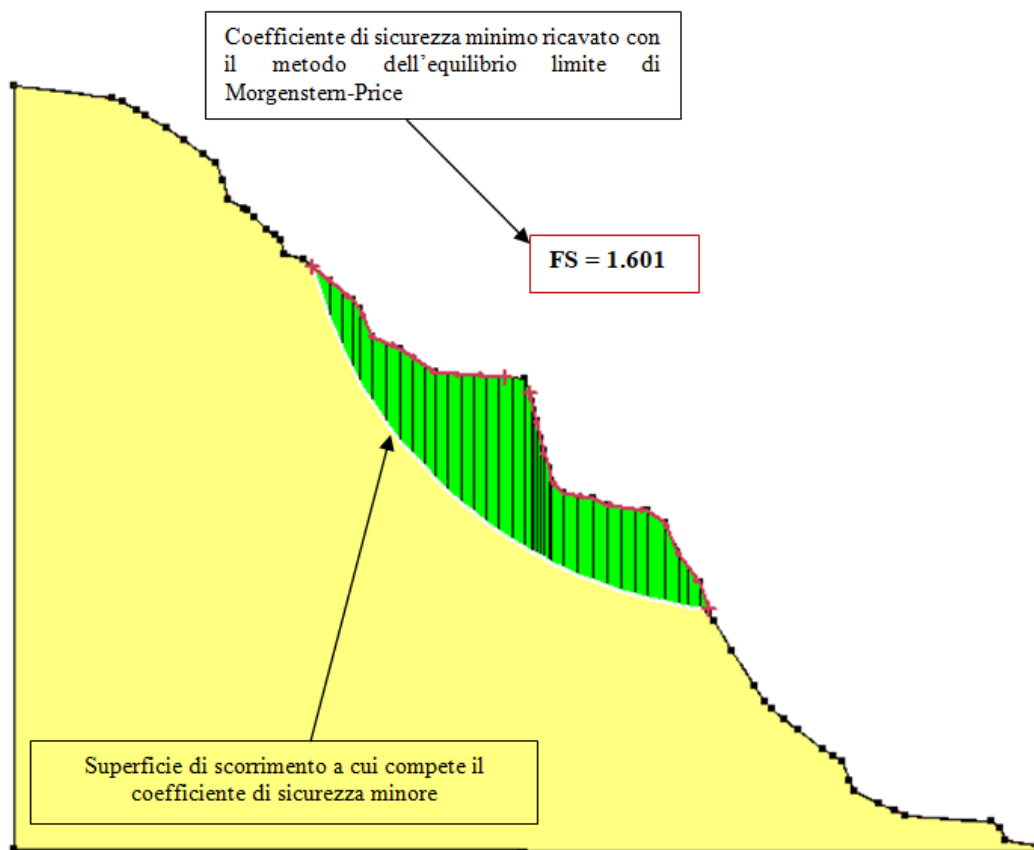
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R (Condizioni Sismiche)

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



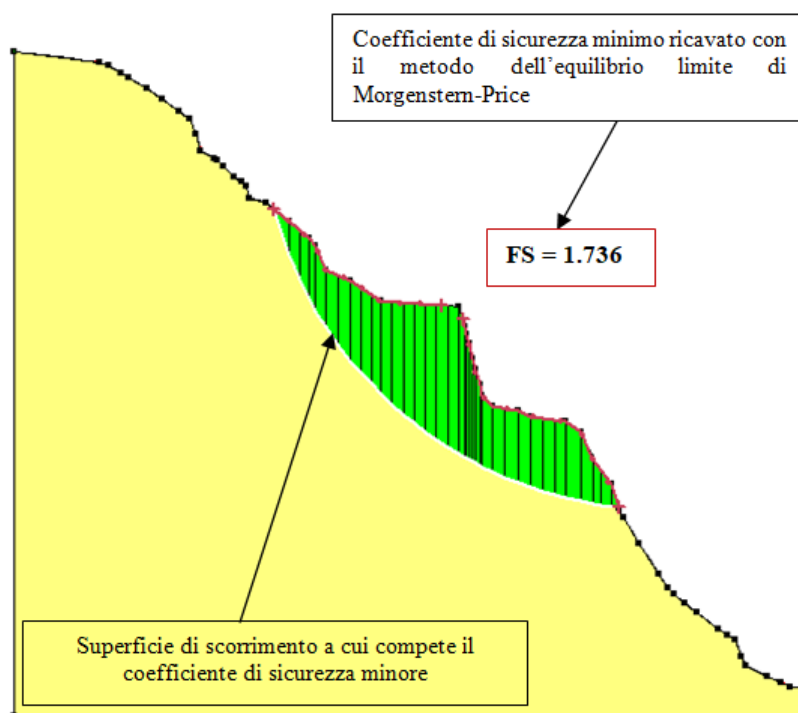
Verifica soddisfatta: $FC = 1.329 > 1.20$

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



Verifica soddisfatta: $FC = 1,601 > 1.10$

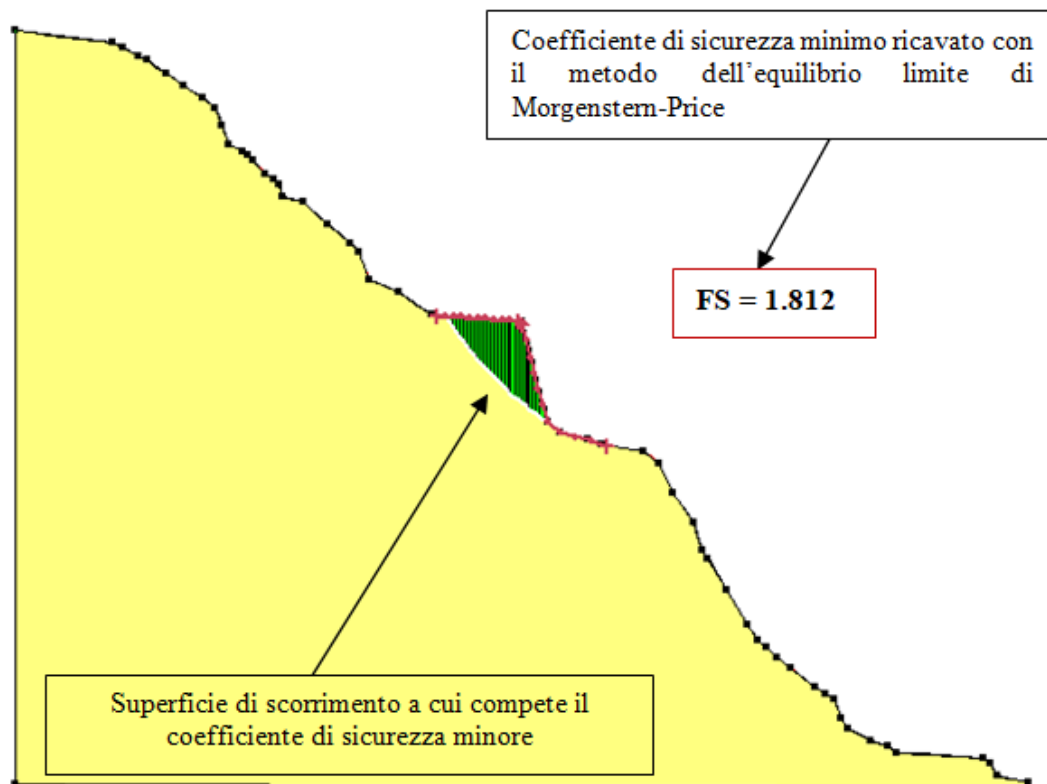
Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE TRASV. (Condizioni Sismiche)



Verifica soddisfatta: $FC = 1.736 > 1.20$

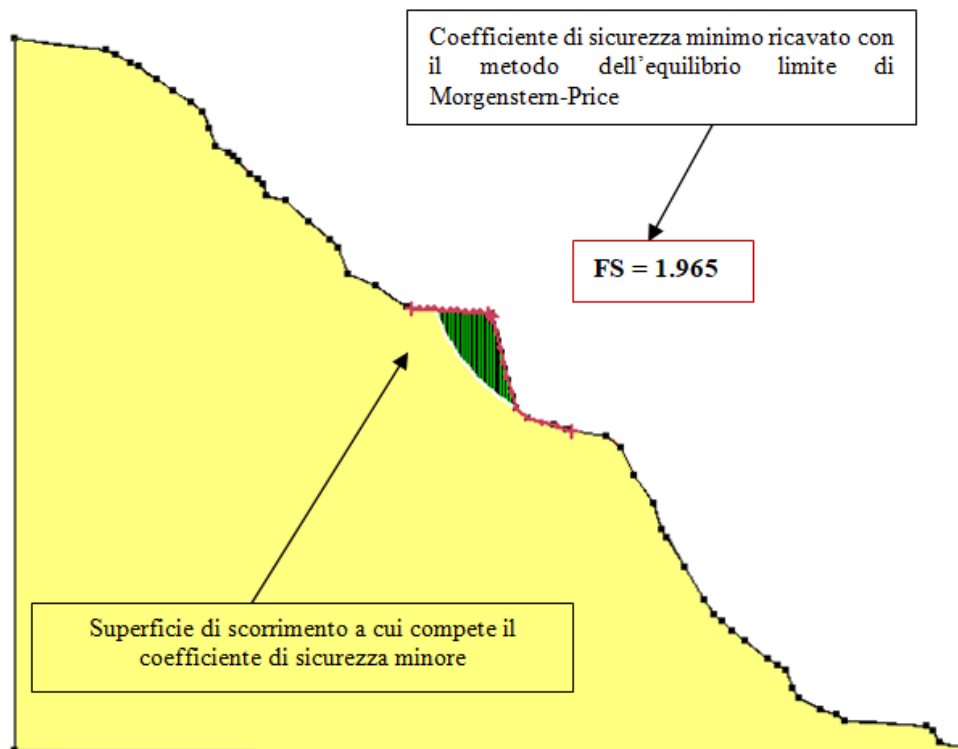
Si riporta per completezza la verifica di stabilità del pianoro oggetto di riconfigurazione altimetrica:

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



Verifica soddisfatta: $FC = 1,812 > 1.10$

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



Verifica soddisfatta: $FC = 1,965 > 1.20$

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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(576,1694; 281,6091\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(664,0276; 319,045\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(666,0515; 322,4716\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(754,5078; 356,5357\) 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	586,2568	289,9593
Point 33	589,4717	294,014
Point 34	592,4579	296,1406
Point 35	618,5944	295,9703
Point 36	639,1523	295,9643
Point 37	644,1407	298,1286
Point 38	648,3583	300,0731
Point 39	654,275	303,7258
Point 40	656,0666	310,0036
Point 41	661,4139	314,0036
Point 42	662,9278	317,0453
Point 43	664,4555	319,8231
Point 44	665,9416	322,337
Point 45	666,9278	323,5453
Point 46	667,8861	325,337
Point 47	670,5065	329,4172
Point 48	673,6507	334,2204
Point 49	676,6278	336,387
Point 50	683,592	340,3108
Point 51	692,5845	343,9863
Point 52	706,1892	346,1297

