Richiedente :

E.M.I. s.n.c. del Geom. Bagnasco G. e A.

Sede legale: Via Vittorio Veneto n. 14 - Cengio (SV)

Lavoro :

Progetto per rinnovo autorizzazione coltivazione
Cava di argilla
Loc. Piani
Comune di CENGIO
PROVINCIA di SAVONA

Relazione GEOLOGICO – GEOTECNICA-GEOMINERARIA

Data emissione	Revisione	Note	Tecnico
Maggio 2014	**REV. 1.0**	------	Dott. Geologo Amedeo GAIEZZA

Dott. Geologo Amedeo Gaiezza

Via della Resistenza n. 34/4 - 17014 Cairo Montenotte (SV) - Tel. 019/2045585
C.F.: GZZMDA72S16I138D / P.IVA: 01191010096 – GaiezzaAmedeo@libero.it

1. OGGETTO PERIZIA

La E.M.I. s.n.c. ha incaricato lo scrivente di redigere studio e relazione geologico tecnica in merito al progetto di rinnovo autorizzazione dell'esercizio dell'attività estrattiva nella cava di argilla denominata "Piani"sita in omonima località nel Comune di Cengio (SV), ai sensi della L.R. 63/1993 art. 20.

L'autorizzazione all'attività estrattiva fu concessa alla Ditta Laterizi Ferrecchi con D.G.R. n. 1756 /82, poi trasferita alla attuale proprietà del sito di cava Società E.M.I. s.n.c. con sede in Via Vittorio Veneto n. 14 – Cengio (SV), con D.G.R. n. 3798 /85.

Allo stato attuale la cava Piani, autorizzata con provvedimento dirigenziale n. 182 del 21-02-2003 rilasciato da Regione Liguria Ufficio Cave non è attiva, come si evince, altresì, dalle statistiche minerarie inviate annualmente alla Regione Liguria.

Lo studio geologico-geotecnico e geominerario in essere si propone di verificare, nel rispetto delle prescrizioni riportate nel titolo autorizzativo approvato:

- le condizioni geologico - geomorfologiche e di stabilità dell'area interessata dall'intervento, in rapporto alla realizzazione delle fasi di coltivazione previste e all'interazione di queste con il volume significativo del terreno indagato
- i rischi e i pericoli geologico tecnici potenziali
- il modello geologico / geotecnico di supporto e sostegno ad una progettazione ottimale con verifiche geotecniche / strutturali delle scarpate esecutive
- sistemazione e regimazione idraulica del sito senza aggravio per l'equilibrio idrogeologico e la sua vulnerabilità
- la fattibilità dell'attività estrattiva in relazione ai vincoli e alla normativa ambientale vigente, al contesto paesistico della zona con particolare attenzione alle indicazioni di livello contenute nel P.T.C.P. in merito agli assetti Insediativo, Gemorfologico e Vegetazionale.
- la corretta gestione delle terre e rocce da scavo prodotte e movimentate
- il recupero ambientale dell'area di cava a coltivazione ultimata

La progettazione è stata redatta in base al:

- D.M. 11/03/88

- alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 approvate con il D.M. 14/01/2008 , nonché con riguardo alla Circolare n. 617 del 02/02/09 (G.U. n. 47del 26/02/09 – Suppl. Ord. N. 27 "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/08)

- al D.P.R. n. 328/01

Gli accertamenti geognostici sono stati eseguiti in ricezione delle linee guida:

- dell'O.P.C.M. n. 3274 /2003 e s.m.i. (G.U. n. 105 del 08/05/2003) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica";

- dell'O.P.C.M n. 3519 /2006 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento delle medesime zone"

- del D.G.R. n. 1362 del 19/11/2010 "Aggiornamento classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria ai sensi del DM. 14/01/2008"

- delle norme del P.R.G comunale vigente.

- delle norme di attuazione generali del PAI – Piano Stralcio per assetto Idrogeologico per le aree che ricadono sotto il controllo dell'autorità di Bacino del Fiume Po / L. n. 83 del 18/05/1989 art,. 17 comma 6/ter

- della normativa vigente D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo " (G.U. n. 221 del 21/9/2012) e art. 185 comma 1 D. LGS. 152/2006.

- della D.G.R. n. 89/2013 "Approvazione indirizzi operativi per la applicazione del Regolamento Terre e rocce di scavo. D.M. 161/2012"

- all'art. 8bis L. n. 71 del 24/06/2013 in conversione del D.L. n.69/13

- all'art. 142 del D.Lgs. 42/2004

- delle "Linee Guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse" – D.G.R. n. 141 del 15/02/2008

- Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 " Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua"

E' stata altresì consultata la cartografia ufficiale tematica quale:

- Carta Geologica d'Italia Fg. n. 81"Ceva"
- Cartografia relativa all'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) tramite portale informatico aggiornato autorizzato dalla Regione Liguria

L'are in studio è identificata catastalmente al Fg. 22 mappali:

21(parte) prato
22 (parte) prato
24 (parte) seminativo
25 seminativo
26 (parte) bosco ceduo
27 (parte) bosco ceduo

438 seminativo

per una superficie totale di 30000 mq circa.

In tutte le Tavole progettuali è indicata e delimitata l'esatta area soggetta al piano di coltivazione, ovvero il limite dell'intervento rispetto al limite P.T. R.A.C. Gli stessi limiti sono altresì riportati sulle sezioni progettuali. In tav. 1 rev. 1.0 è riportato altresì l'estratto catastale e la cartografia geologico tematica d'inquadramento generale del sito d'intervento.

In Tav. 7 rev. 1.0 è riportata in raffronto con il nuovo progetto, anche l'estensione planimetrica dell'area estrattiva di cava autorizzata con progetto 1982.

Lo studio è stato sviluppato in ragione di uno sfruttamento ambientale sostenibile con utilizzo razionale della risorsa, in modo da minimizzarne l'impatto, garantirne funzionalità, sicurezza e produttività,, nell'ottica di un recupero delle aree oggetto di escavazione. Ai fini della corretta gestione del territorio e della prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico, sono state previste fasi di coltivazione intermedie in ragione di uno sfruttamento graduale che consentano la creazione di morfologie integrabili limitando al massimo le opere connesse, in modo da non compromettere la stabilità dei versanti senza ricorrere per quanto possibile e in maniera diffusa, a opere di contenimento e/o strutture artificiali di sostegno di difficile mantenimento nel tempo. Il piano di cava non interferisce ne ostacola o diminuisce l'efficienza della rete scolante generale e della viabilità comunale di accesso al sito. La viabilità interna all'area di cava sarà oltremodo dotata di cunette taglia acqua e altre opere simili e sarà oggetto di manutenzione costante. Non sono previsti, infine, interferenze con corsi d'acqua pubblici e/o interventi di rinaturalizzazione degli alvei dei corsi d'acqua, così come previsto al comma 5 dell'Art.11 bis delle Norme di attuazione del Piano territoriale regionale per le attività di cava.

La sistemazione finale dello stato dei luoghi è stata progettata nell'ottica di ricavare una sagoma riconducibile alle morfologie tipiche dei luoghi, in modo da favorire il recupero qualitativo delle zone boscate e delle zone arbustive e prative mediante l'introduzione di specie autoctone, nel rispetto delle indicazioni di cui al PTCP, assetto vegetazionale.

La progettazione è stata sviluppata e articolata su:

- Rilievo celerimetrico di dettaglio eseguito a cura Geom. Navoni Luca Studio PROGEOS di Millesimo

- Indagini geognostiche articolate, in ragione del generale sub affioramento e ridotta copertura detritica in:

1. rilevamento geologico geomorfologico di dettaglio
2. n. 5 prove penetrometriche DPM
3. n. 1 prospezione sismica a rifrazione
4. rilievi geostrutturali su affioramenti rocciosi

- Verifiche di stabilità globali in ragione della classificazione sismica del sito :

1. del pendio originario e dei principali fronti di scavo esecutivi nelle diverse fasi di coltivazione e nella fase finale di progetto
2. della sistemazione finale di ripristino ambientale post-attività estrattiva

Il progetto è corredato dai seguenti elaborati:

Tav. 1: Cartografia geologico tematica generale rev. 1.0

Tav. 2: Carta Geologica – Idrogeologica e Geomorfologica di dettaglio rev. 1.0

Tav. 3: Carta Geologico – Tecnica e Strutturale con ubicazione indagini geognostiche rev. 1.0

Tav. 4: Sezioni Geologico – Geolitologiche Stato Attuale rev. 1.0

Tav. 5: Sezioni Geologiche – Raffronto con Fasi di coltivazione intermedie e Stato a Progetto Finale rev. 1.0

Tav. 6A: Planimetria – Stato a Progetto Fasi di coltivazione 1 con principali opere regimazione rev. 1.0

Tav. 6B: Planimetria – Stato a Progetto Fasi di coltivazione 1+2 con principali opere regimazione rev. 1.0

Tav. 7: Planimetria – Stato a Progetto Finale con principali opere regimazione rev. 1.0

Tav. 8: Sezioni Geologiche – Raffronto con Stato a Progetto Finale – Progetto Autorizzato/1982 rev. 1.0

Tav. 9: Planimetria - Stato a progetto Recupero Ambientale Cava rev. 1.0

Tav. 10: Sezioni Geologiche Recupero Ambientale cava in Raffronto con Stato a Progetto Finale e Piano campagna attuale rev. 1.0

2. MODELLO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO AREA IN STUDIO STATO ATTUALE

2.1 Geologia - Geomorfologia

L'area d'intervento interessa il medio-basso versante N di Bric Beja, caratterizzato da morfologia dolce collinare, sviluppato con media acclività (20° - 30°) tra le quote 460 - 410 m slmm. e incassato tra l'incisione a NW del Rio Piani e a E del Rio Crocetta; a N l'are in esame prograda e si interdigita con una vasta area prativa (Case Piani) mista ad alluvioni di un antico terrazzo esteso in sponda sinistra della Bormida di Millesimo defluente cinturando le aree industriali dell'Ex ACNA di Cengio.

L'accesso all'area di cava avviene, allo stato attuale, tramite viabilità interna su arido stabilizzato, realizzata nell'ambito dell'esecuzione dei lavori di coltivazione inerenti la prima fase autorizzata.

Nel dettaglio la morfologia attuale evidenzia un vasto piazzale di cava nella zona centrale dell'area, caratterizzato da fondo in roccia alterata e/o sovraconsolidata, contornato da risulta e/o terreno rimaneggiato derivante dalle attività pregresse della prima fase. A Nord, il piazzale è delimitato da un'emergenza rocciosa di argilla e marna argillosa a soglia, e da un versante a media acclività in raccordo con la frangia detritica mista alle alluvioni antiche del terrazzo di Case Piani. A Est del piazzale si estende, in continuità, il versante di cui sopra a medio-elevata acclività, al piede del quale incide, loc. sovralluvionato, con alveo in roccia e isolate plaghe alluvionali recenti, il Rio Piani, tributario sinistro della Bormida di Millesimo. Verso monte, a Sud e a Ovets è sviluppato un versante a morfologia dolce, boscato, con irregolarità topografiche e locali impluvi e incisioni stagionali.

I depositi quaternari olocenici di copertura detritica presentano spessori variabili da 1 a 3 m comprendenti i livelli destrutturati, fratturati e alterati di transizione al substrato roccioso costituito da roccia sedimentaria nota come, rifacendosi al Foglio 81- Ceva, della Carta Geologica d'Italia, scala 1:100000, "Formazione di Rocchetta", datata "Aquitaniano" - Oligocene Sup., facente parte della serie basale dell'unità tettonica del Bacino Terziario Piemontese (BTP) disposta ed estesa come struttura monoclinale immergente verso W.

Si tratta di marne e marne argillose grigio azzurre, interdigitate localmente a strati siltoso-sabbiosi, talora arenacei a cemento carbonatico (cfr. Tav.1 rev. 1.0). L'area di cava è ubicata in prossimità del contatto tettono-stratigrafico con la sovrastante "Formazione di Monesiglio", con assetto giaciturale disposto a W – SW con inclinazione strati da sub orizzontali a 5°-10° / reggi poggio o debolmente traverso banco (cfr. Tav. 3 rev. 1.0)

Il rilevamento eseguito ha evidenziato, altresì, presenza di emergenze rocciose discontinue e isolate e scollate entro una coltre limoso argillosa, talora sabbiosa con subordinate scaglie e frammenti litoidi marnoso arenacei, di colore grigio-ocra, a media consistenza e plasticità.

La stratigrafia di sintesi puntuale emersa dalle indagini può articolarsi (dove la sequenza è completa) in (cfr. Tav. 4):

- Orizzonte (A): coltre di alterazione residuale : limo sabbioso, deb. argilloso, media plasticità e bassa consistenza, di colore ocra-grigiastro con scaglie litoidi marnoso arenacee alterate subordinate
- Orizzonte (B): Substrato fratturato e destrutturato e/o livello diretto di transizione con scheletro litico portante, ad assetto caotico, con plaghe destrutturate di roccia marnoso-arenacea
- Substrato marnoso argilloso pseudo tenace e compatto

Il livello superficiale areato con strato vegetale è generalmente ridotto a pochi centimetri o assente

2.2 Idrogeologia

L'idrologia generale e macrolocale della zona è caratterizzata dallo sviluppo del Rio Piani (asta lunga circa 1.5 km e confluenza diretta nella Bormida di Millesimo) lungo il confine NW dell'area di cava con dinamica idraulica stagionale, a sviluppo lineare, privo di tracce significative di erosione spondale e/o caratterizzato da criticità idraulica relativa a pericolo di esondabilità reale e storica (ex DGR2615/98), come altresì confermato dalle previsioni riportate nell'Atlante dei Rischi Idraulici e Idrogeologici del PAI, e da quanto riportato sulle tavole realizzate dalla Provincia di Savona su incarico della Regione Liguria, relative allo Studio delle Fasce Fluviali dei bacini dei fiumi Bormida di Spigno e Millesimo (dati Etatec S.r.l.-Fg. 228030- Cengio), per una verifica di compatibilità dello strumento urbanistico dei comuni (cfr. Tav. 1 rev. 1.0).

La progettazione ha tenuto conto altresì della normativa vigente (R.R. n. 3/2011) imponendo una fascia di inedificabilità assoluta, ovvero d'interferenza rispetto all'argine del Rio Piani sempre e in ogni caso pari a 10 m, prevedendo scarpate esecutive contro-profilo disposte a soglia di sicurezza (cfr. Tav. 5 rev. 1.0) e NON inondabili, per distanza e dislivello ne ostacolanti il deflusso del rio. La radice dei piccoli terrazzi alluvionali recenti rilevati lungo Rio Piani non verranno interessate dall'attività di cava.

In sito si evidenzia, altresì, un'altra lineazione idrica minore, costituita da un impluvio a regime occasionale, che drena e incide il settore E dell'area di cava (cfr. Tav. 2 rev. 1.0), convogliando le acque libere di ruscellamento verso un solco a cunetta realizzato lungo la viabilità di accesso al piazzale di cava che, allo stato attuale, regima le acque convogliandole attraverso una rete di semplici solchi, in un'area depressa ubicata a ridosso della vasta area prativa esterna alla zona di cava dove si registrano condizioni di ristagno semipermanente. In tale area sono attualmente convogliate anche parte delle acque provenienti dalla cunetta solidale alla strada asfaltata comunale Beja. Dal punto di vista idrogeologico, con riferimento alla Tav. 2 rev. 1.0, può esplicitarsi:

- Viabilità interna e piazzale di cava: permeabilità ridotta per compattazione storica e/o condizioni di sub affioramento
- Risulta di cava e/o terreno rimaneggiato per attività pregresse di cava: permeabilità variabile di tipo primario per porosità
- Depositi alluvionali recenti Rio Piani e frangia detritica mista ad alluvioni antiche terrazzo Case Piani: permeabilità medio elevata di tipo primario per porosità

- Coltre di alterazione residuale e livello destrutturato di transizione al substrato: permeabilità da ridotat a scarsa di tipo primario per porosità

- Substrato roccioso: permeabilità da ridotta e scarsa di tipo secondario con circolazione locale e intermittente lungo fratture e/o vuoti comunicanti a impermeabile s.l.

L'assetto idrogeologico del comparto è in ogni caso caratterizzato da una media infiltrazione efficace connessa e riconducibile con i ridotti spessori della copertura detritica, con sviluppo potenziale di falda superficiale nei depositi sciolti di alterazione profondi, suscettibile di oscillazioni e risalite soprattutto in concomitanza con eventi pluviometrici intensi e prolungati/persistenti con substrato roccioso a costituire livello geologico impermeabile.

Le indagini condotte NON hanno evidenziato umidità da circolazione idrica sotterranea sulle aste di prova DPM (dati Giugno/Luglio 2013).

L'aliquota preponderante dell'attività di ruscellamento superficiale è altresì testimoniata da numerose tracce di erosione accelerata in solchi osservate in corrispondenza di zone a clivometria medio elevata.

Relativamente al grado di protezione dell'acquifero e alla sua vulnerabilità in ragione dell'intervento previsto, non sussistono particolari problematiche d'inquinamento e/o alterazione del regime piezometrico. L'area non è, inoltre, in zona di salvaguardia (fascia di rispetto) di captazioni ad uso idropotabile e/o in zone ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati. L'area in esame non presenta, inoltre, fenomenologie attive o latenti carsiche e/o emergenze sorgentizie.