Point 53	710,8722	348,8144
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	746,7925	356,3896
Point 57	765,8884	356,7513
Point 58	769,8583	364,0731
Point 59	775,7333	367,7258
Point 60	784,8029	368,4926
Point 61	789,2078	372,2636
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	632,5203	295,999
Point 72	731,4833	356,2536
Point 73	698,7472	345,9897
Point 74	735,4675	357,6194

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Amazon	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;73;52;53;54;55;72;74;56;57;58;59;60;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6757e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 1.737

F of S: 2,063

Volume: 1.107,472 m³

Weight: 25.471,856 kN

Resisting Moment: 1.929.657,1 kN-m

Activating Moment: 935.329,68 kN-m

Resisting Force: 22.640,417 kN

Activating Force: 10.974,648 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces

Exit: (643,32944; 297,77662) m

Entry: (706,77215; 346,4639) m

Radius: 66,328191 m

Center: (642,8324; 364,10295) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	643,73507	297,78214	0	3,6285043	2,0320601	200
Slice 2	645,1951	297,82525	0	19,422343	10,877035	200
Slice 3	647,3039	297,93409	0	41,35214	23,158311	200
Slice 4	649,34442	298,10264	0	64,214544	35,961872	200
Slice 5	651,31665	298,32714	0	87,850141	49,198443	200
Slice 6	653,28888	298,61178	0	109,21707	61,164497	200
Slice 7	655,1708	298,93884	0	184,61298	103,38823	200
Slice 8	656,95782	299,30272	0	258,2746	144,64073	200
Slice 9	658,74025	299,71719	0	274,78697	153,8881	200
Slice 10	660,52268	300,18404	0	288,7631	161,71511	200
Slice 11	662,17085	300,66143	0	319,63396	179,00362	200
Slice 12	663,69165	301,14524	0	364,27449	204,00352	200
Slice 13	665,19855	301,66449	0	400,93113	224,53222	200
Slice 14	666,4347	302,11842	0	422,88	236,82418	200
Slice 15	667,40695	302,49732	0	439,73996	246,26621	200
Slice 16	669,1963	303,25614	0	471,44621	264,02256	200
Slice 17	672,0786	304,59648	0	510,8611	286,09596	200
Slice 18	675,13925	306,19966	0	522,21621	292,45513	200
Slice 19	677,7885	307,75019	0	504,28509	282,41322	200
Slice 20	680,1099	309,25911	0	482,45174	270,18596	200

Slice 21	682,4313	310,91214	0	458,94147	257,01957	200
Slice 22	684,71606	312,69201	0	431,19738	241,48214	200
Slice 23	686,96419	314,61006	0	399,2577	223,59505	200
Slice 24	689,21231	316,71246	0	365,42321	204,64683	200
Slice 25	691,46044	319,02514	0	329,12424	184,31843	200
Slice 26	693,61162	321,46085	0	290,07028	162,44716	200
Slice 27	695,66585	324,03843	0	247,5469	138,63293	200
Slice 28	697,72008	326,90862	0	200,0514	112,03417	200
Slice 29	699,67745	329,97374	0	144,42766	80,883376	200
Slice 30	701,53795	333,29582	0	79,169545	44,337076	200
Slice 31	703,39845	337,15961	0	2,8911323	1,6191119	200
Slice 32	705,25895	341,86174	0	-90,438307	-50,647885	200
Slice 33	706,48068	345,46833	0	-159,54719	-89,350722	200

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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(578,3261; 283,4248\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(660,9051; 314,1173\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(662,9097; 317,5231\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(702,5895; 346,2247\) 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	392,6639	94,4897
Point 12	402,1916	96,3925
Point 13	411,2611	100,3925
Point 14	434,5992	120,3013
Point 15	454,9543	134,3201
Point 16	463,8894	138,7274
Point 17	475,6482	150,2376
Point 18	488,3778	158,8203
Point 19	501,3265	170,3082
Point 20	507,9111	180,4036
Point 21	510,6218	190,4765
Point 22	521,0744	200,3039
Point 23	531,0599	214,4143
Point 24	534,8331	220,4704

Point 25	542,9387	230,4023
Point 26	545,571	232,4586
Point 27	552,9187	240,4426
Point 28	556,6963	250,3656
Point 29	565,1197	260,3409
Point 30	567,1444	270,3036
Point 31	575,0879	280,6421
Point 32	586,3861	290,3508
Point 33	590,1361	293,7768
Point 34	593,2842	296,7513
Point 35	618,5944	295,9703
Point 36	633,3653	296,1842
Point 37	638,9208	296,3115
Point 38	644,4879	298,4411
Point 39	648,6083	300,2583
Point 40	654,0828	304,1124
Point 41	656,1083	310,293
Point 42	661,1893	314,3439
Point 43	663,7009	318,9851
Point 44	665,9926	322,5962
Point 45	666,687	323,9967
Point 46	667,8557	325,5669
Point 47	672,1692	332,0707
Point 48	676,1662	336,1263
Point 49	681,2703	339,2455
Point 50	683,7459	340,6601
Point 51	698,6717	346,1157
Point 52	706,0301	346,3204

Point 53	710,7373	349,1066
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	726,9659	354,9324
Point 56	732,1159	356,8408
Point 57	740,667	357,9181
Point 58	746,3111	356,7036
Point 59	765,4778	357,1703
Point 60	775,4	367,9342
Point 61	787,8583	371,712
Point 62	795,6111	374,4203
Point 63	800,0203	378,2598
Point 64	820,5547	386,5063
Point 65	835,5533	392,6007
Point 66	841,0778	394,5036
Point 67	872,5268	408,3963
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294
Point 70	626,7058	296,1276
Point 71	735,3756	358,5488
Point 72	769,6361	364,2397
Point 73	779,2889	368,3231
Point 74	784,7333	368,7675

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Amazon	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;71;57;58;59;72;60;73;74;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,6776e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 2.073

F of S: 2,277

Volume: 881,91672 m³

Weight: 20.284,085 kN

Resisting Moment: 1.861.409 kN-m

Activating Moment: 817.565,27 kN-m

Resisting Force: 22.923,124 kN

Activating Force: 10.069,101 kN

F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces

F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces

Exit: (648,80163; 300,3944) m

Entry: (702,5895; 346,22469) m

Radius: 61,81444 m

Center: (642,80002; 361,9168) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	649,68182	300,49302	0	7,1371598	4,9974931	250
Slice 2	651,44221	300,71593	0	41,439253	29,016078	250
Slice 3	653,2026	300,99051	0	73,736179	51,630628	250
Slice 4	655,09555	301,34637	0	159,13112	111,42481	250
Slice 5	656,95513	301,75119	0	240,00163	168,05095	250
Slice 6	658,6488	302,17508	0	261,91429	183,39436	250
Slice 7	660,34247	302,65039	0	279,22067	195,51242	250
Slice 8	662,4451	303,32208	0	321,18275	224,89458	250
Slice 9	664,84675	304,18066	0	372,83483	261,06176	250
Slice 10	666,3398	304,7612	0	398,15932	278,79416	250
Slice 11	667,27135	305,15613	0	409,99468	287,08137	250
Slice 12	668,93408	305,91127	0	423,0582	296,22854	250
Slice 13	671,09083	306,9697	0	437,20784	306,13623	250
Slice 14	673,16845	308,08868	0	437,82039	306,56514	250
Slice 15	675,16695	309,26673	0	427,39659	299,26631	250
Slice 16	677,01688	310,44655	0	411,37085	288,04497	250
Slice 17	678,71825	311,61956	0	390,70285	273,57308	250
Slice 18	680,41962	312,87966	0	370,37613	259,34016	250
Slice 19	682,5081	314,57039	0	345,00754	241,57688	250
Slice 20	684,67876	316,46808	0	316,19977	221,40547	250

Slice 21	686,54449	318,26246	0	288,33102	201,89155	250
Slice 22	688,41021	320,2176	0	260,03555	182,07885	250
Slice 23	690,27594	322,3575	0	230,51144	161,40585	250
Slice 24	692,14166	324,71431	0	198,65386	139,09893	250
Slice 25	694,00739	327,33282	0	162,89566	114,06077	250
Slice 26	695,87311	330,27897	0	120,90222	84,656649	250
Slice 27	697,73884	333,65744	0	68,938558	48,271298	250
Slice 28	699,65115	337,77777	0	-6,1593645	-4,3128334	250
Slice 29	701,61005	343,15461	0	-121,53558	-85,100126	250

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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
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	642,4944	297,1703
Point 37	647,0778	299,087
Point 38	654,4444	303,5703
Point 39	656,4444	309,9203
Point 40	661,4972	313,7814
Point 41	664,7889	320,1286
Point 42	665,6083	321,5731
Point 43	667,0944	323,3231
Point 44	667,5528	324,087
Point 45	669,8722	327,9203
Point 46	671,5528	330,5592
Point 47	674,025	334,1286
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	706,2993	345,9569
Point 53	710,0689	348,127
Point 54	719,3844	351,8645
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	735,7264	358,1306
Point 58	739,1782	357,914
Point 59	769,9694	363,8092
Point 60	775,7333	367,5175
Point 61	784,5389	367,9758
Point 62	787,9694	371,3231
Point 63	794,8722	373,7258
Point 64	820,5878	386,0636
Point 65	835,9694	392,2953
Point 66	841,15	394,087
Point 67	872,7472	407,837
Point 68	934,8155	421,7551
Point 69	931,9909	21,4294
Point 70	628,4778	295,8203
Point 71	639,2778	295,8203
Point 72	747,1639	356,2675
Point 73	765,8444	356,6147
Point 74	798,2958	375,8485
Point 75	800,3097	378,0823

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Amassoso	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;72;73;59;60;61;62;63;74;75;64;65;66;67;68;69	1,6748e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 706
F of S: 1,156
Volume: 29.580,723 m³
Weight: 680.356,62 kN
Resisting Moment: 1,7230568e+008 kN-m
Activating Moment: 1,4903942e+008 kN-m
Resisting Force: 346.751,76 kN
Activating Force: 299.895,38 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 2.646 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 2.646 slip surfaces
Exit: (405,34697; 97,349228) m
Entry: (770,04739; 363,85938) m
Radius: 404,3162 m
Center: (389,8329; 501,36767) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	408,52019	97,496053	0	27,68614	15,504983	200
Slice 2	417,46865	98,038594	0	178,26051	99,830683	200
Slice 3	429,01915	98,996751	0	412,45356	230,98509	200
Slice 4	439,88608	100,19447	0	610,68429	341,99963	200
Slice 5	450,06943	101,59694	0	768,18745	430,20564	200
Slice 6	459,3611	103,09736	0	886,6604	496,55368	200
Slice 7	469,71945	105,072	0	1.047,762	586,77494	200
Slice 8	482,1278	107,77902	0	1.235,2668	691,78265	200
Slice 9	494,9948	111,02731	0	1.381,0969	773,45145	200
Slice 10	504,76145	113,74385	0	1.541,7113	863,39983	200
Slice 11	509,3074	115,1096	0	1.718,5888	962,45598	200
Slice 12	516,14075	117,32971	0	1.855,118	1.038,916	200
Slice 13	526,31945	120,81855	0	1.980,2498	1.108,9931	200
Slice 14	533,196	123,32879	0	2.095,0915	1.173,3076	200
Slice 15	539,2275	125,68794	0	2.166,5419	1.213,3217	200

Slice 16	544,45415	127,78798	0	2.199,6855	1.231,8831	200
Slice 17	549,43005	129,9049	0	2.213,3216	1.239,5196	200
Slice 18	555,00185	132,33332	0	2.292,2897	1.283,7439	200
Slice 19	561,1346	135,16316	0	2.369,1655	1.326,7964	200
Slice 20	566,4934	137,69059	0	2.450,8454	1.372,5394	200
Slice 21	571,02825	139,94615	0	2.546,3404	1.426,0191	200
Slice 22	580,52945	144,91534	0	2.529,5674	1.416,6258	200
Slice 23	588,12945	149,02242	0	2.492,6238	1.395,9364	200
Slice 24	591,12775	150,72695	0	2.482,0673	1.390,0245	200
Slice 25	599,10355	155,50586	0	2.330,6495	1.305,2264	200
Slice 26	612,02185	163,66384	0	2.066,9081	1.157,5241	200
Slice 27	623,4794	171,45346	0	1.841,418	1.031,2436	200
Slice 28	633,8778	179,0824	0	1.643,4148	920,35649	200
Slice 29	640,8861	184,44549	0	1.525,229	854,16931	200
Slice 30	644,7861	187,58154	0	1.478,0026	827,72124	200
Slice 31	650,7611	192,55574	0	1.415,9548	792,97279	200
Slice 32	655,4444	196,53926	0	1.408,8704	789,00536	200
Slice 33	658,9708	199,66431	0	1.416,7034	793,39205	200
Slice 34	663,14305	203,42781	0	1.412,6366	791,11448	200
Slice 35	665,1986	205,31868	0	1.429,1535	800,3644	200
Slice 36	666,35135	206,39632	0	1.430,2627	800,98562	200
Slice 37	667,3236	207,30917	0	1.429,9626	800,81756	200
Slice 38	668,7125	208,63026	0	1.436,1553	804,28561	200
Slice 39	670,7125	210,54664	0	1.443,9572	808,65491	200
Slice 40	672,7889	212,56931	0	1.448,3564	811,11854	200
Slice 41	675,20555	214,95667	0	1.441,3834	807,21349	200
Slice 42	678,50415	218,29286	0	1.409,239	789,21178	200
Slice 43	682,209	222,11415	0	1.371,0724	767,83743	200

Slice 44	691,22505	232,09082	0	1.257,8212	704,41373	200
Slice 45	702,4768	245,06896	0	1.097,7344	614,76081	200
Slice 46	708,1841	252,13936	0	1.011,4854	566,45905	200
Slice 47	714,72665	260,83833	0	926,78011	519,0218	200
Slice 48	723,2047	272,69931	0	805,77455	451,25543	200
Slice 49	729,5597	282,19781	0	707,89211	396,43863	200
Slice 50	733,9104	289,07	0	641,8097	359,4307	200
Slice 51	737,4523	294,91933	0	578,08677	323,74415	200
Slice 52	743,17105	305,01041	0	441,54512	247,27715	200
Slice 53	751,83403	321,5997	0	228,74246	128,10193	200
Slice 54	761,17427	341,87745	0	-16,554707	-9,2710816	200
Slice 55	767,9069	358,19742	0	-173,84924	-97,360253	200
Slice 56	770,00839	363,75165	0	-203,43181	-113,92729	200

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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
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: [\(-66,2986; -104,2331\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(1.172,5937; 618,9827\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(112,6358; -383,5609\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1.361,3987; 191,6871\) 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	638,9382	296,1032
Point 38	645,4872	298,6495
Point 39	648,6411	300,0769
Point 40	654,4185	303,771
Point 41	656,2896	310,2042
Point 42	661,5366	314,1105
Point 43	665,2981	320,9874
Point 44	667,449	324,3343
Point 45	670,0628	328,4334
Point 46	671,5771	330,7675
Point 47	673,8704	334,2542

Point 48	676,5898	336,2033
Point 49	680,6222	338,1518
Point 50	684,9676	340,8209
Point 51	699,0173	345,9649
Point 52	706,1225	346,1739
Point 53	711,371	348,8986
Point 54	718,9341	352,1241
Point 55	727,025	354,4064
Point 56	732,0944	356,1703
Point 57	735,7167	358,362
Point 58	747,0304	356,4909
Point 59	766,0022	356,9056
Point 60	769,9611	363,987
Point 61	791,8269	373,0836
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	739,2381	358,186
Point 71	772,7256	366,1231
Point 72	775,6794	367,811
Point 73	782,94	368,1593
Point 74	784,9963	368,5344
Point 75	788,0653	371,6208

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;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;70;58;59;60;71;72;73;74;75;61;62;63;64;65;66;67;68;69	1,675 6e+00 5

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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(603,596; 255,4497\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(689,7427; 330,3015\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(697,1627; 339,6354\) 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	546,3299	235,5562
Point 31	560,3899	235,9362
Point 32	566,7099	239,6562
Point 33	580,7299	239,4402
Point 34	583,8739	241,4802
Point 35	609,9066	264,2791
Point 36	622,7734	276,0541
Point 37	626,2579	276,6955
Point 38	635,4497	284,6238
Point 39	666,6565	308,5229
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,5774	327,6215
Point 42	683,6885	327,9918
Point 43	689,3482	329,5428
Point 44	690,5519	331,8576
Point 45	692,5427	334,2256
Point 46	694,4454	337,3506
Point 47	697,6603	340,0539
Point 48	707,1491	349,4965
Point 49	711,3003	361,7478
Point 50	712,1778	364,3533
Point 51	713,9996	369,7854
Point 52	718,7371	379,5451

Point 53	726,7305	381,5856
Point 54	734,1958	383,2542
Point 55	735,5982	389,5659
Point 56	736,7788	391,3136
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	672,8942	314,554
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	675,8547	317,8762
Point 77	677,4153	320,0356
Point 78	679,6739	321,828
Point 79	641,2232	284,8205
Point 80	665,785	298,4468

Point 81	664,6597	297,4983
Point 82	585,1584	243,883
Point 83	589,1283	246,9039
Point 84	597,0218	246,9502
Point 85	602,2996	249,7164
Point 86	603,8332	256,4988
Point 87	607,1607	261,7187

Regions

	Mat eria l	Points	Area (m²)
Re gio n 1	Am mas so me dioc re	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;82;83;84;85;86;87;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	1,329 6e+0 05

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': [250 kPa](#)

Phi': [35 °](#)

Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)

Left-Zone Left Coordinate: [\(603,596; 255,4497\) m](#)

Left-Zone Right Coordinate: [\(689,7427; 330,3015\) m](#)

Left-Zone Increment: [10](#)

Right Projection: [Range](#)

Right-Zone Left Coordinate: [\(697,1627; 339,6354\) 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.: 0,084

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	546,3299	235,5562
Point 31	560,3899	235,9362
Point 32	566,7099	239,6562
Point 33	580,7299	239,4402
Point 34	583,8739	241,4802
Point 35	609,9066	264,2791
Point 36	622,7734	276,0541
Point 37	626,2579	276,6955
Point 38	635,4497	284,6238
Point 39	666,6565	308,5229
Point 40	671,1583	313,055
Point 41	682,5774	327,6215
Point 42	683,6885	327,9918
Point 43	689,3482	329,5428
Point 44	690,5519	331,8576
Point 45	692,5427	334,2256
Point 46	694,4454	337,3506
Point 47	697,6603	340,0539
Point 48	707,1491	349,4965
Point 49	711,3003	361,7478
Point 50	712,1778	364,3533
Point 51	713,9996	369,7854
Point 52	718,7371	379,5451

Point 53	726,7305	381,5856
Point 54	734,1958	383,2542
Point 55	735,5982	389,5659
Point 56	736,7788	391,3136
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	672,8942	314,554
Point 75	674,6947	316,5751
Point 76	675,8547	317,8762
Point 77	677,4153	320,0356
Point 78	679,6739	321,828
Point 79	641,2232	284,8205
Point 80	665,785	298,4468

Point 81	664,6597	297,4983
Point 82	585,1584	243,883
Point 83	589,1283	246,9039
Point 84	597,0218	246,9502
Point 85	602,2996	249,7164
Point 86	603,8332	256,4988
Point 87	607,1607	261,7187

Regions

	Material	Points	Area (m ²)
Region 1	Assumed diocore	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;82;83;84;85;86;87;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	1,3296e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 64
F of S: 1,359
Volume: 10.983,232 m³
Weight: 252.614,34 kN
Resisting Moment: 65.027.035 kN-m
Activating Moment: 47.876.835 kN-m
Resisting Force: 178.864,33 kN
Activating Force: 131.625,56 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 726 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 726 slip surfaces
Exit: (603,59598; 255,4497) m
Entry: (838,5737; 444,4531) m
Radius: 288,06768 m
Center: (567,24321; 541,2144) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	603,71459	255,46484	0	-9,8767519	-6,9157761	250
Slice 2	605,49695	255,7029	0	63,894221	44,739215	250
Slice 3	608,53365	256,12466	0	157,41609	110,22394	250
Slice 4	613,1233	256,84248	0	261,13113	182,84599	250
Slice 5	619,5567	257,95554	0	403,56632	282,58018	250