2.3 Pericolosità geologico geomorfologica

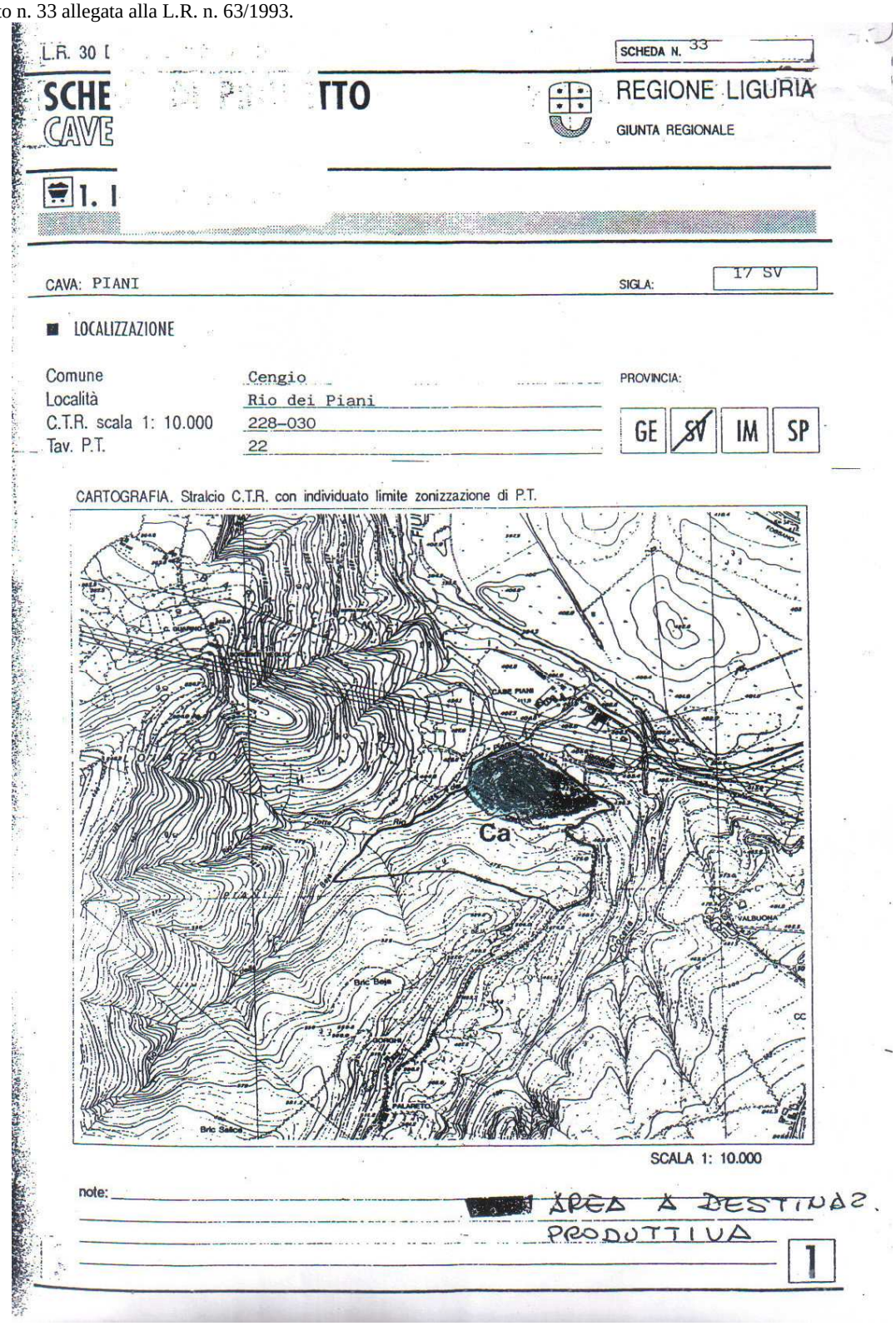
Il rilevamento di dettaglio ha consentito di escludere nella zona in studio e in un significativo congruo intorno, in accordo con gli elementi tematici riportati sulla cartografia tematica del PAI (cfr. Tav. 1 rev. 1.0), nonché con quelli estrapolati dal portale web dell'inventario dei Fenomeni Franosi Italiani – Regione Liguria, evidenze importanti a scala macrolocale di fenomeni franosi in atto e/o contesti geomorfologici suscettibili di ri-attivazione su larga scala, nonchè relitta, potenzialmente riattivabili a ragione e causa degli interventi a progetto.

A livello locale si evidenzia, invece, la presenza di una piccola frana rototraslazionale attivatasi lungo un vecchio fronte di cava residuo non sistemato, antistante il piazzale di cava (cfr. Tav. 2/5 rev. 1.0). Si tratta di un fenomeno franoso corticale, privo di rilevanza macrolocale, in parte stabilizzato e attualmente soggetto a ruscellamento areale e concentrato ad opera delle acque libere provenienti da monte. Si rilevano infine, solo a carattere locale e puntuale, talune tracce riconducibili a piccoli assestamenti lenti tipo "creep" della coltre superficiale, prive di particolare incidenza.

L'area non è prossima ne risulta interessata da pericolo valanghe o in zona di conoide attiva non protetta in evoluzione. Non ricade, secondo la cartografia dei vincoli allegata con fonte Sito Provincia di Savona, in zone protette e/o di particolare pregio, mentre risulta soggetta a vincolo idrogeologico.

2.4 Piano Territoriale delle Attività di Cava / P.T.R.A.C.

La zona in esame è inserita in AREA CAVA nei limiti indicati in cartografia con le caratteristiche riportate nella scheda di progetto n. 33 allegata alla L.R. n. 63/1993.



L.R. 30 [

SCHE ITTO

CAVE

REGIONE LIGURIA

GIUNTA REGIONALE

SCHEDA N. 33

1. I

CAVA: PIANI

SIGLA: 17 SV

■ LOCALIZZAZIONE

Comune Cengio

Località Rio dei Piani

C.T.R. scala 1: 10.000 228–030

Tav. P.T. 22

PROVINCIA: GE SV IM SP

CARTOGRAFIA. Stralcio C.T.R. con individuato limite zonizzazione di P.T.

SCALA 1: 10.000

note: AREA A DESTINAZ. PRODUTTIVA

1

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE e MODELLO GEOTECNICO

In linea con quanto espressamente richiesto dalla normativa vigente (N.T.C. 6.2.2 e Linee Guida D.G.R. n. 141/2008), viene elaborato un modello geologico-geotecnico del volume significativo d'intervento, previo una campagna di indagini geognostiche eseguita a corredo, taratura ed integrazione del rilevamento geologico di dettaglio articolata su n. 1 prospezione sismica a rifrazione, n. 5 prove penetrometriche DPM e rilievi strutturali su affioramenti rocciosi.

L'ubicazione delle indagini è riportata in Tav. 3 rev. 1.0. Di seguito sono riportate in quadri di sintesi, le principali risultanze emerse.

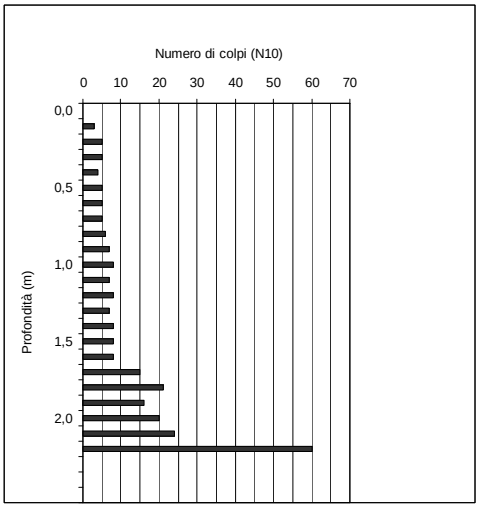
3.1 Prove penetrometriche DPM:

La prova penetrometrica realizzata è del tipo dinamica medio-leggera (DPM ISSMFE tipo "Emilia" - Cestari 1990) e consiste nell'infissione nel terreno di una batteria di aste con punta a sezione conica di area standard di 10 cm^2 a perdere, attraverso l'impatto di un maglio di 30 Kg a caduta ciclica continua (alimentazione a motore) con percussione sulla testa della batteria da un'altezza costante di 20 cm. Alla battuta consegue l'infissione delle aste nel terreno; il numero di colpi necessario per un avanzamento di 10 cm (N_{10}), costituisce dato sperimentale riconducibile alla stratigrafia del terreno attraversato, nonché mediante correlazioni empiriche alla valutazione dei parametri di resistenza al taglio.

Con riferimento agli orizzonti di cui al paragr. 2.1 e rimandando ai diagrammi di avanzamento oltre può sintetizzarsi:

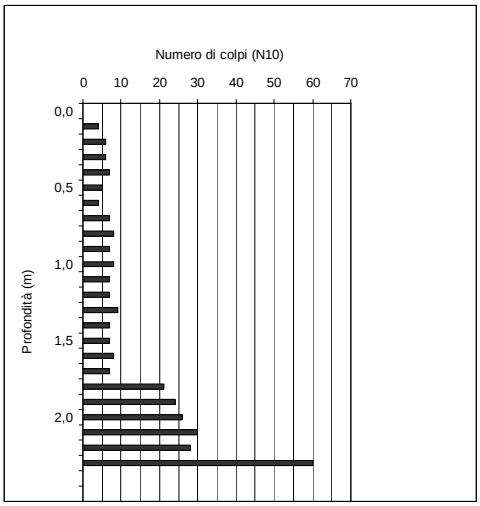
Prova P1

- Da p.c. – a 1.6 m: Orizzonte tipo (A). Numero colpi N_{10} medio pari a 6.3
- Da 1.6 a 2.2 m: Orizzonte tipo (B) con progressivo rifiuto strumentale entro il livello destrutturato del substrato roccioso fratturato.



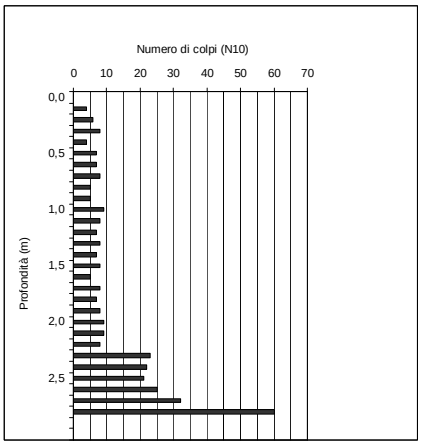
Prova P2

- Da p.c. – a 1.7 m: Orizzonte tipo (A). Numero colpi N_{10} medio pari a 7.2
- Da 1.7 a 2.3 m: Orizzonte tipo (B) con progressivo rifiuto strumentale entro il livello destrutturato del substrato roccioso fratturato.



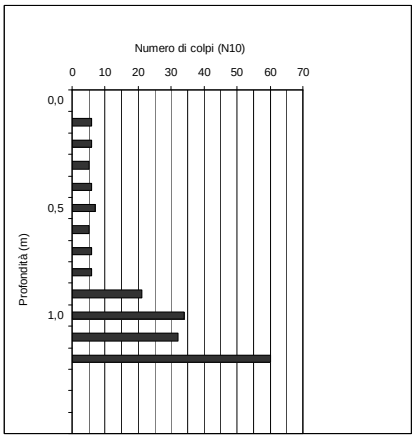
Prova P3

- Da p.c. – a 2.2 m: Orizzonte tipo (A). Numero colpi N_{10} medio pari a 8.1
- Da 2.2 a 2.8 m: Orizzonte tipo (B) con progressivo rifiuto strumentale entro il livello destrutturato del substrato roccioso fratturato.



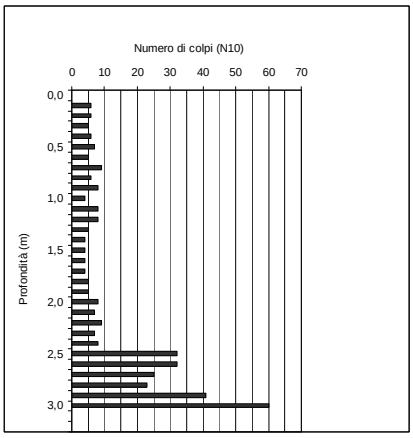
Prova P4

- Da p.c. – a 0.8 m: Orizzonte tipo (A). Numero colpi N_{10} medio pari a 6.1
  Da 0.8 a 1.2 m: Orizzonte tipo (B) con progressivo rifiuto strumentale entro il livello destrutturato del substrato roccioso fratturato



Prova P5

- Da p.c. – a 2.4 m: Orizzonte tipo (A). Numero colpi N_{10} medio pari a 7.4
  Da 2.4 a 3.0 m: Orizzonte tipo (B) con progressivo rifiuto strumentale entro il livello destrutturato del substrato roccioso fratturato



Nessuna traccia di umidità registrata nelle prove.
Relativamente alla coltre detritica di alterazione Orizzonte A si ricava un valore medio pari a :
Orizzonte A $N_{10\,(A)}$ = 7 colpi

La trasformazione dei valori dell'indice N_{10} in valore N_{spt} si ricava adottando la relazione Vanelli/Benassi, 1983) per cui:
(terreni Fini) 0.7 Nspt > N_{10} > 1.2 Nspt (terreni Granulari) per N_{10} compreso tra 8 e 30.

Viene altresì eseguita, a favore di sicurezza, la correzione per l'energia di battitura con normalizzazione per effetto della tensione geostatica esistente secondo le relazioni: Nsptcorr = Nspt 1.08 / $\sigma_{vo}^{0.5}$

Si ricava:
$N_{spt\,(A)}$ = 8.5 colpi

Sulla base dei dati rilevati e di informazioni geotecniche in possesso può stimarsi per l'Orizzonte A
- Peso di volume: **γA pari a 17.5 kN/m^3**
- Considerando una porosità "n" cautelativa pari a 0.50% si ricava: **γA_{sat} pari a 19.5 kN/m^3**
- La stima della densità relativa è ottenuta, invece, mediante la relazione di Skempton (1986) attraverso:
Dr A% = 100 (N1/60)$^{0.5}$ dove N1 = Nspt (1/ σ)$^{0.5}$ ***Dr A% = 60%.***

Il parametro geotecnico principale dei depositi coesivi è la coesione non drenata Cu. In via cautelativa si utilizza la seguente relazione:
DM – 7 (design Manual for Soil Mechanichs) *Cu_A = 0.038 Nspt da cui* **Cu_A = 0.32 Kg/cmq**

La stima della resistenza al taglio dei materiali in ragione della stratigrafia rilevata può stimarsi:
De Mello: *ϕ = 19 – 3.8 σ + 8.73 Log Nspt* *pari a 23.20°*
Japanese National Railway: *ϕ = 20 + 0.30 Nspt* *pari a 22.5°*
Si ottiene una resistenza al taglio media pari a **ϕ A= 22.8°**

Come noto, per la definizione del grado di sicurezza di una struttura, le N.T.C. 2008 prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico (livello 1) adottando il concetto di stato limite che necessita dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ai quali è associata una probabilità di non superamento del 5% che il valore reale adottato sia inferiore a quello caratteristico. Il valore caratteristico è, quindi dato dalla: *Vk = Vm (1 – 1.645 Vf)* dove Vk: val. caratteristico / Vm: val. medio / Vf: coeff. di variazione definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e Vm. I **valori caratteristici** sono ricavati in ragione del coefficiente di variazione V_f proposto da Cherubini, Giasi & Rettati (1993) validi nel caso di popolazione statistica minima e/o in ragione della distribuzione "t" di Student. Si ricava:

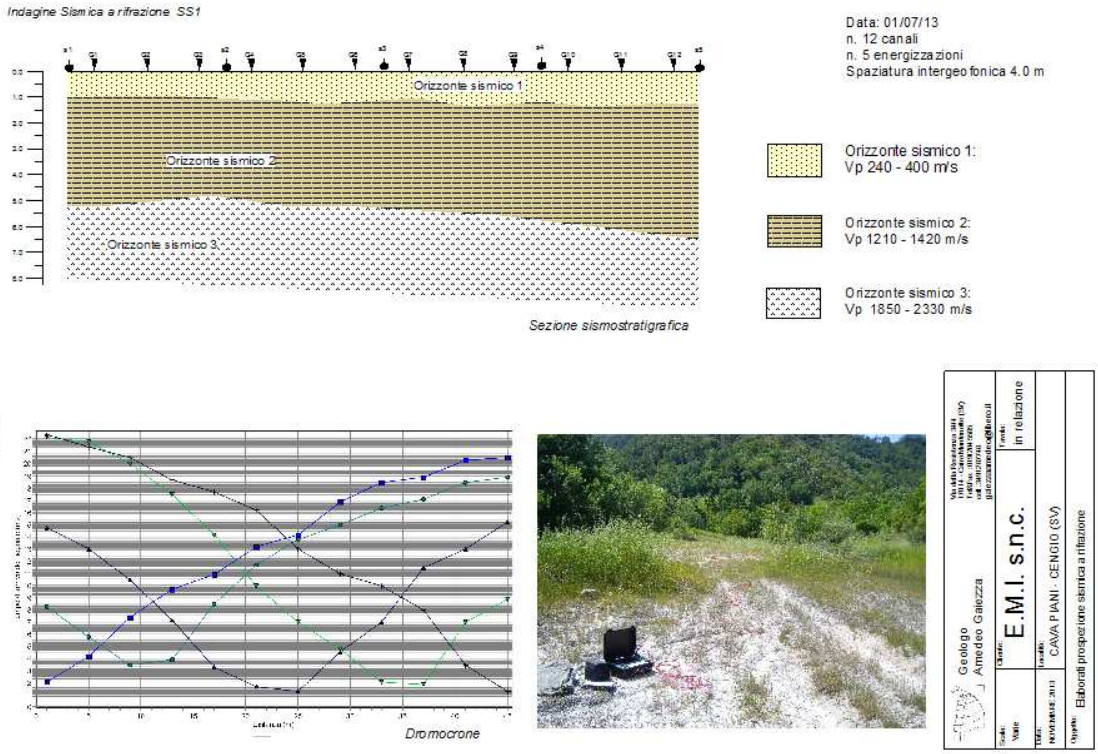
ϕ Ak = 21°
C'Ak = 0.0 Kg/cmq (a favore sicurezza)
CuAk = 0.28 Kg/cmq

3.2 Prospezione sismica a rifrazione

La prospezione sismica a rifrazione è stata eseguita ai fini di individuare lo spessore dei materiali sciolti nonché andamento e "qualità" litotecnica del substrato roccioso da cavare, interpolando e correlando i dati puntuali dedotti con le prove DPM e le evidenze geologiche riscontrate nel rilevamento di dettaglio. L'indagine è stata eseguita a tale riguardo sul piazzale di cava (cfr. allegato elaborati).

Nello specifico l'indagine di tipo sismico a rifrazione, consente di rilevare e registrare le onde elastiche di compressione e/o taglio generate e prodotte alla superficie da energizzazioni artificiali, ricostruendone il tragitto e il percorso soggetto a rifrazione e riflessione indotte da discontinuità fisico-chimiche sepolte riconducibili a differenti stati elastici dei terreni, quali orizzonti e contati stratigrafici, interfaccia tra materiali sciolti e roccia, faglie, vuoti, cavità. La ricezione e la trasmissione della perturbazione alla superficie viene rilevata da trasduttori elettromagnetici, chiamati geofoni, i quali, attraverso un cavo schermato multipolare, inviano il dato al ad un sismografo multicanale che misura e registra i tempi di percorrenza dell'impulso elastico, memorizzando i ritardi sequenziali di arrivo tra i vari geofoni. Tali ritardi, graficati in funzione della distanza e della spaziatura indotta nella stesa, consentono di elaborare le dromocrone, attraverso le quali è possibile interpretare la prospezione e ricostruire un modello stratigrafico del sottosuolo. L'acquisizione dei dati è stata effettuata mediante un sismografo PASI 16S12 a 12 canali con memorizzazione incrementale dei segnali per ogni traccia, digitalizzati mediante convertitore A/D a 16 bit in 1024 campioni per una lunghezza di registrazione pari a 128 millesimi di secondo. L'energizzazione nel terreno, per la generazione delle onde di compressione, è stata ottenuta mediante percussione con massa battente (mazza con testa da 8 kg) su piastra di acciaio.

La spaziatura dei geofoni è stata posta pari a 4 m ed è stata decisa sulla base del *target* d'indagine, ovvero del presunto spessore minimo di materiali sciolti da indagare; la lunghezza dello stendimento è stata pertanto pari a 46 m considerando energizzazioni agli estremi con *offset* pari a circa 1 m. e n. 5 energizzazioni. Per la ricezione delle onde sono stati utilizzati geofoni verticali Oyo *Geospace* con frequenza naturale di 14 Hz. I tempi zero di energizzazione sono stati rilevati mediante l'utilizzo di geofono starter collegato direttamente alla mazza perturbante. L'interpretazione dei dati è stata condotta mediante software specialistico, *Sisma con v.2.0* della *Program Geo*, utilizzando e confrontando le risultanze emerse dall'elaborazione dei dati mediante il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.) e il Metodo Reciproco di Hawkins. La sezione sismostratigrafica elaborata è, quindi, ricondotta alle evidenze emerse dalle indagini dirette, attribuendo ai valori delle velocità sismiche misurate, un grado di addensamento ed elasticità riconducibile ai materiali sciolti di alterazione residuale e al substrato roccioso e/o il suo livello destrutturato. L'elaborazione condotta ha evidenziato, dall'alto verso il basso, il seguente quadro stratigrafico:



- **orizzonte sismico 1**: rappresenta i materiali sciolti tipo orizzonte A + livello destrutturato del substrato roccioso. Rilevato spessore medio pari a circa 1 m con andamento pseudotabulare. E' contraddistinto da velocità complessive Vp comprese tra 240 – 400 m/s.

  orizzonte sismico 2: si riferisce al substrato roccioso con caratteristiche di roccia "tenera" marnoso argillosa. E' caratterizzato da velocità Vp comprese tra 1210 e 1420 m/s.
- **orizzonte sismico 3**: si riferisce al substrato roccioso profondo pseudo tenace, poco fratturato e/o deb. disarticolato con caratteristiche arenaceo marnose. Il rifrattore dell'interfaccia evidenzia morfologia pseudotabulare attestata da circa 5 a 6 m di profondità con lieve pendenza verso NW. E' è caratterizzato da velocità Vp comprese tra 1850 e 2330 m/s

---

La trasformazione delle velocità longitudinali in trasversali di taglio Vs può essere condotta utilizzando la nota relazione

$Vs\ (m/s) = Vp\ (\ (1- 2\ \delta)/\ (1- 2\ \delta)\ )^{0.5}$ dove il coefficiente di Poisson δ è mediamente pari a 0.25 nelle rocce e a 0.35 nei terreni sciolti. Sostituendo si ottiene:

Orizzonte sismico 1: Vs pari a circa 0.48 Vp1= 153.6 m/s
Orizzonte sismico 2 : Vs pari a circa 0.57 Vp2= 749.5 m/s
Orizzonte sismico 3 : Vs pari a circa 0.57 Vp3= 1191.3 m/s

3.3 Rilievi geomeccanici e caratterizzazione ammasso roccioso

Sono state eseguite nel complesso n. 2 stazioni geomeccaniche sugli affioramenti marnoso siltosi e marnoso arenacei esposti nell'area di cava.





Particolari aree di rilievo strutturale

Nello specifico, si evidenza un ammasso disarticolato da media fratturazione in n. 3 famiglie o *set* di giunti principali ricorrenti (cui si associano famiglie minori *random)*, talora ossidati e/o riempiti da materiale cataclastico di frizione e/o disgregazione, di cui il *set* 1 rappresenta la stratificazione/fissilità, tutti gli altri *set* sono rappresentativi di discontinuità da frattura. Tutti i dati ricavati dalle stazioni geostrutturali sono stati utilizzati per la determinazione della proprietà geomeccaniche e la classe dell'ammasso roccioso studiato, al fine di individuarne qualitativamente le caratteristiche attraverso le classificazioni tecniche note di Bieniawski (1973 e successive modifiche).

xxxx

J.C.S.$_s$=J.C.S. della roccia sana
J.C.S.$_a$=JCS della roccia alterata
(con J.C.S pari ai rimbalzi allo sclerometro (vedi oltre))

L'angolo d'attrito di base della roccia è quello relativo ad un superficie della discontinuità perfettamente levigata, ed è funzione solo della tessitura e della composizione mineralogica della roccia.

-F) resistenza meccanica delle superficie e della matrice rocciosa, mediante il Martello di Schmidt o sclerometro, strumento costituito da un cilindro con punta rientrante, che misura la capacità del materiale di assorbire l'urto. L'indice del martello di Schmidt può essere correlato con la resistenza alla compressione delle superfici di discontinuità J.C.S. attraverso la relazione:

$$Log_{10} J.C.S.(MPa) = 0.00088\gamma r + 1.01$$

dove:
γ(kN/mc)= Peso di volume della roccia;
r= Indice del martello di Schmidt.

Vanno effettuate misure sia su giunti sani che su giunti alterati. La differenza dei valori suggerisce il grado di alterazione della roccia.

-G) apertura e valutazione del riempimento delle discontinuità da ricondurre alle classi e ai range di valori indicati nelle tabelle di classificazione (vedi parametro A4 della Classificazione di Bieniawski e i parametri Jr e Ja della Classificazione di Barton).

-H) valutazione qualitativa delle condizioni di umidità che interessano l'ammasso roccioso.

I dati così ricavati vanno 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 dell'ammasso nel suo complesso.

Diverse sono le classificazioni tecniche note in letteratura. 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.

Importante è altresì la stima del parametro R.Q.D. (Rock Quality Designation) calcolato, non disponendo di carotaggi da perforazioni, attraverso la formula di Palmstrom(1982):

$$RQD\% = 115 - 3.3 \times J_v$$

dove:

J_v= numero di giunti per metro cubo, dato dalla sommatoria dell'inverso delle spaziature medie in metri delle famiglie di discontinuità rilevate : $J_v = \Sigma$ (1/Spaziatura).

In alternativa può essere utilizzata la relazione di Priest e Hudson (1976):

$$RQD\% = 100e^{\left(\frac{-0.1}{S_{media}}\right)}\left(\frac{0.1}{S_{media}} + 1\right)$$

Classificazione di Bieniawski (1973 e successive modifiche).

La classificazione di Bieniawski tiene conto di 5 parametri relativi allo stato della roccia e dell'ammasso roccioso e di un indice di correzione il cui valore è funzione dell'orientamento delle discontinuità e del problema affrontato (gallerie, versanti e fondazioni).

RMR = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) - Ic;

I parametri sono:

A1	Resistenza a compressione monoassiale
A2	<RQD%> (Rock Quality Designation
A3	Spaziatura delle discontinuità
A4	Condizioni dei giunti
A5	Condizioni idrauliche dei giunti
Ic	Indice di correzione

Ad ognuno di essi viene assegnato un indice parziale a seconda del valore o della condizione. Nella presente si utilizza la Classificazione di Bieniawski del 1989. Il parametro A4 deve essere ricavato attraverso la sommatoria di una serie di indici parziali, che tengono in considerazione la rugosità, l'apertura, la persistenza lineare, il riempimento e il grado di alterazione dei giunti.

PARAMETRI	INTERVALLI DI VALORI				
Lunghezza giunto	<1m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
Indice	6	4	2	1	0
Apertura giunto	Chiuso	<0,1 mm	0,1-1 mm	1-5 mm	>5 mm
Indice	6	5	4	1	0
Rugosità giunto	Molto rugoso	Rugoso	Leggerm. rugoso	Liscio	Laminato
Indice	6	5	3	1	0
Riempimento	Nessuno	Compatto<5mm	Compatto>5mm	Molle<5mm	Molle>5mm
Indice	6	4	2	2	0
Alterazione giunti	Non alterati	Legg.alterati	Mediam.alterati	Molto alterati	Decomposti
Indice	6	5	3	1	0

Infine, il parametro A5 (condizioni idrauliche) andrà calcolato come segue:

A5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10m di lunghezza del tunnel (litri/min)	Assente	<10	10-25	25-125	>125
		Rapporto Pressione acqua nei giunti/Pressione naturale in sito	0	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5
		Condizioni generali	Giunti asciutti	Umidi	Bagnati	Stillicidio	Venute d'acqua
	Indice		15	10	7	4	0

La somma dei 5 indici parziali fornisce il Basic RMR (BRMR). Il Basic RMR in condizioni di giunti asciutti (A5=15) può essere correlato anche in questo caso al parametro G.S.I. (Geological Strenght Index).

$$GSI = BRMR_{79} - 5 \text{ (solo per BRMR>23)}$$

Per la stima dell'indice di correzione Ic si deve fare riferimento, anche in questo caso, alla seguente tabella:

Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Gallerie e miniere	Indice	0	-2	-5	-10	-12
Fondazioni		0	-2	-5	-15	-25
Versanti		0	-5	-7	-50	-60

Applicando alla BRMR la correzione Ic si ottiene l'indice RMR, correlato alla qualità dell'ammasso roccioso secondo la seguente tabella:

RMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA'	Molto scadente	Scadente	Discreta	Buona	Ottima

I parametri geomeccanici sono invece essere correlati direttamente a BRMR (e non a RMR) attraverso le relazioni:

$$\varphi(^\circ) = 5 + \frac{BRMR}{2}$$

$$c(MPa) = 0{,}005 * BRMR$$

$$E(GPa) = 10^{\frac{BRMR-10}{40}}$$

dove:

φ(°)= Angolo d'attrito dell'ammasso roccioso;
c(Mpa)= Coesione dell'ammasso roccioso;
E(Gpa)= Modulo elastico dell'ammasso roccioso;

L'indice RMR ottenuto dalla classificazione di Bieniawski, può essere inoltre correlato con l'indice Q (Classificazione di Barton) mediante la seguente relazione:

$$RMR = 9\ln Q + 44$$

xxxx

Angolo di attrito: ϕRoccia = 31.68°
Coesione C'Roccia = 1.86 Kg/cmq

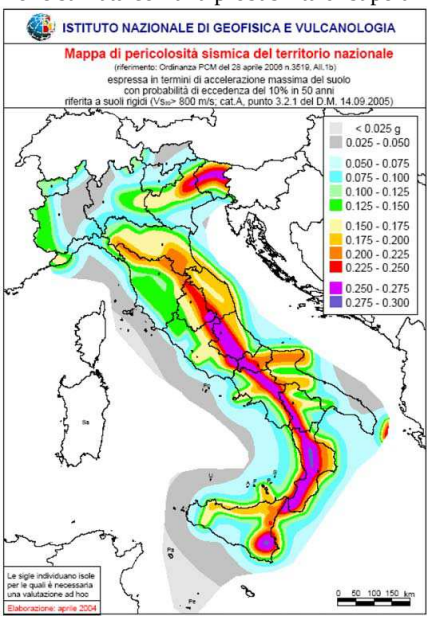
Come noto, per la definizione del grado di sicurezza di una struttura, le N.T.C. 2008 prevedono un approccio di tipo semiprobabilistico (livello 1) adottando il concetto di stato limite che necessita dei valori caratteristici dei parametri geotecnici ai quali è associata una probabilità di non superamento del 5% che il valore reale adottato sia inferiore a quello caratteristico. Il valore caratteristico è dato dalla: *Vk = Vm (1 – 1.645 Vf)* dove
Vk: val. caratteristico Vm: val. medio Vf: coeff. di variazione definito come il rapporto tra lo scarto quadratico medio e Vm.
In ragione della distribuzione "t" di Student si ricavano i seguenti **valori caratteristici:**

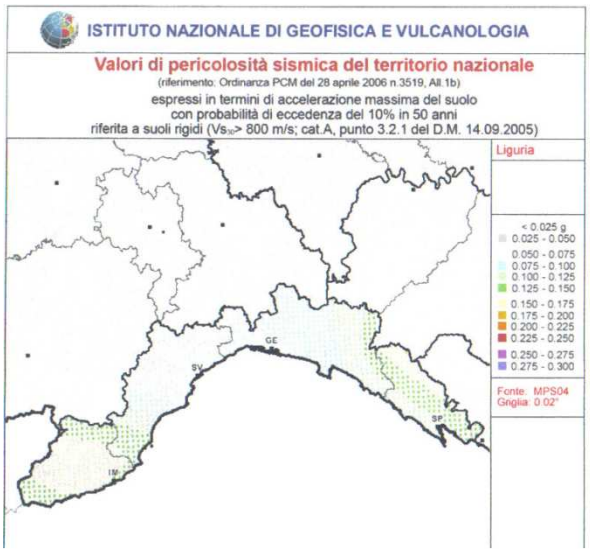
Angolo di attrito: ϕRoccia = 30.75°
Coesione C'Roccia = 1.5 Kg/cmq (dato cautelativo)
Peso di Volume : 22 KN/mc
JCS roccia sana: 78 MPa
JCS roccia alterata: 44 MPa
Angolo di attrito residuo: 21°
RQD: 65%
Volume roccioso unitario : 0.37 mc

4. ANALISI DI PERICOLOSITA' SISMICA

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9,approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile (recepita dalla O.P.C.M. n° 3519 del 28 Aprile 2006) e divenuta, quindi, Mappa di pericolosità sismica di riferimento prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008**.** Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito in studio che è descritta dalla probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento "PVr" che, in un fissato dato di tempo detto periodo di riferimento (Vr/ anni), si possa verificare un evento sismico di entità noto e massimo per magnitudo.

A tale riguardo, sulla base delle informazioni e delle analisi eseguite dal Servizio Sismico Nazionale, il quadro sismotettonico del territorio comunale di CENGIO è caratterizzato da un grado di rischio sismico, quantificato come indicato nel D.G.R. n. 1362 del 19/11/2010 "Aggiornamento classificazione Sismica del territorio della Regione Liguria ai sensi del DM. 14/01/2008", in **classe sismica 4.** Nello specifico si prevedono accelerazioni di ancoraggio dello spettro di risposta elastico comprese in una fascia di accelerazione stimata con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresa tra 0.05 – 0.075 g.





Senza entrare nel dettaglio, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito da quattro espressioni (periodi T, Tb, Tc, Td), ciascuna delle quali è funzione di alcuni parametri tra cui:

- ag : l'accelerazione di base (che dipende dalla collocazione del sito rispetto alla griglia di accelerazioni INGV);
– η: il fattore di alterazione dello spettro elastico per coefficienti di smorzamento convenzionali diversi dal 5%;
- Fo: il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima (che dipende dalla collocazione del sito all'interno della griglia di accelerazioni);
- Tc: Cc x Tc* il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (in cui Cc dipende dalle condizioni sismostratigrafiche sel sito - vedi in seguito le categorie di sottosuolo – e Tc* dipende dalla collocazione del sito);
- S: il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione **S = Ss * St** in cui
Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafica (funzione della categoria di sottosuolo)
St = coefficiente di amplificazione topografica (che dipende dalla posizione topografica del sito).