Slice 6	624,51565	258,90306	0	480,93401	336,75362	250
Slice 7	630,8538	260,2972	0	574,11975	402,00298	250
Slice 8	638,33645	262,0731	0	651,00316	455,83732	250
Slice 9	645,5535	264,03172	0	688,60519	482,16655	250
Slice 10	654,2141	266,62668	0	762,96355	534,23283	250
Slice 11	661,60205	269,05834	0	775,99442	543,35714	250
Slice 12	665,22235	270,32196	0	762,84828	534,15212	250
Slice 13	666,22075	270,68489	0	867,33525	607,31468	250
Slice 14	668,9074	271,69336	0	987,75474	691,63332	250
Slice 15	672,02625	272,88134	0	1.011,4106	708,19733	250
Slice 16	673,79445	273,57868	0	1.024,0865	717,07308	250
Slice 17	675,2747	274,17172	0	1.037,6331	726,55852	250
Slice 18	676,635	274,72667	0	1.053,3515	737,56466	250
Slice 19	678,5446	275,52005	0	1.065,235	745,88557	250
Slice 20	681,12565	276,61796	0	1.101,1367	771,02422	250
Slice 21	683,13295	277,48692	0	1.129,8695	791,14318	250
Slice 22	686,51835	279,01836	0	1.093,5512	765,71282	250
Slice 23	689,95005	280,58905	0	1.073,9218	751,96811	250
Slice 24	691,5473	281,34855	0	1.090,3048	763,43967	250
Slice 25	693,49405	282,28856	0	1.107,1621	775,24324	250
Slice 26	696,05285	283,55603	0	1.114,7911	780,58516	250
Slice 27	702,4047	286,88097	0	1.105,6013	774,15035	250
Slice 28	709,2247	290,57811	0	1.162,6837	814,11988	250
Slice 29	711,73905	292,0083	0	1.237,0538	866,19438	250
Slice 30	713,0887	292,79749	0	1.276,0489	893,49906	250
Slice 31	716,36835	294,7656	0	1.332,244	932,84729	250
Slice 32	722,7338	298,7621	0	1.294,6097	906,49546	250
Slice 33	730,46315	303,89244	0	1.168,5968	818,2603	250

Slice 34	734,897	306,96144	0	1.141,7683	799,47475	250
Slice 35	736,1885	307,89071	0	1.175,1658	822,85995	250
Slice 36	740,9196	311,44809	0	1.114,4597	780,35311	250
Slice 37	747,0816	316,19341	0	1.032,8481	723,20804	250
Slice 38	752,1371	320,34888	0	979,33083	685,73483	250
Slice 39	758,2057	325,57608	0	918,48442	643,12972	250
Slice 40	766,5849	333,38989	0	826,94693	579,03447	250
Slice 41	775,7314	342,50532	0	722,40982	505,8368	250
Slice 42	783,3346	350,80844	0	631,60305	442,25322	250
Slice 43	790,9378	359,81074	0	539,99243	378,10677	250
Slice 44	798,541	369,623	0	445,29516	311,79903	250
Slice 45	805,43472	379,2961	0	367,14334	257,07654	250
Slice 46	811,61897	388,80269	0	302,71867	211,9659	250
Slice 47	818,6882	400,88692	0	209,04706	146,37633	250
Slice 48	826,6424	416,27021	0	73,208184	51,260922	250
Slice 49	834,5966	434,49012	0	-107,58502	-75,331844	250

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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
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	547,126	236,3784
Point 31	567,6954	240,3229
Point 32	584,3232	242,0562
Point 33	589,7565	247,4562
Point 34	598,0065	247,5395
Point 35	612,3065	266,0895
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
Point 82	585,6399	244,5229
Point 83	581,2649	240,2534
Point 84	561,376	236,2256
Point 85	603,0232	250,1062
Point 86	604,6732	256,9895
Point 87	607,5065	262,1062
Point 88	609,3232	263,4895

Regions

	Mat eria l	Points	Area (m ²)
Re gi on 1	Am mas so me dioc re	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;84;31;83;32;82;33;34;85;86;87;88;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	1,329 4e+0 05

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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
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: [\(2,847; 95,1281\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(883,0144; 556,2442\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(120,5221; -92,3002\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(1.015,5986; 341,1277\) m](#)

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

Slip Surface Limits
Left Coordinate: (42,0881; 75,1296) m
Right Coordinate: (846,5709; 449,3795) m

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

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	42,1236	28,0516
Point 2	42,0881	75,1296
Point 3	47,1598	75,449
Point 4	50,7709	75,9073
Point 5	95,0176	79,6795
Point 6	109,2976	80,0875
Point 7	135,7376	80,3995
Point 8	153,1576	80,7395
Point 9	157,4176	80,8595
Point 10	165,0976	80,8595
Point 11	210,2089	81,3307
Point 12	230,5993	80,9505
Point 13	268,6895	81,8801
Point 14	301,9851	99,7678
Point 15	391,9792	99,4767
Point 16	393,6024	109,7715
Point 17	394,7758	111,8613
Point 18	395,459	113,8291
Point 19	399,3372	115,9122

Point 20	402,3568	119,8472
Point 21	416,5903	133,7545
Point 22	428,7431	135,7684
Point 23	456,0576	141,6395
Point 24	461,3428	145,6029
Point 25	477,8042	159,7628
Point 26	488,3042	167,4295
Point 27	526,5424	197,3947
Point 28	529,8334	199,8564
Point 29	532,1376	209,9462
Point 30	547,1255	235,7315
Point 31	567,8088	239,6649
Point 32	584,4588	241,4815
Point 33	589,9922	247,1482
Point 34	598,0088	246,9149
Point 35	611,8755	265,0649
Point 36	624,0482	276,0589
Point 37	627,1616	276,7533
Point 38	635,9786	284,8706
Point 39	667,3456	308,7355
Point 40	671,1181	312,8541
Point 41	682,2016	325,7035
Point 42	683,2439	327,922
Point 43	690,1576	329,7995
Point 44	691,0542	331,8295
Point 45	692,8542	333,9628
Point 46	695,2042	337,8295
Point 47	697,8639	339,8255

Point 48	708,0394	349,8564
Point 49	711,7238	361,4111
Point 50	712,8137	364,025
Point 51	714,7025	369,4487
Point 52	719,6537	379,8493
Point 53	726,6785	381,7863
Point 54	735,2546	383,8841
Point 55	736,2753	389,8882
Point 56	737,8126	391,8101
Point 57	749,0626	395,8101
Point 58	771,8896	407,8651
Point 59	802,3024	419,6443
Point 60	814,6709	429,0295
Point 61	846,5709	449,3795
Point 62	845,7638	28,0847
Point 63	745,0202	393,6739
Point 64	761,1998	402,9171
Point 65	432,9376	139,7406
Point 66	429,5487	137,8101
Point 67	409,4167	123,8263
Point 68	403,7802	121,8008
Point 69	388,0626	85,9351
Point 70	341,848	83,6635
Point 71	387,2656	83,7499
Point 72	317,2634	99,3199
Point 73	658,5042	296,2295
Point 74	673,6467	314,7113
Point 75	674,6545	316,3742

Point 76	676,6894	317,9828
Point 77	678,1918	320,2604
Point 78	680,457	322
Point 79	641,8209	285,2795
Point 80	666,3876	298,8962
Point 81	665,123	297,7778
Point 82	561,3088	235,9982
Point 83	581,3088	239,4815
Point 84	585,8422	243,9482
Point 85	603,2255	249,6149
Point 86	604,6755	256,5149
Point 87	607,8255	261,5315
Point 88	608,8922	262,7815

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Assumed diocore	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;82;31;83;32;84;33;34;85;86;87;88;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	1,329e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 1.835
F of S: 1,232
Volume: 21.477,616 m³
Weight: 493.985,17 kN
Resisting Moment: 2,1880144e+008 kN-m
Activating Moment: 1,7814062e+008 kN-m
Resisting Force: 325.260,33 kN
Activating Force: 263.289,09 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 5.166 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 5.166 slip surfaces
Exit: (456,56819; 142,02239) m
Entry: (837,52045; 443,60594) m
Radius: 534,86931 m
Center: (351,27271; 666,42495) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	458,95549	142,51307	0	-0,049766842	-0,034847118	250
Slice 2	469,5735	144,87066	0	181,39428	127,01364	250
Slice 3	483,0542	148,0723	0	401,71087	281,28098	250
Slice 4	494,67723	151,18077	0	569,39327	398,69346	250
Slice 5	507,4233	154,9	0	745,05583	521,69371	250
Slice 6	520,16937	158,96659	0	899,67668	629,9604	250
Slice 7	528,1879	161,66446	0	984,38771	689,2757	250
Slice 8	530,9855	162,65219	0	1.097,6942	768,61378	250
Slice 9	539,63155	165,88323	0	1.402,3847	981,96032	250
Slice 10	554,21715	171,61187	0	1.523,0685	1.066,464	250
Slice 11	564,5588	175,9337	0	1.441,9587	1.009,6703	250
Slice 12	574,5588	180,44828	0	1.345,7597	942,31106	250
Slice 13	582,8838	184,30626	0	1.251,6481	876,41347	250
Slice 14	585,1505	185,39921	0	1.261,4641	883,28664	250
Slice 15	587,9172	186,75922	0	1.274,0512	892,10026	250
Slice 16	594,0005	189,82432	0	1.212,2759	848,84473	250
Slice 17	600,61715	193,24017	0	1.136,9047	796,06928	250
Slice 18	603,9505	195,00323	0	1.170,8509	819,83863	250
Slice 19	606,2505	196,24595	0	1.238,4265	867,15559	250
Slice 20	608,35885	197,39241	0	1.259,2661	881,74765	250
Slice 21	610,38385	198,51076	0	1.257,3158	880,382	250
Slice 22	617,96185	202,83809	0	1.246,1873	872,58972	250
Slice 23	625,6049	207,26949	0	1.218,6418	853,30217	250
Slice 24	631,5701	210,91232	0	1.191,0285	833,96714	250
Slice 25	638,89975	215,4883	0	1.138,2427	797,00609	250
Slice 26	650,16255	222,97388	0	1.040,5077	728,57137	250

Slice 27	661,8136	230,95622	0	948,00022	663,7969	250
Slice 28	665,7553	233,77582	0	905,53723	634,06399	250
Slice 29	666,8666	234,58549	0	965,03738	675,72645	250
Slice 30	669,23185	236,33001	0	1.024,9631	717,68687	250
Slice 31	672,3824	238,67357	0	1.016,3807	711,67743	250
Slice 32	674,1506	240,00421	0	1.012,6087	709,03627	250
Slice 33	675,67195	241,16189	0	1.010,9081	707,8455	250
Slice 34	677,4406	242,51601	0	1.009,4363	706,81488	250
Slice 35	679,3244	243,97352	0	1.006,9102	705,04612	250
Slice 36	681,3293	245,53708	0	1.011,9617	708,5832	250
Slice 37	682,72275	246,63261	0	1.029,6182	720,94639	250
Slice 38	686,70075	249,82741	0	994,1734	696,12771	250
Slice 39	690,6059	252,97867	0	959,45833	671,81995	250
Slice 40	691,9542	254,09021	0	965,66213	676,1639	250
Slice 41	694,0292	255,81464	0	972,39584	680,8789	250
Slice 42	696,53405	257,91944	0	971,42377	680,19824	250
Slice 43	702,95165	263,48389	0	948,73559	664,31181	250
Slice 44	709,8816	269,58912	0	977,92993	684,75391	250
Slice 45	712,26875	271,75231	0	1.028,668	720,28111	250
Slice 46	713,7581	273,12116	0	1.055,0758	738,77201	250
Slice 47	717,1781	276,31355	0	1.098,9454	769,48983	250
Slice 48	723,1661	282,03374	0	1.081,993	757,61968	250
Slice 49	730,96655	289,75441	0	988,84763	692,39857	250
Slice 50	735,76495	294,60462	0	965,39702	675,97827	250
Slice 51	737,04395	295,93272	0	992,2893	694,80845	250
Slice 52	741,4164	300,57618	0	949,38538	664,7668	250
Slice 53	747,0414	306,64267	0	890,27725	623,37884	250
Slice 54	755,1312	315,85713	0	823,40593	576,55504	250