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, con le modalità precisate dalle NTC 08, per tener conto delle modifiche prodotte dalle **condizioni stratigrafiche locali** del sottosuolo nel sito di costruzione e dalla morfologia in superficie. Tali modifiche caratterizzano la **risposta sismica locale (RSL)** ,

ovvero l'azione sismica prodotta in superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite per effetti morfologici o subite trasmettendosi dal substrato rigido attraverso le coperture. I diversi profili sismostratigrafici del sottosuolo, in base alle caratteristiche di spessore e di rigidezza elastica (prodotto della densità per la velocità al quadrato delle onde sismiche trasversali), possono amplificare il moto sismico in superficie rispetto a quello indotto alla loro base, in funzione della natura, spessore e soprattutto velocità di propagazione delle onde di taglio Vsh (componente orizzontale delle onde di taglio) all'interno delle coperture. A parità di impedenza sismica del substrato (prodotto della velocità delle onde di taglio Vs per la densità ρ), l'amplificazione cresce quanto minore è l'impedenza sismica dei terreni di copertura.

Nel D.M. 14 Gennaio 2008 viene evidenziato che, "ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi" (3.2.2. e 7.11.3): in mancanza di tali studi nelle Norme tecniche per le costruzioni si definiscono per questo aspetto cinque (A, B, C, D, E) categorie di sottosuolo a diversa rigidezza sismica, caratterizzate da velocità Vs30 (definita come velocità delle onde di taglio di un terreno omogeneo nei primi 30 metri sotto la base della fondazione equivalente a quella di un terreno stratificato di pari spessore) che determinano diverse condizioni amplificative e diverse cambiamenti della forma spettrale rispetto allo spettro di risposta su suolo rigido.

*A) **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.*

*B) **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica Nspt30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

*C) **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti,** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).*

*D) **Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati, o terreni a grana fina scarsamente consistenti,** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/sec (ovvero Nspt30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).*

*E) **Terreni dei sottosuoli tipo C o D per spessore non superiore a** 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 800 m/sec).*

In aggiunta a queste due categorie, per le quali le norme definiscono le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 – Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/sec (ovvero 10< cu30 > 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;

S2 – Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In assenza di analisi di risposta sismica locale, la forma spettrale su sottosuolo rigido di categoria A viene modificata in funzione dei coefficienti Ss (coefficiente di amplificazione stratigrafica) Cc e St (coefficiente di amplificazione topografica) che intervengono nel calcolo dei diversi rami dello spettro e che variano in dipendenza della categoria di sottosuolo.

Amplificazione stratigrafica

Tabella 3.2.V – *Espressioni di S_S e di C_C*

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

con F_0 ricavabile dall'allegato B del D.M. 14/01/08, al pari della reale e puntuale a_g del sito in studio, in funzione del tempo di ritorno (Tr) preso in considerazione.

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove St assume valore unitario. St si utilizza solo se H > 30 m.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tabella 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

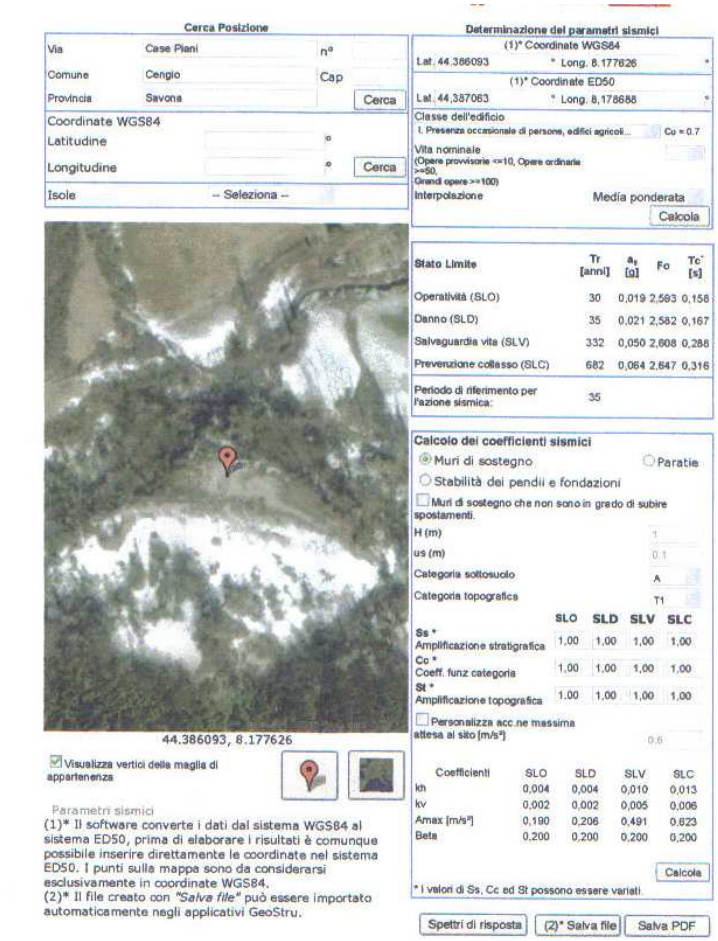
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

L'indagine e le evidenze stratigrafiche emerse, consentono di ricavare e stimare la Vs30 a partire dal piano campagna attuale, rispetto all'orizzonte litoide roccioso a comportamento sismico rigido, utilizzando i dati di cui al paragr. 3.2 sopra. Nello specifico si ricava una **Vs30 media di sito pari a 900 m/s,** ovvero applicando la normativa progettuale ai sensi dell'Ordinanza citata nel metodo previsto dal D.M. 14/01/08, ascrivibile alla

Categoria di Sottosuolo: A

Categoria topografica : **St = variabile da 1.0 – 1.2 (T1 – T2).**

Individuato un punto mediano di sito e interpolando i quattro punti più vicini della maglia di riferimento definita dall'O.P.C.M. 3519/2006 con centro identificato in coordinate geografiche elissoide ED50 Lat. 44,387063 e Long. 8,178688, si ottiene il seguente quadro sismico di progetto:



Per una verifica allo **Stato Limite Ultimo dinamico (sismico)** tipo **SLV** si ricava, pertanto, un valore **Ago = 0.05g.**

5. PROGETTO di COLTIVAZIONE e RECUPERO AMBIENTALE

5.1 Criteri generali vincolanti

La progettazione dell'attività estrattiva prevede lo sfruttamento delle risorse in termini di sostenibilità ambientale finalizzata a garantire:

- funzionalità, sicurezza e produttività
- corretta gestione del territorio
- prevenzione di fenomeni di dissesto idrogeologico
- stabilità dei versanti senza ricorrere per quanto possibile ad opere accessorie e/o ricorrere a strutture artificiali, privilegiando in alternativa opere di ingegneria naturalistica
- minima impermeabilizzazione superficiale del suolo senza alterare l'equilibrio idrogeologico del sito
- efficienza del sistema drenante e di regimazione superficiale acque
- sistemazione finale delle aree oggetto di escavazione, mediante rimodellamento dei versanti tramite riempimento ricostituendo quanto più possibile la morfologia originaria con inserimento adeguato nel contesto paesistico, favorendo il recupero qualitativo dei territori boscati e delle zone arbustive e prative mediante l'introduzione di specie autoctone, nel rispetto delle previsioni dei "Piani di assestamento e utilizzazione del patrimonio silvo – pastorale" di cui all'art.19 della l.r. n.4/99, se vigenti, ovvero, nel caso in cui tali piani non esistano, nel rispetto delle indicazioni di cui al PTCP, assetto vegetazionale. A tale riguardo si precisa come, quanto più possibile e in virtù dell'andamento reale delle fasi logistico –esecutive in corso d'opera, il recupero ambientale verrà messo in opera contestualmente con la coltivazione e non relegato come atto conclusivo dello sfruttamento. A tale riguardo e in tale ottica, lo sfruttamento del sito è stato concepito prevedendo tre fasi di coltivazione successive.

L'attività dell'azienda consiste nell'estrazione da cava di materiali inerti di natura argillosa. Le operazioni che vengono svolte sono:

- estrazione del materiale argilloso, con l'ausilio di escavatore cingolato dotato di benna e pale gommate;
- carico del materiale su camion e loro trasporto in esterno

La cava non ricade all'interno di aree geologiche pertinenti e di dominio delle "pietre verdi" ne interessa anche solo indirettamente siti della Rete Natura 2000 o aree di collegamento ecologico funzionali specificatamente individuate a tale scopo.

L'attività di cava non interessa direttamente corsi d'acqua e il limite di estrazione è individuato a distanze operative ai sensi della normativa vigente senza interferire con i limiti di inedificabilità e interazione assoluta.

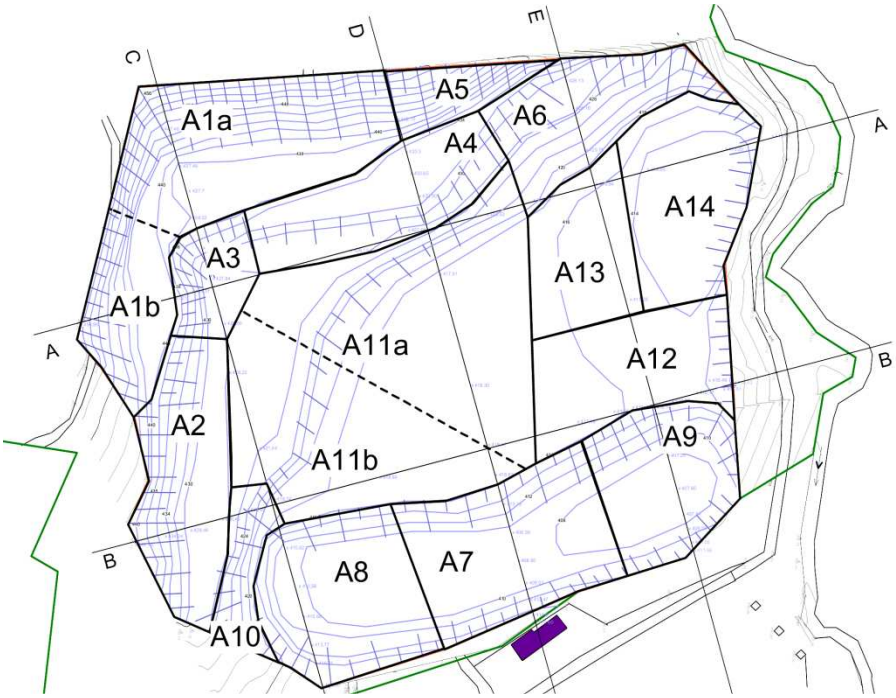
Il progetto di coltivazione in essere, al fine di limitare nel tempo l'impatto visivo della cava, *prevede la coltivazione per lotti successivi con immediato inizio delle opere di recupero ambientale all'esaurimento dei singoli lotti di coltivazione* (art. 11 bis delle N. d. A. del PTRAC, art. 88 delle N.d.A. del PTCP). Pertanto, l'apertura di un nuovo lotto di intervento, con conseguente scopertura del terreno vegetale, avrà luogo dopo il completamento del lotto precedente, ad eccezione delle unità produttive la cui particolare attività prevede esigenze di miscelazione di materiali diversi provenienti da lotti distinti.

Con riferimento alla Tav. 8 rev. 1.0, dove sono riportate in Raffronto le sezioni geologiche dello Stato a Progetto in rinnovo e quelle del Progetto Autorizzato / 1982, si evidenzia una minima discrepanza resasi necessaria, in fase di progettazione, onde rispettare le vigenti fasce di inedificabilità assolute lungo Rio Piani, i limiti del complesso estrattivo e di P.T.R.A.C., la fattibilità geotecnica in sicurezza delle scarpate di cantiere e in ragione, altresì, di una sopravvenuta e locale differenza tra il p.c. di riferimento 2003 e quello emerso dalla nuova campagna celerometrica, dovuto essenzialmente a fenomeni di erosione concentrata e localizzati, nonchè a riequilibri gravitativi della copertura superficiale e a piccoli interventi di viabilità e regimazione acque superficiali eseguiti nel tempo.

Nello specifico e in ogni caso, i nuovi profili di coltivazione sono stati progettati onde compensare le volumetrie disponibili come da progetto autorizzato senza alcun aumento delle stesse.

Il volume autorizzato con progetto 1982 era stimato in circa 200000 mc.

Nella tabella che segue è riportata in sintesi la procedura di calcolo che si è avvalsa di determinazioni statistiche discretizzando le aree estrattive in sottozone omogenee per sezione di scavo, altezza ed estensione laterale media. Si sono ricavate n. 14 sottozone omogenee. Per ciascuna di esse è stato determinato il volume da estrarre sulla base di una sezione media di scavo.



Zona Omogenea	Superficie zona omogenea (mq)	Area scavo sezione media (mq)	Sviluppo medio laterale (m=	Volume di scavo zona omogenea (mc)
A1	4142			
A1a		340	76	25840
A1b		178	48	8544
A2	1944	113	68	7684
A3	748	368	26	9568
A4	1838	185	70	12950
A5	611	85	25	2125
A6	1675	110	45	4950
A7	2417	310	53	16430
A8	2179	430	45	19350
A9	1722	525	30	15750
A10	579	160	40	6400
A11	6923			
A11a		565	48	27120
A11b		385	30	11550
A12	1860	375	24	9000
A13	1370	300	25	7500
A14	2000	260	50	13000
	Totale area complesso estrattivo 30008 (mq)			**Volume totale di scavo 197761 (mc)**

Il volume complessivo stimato per la richiesta in oggetto è pari a circa 197761 mc, in linea con l'ordine di grandezza autorizzata nel precedente progetto.

L'attività estrattiva avverrà a cielo aperto. Verranno utilizzati sistemi di abbattimento classici con macchine escavatrici senza l'uso di materiale esplosivo garantendo la prevenzione dei rischi di infortunio e l'igiene ambientale.

In ragione degli spazi logistici e della geometria di cava si è progettata la coltivazione suddividendola in tre Nuove Fasi Esecutive, procedendo da monte verso valle, utilizzando il piazzale di cava esistente nel settore mediano, per la manovra dei mezzi di scavo e trasporto e per il deposito provvisorio del materiale scavato, attraverso la viabilità interna di cava collegata direttamente con la strada comunale Beja.

L'attività di cava si svilupperà secondo tecnica classica a gradoni con pendenze di raccordo a favorire la regimazione delle acque superficiali libere. Lo sviluppo plano altimetrico dell'area di cava prevede, infatti, come si evince dalle sez. prog. A-A / B-B,

una pendenza media generale verso NW in direzione Rio Piani, dove è previsto il convogliamento del sistema di regimazione principale delle acque di ruscellamento / cantiere.

Il programma di coltivazione prevede per ciascuna fase, un periodo di esecuzione pari a 5 anni; 5 anni è anche il tempo di realizzazione del ripristino ambientale finale a coltivazione ultimata. Si stima pertanto un periodo di attività della cava dell'ordine dei 20 anni, con una produzione annua stimata in circa 13500 mc /anno.

Circa l'ammontare totale dei rifiuti di estrazione si rimanda al Piano di Gestione Rifiuti a corredo e parte integrante degli elaborati progettuali.

Con riferimento alle sez. progettuali C-C / D-D / E-E, trasversali alla massima pendenza, l'area di cava avrà tre gradoni, di cui quello mediano costituisce e deriva dall'approfondimento e allargamento del piazzale di cava esistente. L'inclinazione delle scarpate è stata progettata sulla base di verifiche di stabilità utilizzando i dati geognostici associati al modello geotecnico di cui al paragr. 3 e alla classificazione sismica (parag. 5). Con riferimento alle Tav. 5 / 6a-b rev. 1.0, si prevede:

5.2 Prima fase di coltivazione:

La prima fase di coltivazione interesserà principalmente il settore Sud-Centrale dell'area di cava e limite in pianta irregolare concavo come evidente dalla Tav. 6a rev. 1.0. Per l'attività di cava si prevede sia l'utilizzo della viabilità di accesso piazzale esistente che l'apertura di una nuova pista con innesto diretto sul gradone /pianoro a quota 433/434 m slmm.

Procedendo da E verso W, si ha:

- Sez. A-A: dalla massima progressiva di limite complesso estrattivo di 454.95 m, scarpata con gradone attestato a quota di 441.17 m e lunga rampa dolce/regolare decrescente verso W, con fine intervento a quota 434.79 m.
- Sez. B-B: dalla quota di limite estrattivo di 440.13 m, scarpata e gradone con quota basale a 428.46 m e scarpata di finitura in contropendenza con fine intervento a quota 430.40 m.