Slice 55	766,5447	329,43474	0	724,23561	507,11524	250
Slice 56	779,4928	346,18823	0	589,63001	412,86338	250
Slice 57	794,6992	367,63909	0	413,27175	289,37599	250
Slice 58	808,48665	389,11938	0	254,08393	177,91148	250
Slice 59	820,38329	409,75628	0	103,62129	72,556411	250
Slice 60	831,80806	431,90134	0	-88,915667	-62,25942	250

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R 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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(633,077; 277,26812\) 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	501,7571	234,27943
Point 33	515,4371	239,75143
Point 34	524,9123	241,79623
Point 35	535,1075	242,74663
Point 36	547,1171	247,32583
Point 37	549,9683	249,62983
Point 38	560,3075	254,98663
Point 39	568,6883	255,38983
Point 40	622,1002	267,9459
Point 41	633,077	277,26812
Point 42	651,9009	283,87774
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	570,0318	256,02762
Point 68	589,9459	256,24423
Point 69	599,7659	257,94423
Point 70	611,4059	263,24423
Point 71	620,8059	263,36423
Point 72	626,0554	271,73753
Point 73	637,8285	276,87167
Point 74	645,2901	283,16775
Point 75	646,6497	283,77727
Point 76	638,4203	277,89283

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;39;67;68;69; 70;71;40;72;41;73;76;74;75;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	1,3994 e+005

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R 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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(634,771; 277,63699\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(688,7263; 322,18256\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(689,7986; 324,19135\) 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	502,3055	234,38023
Point 33	516,6095	240,35623
Point 34	525,8975	242,58823
Point 35	535,5695	243,11623
Point 36	547,7615	247,91623
Point 37	550,5935	250,41223
Point 38	560,9375	255,74023
Point 39	622,4295	268,54423
Point 40	626,9295	272,88423
Point 41	633,3602	277,72606
Point 42	657,1296	288,64445
Point 43	667,104	297,11737
Point 44	675,9142	298,41858
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	569,2267	256,032
Point 68	570,2545	256,75423
Point 69	589,8795	256,71256
Point 70	600,5495	258,30423
Point 71	611,6295	263,66423
Point 72	620,9495	264,04423
Point 73	638,096	277,42707
Point 74	638,964	278,64234
Point 75	646,0049	283,95677
Point 76	647,4613	284,46796
Point 77	652,2453	284,65122

Regions

	Mat erial	Points	Area (m²)
--	--------------	--------	--------------

Region 1	Amasomedioere	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;68;69;70;71;72;39;40;41;73;74;75;76;77;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	1,4e+005
----------	---------------	---	----------

Current Slip Surface

Slip Surface: 196

F of S: 1,447

Volume: 6.549,1522 m³

Weight: 150.630,5 kN

Resisting Moment: 35.517.551 kN-m

Activating Moment: 24.583.540 kN-m

Resisting Force: 114.482,97 kN

Activating Force: 79.014,954 kN

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

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

Exit: (653,17903; 285,41461) m

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

Radius: 240,11141 m

Center: (610,73977; 521,74573) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	655,15432	285,78641	0	9,2661445	6,4882242	250
Slice 2	659,6232	286,67677	0	95,729092	67,030232	250
Slice 3	664,6104	287,76945	0	191,37695	134,00358	250
Slice 4	671,5091	289,4962	0	246,70618	172,74553	250
Slice 5	677,04685	290,97426	0	369,05583	258,41568	250
Slice 6	679,9462	291,83149	0	528,8157	370,28074	250
Slice 7	682,9004	292,73747	0	580,74594	406,64269	250
Slice 8	685,41425	293,54567	0	614,04928	429,96193	250
Slice 9	689,4281	294,91199	0	725,92404	508,29749	250
Slice 10	695,8795	297,27187	0	785,39298	549,93809	250
Slice 11	700,9212	299,2173	0	764,48549	535,2985	250
Slice 12	703,7337	300,37986	0	788,33077	551,99515	250
Slice 13	706,63645	301,62056	0	807,10648	565,14204	250
Slice 14	711,69315	303,92613	0	810,50101	567,51892	250
Slice 15	718,7904	307,35361	0	810,3794	567,43377	250
Slice 16	725,42528	310,82574	0	829,13922	580,56953	250

Slice 17	731,87783	314,46549	0	863,98605	604,96955	250
Slice 18	737,66485	317,94579	0	837,91682	586,71568	250
Slice 19	742,78635	321,22692	0	760,13776	532,25419	250
Slice 20	745,98135	323,34559	0	784,81761	549,5352	250
Slice 21	749,17742	325,58591	0	834,78376	584,52188	250
Slice 22	754,30107	329,30502	0	810,57516	567,57084	250
Slice 23	760,03373	333,73399	0	770,08829	539,22162	250
Slice 24	766,37537	338,95156	0	714,98657	500,63898	250
Slice 25	773,8212	345,60943	0	646,98238	453,02194	250
Slice 26	780,79898	352,27982	0	581,96355	407,49526	250
Slice 27	786,20455	357,88627	0	530,46235	371,43373	250
Slice 28	791,61012	363,87706	0	478,60935	335,12587	250
Slice 29	796,7674	369,98231	0	430,17466	301,21154	250
Slice 30	801,6764	376,2112	0	384,26472	269,06505	250
Slice 31	805,7786	381,72657	0	345,13948	241,66927	250
Slice 32	810,41691	388,50346	0	296,67126	207,73145	250
Slice 33	816,39813	397,95356	0	226,39349	158,52243	250
Slice 34	822,37935	408,51149	0	140,65623	98,488555	250
Slice 35	828,36057	420,53116	0	29,843402	20,896575	250
Slice 36	834,34179	434,63803	0	-119,99269	-84,019789	250

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R (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': [200 kPa](#)
Phi': [29,25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-14,2265; 492,65017\) m](#)
Lower Left: [\(184,8322; 197,1435\) m](#)
Lower Right: [\(669,5371; 535,17355\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [10](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(194,8369; 112,54026\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(749,1199; 512,99956\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(338,307; -89,72312\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(907,011; 306,66873\) 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	502,2335	233,90023
Point 33	516,5375	239,61223
Point 34	525,2255	242,10823
Point 35	535,6712	242,19867
Point 36	547,5935	247,07623
Point 37	624,7337	269,83062
Point 38	627,824	273,19867
Point 39	638,0284	276,75191
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	550,833	249,8521
Point 68	557,7542	253,38528
Point 69	600,1504	257,83987
Point 70	621,1457	263,36071
Point 71	622,3494	267,99034
Point 72	560,8332	255,29358
Point 73	568,773	255,71024
Point 74	570,1388	256,11534
Point 75	590,1156	255,96487
Point 76	611,6781	263,30284
Point 77	633,177	277,14736

Point 78	638,5589	277,70677
Point 79	640,8834	279,55862

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Amassomedioere	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;72;73;74;75;69;76;70;71;37;38;77;39;78;79;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	1,399e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 1.223
 F of S: 1,233
 Volume: 39.411,95 m³
 Weight: 906.474,86 kN
 Resisting Moment: 3,3650654e+008 kN-m
 Activating Moment: 2,7281606e+008 kN-m
 Resisting Force: 478.809,05 kN
 Activating Force: 388.267,02 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 1.386 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 1.386 slip surfaces
 Exit: (376,4597; 107,85298) m
 Entry: (847,8453; 386,00429) m
 Radius: 592,70451 m
 Center: (344,9728; 699,72054) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	377,3046	107,89913	0	36,157419	20,249128	200
Slice 2	383,5539	108,29784	0	81,037354	45,383099	200
Slice 3	390,6189	108,77867	0	108,52127	60,77483	200
Slice 4	395,7795	109,20807	0	199,11032	111,50714	200
Slice 5	404,3345	110,01806	0	286,10605	160,22709	200
Slice 6	411,7954	110,7999	0	365,76806	204,83995	200
Slice 7	419,24875	111,71047	0	575,08074	322,06069	200
Slice 8	427,8712	112,85304	0	837,47777	469,01008	200
Slice 9	437,48785	114,31283	0	1.058,3897	592,72672	200
Slice 10	452,8462	116,99231	0	1.263,6224	707,66255	200
Slice 11	465,20175	119,34652	0	1.437,2345	804,88997	200

Slice 12	475,317	121,57142	0	1.649,9697	924,02743	200
Slice 13	485,71585	123,97899	0	1.778,2478	995,86661	200
Slice 14	495,6359	126,52534	0	2.190,0766	1.226,5018	200
Slice 15	509,3855	130,32464	0	2.588,6578	1.449,718	200
Slice 16	520,8815	133,73991	0	2.562,4517	1.435,0419	200
Slice 17	530,44835	136,81094	0	2.480,1695	1.388,9616	200
Slice 18	541,63235	140,62866	0	2.392,5888	1.339,9141	200
Slice 19	549,21325	143,32006	0	2.372,3036	1.328,5538	200
Slice 20	554,2936	145,22098	0	2.366,3704	1.325,2311	200
Slice 21	559,2937	147,12443	0	2.350,6374	1.316,4202	200
Slice 22	564,8031	149,30706	0	2.292,8794	1.284,0742	200
Slice 23	569,4559	151,17206	0	2.232,1703	1.250,0754	200
Slice 24	580,1272	155,76959	0	2.069,9182	1.159,2099	200
Slice 25	595,133	162,42371	0	1.857,1917	1.040,0773	200
Slice 26	605,91425	167,58617	0	1.757,3263	984,15002	200
Slice 27	616,4119	172,8514	0	1.643,532	920,42213	200
Slice 28	621,74755	175,60804	0	1.602,3707	897,3707	200
Slice 29	623,54155	176,56066	0	1.631,3881	913,62123	200
Slice 30	626,27885	178,02862	0	1.634,0103	915,08973	200
Slice 31	630,5005	180,33317	0	1.630,9622	913,38273	200
Slice 32	635,6027	183,16933	0	1.580,9502	885,37466	200
Slice 33	638,29365	184,68518	0	1.543,4389	864,36729	200
Slice 34	639,72115	185,50244	0	1.544,8486	865,15677	200
Slice 35	643,43845	187,6579	0	1.535,9148	860,15362	200
Slice 36	648,999	190,94313	0	1.484,9857	831,63195	200
Slice 37	654,639	194,35341	0	1.435,1299	803,71139	200
Slice 38	662,1932	199,08501	0	1.420,4831	795,50873	200
Slice 39	671,40455	205,03426	0	1.354,4821	758,5464	200

Slice 40	676,93785	208,70568	0	1.369,4358	766,92087	200
Slice 41	679,9462	210,75544	0	1.450,0743	812,08065	200
Slice 42	682,9004	212,78986	0	1.451,0629	812,63427	200
Slice 43	685,41425	214,54466	0	1.446,017	809,80843	200
Slice 44	689,4281	217,39464	0	1.485,1235	831,70913	200
Slice 45	695,8795	222,07913	0	1.471,0427	823,82349	200
Slice 46	700,9212	225,80407	0	1.417,552	793,86724	200
Slice 47	703,7337	227,93082	0	1.418,1515	794,20303	200
Slice 48	706,63645	230,15152	0	1.416,9236	793,51537	200
Slice 49	711,69315	234,11043	0	1.398,4999	783,19756	200
Slice 50	718,7904	239,78604	0	1.378,7663	772,14625	200
Slice 51	728,65155	248,03749	0	1.402,3643	785,36172	200
Slice 52	740,2256	258,10236	0	1.371,1744	767,89456	200
Slice 53	745,98135	263,2689	0	1.369,9292	767,19722	200
Slice 54	751,73925	268,68683	0	1.421,7001	796,19032	200
Slice 55	763,20455	279,83874	0	1.376,285	770,75665	200
Slice 56	773,8212	290,63702	0	1.310,6075	733,97544	200
Slice 57	786,20455	304,16317	0	1.219,3092	682,84596	200
Slice 58	799,2219	319,06587	0	1.124,0341	629,48932	200
Slice 59	805,7786	326,96085	0	1.077,5807	603,47421	200
Slice 60	814,14535	337,70565	0	1.012,7076	567,14349	200
Slice 61	827,58345	355,84334	0	899,724	503,86965	200
Slice 62	841,02155	375,55482	0	767,95649	430,0763	200
Slice 63	847,79295	385,92041	0	273,27288	153,04017	200

Analisi di stabilità nello Stato di Progetto SEZIONE R (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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Grid

Upper Left: [\(-14,2265; 492,65017\) m](#)
Lower Left: [\(184,8322; 197,1435\) m](#)
Lower Right: [\(669,5371; 535,17355\) m](#)
Grid Horizontal Increment: [20](#)
Grid Vertical Increment: [10](#)
Left Projection Angle: [0 °](#)
Right Projection Angle: [0 °](#)

Slip Surface Radius

Upper Left Coordinate: [\(194,8369; 112,54026\) m](#)
Upper Right Coordinate: [\(749,1199; 512,99956\) m](#)
Lower Left Coordinate: [\(338,307; -89,72312\) m](#)
Lower Right Coordinate: [\(907,011; 306,66873\) 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	502,2335	233,90023
Point 33	516,5375	239,61223
Point 34	525,2255	242,10823
Point 35	535,6712	242,19867
Point 36	547,5935	247,07623
Point 37	624,7337	269,83062
Point 38	627,824	273,19867
Point 39	638,0284	276,75191
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	550,833	249,8521
Point 68	557,7542	253,38528
Point 69	600,1504	257,83987
Point 70	621,1457	263,36071
Point 71	622,3494	267,99034
Point 72	560,8332	255,29358
Point 73	568,773	255,71024
Point 74	570,1388	256,11534
Point 75	590,1156	255,96487

Point 76	611,6781	263,30284
Point 77	633,177	277,14736
Point 78	638,5589	277,70677
Point 79	640,8834	279,55862

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Amassomedioere	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;72;73;74;75;69;76;70;71;37;38;77;39;78;79;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	1,399e+005

Current Slip Surface

Slip Surface: 1.223
 F of S: 1,329
 Volume: 39.411,95 m³
 Weight: 906.474,86 kN
 Resisting Moment: 4,2125473e+008 kN-m
 Activating Moment: 3,1809643e+008 kN-m
 Resisting Force: 603.392,28 kN
 Activating Force: 452.725,99 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 1.386 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 1.386 slip surfaces
 Exit: (376,4597; 107,85298) m
 Entry: (847,8453; 386,00429) m
 Radius: 592,70451 m
 Center: (344,9728; 699,72054) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	377,3046	107,89913	0	37,925412	26,555659	250
Slice 2	383,5539	108,29784	0	94,930421	66,470997	250
Slice 3	390,6189	108,77867	0	134,95018	94,493134	250
Slice 4	395,7795	109,20807	0	237,44584	166,26137	250
Slice 5	404,3345	110,01806	0	341,22477	238,92816	250
Slice 6	411,7954	110,7999	0	435,1626	304,70413	250
Slice 7	419,24875	111,71047	0	664,04354	464,96829	250
Slice 8	427,8712	112,85304	0	949,40369	664,77962	250
Slice 9	437,48785	114,31283	0	1.191,4226	834,24307	250

Slice 10	452,8462	116,99231	0	1.419,3449	993,83602	250
Slice 11	465,20175	119,34652	0	1.607,4423	1.125,5432	250
Slice 12	475,317	121,57142	0	1.831,2112	1.282,2279	250
Slice 13	485,71585	123,97899	0	1.963,9998	1.375,2075	250
Slice 14	495,6359	126,52534	0	2.386,8014	1.671,2563	250
Slice 15	509,3855	130,32464	0	2.786,9087	1.951,4145	250
Slice 16	520,8815	133,73991	0	2.745,6636	1.922,5344	250
Slice 17	530,44835	136,81094	0	2.646,7847	1.853,2986	250
Slice 18	541,63235	140,62866	0	2.538,0966	1.777,1944	250
Slice 19	549,21325	143,32006	0	2.503,2806	1.752,8159	250
Slice 20	554,2936	145,22098	0	2.487,0927	1.741,4811	250
Slice 21	559,2937	147,12443	0	2.460,8981	1.723,1394	250
Slice 22	564,8031	149,30706	0	2.390,9874	1.674,1874	250
Slice 23	569,4559	151,17206	0	2.320,0356	1.624,5064	250
Slice 24	580,1272	155,76959	0	2.134,4532	1.494,5602	250
Slice 25	595,133	162,42371	0	1.891,4614	1.324,4155	250
Slice 26	605,91425	167,58617	0	1.771,121	1.240,1523	250
Slice 27	616,4119	172,8514	0	1.639,2405	1.147,8086	250
Slice 28	621,74755	175,60804	0	1.589,285	1.112,8293	250
Slice 29	623,54155	176,56066	0	1.614,5693	1.130,5336	250
Slice 30	626,27885	178,02862	0	1.612,3795	1.129,0003	250
Slice 31	630,5005	180,33317	0	1.602,2319	1.121,8949	250
Slice 32	635,6027	183,16933	0	1.545,0997	1.081,8905	250
Slice 33	638,29365	184,68518	0	1.504,3267	1.053,3409	250
Slice 34	639,72115	185,50244	0	1.503,5075	1.052,7673	250
Slice 35	643,43845	187,6579	0	1.489,243	1.042,7792	250
Slice 36	648,999	190,94313	0	1.431,8402	1.002,5853	250
Slice 37	654,639	194,35341	0	1.375,9632	963,45979	250

Slice 38	662,1932	199,08501	0	1.352,4455	946,99252	250
Slice 39	671,40455	205,03426	0	1.278,4513	895,18125	250
Slice 40	676,93785	208,70568	0	1.287,1916	901,3013	250
Slice 41	679,9462	210,75544	0	1.361,8423	953,57227	250
Slice 42	682,9004	212,78986	0	1.360,0244	952,29935	250
Slice 43	685,41425	214,54466	0	1.352,9123	947,31941	250
Slice 44	689,4281	217,39464	0	1.386,9973	971,18597	250
Slice 45	695,8795	222,07913	0	1.368,3491	958,12835	250
Slice 46	700,9212	225,80407	0	1.313,4312	919,67442	250
Slice 47	703,7337	227,93082	0	1.312,0705	918,72166	250
Slice 48	706,63645	230,15152	0	1.308,9875	916,56291	250
Slice 49	711,69315	234,11043	0	1.288,2959	902,0745	250
Slice 50	718,7904	239,78604	0	1.265,5478	886,14612	250
Slice 51	728,65155	248,03749	0	1.283,6048	898,78973	250
Slice 52	740,2256	258,10236	0	1.250,0593	875,30091	250
Slice 53	745,98135	263,2689	0	1.247,5366	873,53455	250
Slice 54	751,73925	268,68683	0	1.296,1685	907,58696	250
Slice 55	763,20455	279,83874	0	1.253,5265	877,72868	250
Slice 56	773,8212	290,63702	0	1.193,6774	835,82194	250
Slice 57	786,20455	304,16317	0	1.112,8334	779,21433	250
Slice 58	799,2219	319,06587	0	1.031,0743	721,96601	250
Slice 59	805,7786	326,96085	0	992,27827	694,80072	250
Slice 60	814,14535	337,70565	0	938,04432	656,82571	250
Slice 61	827,58345	355,84334	0	842,45036	589,89009	250
Slice 62	841,02155	375,55482	0	726,47384	508,68246	250
Slice 63	847,79295	385,92041	0	249,17602	174,47493	250

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/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: [Left to Right](#)
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': [29,25 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(196,4466; 260,5952\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(261,0403; 223,1637\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(269,1543; 217,9343\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(329,1309; 145,6661\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(96,5969; 320,8293\) m](#)
Right Coordinate: [\(439,6678; 64,7636\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	96,5969	320,8293
Point 2	96,6248	65,7553
Point 3	439,6678	64,7636
Point 4	439,5478	66,5396
Point 5	428,7478	68,6516
Point 6	426,7558	72,8036
Point 7	424,0751	74,7779
Point 8	395,2518	76,6934
Point 9	391,8149	78,7471
Point 10	386,3147	80,6132
Point 11	378,1936	84,6641
Point 12	376,3128	88,5993
Point 13	373,8533	94,6564
Point 14	371,0315	96,725
Point 15	367,5204	98,7277
Point 16	359,2889	105,2397
Point 17	354,3305	108,7536
Point 18	350,5944	112,212
Point 19	348,0389	114,7675
Point 20	344,5666	119,9481
Point 21	337,1083	131,6286
Point 22	331,1222	142,0592
Point 23	329,3166	145,1286
Point 24	326,0111	154,6981
Point 25	318,9555	164,587
Point 26	314,4972	174,712

Point 27	308,9694	178,7536
Point 28	295,1639	180,6842
Point 29	290,2472	182,7953
Point 30	280,6778	184,6981
Point 31	276,7194	188,5731
Point 32	275,6916	192,9064
Point 33	273,9694	198,7258
Point 34	272,7055	202,6147
Point 35	271,4972	208,712
Point 36	270,6916	212,4758
Point 37	269,9278	215,1425
Point 38	267,8305	222,712
Point 39	237,5878	224,7236
Point 40	226,2078	232,7236
Point 41	216,3478	236,7636
Point 42	212,7278	246,1836
Point 43	210,0478	249,1036
Point 44	202,3478	255,3636
Point 45	193,8878	262,8636
Point 46	187,2478	264,6636
Point 47	185,6078	268,9036
Point 48	184,0609	270,6325
Point 49	181,1478	272,6236
Point 50	177,1712	276,813
Point 51	175,0678	278,8636
Point 52	173,4678	279,8036
Point 53	168,6478	282,6036
Point 54	166,7078	288,8436