Procedendo da S verso N, con riferimento alle sezioni trasversali, si ha:

- Sez. C-C: dalla massima progressiva di limite complesso estrattivo di 458.18 m si realizza scarpata con gradone di cava attestato a quota 437.49 m e contro scarpata a risalire dolcemente a quota 440.28 m
- Sez. D-D: dalla massima progressiva di limite complesso estrattivo di 454.52 m si realizza scarpata con gradone di cava attestato a quota 433.30 m e contro scarpata a risalire dolcemente a quota 435.30 m
- Sez. E-E: dalla progr. di 436.86 m, scarpata e gradone a quota 428.13 m con rettifica finale suborizzontale

La regimazione delle acque superficiali verrà realizzata a mezzo sistema di cunette con pozzetti di ispezione, sviluppato lungo i gradoni basali in corrispondenza delle depressioni ricavate con i profili di chiusura sezioni verso valle (N), con pendenza generale verso W con fine regimazione e convoglio acque nel Rio Piani. In questa prima fase verranno predisposti anche tratti provvisori di rete drenante.

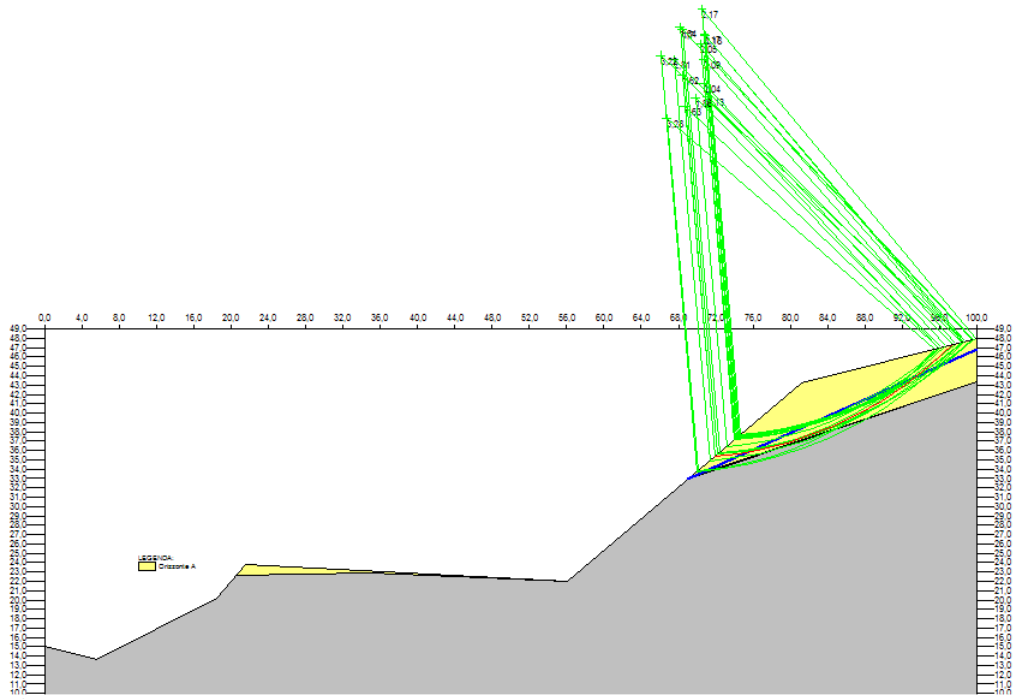
5.2.1 Stabilità fronte di cava Prima Fase di coltivazione

(I tabulati di calcolo e le generalità sulle modalità di verifica stabilità sono riportati nel report allegato a fine relazione).

Nella prima fase di coltivazione, la sezione progettuale più critica, per dislivello e pendenza scarpate è la **Sezione D-D.** Di seguito sono riportati gli estratti delle verifiche di stabilità eseguite lungo la sez. D-D, con report di dettaglio relativo al tratto di versante interessato dal fronte di scavo esecutivo della fase n.1 di coltivazione. A favore di sicurezza si è ipotizzata la presenza di una falda, seppur temporanea, a saturare le coltri di copertura intagliate dai fronti di scavo, nonché viene considerato nel modello di analisi a rappresentare la copertura detritica e il livello destrutturato di transizione al substrato roccioso, il solo orizzonte A.

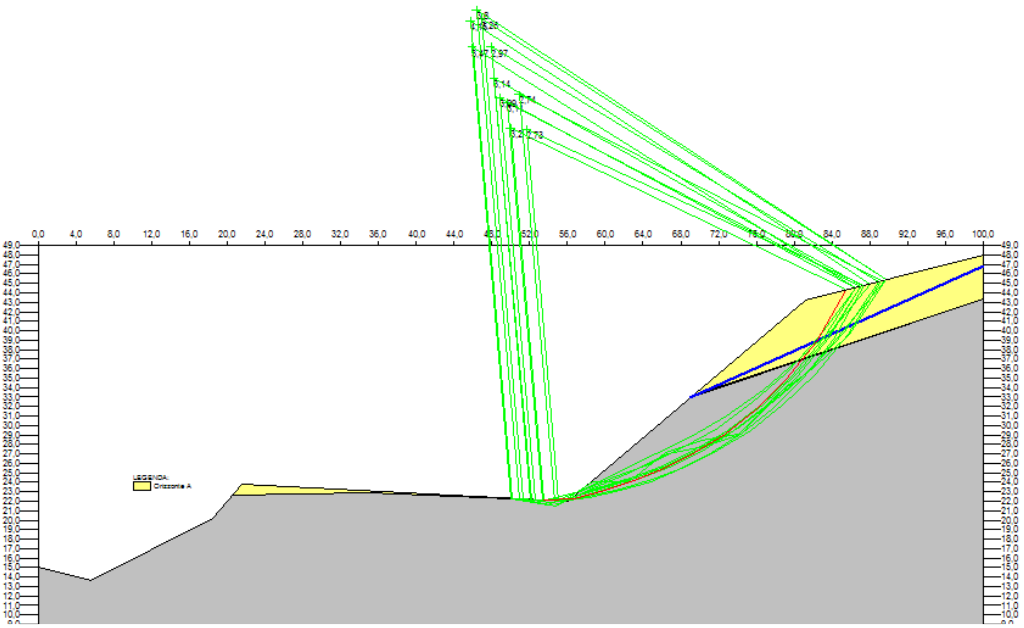
Verifica n. 1 sez. D-D

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il fronte di cava lungo l'interfaccia copertura / substrato fratturato, secondo superfici di taglio irregolari e/o circolari ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1,624 (Bishop semplif.).



Verifica n. 2 sez. D-D

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il piede del fronte di cava e il ciglio della scarpata esecutiva di scavo, secondo superfici di taglio irregolari lungo le principali discontinuità dell'ammasso come ricavate con i rilievi strutturali, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1,914 (Sarma).



Le verifiche eseguite evidenziano condizioni di sicurezza operativa e di stabilità del versante.

5.3 Seconda fase di coltivazione:

La seconda fase di coltivazione interesserà principalmente il settore Centrale dell'area di cava con limite in pianta irregolare convesso verso N come evidente dalla Tav. 6b rev. 1.0. Costituisce prosecuzione della prima fase e comporta, principalmente, l'allargamento e l'approfondimento del piazzale di cava esistente sede delle principali operazioni di stoccaggio e movimentazione minerale. Anche in questo caso per l'attività di cava si prevede sia l'utilizzo della viabilità di accesso piazzale esistente che l'apertura di nuova pista con innesto a rampa direttamente sull'area gradonata realizzata con la prima fase di coltivazione.

Procedendo da W verso E, si ha:

- Sez. A-A: approfondimento dalla progressiva relativa di 439.30 m, scarpata con piede a quota 427.84 m raccordo con area pseuodpianeggiante con lieve "schiena d'asino" mediana (429.11 m), e tratto in dolce declivio fino a quota 416.84 m e contro scarpata di chiusura a risalire fino a quota 424.91 m

- Sez. B-B: approfondimento dalla progressiva relativa di 428.46 m con scarpata + vasto gradone con quota basale a circa 418.47 m e contro scarpata di chiusura a risalire fino a quota 422.24 m

Procedendo da S verso N, con riferimento alle sezioni trasversali si ha:

- Sez. C-C : approfondimento con scarpata dalla progressiva relativa di 438.02 m con gradone ristretto con base quota a 428.0 m circa, per poi degradare fino a quota 418.74 m dove la scarpata di chiusura in contropendenza risale fino a quota 424.12 m

- Sez. D-D: dalla progressiva relativa di 433.90 m si realizza scarpata con piede attestato a quota 417.91 m (quota circa 5 – 6 m inferiore a quella attuale di piazzale esistente), per poi svilupparsi con ampio piazzale pseudo pianeggiante e chiudere con scarpata in contropendenza a quota 422.83 m.

- Sez. E-E: dalla progressiva relativa di 428.16 m, scarpata con piede a quota 416.84 m(quota di circa 8 m inferiore a quella attuale di piazzale esistente), per poi svilupparsi con ampio piazzale pseudo pianeggiante e chiudere con scarpata in contropendenza a quota 424.00 m.

Per la regimazione delle acque superficiali verrà utilizzato in parte il sistema di cunette con pozzetti di ispezione creato per la fase n. 1, implementandolo con un nuovo tratto in raccordo definitivo per lo scarico nel Rio Piani, nonché di nuovo braccio provvisorio a cinturare il nuovo piazzale operativo ed esecutivo. Anche per questa fase si ha una pendenza generale verso valle (N) in linea con l'andamento reale della topografia di superficie e in ragione degli intenti di regimazione provvisoria delle acque libere.

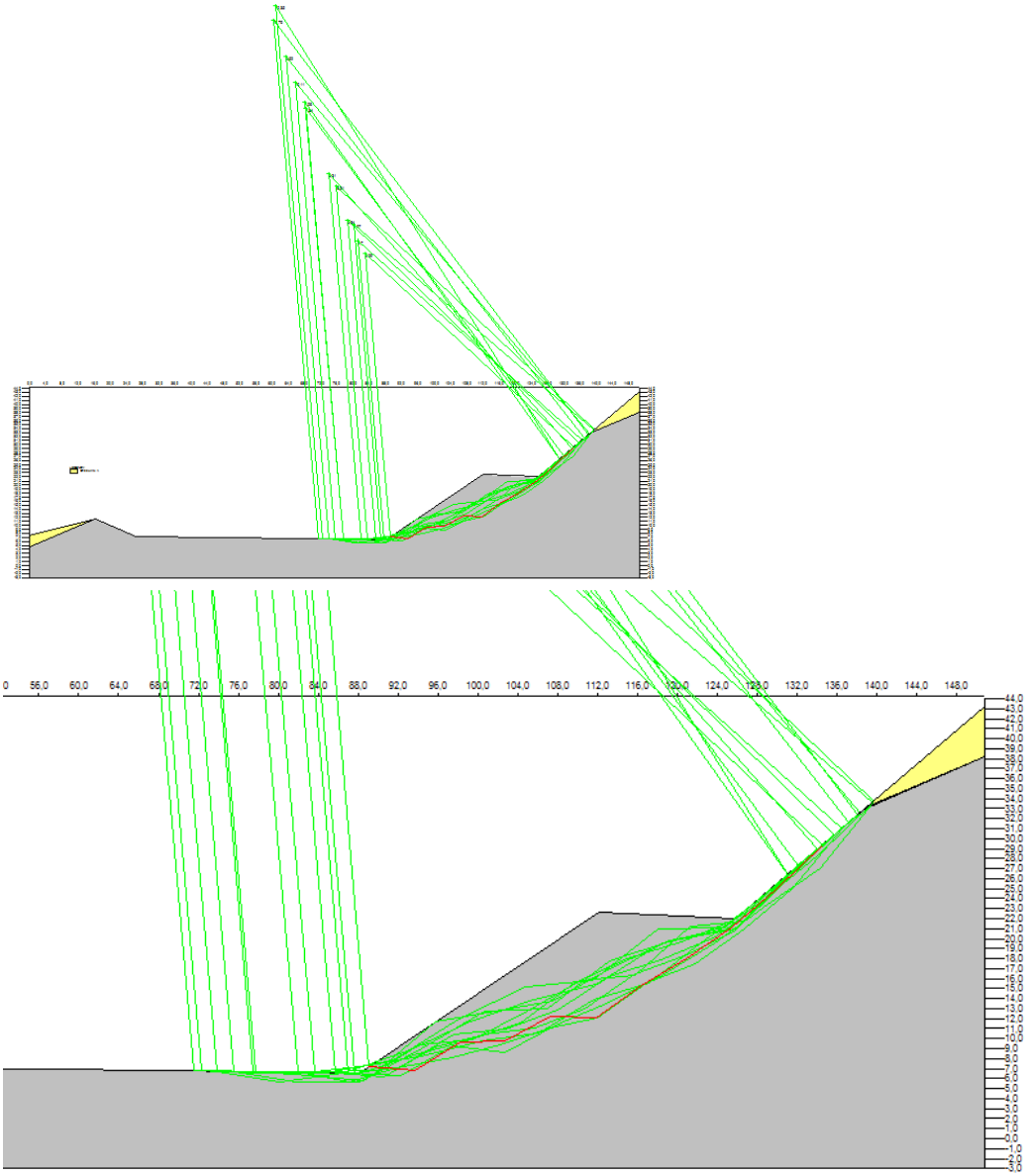
5.3.1 Stabilità fronte di cava Seconda fase di coltivazione:

Analizzando le varie sezioni progettuali emerge come, nell'ambito della seconda fase di coltivazione, la sezione progettuale più critica, per dislivello e pendenza scarpate, in rapporto anche con l'approfondimento della fase di coltivazione n. 1 sia ancora la **sezione D-D.** A favore di sicurezza, anche in questo caso viene considerato nel modello di analisi a rappresentare la copertura detritica e il livello destrutturato di transizione al substrato roccioso, il solo orizzonte A.

Di seguito sono riportati gli estratti delle verifiche di stabilità eseguite lungo la sez. D-D, con report di dettaglio relativo al tratto di versante interessato dai fronti di scavo fase n. 2 compresa la fase di coltivazione n. 1, nell'ottica, anche, di una valutazione generale della stabilità del versante. Poiché le scarpate riprofilate interessano esclusivamente il substrato roccioso marnoso arenaceo, costituente livello basale impermeabile e/o debolmente permeabile per sola fatturazione locale, nelle verifiche non si tiene conto della falda, ne vengono analizzate le superfici di taglio tra la copertura detritica e il substrato completamente rimosse dall'approfondimento in toto nella roccia dei fronti di scavo (cfr. sezioni progettuali).

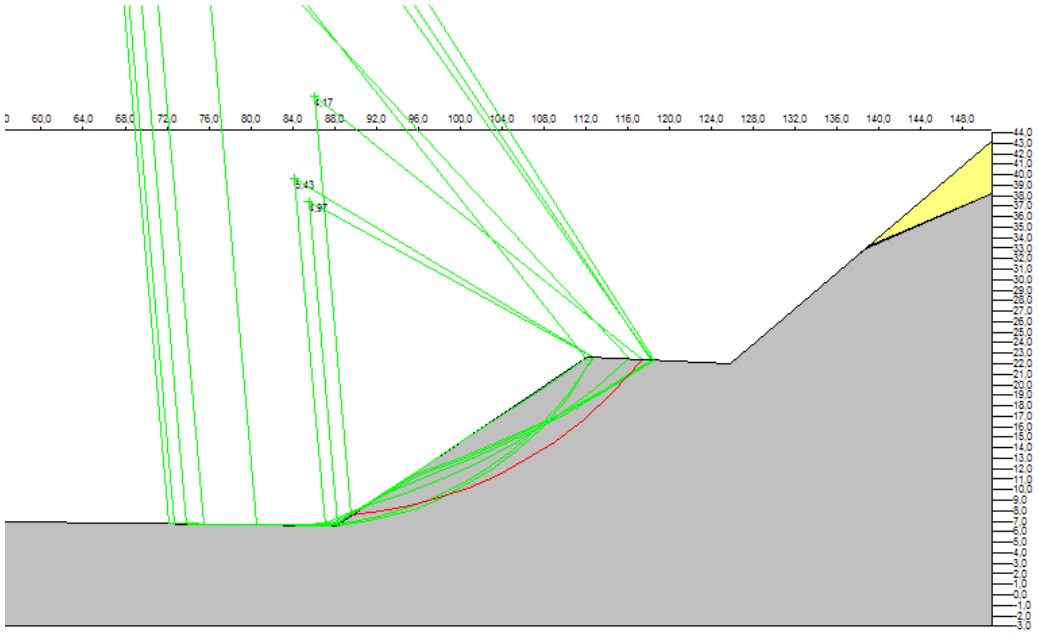
Verifica n. 1 sez. D-D

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il piede del fronte di cava e il gradone esecutivo soprastante relativo alla fase n. 1 di coltivazione, secondo superfici di taglio irregolari lungo le principali discontinuità dell'ammasso come ricavate con i rilievi strutturali, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1,628 (Sarma). (riportati estratto verifica generale e particolare zona d'analisi fronte)



Verifica n. 2 sez. D-D

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il fronte di cava fase di coltivazione n. 2 e il ciglio del gradone esecutivo soprastante relativo alla fase n. 1 di coltivazione, secondo superfici di taglio irregolari lungo le principali discontinuità dell'ammasso come ricavate con i rilievi strutturali, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 4,171 (Janbu semplificato). (riportato solo particolare zona d'analisi fronte)



(I tabulati di calcolo verifica stabilità sono riportati nel report allegato a fine relazione).

5.4 Terza e ultima fase di coltivazione:

L'ultima fase di coltivazione interesserà principalmente il settore Nord dell'area di cava (cfr. Tav. 7 rev. 1.0) con limite in pianta imposto dall'estensione del complesso estrattivo e dal P.T.R.A.C. , nonché dalla fascia di inedificabilità assoluta di cui e ai sensi del Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 " Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua". La terza fase costituisce prosecuzione e approfondimento della seconda concentrando principalmente l'attività estrattiva nella zona bassa della cava, utilizzando come accesso e viabilità di cantiere, oltre il piazzale di cava allargato la viabilità interna realizzata per la seconda fase.