Point 55	164,283	294,763
Point 56	159,9509	297,9319
Point 57	153,5967	302,3879
Point 58	147,8791	306,2305
Point 59	140,981	310,7328
Point 60	137,9023	312,5383
Point 61	132,8791	315,1078
Point 62	129,4185	316,7282

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasso	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	45.442

Current Slip Surface

Slip Surface: 225
F of S: 1,601
Volume: 4.005,1654 m³
Weight: 92.118,804 kN
Resisting Moment: 12.451.691 kN-m
Activating Moment: 7.774.079,5 kN-m
Resisting Force: 62.446,814 kN
Activating Force: 39.009,682 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces
Exit: (329,13093; 145,66611) m
Entry: (196,44658; 260,59518) m
Radius: 154,91196 m
Center: (346,36337; 299,61662) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	199,39719	251,56982	0	-101,61554	-56,907435	200
Slice 2	204,2728	238,09823	0	54,46164	30,499984	200
Slice 3	208,1228	229,83832	0	142,4553	79,778801	200
Slice 4	211,3878	223,64394	0	199,65846	111,81411	200
Slice 5	214,5378	218,32798	0	203,30067	113,85385	200
Slice 6	218,8128	211,81189	0	230,83759	129,27526	200

Slice 7	223,7428	205,03532	0	312,53486	175,02793	200
Slice 8	228,10447	199,59701	0	370,83413	207,67709	200
Slice 9	231,8978	195,2738	0	408,23379	228,62191	200
Slice 10	235,69113	191,25601	0	442,50781	247,81628	200
Slice 11	239,74799	187,26891	0	496,43916	278,01929	200
Slice 12	244,06838	183,31884	0	571,70644	320,17099	200
Slice 13	248,38876	179,65448	0	646,585	362,105	200
Slice 14	252,70915	176,25031	0	721,55832	404,09208	200
Slice 15	257,02954	173,08524	0	796,90398	446,28767	200
Slice 16	261,34992	170,14171	0	872,69299	488,73156	200
Slice 17	265,67031	167,40489	0	948,78493	531,34509	200
Slice 18	268,87915	165,4807	0	939,87943	526,35777	200
Slice 19	270,3097	164,65973	0	874,79314	489,9077	200
Slice 20	271,0944	164,22059	0	830,9874	465,3753	200
Slice 21	272,10135	163,66665	0	759,34538	425,25384	200
Slice 22	273,33745	162,99884	0	689,07127	385,89846	200
Slice 23	274,8305	162,21275	0	623,73116	349,30623	200
Slice 24	276,2055	161,50342	0	550,78545	308,45467	200
Slice 25	278,6986	160,28122	0	509,29132	285,21684	200
Slice 26	283,07015	158,24897	0	521,71006	292,17167	200
Slice 27	287,85485	156,20186	0	562,7897	315,17738	200
Slice 28	292,70555	154,31801	0	587,31806	328,91392	200
Slice 29	297,46482	152,64462	0	607,239	340,07018	200
Slice 30	302,06665	151,19239	0	633,91542	355,00969	200
Slice 31	306,66848	149,89566	0	653,65077	366,06202	200
Slice 32	311,7333	148,65161	0	631,23441	353,50826	200
Slice 33	316,72635	147,58305	0	495,97674	277,76032	200
Slice 34	320,7194	146,85241	0	340,11511	190,47361	200

Slice 35	324,2472	146,30186	0	236,41747	132,40014	200
Slice 36	327,57102	145,85676	0	85,199827	47,714196	200

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/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: [Left to Right](#)
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': [250 kPa](#)
Phi': [35 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(196,4466; 260,5952\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(261,0403; 223,1637\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(269,1543; 217,9343\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(329,1309; 145,6661\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(96,5969; 320,8293\) m](#)
Right Coordinate: [\(439,6678; 64,7636\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	96,5969	320,8293
Point 2	96,6248	65,7553
Point 3	439,6678	64,7636
Point 4	439,5478	66,5396
Point 5	428,7478	68,6516
Point 6	426,7558	72,8036
Point 7	424,0751	74,7779
Point 8	395,2518	76,6934
Point 9	391,8149	78,7471
Point 10	386,3147	80,6132
Point 11	378,1936	84,6641
Point 12	376,3128	88,5993
Point 13	373,8533	94,6564
Point 14	371,0315	96,725
Point 15	367,5204	98,7277
Point 16	359,2889	105,2397
Point 17	354,3305	108,7536
Point 18	350,5944	112,212
Point 19	348,0389	114,7675
Point 20	344,5666	119,9481
Point 21	337,1083	131,6286
Point 22	331,1222	142,0592
Point 23	329,3166	145,1286
Point 24	326,0111	154,6981

Point 25	318,9555	164,587
Point 26	314,4972	174,712
Point 27	308,9694	178,7536
Point 28	295,1639	180,6842
Point 29	290,2472	182,7953
Point 30	280,6778	184,6981
Point 31	276,7194	188,5731
Point 32	275,6916	192,9064
Point 33	273,9694	198,7258
Point 34	272,7055	202,6147
Point 35	271,4972	208,712
Point 36	270,6916	212,4758
Point 37	269,9278	215,1425
Point 38	267,8305	222,712
Point 39	237,5878	224,7236
Point 40	226,2078	232,7236
Point 41	216,3478	236,7636
Point 42	212,7278	246,1836
Point 43	210,0478	249,1036
Point 44	202,3478	255,3636
Point 45	193,8878	262,8636
Point 46	187,2478	264,6636
Point 47	185,6078	268,9036
Point 48	184,0609	270,6325
Point 49	181,1478	272,6236
Point 50	177,1712	276,813
Point 51	175,0678	278,8636
Point 52	173,4678	279,8036

Point 53	168,6478	282,6036
Point 54	166,7078	288,8436
Point 55	164,283	294,763
Point 56	159,9509	297,9319
Point 57	153,5967	302,3879
Point 58	147,8791	306,2305
Point 59	140,981	310,7328
Point 60	137,9023	312,5383
Point 61	132,8791	315,1078
Point 62	129,4185	316,7282

Regions

	Mate rial	Points	Are a (m²)
Regi on 1	Amm asso	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	45. 442

Current Slip Surface

Slip Surface: 225
F of S: 1,736
Volume: 4.005,1654 m³
Weight: 92.118,804 kN
Resisting Moment: 15.489.249 kN-m
Activating Moment: 8.921.109,9 kN-m
Resisting Force: 78.248,03 kN
Activating Force: 45.063,856 kN
F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces
F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces
Exit: (329,13093; 145,66611) m
Entry: (196,44658; 260,59518) m
Radius: 154,91196 m
Center: (346,36337; 299,61662) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	199,39719	251,56982	0	-108,03839	-75,649293	250
Slice 2	204,2728	238,09823	0	47,90976	33,546775	250
Slice 3	208,1228	229,83832	0	130,21767	91,179397	250
Slice 4	211,3878	223,64394	0	181,89179	127,362	250

Slice 5	214,5378	218,32798	0	185,0065	129,54294	250
Slice 6	218,8128	211,81189	0	209,59835	146,76235	250
Slice 7	223,7428	205,03532	0	281,66823	197,22622	250
Slice 8	228,10447	199,59701	0	332,99823	233,16787	250
Slice 9	231,8978	195,2738	0	366,45785	256,59655	250
Slice 10	235,69113	191,25601	0	397,96381	278,65726	250
Slice 11	239,74799	187,26891	0	447,83782	313,57942	250
Slice 12	244,06838	183,31884	0	518,10703	362,78245	250
Slice 13	248,38876	179,65448	0	590,06033	413,16469	250
Slice 14	252,70915	176,25031	0	664,59355	465,35341	250
Slice 15	257,02954	173,08524	0	742,36422	519,80902	250
Slice 16	261,34992	170,14171	0	823,76357	576,80546	250
Slice 17	265,67031	167,40489	0	908,87145	636,39864	250
Slice 18	268,87915	165,4807	0	913,53285	639,66259	250
Slice 19	270,3097	164,65973	0	858,81073	601,34575	250
Slice 20	271,0944	164,22059	0	821,03238	574,89306	250
Slice 21	272,10135	163,66665	0	757,8166	530,6289	250
Slice 22	273,33745	162,99884	0	696,29508	487,55106	250
Slice 23	274,8305	162,21275	0	639,76584	447,96886	250
Slice 24	276,2055	161,50342	0	575,03325	402,64261	250
Slice 25	278,6986	160,28122	0	542,7176	380,01495	250
Slice 26	283,07015	158,24897	0	566,49224	396,66214	250
Slice 27	287,85485	156,20186	0	618,36152	432,9814	250
Slice 28	292,70555	154,31801	0	652,50441	456,88851	250
Slice 29	297,46482	152,64462	0	679,17623	475,56432	250
Slice 30	302,06665	151,19239	0	709,20309	496,58935	250
Slice 31	306,66848	149,89566	0	728,4501	510,06625	250
Slice 32	311,7333	148,65161	0	699,21072	489,59262	250

Slice 33	316,72635	147,58305	0	548,1454	383,81554	250
Slice 34	320,7194	146,85241	0	375,17169	262,69805	250
Slice 35	324,2472	146,30186	0	257,15277	180,06031	250
Slice 36	327,57102	145,85676	0	90,866799	63,625617	250

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/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: [Left to Right](#)
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': [29,35 °](#)
Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)
Left-Zone Left Coordinate: [\(239,3663; 224,6053\) m](#)
Left-Zone Right Coordinate: [\(266,9885; 222,768\) m](#)
Left-Zone Increment: [10](#)
Right Projection: [Range](#)
Right-Zone Left Coordinate: [\(268,1774; 221,46\) m](#)
Right-Zone Right Coordinate: [\(297,0461; 180,421\) m](#)
Right-Zone Increment: [10](#)
Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(96,5969; 320,8293\) m](#)
Right Coordinate: [\(439,6678; 64,7636\) m](#)

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	96,5969	320,8293
Point 2	96,6248	65,7553
Point 3	439,6678	64,7636
Point 4	439,5478	66,5396
Point 5	428,7478	68,6516
Point 6	426,7558	72,8036
Point 7	424,0751	74,7779
Point 8	395,2518	76,6934
Point 9	391,8149	78,7471
Point 10	386,3147	80,6132
Point 11	378,1936	84,6641
Point 12	376,3128	88,5993
Point 13	373,8533	94,6564
Point 14	371,0315	96,725
Point 15	367,5204	98,7277
Point 16	359,2889	105,2397
Point 17	354,3305	108,7536
Point 18	350,5944	112,212
Point 19	348,0389	114,7675
Point 20	344,5666	119,9481
Point 21	337,1083	131,6286
Point 22	331,1222	142,0592
Point 23	329,3166	145,1286
Point 24	326,0111	154,6981
Point 25	318,9555	164,587
Point 26	314,4972	174,712