Procedendo da W verso E, si ha:

- Sez. A-A: dalla progressiva relativa di 416.84 m, si realizza debole scarpata con gradone basale finale attestato a quota 413.0 m e massima estensione area di cava a circa 28 m dal limite P.T.R.A.C. e da argine Rio Piani.
- Sez. B-B: dalla progressiva relativa di 415.45 m si procede con pianoro pseudo pianeggiante attestato a quota 415.17 m e massima estensione area di cava a circa 43 m dal limite P.T.R.A.C. e da argine Rio Piani.

Procedendo da S verso N, con riferimento alle sezioni trasversali, si ha:

- Sez. C-C: dalla progressiva relativa di 418.74 m si realizza scarpata con gradone basale attestato a quota 410.52 m, per poi proseguire con piazzale basale e scarpata di chiusura in contropendenza a risalire a quota 416.60 m
- Sez. D-D: dalla progressiva relativa di 418.59 m, scarpata + gradone finale a quota di progetto di 408.59 m e scarpata di chiusura in contropendenza a risalire a quota 414.60 m
- Sez. E-E: dalla progressiva relativa di 415.40 m, realizzazione scarpata con gradone basale a quota di progetto di 407.25 m e scarpata di chiusura in contropendenza a risalire a quota 411.66 m

Anche per questa fase si ha una pendenza generale verso N ed W in linea con l'andamento reale della topografia di superficie e in ragione degli intenti di regimazione finale delle acque libere.

Per la regimazione delle acque superficiali verrà utilizzato in parte il sistema di cunette con pozzetti di ispezione creato per le fasi 1+2, implementandolo con un nuovo tratto in raccordo definitivo per lo scarico nel Rio Piani in corrispondenza del nuovo piazzale N nell'rea bassa di cava, nonché di nuovo braccio N-S a collegare gli scarichi provenienti dai settori S di cava.

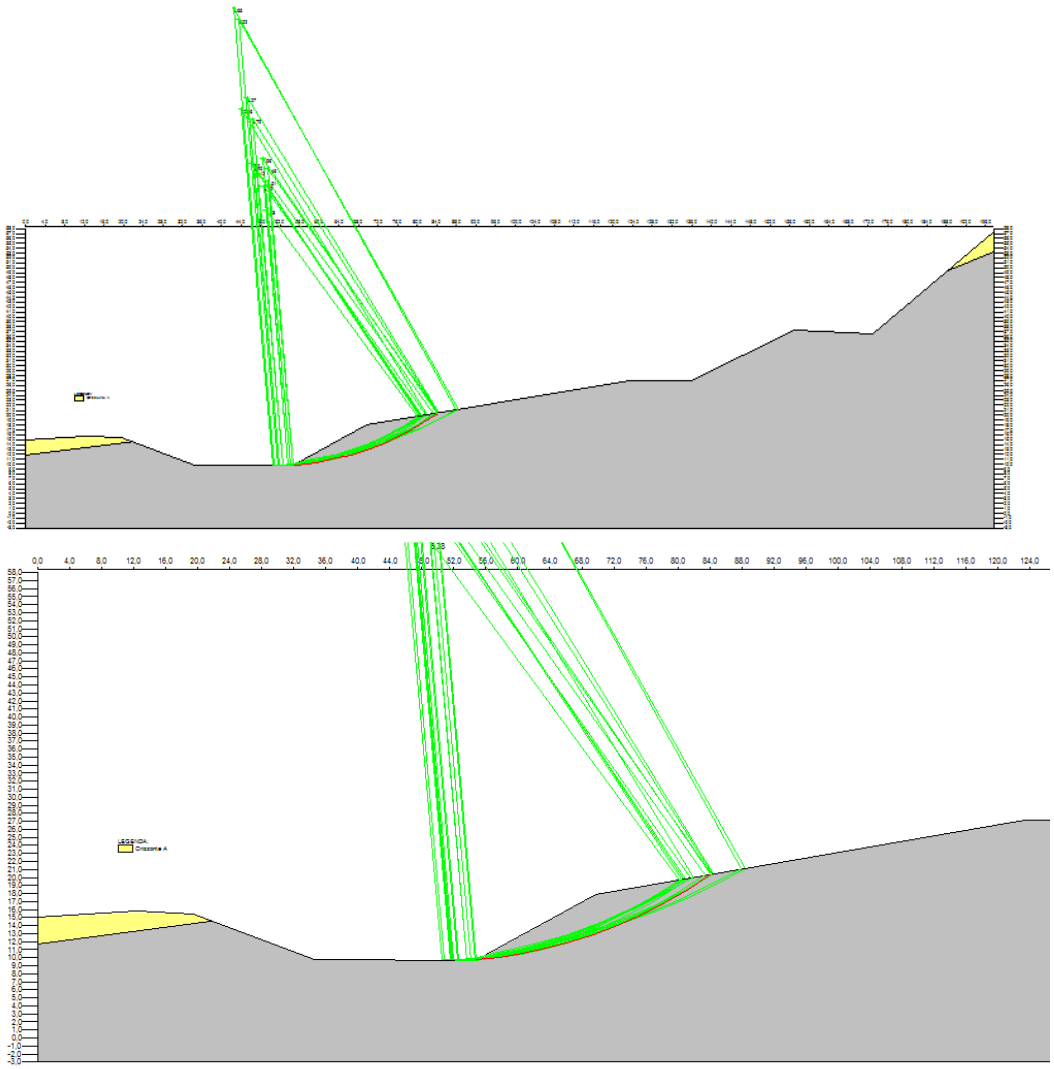
5.4.1 Stabilità fronte di cava Terza e ultima fase di coltivazione:

Analizzando le varie sezioni progettuali emerge come, nel'ambito della terza e ultima fase di coltivazione, la sezione progettuale più critica, per dislivello e pendenza scarpate, in rapporto sia con l'approfondimento della fase di coltivazione n. 2. sia rispetto alla riprofilatura generale e complessiva di tutto il versante, sia la **sezione C-C.** A favore di sicurezza, anche in questo caso viene considerato nel modello di analisi a rappresentare la copertura detritica e il livello destrutturato di transizione al substrato roccioso, il solo orizzonte A.

Di seguito sono riportati gli estratti delle verifiche di stabilità eseguite lungo la sez. C-C, con report di dettaglio relativo al tratto di versante interessato dai fronti di scavo della fase finale n. 3 comprese le precedenti fasi di coltivazione, nell'ottica, anche, di una valutazione generale della stabilità del versante. Poiché le scarpate riprofilate interessano esclusivamente il substrato roccioso marnoso arenaceo, costituente livello basale impermeabile e/o debolmente permeabile per sola fatturazione locale, nelle verifiche non si tiene conto della falda, ne vengono analizzate le superfici di taglio tra la copertura detritica e il substrato completamente rimosse dall'approfondimento in toto nella roccia dei fronti di scavo (cfr. sezioni progettuali).

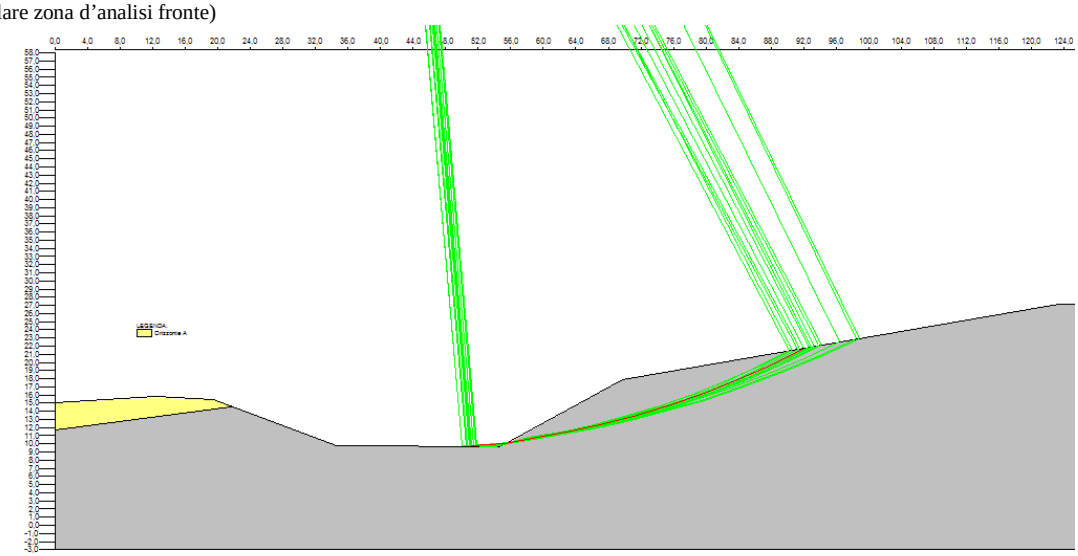
Verifica n. 1 sez. C-C

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il piede del fronte di cava della terza fase e il gradone esecutivo soprastante relativo alla fase n. 2 di coltivazione, secondo superfici di taglio irregolari lungo le principali discontinuità dell'ammasso come ricavate con i rilievi strutturali, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 7,458 (Janbu semplif.). (riportati estratto verifica generale e particolare zona d'analisi fronte)



Verifica n. 2 sez. C-C

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il piede del fronte di cava della terza fase e il settore a monte del ciglio - gradone esecutivo soprastante relativo alla fase n. 2 di coltivazione, secondo superfici di taglio irregolari lungo le principali discontinuità dell'ammasso come ricavate con i rilievi strutturali, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 8,476 (Janbu semplif.). (riportato solo particolare zona d'analisi fronte)



(I tabulati di calcolo e verifica sono riportati nel report allegato a fine relazione)

5.5 Accantonamento terreno vegetale

Lo strato superficiale ricco di humus e sede di attività microbica + strato sottostante di accumulo delle sostanze dilavate, eventualmente movimentato durante la preparazione dei fronti di scavo saranno, ove possibile, accantonati e resi disponibili per la realizzazione del ripristino ambientale. Le aree utili all'accumulo più o meno temporaneo del terreno di coltura verranno individuate in zone pianeggianti lontane da cigli attivi e dalla viabilità di cantiere ad intralcio. Dove possibile e compatibilmente con i tempi e le modalità degli interventi, si provvederà alla rimozione e alla conservazione degli esemplari arborei e arbustivi (con idonea quantità di terra a protezione dell'apparato radicale) e delle porzioni di cotico erboso allo scopo del loro riutilizzo per la rinaturalizzazione del sito. In ogni caso, nel corso d'opera dell'attività estrattiva, la volumetria di risulta, ovvero la terra e la roccia da scavo prodotta con gli sbancamenti e/o altri interventi di movimentazione terra e accessori, verrà abbancata e depositata in via temporanea e provvisoria nelle aree di cava in geometria e volumetria tali da non pregiudicare la stabilità dell'accumulo, dei versanti e/o siano pericolo pubblico, come individuate nelle Tavole 6A / 6B e 7 rev. 1.0.

5.6 Bacini di decantazione

Nella cava in oggetto non sono previsti impianti e fasi di lavorazioni del materiale comportanti la realizzazione di bacini per decantazione e asciugatura tramite evaporazione.

5.7 Regimazione delle acque

Come descritto nei sottoparagrafi 5.2/3/4 di cui sopra, è prevista la regimazione e l'intercettazione delle acque meteoriche superficiali provenienti e ruscellanti direttamente dalle scarpate/gradoni e piazzali di cava nonché dal deflusso a corredo viabilità di cantiere interna. A tale riguardo, la rete idraulica progettata, evolve e si trasforma contestualmente alla realizzazione e ultimazione delle varie fasi di coltivazione intermedie, con configurazione finale articolata in due rami distinti di raccolta, uno a monte e uno a valle che si sviluppano a cinturare l'area di cava con recapito in fossi di guardia tutti recapitanti nell'asta fluviale del Rio Piani (cfr. Tav. 7 rev. 1.0). La rete verrà mantenuta in efficienza durante tutte le fasi di conduzione dell'attività estrattiva, coerentemente con quanto stabilito dalla regolamentazione connessa al vincolo idrogeologico.

La regimazione superficiale progettata ha privilegiato quasi in toto cunette e canali a cielo aperto, limitando brevi tratti tombinati solo alle zone di attraversamento delle piste di cantiere. L'asta naturale del Rio Piani non è interessata da modifiche spondali, restringimenti e/o opere interferenti. Verranno inoltre adottate tutte le precauzioni atte a evitare riempimenti anche parziali dell'alveo e sversamento di materiale terrigeno nel corso d'acqua e a preservare la vegetazione perifluviale.

Relativamente ai calcoli e al dimensionamento della rete dei deflussi si rimanda agli elaborati progettuali idraulici a corredo della presente a firma Ing. Barbero Alessandro.

5.8 Polveri ed emissioni acustiche

Le emissioni di polveri diffuse sono quelle create dai mezzi meccanici nel corso delle operazioni di movimentazione dei materiali escavati e trasportati all'interno dell'area di cava, nonché dalle pale meccaniche e dai camion che transitano sui piazzali. La stagione estiva risulta il periodo più critico e problematico. La potenziale emissione di polveri in atmosfera, ai sensi degli articoli 269 del D.lgs 152/06 (Autorizzazione alle emissioni in atmosfera per gli stabilimenti) e 281 verrà limitata con l'ausilio del camion cisterna che attraverso una serie di ugelli inumidirà costantemente i piazzali e le vie di transito in modo da limitare l'insorgenza della polvere. In tale contesto sarà realizzata una piazzola destinata al lavaggio dei pneumatici dei mezzi che usciranno dal sito, in modo da evitare il trascinamento dell'argilla sul fondo stradale.

L'ubicazione isolata del sito di estrazione non necessita di particolare mitigazione d'impatto atmosferico o di schermatura all'impatto visivo. In merito alla limitazione delle emissioni acustiche non si ravvisano particolari problematiche in ragione anche dell'assenza di impianti per la lavorazione dei materiali e del non utilizzo di materiale esplosivo; in ogni caso si avrà cura nella scelta dei macchinari e nella limitazione gestionale di orario dell'attività estrattiva.

5.9 Manufatti di servizio e viabilità di accesso

I manufatti di servizio eventualmente consentiti dalla normativa di Piano, pur presentando caratteristiche formali specialistiche, saranno realizzati utilizzando materiali e colorazioni compatibili con i caratteri del luogo consentendo una continuità con lo stato d'arte circostante. Non sono presenti volumetrie esistenti da recuperare o convertire.

La viabilità d'accesso alla cava sarà realizzata riducendo al minimo la movimentazione dei materiali (scavi e riporti), ovvero prevedendo dove necessario ad opportune opere di contenimento e rinaturalizzazione dei versanti. Analoghi criteri saranno adottati per la progettazione e realizzazione delle piste temporanee. In Tav. 6a/6b e 7 rev. 1.0 sono riportate le piste di cantiere e la viabilità di accesso al sito di estrazione.

In ragione della natura argillosa e compressibile dei terreni in esame, le piste di accesso al cantiere verranno realizzate con l'utilizzo, ove necessario, di materiale arido di cava o materiale proveniente da centri di recupero autorizzato, per consentire agli automezzi, un transito su fondo adeguato e di idonea portanza.

E' prevista altresì, nella zona piazzola lavaggio, una struttura per il servizio igienico sanitario/assistenziale coem previsto dalla norma.

5.10 Progetto di recupero ambientale e sistemazione finale area cava

5.10.1 Criteri generali di progettazione

Il progetto di recupero ambientale e sistemazione finale dell'area di cava è stato improntato al fine di un rigoroso inserimento nel contesto paesistico esistente, nel rispetto della normativa vigente di cui delle N.T.A del P.T.C.P. e della normativa relativa alla corretta gestione delle terre e rocce da scavo evitando tagli netti e morfologie regolari, ferme restando le esigenze di stabilità dei fronti e le relative condizioni di sicurezza. Per quanto possibile verranno arretrati i cigli superiori di cava, con asportazione del materiale, anche con andamento irregolare, allo scopo di meglio ricucire l'area di cava con la morfologia del contesto.

A tale riguardo per il riempimento e la riprofilatura finale è in previsione l'utilizzo di:

- terreno vegetale naturale proveniente da scotico
- terra e roccia da scavo
- materiale inerte da cava
- materiale inerte proveniente da centro di recupero autorizzato e certificato

Tutti i suddetti materiali, saranno assoggettati alle verifiche ed ai controlli di idoneità secondo quanto disposto dal T.U. Ambiente D. Lgs. 152/06 e dal **D.M. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo " (G.U. n. 221 del 21/9/2012)**, oltre che del livello areato e superficiale scorticato in sito ed abbancato in via provvisoria nel corso dell'attività di sfruttamento.

In merito all'utilizzazione di materiali classificati come "rifiuti" ai sensi del Decreto del Ministero Ambiente del 5 febbraio 1998 e successive modifiche ed integrazioni, che risultano **idonei per attività di recupero ambientale**, ai sensi ed alle condizioni di cui all'Art. 5 e all'Allegato 1 suballegato 1 al predetto decreto, previo eventuale trattamento e comunque subordinatamente allo svolgimento del test di cessione ove prescritto, si ci atterrà scrupolosamente a quanto previsto dalla normativa vigente che esclude dal possibile riutilizzo esclusivamente finalizzato alla ricomposizione di aree di cava le seguenti tipologie di rifiuto: (rif. Allegato 1 suballegato 1 DM 5.02.98 e ss.mm.ii.) 7.14 "detriti di perforazione", 7.15 "fanghi di perforazione", 13.6 e 13.7 "gessi chimici", 13.11 "silicato bicalcico", in ragione delle caratteristiche chimico fisiche predominanti degli stessi.

In ogni caso i materiali utilizzati per la ricomposizione ambientale verranno selezionati in modo da garantire la compatibilità con le caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologiche e geomorfologiche delle aree da recuperare; in conformità del contenuto di inquinanti secondo quanto previsto dalla legislazione vigente in materia, in funzione della specifica destinazione d'uso del sito. Verrà altresì assicurata idonea miscelazione con materiale grossolano in modo da ridurre la sensibilità all'acqua rispetto a fenomeni di plasticità e compressibilità, ai cicli di imbibizione ed essiccamento, ovvero riducendo le percentuali di materiale fino e inducendo una elevata resistenza di attrito interno sia dal punto di vista granulometrico che mediante adeguati interventi di rullatura / costipamento in fase di messa in opera.

In osservanza della normativa vigente, alla fine dei lavori di coltivazione e delle opere di ripristino ambientale, connesse alla sistemazione idrogeologica del sito ed alla tutela ambientale, per quanto previsto dalla LR. 4/99, verrà prodotta una Relazione di Fine Lavori, sottoscritta da professionista abilitato e dal Direttore Responsabile, a certificazione della rispondenza dei lavori svolti e delle opere realizzate nei confronti della salvaguardia idrogeologica dei luoghi con particolare riferimento ai fattori del vincolo (stabilità dei versanti, regimazione delle acque e copertura vegetale); nonché verrà fornita documentazione certificante la rispondenza delle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti le opere di recupero ambientale con quanto previsto a progetto.

Dove possibile verranno altresì adottate tecniche di rinaturalizzazione con ricostituzione di un suolo vegetale stabile, in senso geotecnico, e resistente all'erosione nonchè similare per caratteristiche a quello originario, in continuità con le aree limitrofe. A tale riguardo si opererà mediante ricarico di terreno e immediato inerbimento (semina o idrosemina), riutilizzando prioritariamente il terreno vegetale e le specie vegetali accantonate allo scopo, con ricorso contestuale ad opere di stabilizzazione quali palizzate, viminate, palificate, scogliere etc…., ovvero interventi antierosivi di rivestimento quali reti, stuoie, feltri, etc. utilizzando altresì residui vegetali. Successivamente si interverrà con la messa a dimora di specie arboree lasciando la copertura vegetale libera di evolvere spontaneamente.

Nel merito e nel dettaglio di ciò si rimanda al Piano manutentivo-gestionale, ovvero alla relazione Agronomica Forestale allegata al progetto dove è altresì esplicitato il raffronto tra la superficie boscata attuale e quella a ricomposizione conclusa, ai sensi dell. Art. 47bis della L.R. n. 4/1999. Si rimanda altresì alla tavola di rendering/fotomontaggio per la presa visione della resa finale della risistemazione prevista.

5.10.2 Verifiche stabilità scarpate sistemazione finale

Anche in questo caso, in osservanza della normativa vigente e delle raccomandazioni di cui alle "Linee Guida", la progettazione del profilo finale di sistemazione di riempimento e recupero è stata sviluppata sulla base delle risultanze e delle indicazioni tecnico –esecutive emerse dalle verifiche di stabilità globali in back analysis dei profili in sicurezza delle scarpate esecutive.

Nello specifico, le principali verifiche e analisi di stabilità sono state eseguite lungo la **sezione C-C,** più critica per spessori di riempimento, dislivelli e pendenze scarpate. Le analisi hanno altresì valutato il grado generale di stabilità del versante allo stato finale. Come previsto dalla normativa vigente (N.T.C. 2008), le verifiche sono state eseguite utilizzando l'accelerazione sismica massima di progetto come ricavata nel paragrafo tematico di cui sopra e la sua componente verticale, con analisi condotta in termini di tensioni efficaci, alle condizioni di Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) con coefficiente di sicurezza richiesto R2 pari ad 1.1.

L'elaborazione è stata condotta utilizzando il software dedicato della *Program Geo Soils win v. 2.0,* operando con metodo Jambu semplificato e corretto / Bishop, Fellenius e Sarma. *I parametri di progetto sono ricavati dalle note: Tan ϕp = Tan ϕk / 1.25 / C'p = C'k / 1.25*

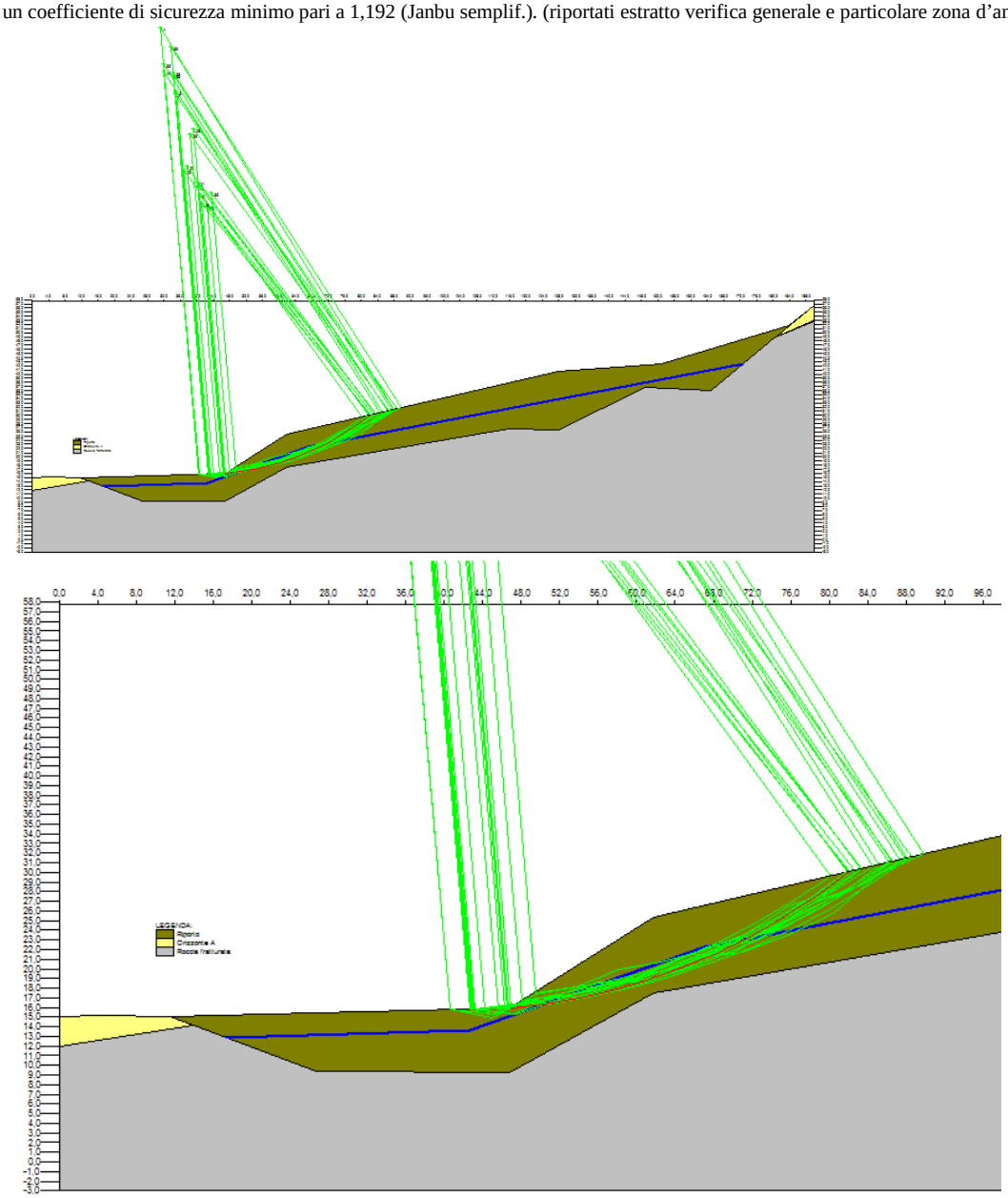
La progettazione delle scarpate di recupero finale è stata eseguita considerando in via preliminare e indicativa, sulla base di dati bibliografici e note esperienziali personali, un materiale di recupero inerte medio (terra e roccia da scavo naturale miscelata ed assortita granulometricamente), costituito dalle seguenti proprietà geotecniche cautelative:

Angolo di attrito: ϕRiporto = 27°
Coesione C'Riporto = 0.0 Kg/cmq
Peso di Volume : 18 KN/mc
Densità relativa Dr: 70%

A favore di sicurezza le verifiche sono state eseguite ipotizzando la presenza di una falda, seppur temporanea, a saturare parzialmente le coperture detritiche.

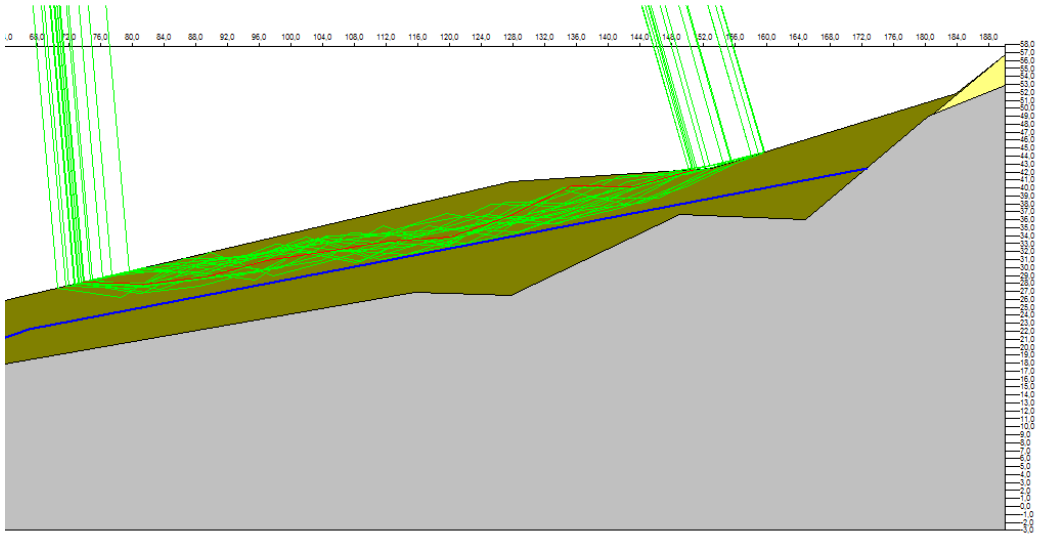
Verifica n. 1 sez. C-C

Ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il piede del versante riprofilato come da progetto recupero ambientale, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1,192 (Janbu semplif.). (riportati estratto verifica generale e particolare zona d'analisi fronte)



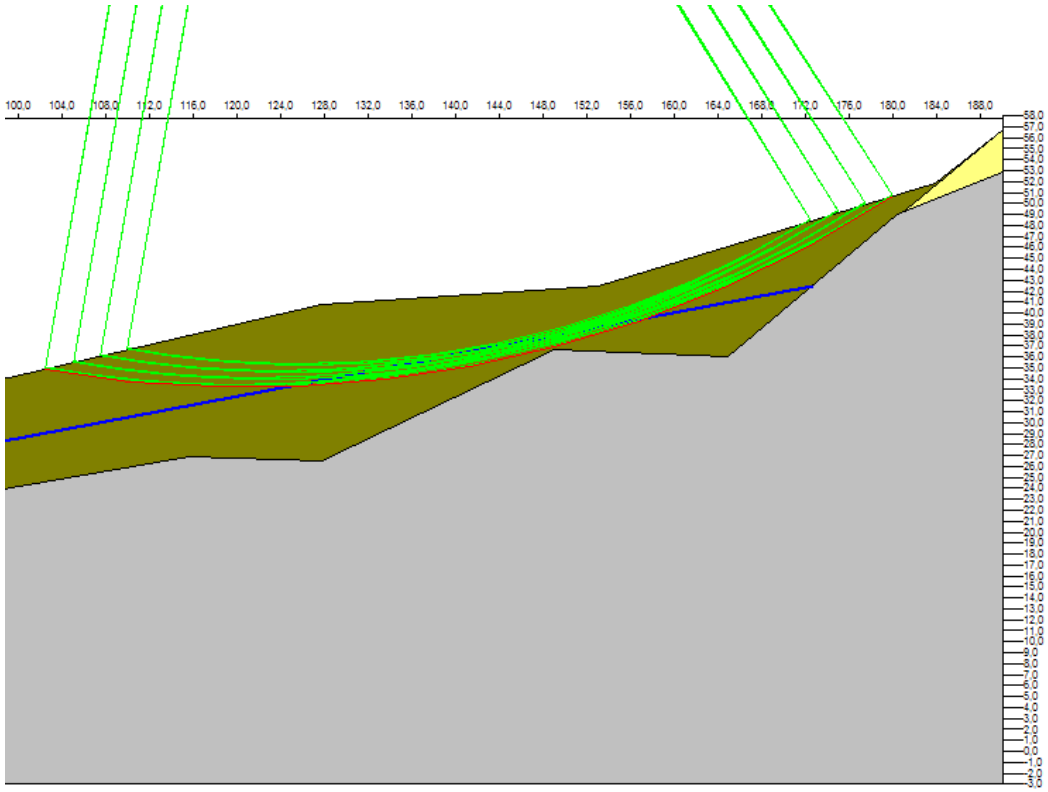
Verifica n. 2 sez. C-C

La verifica n. 2 ha esaminato le superfici di potenziale instabilità interessanti il settore mediano del versante riprofilato (con analisi anche in condizioni di pendio infinito), ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 2,462(Janbu semplif.) e quindi, condizione di sicurezza (riportato solo estratto zona analizzata)



Verifica n. 3 sez. C-C

La verifica n. 3 ha esaminato le superfici di potenziale instabilità di taglio interessanti il settore sommitale del versante riprofilato, ricavando un coefficiente di sicurezza minimo pari a 2,758 (Janbu semplif.) e quindi, condizione di sicurezza (riportato solo estratto zona analizzata).



(I tabulati di calcolo e verifica sono riportati nel report allegato a fine relazione)

5.10.3 Indicazioni geologico esecutive per la realizzazione delle opere di recupero ambientale finale

Le sezioni progettuali di recupero ambientale verificate sono riportate in Tav 10 rev. 1.0, contestualmente e in raffronto con il profilo originario del terreno, in ragione delle morfologie medie presenti al periplo dell'area e nell'ottica di una ricostituzione degli stati dei luoghi più naturale e meno impattante possibile.

Si stima e calcola per realizzare il recupero ambientale come da progetto, come da procedure illustrate nel paragr. 5.1, la movimentazione e il riporto di circa 135000 mc.

Le opere in terra da realizzare per il recupero finale verranno realizzate nel rispetto degli elementi progettuali sia in termini qualitativi che per caratteristiche geotecniche. Si procederà ad abbancamento e stesa ciclica per strati successivi di limitato spessore, rullati e compattati con mezzi operativi idonei, previa miscelazione in modo da creare riempimenti omogenei e compattati. A cura della D.L. incaricata potranno eseguirsi verifiche in situ, mediante prove geotecniche dirette, atte a verificare la rispondenza dei "terreni" ai trattamenti di cui sopra. Se necessario verranno messi in opera in fase esecutiva, degli interstrati di materiale arido con funzione drenante. A corredo verranno create diverse linee di scolo e drenaggio superficiale, come indicate nella planimetria progettuale in Tav. 9/10 rev. 1.0, con solchi a fondo pietrame per intercettare le acque di ruscellamento superficiale nelle zone a maggiore pendenza.

In Tav. 9/10 rev. 1.0 vengono altresì evidenziate le principale aree destinate a:

- rinaturalizzazione delle scarpate e/o dei settori a maggiore acclività a mezzo impianto arbusti perenni e/o graticciate (interventi similari di ingegneria naturalistica) per rinforzo e stabilizzazione antierosivo dello strato corticale
- possibile utilizzo agricolo e/o a prato stabile polifita nei settori pseudopianeggianti e/o a live pendenza

Il sito oggetto di coltivazione, nella sua globalità, sarà sottoposto ad un progressivo processo di rinaturalizzazione le cui modalità sono dettagliatamente specificate nella allegata "Relazione tecnica relativa alle sistemazioni agronomico - forestali" a firma del Dr. Agr. Luigi Rizzo.

Viene rilevata in tale elaborato, al quale si rimanda per ogni dettaglio, la necessità dell'utilizzo di specie vegetali di semina e/o impianto assolutamente autoctone in ottemperanza ai dettami del vigente PTCP, nonché viene proposta, oltre alla descrizione dettagliata degli interventi e delle metodologie esecutive, anche una progressione delle operazioni di manutenzione in successione temporale, al fine di giungere , nel rispetto degli standard ecologici del sito, ad una situazione di climax stabile.