Point 27	308,9694	178,7536
Point 28	295,1639	180,6842
Point 29	290,2472	182,7953
Point 30	280,6778	184,6981
Point 31	276,7194	188,5731
Point 32	275,6916	192,9064
Point 33	273,9694	198,7258
Point 34	272,7055	202,6147
Point 35	271,4972	208,712
Point 36	270,6916	212,4758
Point 37	269,9278	215,1425
Point 38	267,8305	222,712
Point 39	237,5878	224,7236
Point 40	226,2078	232,7236
Point 41	216,3478	236,7636
Point 42	212,7278	246,1836
Point 43	210,0478	249,1036
Point 44	202,3478	255,3636
Point 45	193,8878	262,8636
Point 46	187,2478	264,6636
Point 47	185,6078	268,9036
Point 48	184,0609	270,6325
Point 49	181,1478	272,6236
Point 50	177,1712	276,813
Point 51	175,0678	278,8636
Point 52	173,4678	279,8036
Point 53	168,6478	282,6036
Point 54	166,7078	288,8436

Point 55	164,283	294,763
Point 56	159,9509	297,9319
Point 57	153,5967	302,3879
Point 58	147,8791	306,2305
Point 59	140,981	310,7328
Point 60	137,9023	312,5383
Point 61	132,8791	315,1078
Point 62	129,4185	316,7282

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasso	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	45.442

Current Slip Surface

Slip Surface: 363
 F of S: 1,812
 Volume: 521,60642 m³
 Weight: 11.996,948 kN
 Resisting Moment: 1.680.017,1 kN-m
 Activating Moment: 927.446 kN-m
 Resisting Force: 10.437,243 kN
 Activating Force: 5.759,6789 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces
 Exit: (276,70234; 188,64503) m
 Entry: (242,12852; 224,42157) m
 Radius: 113,27191 m
 Center: (338,87964; 283,32612) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	242,71266	223,48288	0	-79,855413	-44,904445	200
Slice 2	243,88093	221,64453	0	-18,029876	-10,138594	200
Slice 3	245,0492	219,88098	0	24,810988	13,951761	200
Slice 4	246,21747	218,18615	0	56,355058	31,689682	200
Slice 5	247,38574	216,55479	0	80,815259	45,444188	200
Slice 6	248,55402	214,98236	0	100,6807	56,614961	200

Slice 7	249,72229	213,46487	0	117,51641	66,082048	200
Slice 8	250,89056	211,9988	0	132,36351	74,430897	200
Slice 9	252,05883	210,58105	0	145,95669	82,074638	200
Slice 10	253,2271	209,20884	0	158,85093	89,325352	200
Slice 11	254,39537	207,87968	0	171,4682	96,42032	200
Slice 12	255,56365	206,59134	0	184,01184	103,47388	200
Slice 13	256,73192	205,34178	0	196,50914	110,50139	200
Slice 14	257,90019	204,12918	0	209,24523	117,66317	200
Slice 15	259,06846	202,95185	0	222,7581	125,26175	200
Slice 16	260,23673	201,80827	0	237,43068	133,51246	200
Slice 17	261,40501	200,69704	0	253,47618	142,5352	200
Slice 18	262,57328	199,61687	0	271,09291	152,44147	200
Slice 19	263,74155	198,56656	0	290,52367	163,36781	200
Slice 20	264,90982	197,54503	0	312,05685	175,47639	200
Slice 21	266,07809	196,55125	0	336,01652	188,94944	200
Slice 22	267,24636	195,58428	0	362,75216	203,98347	200
Slice 23	268,35483	194,6902	0	366,78331	206,25027	200
Slice 24	269,40348	193,86581	0	343,49951	193,15729	200
Slice 25	270,3097	193,16816	0	320,5607	180,25829	200
Slice 26	271,0944	192,57683	0	291,15145	163,72083	200
Slice 27	272,10135	191,835	0	234,29604	131,74979	200
Slice 28	273,33745	190,94568	0	168,35527	94,66985	200
Slice 29	274,8305	189,90694	0	89,055143	50,077655	200
Slice 30	276,19697	188,9808	0	-12,336065	-6,9368389	200

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/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: [Left to Right](#)

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': [250 kPa](#)

Phi': [35 °](#)

Phi-B: [0 °](#)

Slip Surface Entry and Exit

Left Projection: [Range](#)

Left-Zone Left Coordinate: [\(239,3663; 224,6053\) m](#)

Left-Zone Right Coordinate: [\(266,9885; 222,768\) m](#)

Left-Zone Increment: [10](#)

Right Projection: [Range](#)

Right-Zone Left Coordinate: [\(268,1774; 221,46\) m](#)

Right-Zone Right Coordinate: [\(297,0461; 180,421\) m](#)

Right-Zone Increment: [10](#)

Radius Increments: [20](#)

Slip Surface Limits

Left Coordinate: [\(96,5969; 320,8293\) m](#)

Right Coordinate: [\(439,6678; 64,7636\) m](#)

Seismic Coefficients

Horz Seismic Coef.: 0,084

Vert Seismic Coef.: 0,042

Points

	X (m)	Y (m)
Point 1	96,5969	320,8293
Point 2	96,6248	65,7553
Point 3	439,6678	64,7636
Point 4	439,5478	66,5396
Point 5	428,7478	68,6516
Point 6	426,7558	72,8036
Point 7	424,0751	74,7779
Point 8	395,2518	76,6934
Point 9	391,8149	78,7471
Point 10	386,3147	80,6132
Point 11	378,1936	84,6641
Point 12	376,3128	88,5993
Point 13	373,8533	94,6564
Point 14	371,0315	96,725
Point 15	367,5204	98,7277
Point 16	359,2889	105,2397
Point 17	354,3305	108,7536
Point 18	350,5944	112,212
Point 19	348,0389	114,7675
Point 20	344,5666	119,9481
Point 21	337,1083	131,6286
Point 22	331,1222	142,0592
Point 23	329,3166	145,1286
Point 24	326,0111	154,6981

Point 25	318,9555	164,587
Point 26	314,4972	174,712
Point 27	308,9694	178,7536
Point 28	295,1639	180,6842
Point 29	290,2472	182,7953
Point 30	280,6778	184,6981
Point 31	276,7194	188,5731
Point 32	275,6916	192,9064
Point 33	273,9694	198,7258
Point 34	272,7055	202,6147
Point 35	271,4972	208,712
Point 36	270,6916	212,4758
Point 37	269,9278	215,1425
Point 38	267,8305	222,712
Point 39	237,5878	224,7236
Point 40	226,2078	232,7236
Point 41	216,3478	236,7636
Point 42	212,7278	246,1836
Point 43	210,0478	249,1036
Point 44	202,3478	255,3636
Point 45	193,8878	262,8636
Point 46	187,2478	264,6636
Point 47	185,6078	268,9036
Point 48	184,0609	270,6325
Point 49	181,1478	272,6236
Point 50	177,1712	276,813
Point 51	175,0678	278,8636
Point 52	173,4678	279,8036

Point 53	168,6478	282,6036
Point 54	166,7078	288,8436
Point 55	164,283	294,763
Point 56	159,9509	297,9319
Point 57	153,5967	302,3879
Point 58	147,8791	306,2305
Point 59	140,981	310,7328
Point 60	137,9023	312,5383
Point 61	132,8791	315,1078
Point 62	129,4185	316,7282

Regions

	Material	Points	Area (m²)
Region 1	Ammasso	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	45.442

Current Slip Surface

Slip Surface: 830
 F of S: 1,965
 Volume: 462,97677 m³
 Weight: 10.648,466 kN
 Resisting Moment: 1.084.781,2 kN-m
 Activating Moment: 552.166,24 kN-m
 Resisting Force: 10.739,835 kN
 Activating Force: 5.464,5813 kN
 F of S Rank (Analysis): 1 of 2.541 slip surfaces
 F of S Rank (Query): 1 of 2.541 slip surfaces
 Exit: (276,70234; 188,64503) m
 Entry: (247,65296; 224,05411) m
 Radius: 66,066772 m
 Center: (310,08856; 245,65537) m

Slip Slices

	X (m)	Y (m)	PWP (kPa)	Base Normal Stress (kPa)	Frictional Strength (kPa)	Cohesive Strength (kPa)
Slice 1	248,13338	222,75441	0	-136,1947	-95,364552	250
Slice 2	249,09421	220,29907	0	-64,703459	-45,30585	250
Slice 3	250,05505	218,09689	0	-13,767831	-9,6403392	250
Slice 4	251,01588	216,09044	0	24,623144	17,241311	250

Slice 5	251,97672	214,24181	0	54,884343	38,430431	250
Slice 6	252,93755	212,52437	0	79,680429	55,792837	250
Slice 7	253,89839	210,91852	0	100,73511	70,535486	250
Slice 8	254,85922	209,40937	0	119,22857	83,484743	250
Slice 9	255,82006	207,98524	0	136,01025	95,235404	250
Slice 10	256,78089	206,63679	0	151,72108	106,23625	250
Slice 11	257,74173	205,35639	0	166,86748	116,84186	250
Slice 12	258,70257	204,13774	0	181,86791	127,34528	250
Slice 13	259,6634	202,97553	0	197,08269	137,99878	250
Slice 14	260,62424	201,86526	0	212,83294	149,02723	250
Slice 15	261,58507	200,80306	0	229,41271	160,63651	250
Slice 16	262,54591	199,7856	0	247,0962	173,01862	250
Slice 17	263,50674	198,80995	0	266,14129	186,35414	250
Slice 18	264,46758	197,87354	0	286,78958	200,81223	250
Slice 19	265,42841	196,97412	0	309,26282	216,54816	250
Slice 20	266,38925	196,10965	0	333,75531	233,69799	250
Slice 21	267,35008	195,27835	0	360,42216	252,37032	250
Slice 22	268,35483	194,44349	0	365,17191	255,69613	250
Slice 23	269,40348	193,60636	0	343,53352	240,54476	250
Slice 24	270,3097	192,9085	0	321,48671	225,10741	250
Slice 25	271,0944	192,32597	0	291,91543	204,40138	250
Slice 26	272,10135	191,60683	0	233,32769	163,37781	250
Slice 27	273,33745	190,75914	0	165,53409	115,90822	250
Slice 28	274,39995	190,05969	0	112,06419	78,468193	250
Slice 29	275,26105	189,5162	0	58,664791	41,077529	250
Slice 30	276,19697	188,94706	0	-15,061767	-10,546363	250