Maggio 2014

Dott. Geologo Amedeo Gaiezza

Tabulati di calcolo verifiche di stabilita'

In osservanza della normativa vigente e delle raccomandazioni di cui alle "Linee Guida", la progettazione dell'attività estrattiva è stata sviluppata sulla base delle risultanze e delle indicazioni tecnico –esecutive emerse dalle verifiche di stabilità globali in back analysis riguardanti **i profili in sicurezza dei fronti di scavo relativi anche alle fasi intermedie, ovvero in ciascuna fase di coltivazione esecutiva**.

Come previsto dalla normativa vigente (N.T.C. 2008), le verifiche sono state eseguite utilizzando l'accelerazione sismica massima di progetto come ricavata nel paragrafo tematico di cui sopra e la sua componente verticale, con analisi condotta in termini di tensioni efficaci, alle condizioni di Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) con coefficiente di sicurezza richiesto R2 pari ad 1.1. L'elaborazione è stata condotta utilizzando il software dedicato della *Program Geo Soils win v. 2.0*, operando con metodo Jambu semplificato e corretto / Bishop, Fellenius e Sarma. *I parametri di progetto sono ricavati dalle note: Tan ϕp = Tan ϕk / 1.25 / C'p = C'k / 1.25*

Nello specifico i parametri geotecnici utilizzati in tutte le verifiche di stabilità dei fronti di scavo come da estratto programma software di calcolo sono, in linea con il modello geotecnico elaborato:

Strato n.	1

Descrizione litologica:

Orizzonte A	
Angolo di attrito (°):	21
Densità relativa (%):	60
Coesione(kg/cmq):	0,28
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1750
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	100
Coefficiente di Poisson:	0,3

Strato n.	2

Descrizione litologica:

Roccia fratturata	
Angolo di attrito (°):	30,8
Densità relativa (%):	75
Coesione(kg/cmq):	1,5
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	2200
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2200
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	200
Coefficiente di Poisson:	0,3

Di seguito, rimandando ai paragrafi specifici di commento analisi, si riportano gli estratti di verifica del software di calcolo, ovvero per ciascuna verifica la tabella di sintesi e riepilogo di tutti i coefficienti di sicurezza calcolati e la tabella di dettaglio della superficie con il coefficiente di sicurezza minimo.

a) Paragr. 5.2 Fase di coltivazione intermedia n. 1

Verifica n. 1

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	70,1	33,81	95,51	46,85		3,278	3,36		0	
2	74,27	37,33	97,72	47,42		2,085	2,223		4,726	
3	74,37	37,41	95,96	46,97		2,132	2,275		4,737	
4	71,95	35,37	95,94	46,96		1,626	1,744		3,238	
5	72,42	35,77	99,52	47,88		1,696	1,81		3,639	
6	71,97	35,39	97,48	47,35		1,624	1,738		3,335	
7	74,08	37,17	98,47	47,61		2,051	2,185		4,653	
8	74,56	37,58	99,83	47,96		2,171	2,304		0	
9	74,56	37,57	98,74	47,68		2,168	2,305		0	
10	73,16	36,39	96,19	47,03		1,856	1,984		3,884	
11	74,66	37,66	98,62	47,65		2,184	2,321		0	
12	71,34	34,86	98,32	47,57		2,808	2,914		0	
13	72,22	35,6	99,67	47,92		1,64	1,749		3,483	
14	70,05	33,76	98,72	47,67		3,224	3,324		0	
15	74,03	37,13	96,67	47,15		2,039	2,175		4,495	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm du	(m)
6	1,624	Bishop semplificato		71,973	35,389										
			1	74,523	35,696	2,57	6,9	2,358	4017,19	0	0	0	17,1	0,22	0
			2	77,074	36,164	2,59	10,4	6,869	11707,25	0,2	0	0	17,1	0,22	0
			3	79,624	36,803	2,63	14,1	10,957	19103,99	0,7	0	0	17,1	0,22	0
			4	82,175	37,623	2,68	17,8	13,864	24715,3	1,2	0	0	17,1	0,22	0
			5	84,726	38,628	2,74	21,5	14,386	25710,03	1,4	0	0	17,1	0,22	0
			6	87,276	39,848	2,83	25,6	13,213	23427,25	1,3	0	0	17,1	0,22	0
			7	89,827	41,291	2,93	29,5	11,481	20200,75	1,1	0	0	17,1	0,22	0
			8	92,377	42,993	3,07	33,7	9,135	15979,5	0,7	0	0	17,1	0,22	0
			9	94,928	44,998	3,24	38,2	6,072	10368,18	0,2	0	0	17,1	0,22	0
			10	97,479	47,355	3,47	42,7	2,174	3570,84	0	0	0	17,1	0,22	0

Verifica n. 2

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	54,09	22,07	88,78	45,13						
2	50,27	22,27	88,4	45,03						
3	55,87	21,98	88,14	44,96	2,538	2,6	2,639		2,324	
4	55,58	22	88,86	45,15	2,527	2,588	2,629		2,495	
5	50,98	22,24	85,37	44,26						
6	54,83	22,04	88,22	44,99	2,684	2,747	2,779		2,412	
7	51,52	22,21	88,26	45						
8	53,13	22,12	87,29	44,75	3,051	3,118	3,121		2,221	
9	52,27	22,17	86,92	44,65	3,095	3,144	3,177		2,81	
10	54,81	22,04	86,15	44,46	2,819	2,886	2,894		1,949	
11	54,31	22,06	90	45,44						
12	55,41	22,01	86,08	44,44	2,699	2,766	2,778		1,914	
13	54,35	22,06	87,39	44,77						
14	54,98	22,03	89,79	45,39	2,607	2,667	2,713		2,781	
15	52,15	22,18	89,76	45,38	2,879	2,924	2,984		3,252	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm du	(m)
12	1,914	Sarma		55,411	22,006										
			1	58,478	22,41	3,09	7,5	2,408	4723,12	0	0	0	25,5	1,2	0
			2	61,545	23,076	3,14	12,3	7,771	16193,56	0	0	0	25,5	1,2	0
			3	64,612	24,028	3,21	17,2	13,242	28338,73	0	0	0	25,5	1,2	0
			4	67,679	25,291	3,32	22,4	17,797	38459,72	0	0	0	25,5	1,2	0
			5	70,746	26,89	3,46	27,5	21,361	46203,82	3,5	13,98	7,29	25,5	1,2	0
			6	73,813	28,906	3,67	33,3	23,769	50206,2	6,6	0	0	25,5	1,2	0
			7	76,88	31,402	3,95	39,1	24,803	50206,2	5,6	0	0	25,5	1,2	0
			8	79,947	34,544	4,39	45,7	24,109	46295,83	4,1	0	0	25,5	1,2	0
			9	83,014	38,645	5,12	53,2	19,314	35285,42	1,9	0	0	25,5	1,2	0
			10	86,081	44,439	6,56	62,1	7,681	13601,98	0,3	0	0	17,1	0,22	0

b) Paragr. 5.3 Fase di coltivazione intermedia n. 2

Verifica n. 1

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	86,97	6,59	139,55	33,6	4,907	4,939	4,968		0	
2	80,44	6,67	132,12	27,32						
3	81,91	6,65	134,03	28,93	6,278	6,299	6,309		0	
4	73,9	6,74	137,16	31,58	9,456	9,471	9,515		0	
5	71,52	6,76	138,08	32,36	14,468	14,558	13,793		0	
6	75,56	6,72	138,33	32,57	10,363	10,436	10,106		0	
7	85,17	6,61	137,55	31,91						
8	85,68	6,61	135,73	30,37	5,786	5,794	5,842		0	
9	83,61	6,63	139,67	33,7	6,007	6,016	6,013		0	
10	89,12	7,21	134,55	29,37	5,377	5,45	5,288		1,628	
11	86,04	6,6	130,56	26						
12	87,62	6,59	136,53	31,04	4,685	4,69	4,704		0	
13	72,32	6,75	131,02	26,38	10,465	10,514	10,351		0	
14	77,71	6,7	132,1	27,3	8,118	8,205	7,841		0	
15	77,52	6,7	131,05	26,41	7,215	7,26	7,063		0	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm du	(m)
10	1,628	Sarma		89,12	7,206										
			1	93,663	6,752	4,57	-5,7	7,973	16991,14	0	0	0	25,5	1,2	0
			2	98,206	9,602	5,36	32,1	16,416	34981,72	0	0	0	25,5	1,2	0
			3	102,749	9,767	4,55	2,1	23,453	50973,4	0	0	0	25,5	1,2	0
			4	107,293	12,264	5,18	28,8	31,294	67964,55	0	0	0	25,5	1,2	0
			5	111,836	12,115	4,55	-1,9	39,847	85955,1	0	0	0	25,5	1,2	0
			6	116,379	15,353	5,58	35,5	39,706	85955,11	0	0	0	25,5	1,2	0
			7	120,922	18,02	5,27	30,4	25,689	55970,8	0	0	0	25,5	1,2	0
			8	125,465	21,179	5,53	34,8	11,383	24986,95	0	0	0	25,5	1,2	0
			9	130,008	24,918	5,88	39,5	3,224	6996,36	0	0	0	25,5	1,2	0
			10	134,551	29,371	6,36	44,4	1,388	2998,44	0	0	0	25,5	1,2	0

Verifica n. 2

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	82,98	6,64	119,61	22,29						
2	72,67	6,75	118,64	22,34	10,433	10,475	10,244		0	
3	70,76	6,77	119,31	22,31						
4	75,21	6,72	112,59	22,66						
5	75,5	6,72	118,33	22,36	9,759	9,802	9,574		0	
6	86,27	6,6	114,1	22,58						
7	73,94	6,74	118,26	22,36	9,321	9,383	9,098		0	
8	80,51	6,66	116,14	22,47	6,831	6,878	6,659		0	
9	81,4	6,65	111,11	22						
10	81,14	6,66	110,68	21,71						
11	89,65	7,56	117,4	22,41	4,245	4,277	4,171		0	
12	72,17	6,76	111,96	22,58	314,521	314,651	292,675		0	
13	87,13	6,59	112,74	22,65	5,498	5,527	5,425		0	
14	88,25	6,62	112,72	22,65	4,998	5,02	4,968		0	
15	78,94	6,68	118,37	22,36						

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm du	(m)
11	4,171	Janbu semplificato		89,647	7,56										
			1	92,422	7,902	2,8	7	2,116	4273,62	0	0	0	25,5	1,2	0
			2	95,197	8,444	2,83	11	6,07	12820,86	0	0	0	25,5	1,2	0
			3	97,972	9,193	2,87	15,1	9,46	20147,06	0	0	0	25,5	1,2	0
			4	100,747	10,163	2,94	19,3	12,257	26252,22	0	0	0	25,5	1,2	0
			5	103,522	11,37	3,03	23,5	14,418	31136,37	0	0	0	25,5	1,2	0
			6	106,297	12,845	3,14	28	15,878	34188,97	0	0	0	25,5	1,2	0
			7	109,072	14,618	3,29	32,6	16,551	36020,51	0	0	0	25,5	1,2	0
			8	111,847	16,742	3,49	37,4	16,325	35410	0	0	0	25,5	1,2	0
			9	114,622	19,295	3,77	42,6	12,5	26862,75	0	0	0	25,5	1,2	0
			10	117,397	22,406	4,17	48,3	4,516	9768,27	0	0	0	25,5	1,2	0

c) Paragr. 5.4 Terza e ultima Fase di coltivazione

Verifica n. 1

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	53,66	9,7	80,16	19,71	8,44	8,456	8,375		0	
2	51,66	9,71	80,43	19,76	10,095	10,115	10,002		0	
3	50,01	9,72	81,07	19,87						
4	50,49	9,72	81,96	20,02	11,058	11,079	10,959		0	
5	50,36	9,72	83,69	20,32						
6	54,66	9,69	83,36	20,26	7,546	7,557	7,51		0	
7	54,07	9,69	84,03	20,38	7,998	8,008	7,963		0	
8	53,59	9,7	81,61	19,96	8,242	8,255	8,191		0	
9	51,79	9,71	84,4	20,44	9,324	9,338	9,267		0	
10	50,81	9,72	87,95	21,06	9,702	9,714	9,656		0	
11	54,76	9,72	84,21	20,41	7,489	7,499	7,458		0	
12	52,45	9,71	81	19,86	9,199	9,216	9,121		0	
13	51,59	9,71	88,48	21,15	9,256	9,267	9,215		0	
14	52,57	9,71	84,32	20,43	8,843	8,855	8,789		0	
15	51,94	9,71	80,66	19,8	9,578	9,597	9,493		0	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0,2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm	du	(m)
11	7,458	Janbu semplificato		54,762	9,724											
			1	57,707	10,056	2,96	6,4	1,889	3886,51	0	0	0	25,5	1,2	0	
			2	60,651	10,532	2,98	9,2	5,453	11659,53	0	0	0	25,5	1,2	0	
			3	63,595	11,16	3,01	12	8,582	18784,78	0	0	0	25,5	1,2	0	
			4	66,54	11,943	3,05	14,9	11,259	24614,54	0	0	0	25,5	1,2	0	
			5	69,484	12,886	3,09	17,8	13,472	29148,77	0	0	0	25,5	1,2	0	
			6	72,428	14,003	3,15	20,8	13,67	29148,77	0	0	0	25,5	1,2	0	
			7	75,373	15,297	3,22	23,7	11,721	24614,51	0	0	0	25,5	1,2	0	
			8	78,317	16,784	3,3	26,8	9,123	19432,51	0	0	0	25,5	1,2	0	
			9	81,261	18,483	3,4	30	5,928	12955,01	0	0	0	25,5	1,2	0	
			10	84,206	20,41	3,52	33,2	2,088	4534,25	0	0	0	25,5	1,2	0	

Verifica n. 2

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	50,33	9,72	97,37	22,68						
2	51,09	9,72	98,88	22,94	9,153	9,157	9,133		0	
3	50,89	9,72	92,66	21,87	8,908	8,908	8,898		0	
4	50,05	9,72	92,94	21,92	9,273	9,272	9,265		0	
5	50,64	9,72	98,53	22,88	8,809	8,808	8,805		0	
6	51,14	9,72	92,1	21,77	8,758	8,759	8,746		0	
7	50,92	9,72	93,35	21,99	8,791	8,792	8,782		0	
8	51,81	9,71	94,26	22,15	8,96	8,966	8,933		0	
9	51,66	9,71	91,3	21,64	9,15	9,158	9,116		0	
10	51,76	9,71	91,47	21,66	9,032	9,04	8,999		0	
11	50,06	9,72	90,68	21,53	9,451	9,451	9,441		0	
12	50,06	9,72	92,6	21,86						
13	51,43	9,71	93,84	22,07	9,169	9,176	9,14		0	
14	50,57	9,72	90,24	21,45	9,08	9,081	9,068		0	
15	50,56	9,72	96,36	22,51	8,903	8,902	8,897		0	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0,2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm	du	(m)
6	8,746	Janbu semplificato		51,14	9,717											
			1	55,236	10,004	4,11	4	0,041	0	0	0	0	17,1	0,22	0	
			2	59,332	10,751	4,16	10,3	3,07	6307,72	0	0	0	25,5	1,2	0	
			3	63,428	11,509	4,17	10,5	9,106	18923,19	0	0	0	25,5	1,2	0	
			4	67,523	12,433	4,2	12,7	14,861	31538,66	0	0	0	25,5	1,2	0	
			5	71,619	13,525	4,24	14,9	18,434	39648,61	0	0	0	25,5	1,2	0	
			6	75,715	14,795	4,29	17,2	18,146	38747,5	0	0	0	25,5	1,2	0	
			7	79,811	16,245	4,34	19,5	15,472	33340,87	0	0	0	25,5	1,2	0	
			8	83,907	17,885	4,41	21,8	12,042	26132,04	0	0	0	25,5	1,2	0	
			9	88,003	19,725	4,49	24,2	7,812	16219,85	0	0	0	25,5	1,2	0	
			10	92,099	21,773	4,58	26,6	2,746	5406,63	0	0	0	25,5	1,2	0	

d) Paragr. 5.10 Fase di recupero e sistemazione ambientale

Nello specifico fatti salvi i parametri geotecnici utilizzati in tutte le altre verifiche di stabilità, si riporta estratto programma software di calcolo per quanto attiene il riporto ipotizzato e cautelativo:

Strato n.	1

Descrizione litologica:

Riporto	
Angolo di attrito (°):	27,5
Densità relativa (%):	70
Coesione(kg/cmq):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1800
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1950
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	100
Coefficiente di Poisson:	0,3

Verifica n. 1

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	44,79	15,87	84,71	30,7						
2	48,11	16,73	81,99	30,06	1,261	1,278	1,258		1,278	
3	40,55	15,76	88,02	31,47	1,405	1,426	1,403		1,438	
4	43,03	15,82	86,5	31,12	1,303	1,311	1,299		1,336	
5	43,25	15,83	80,14	29,63	1,249	1,259	1,245		1,27	
6	46,31	15,91	83,41	30,4	1,216	1,23	1,213		1,232	
7	42,81	15,82	89,86	31,9	1,4	1,441	1,394		1,413	
8	46,56	15,91	82,61	30,21	1,204	1,22	1,202		1,221	
9	44,57	15,86	80,4	29,69						
10	42,93	15,82	86,26	31,06	1,302	1,311	1,299		1,33	
11	42,69	15,81	87,42	31,33	1,348	1,396	1,355		1,362	
12	42,91	15,82	87,92	31,45	1,37	1,43	1,378		1,385	
13	40,6	15,76	84,55	30,66	1,459	1,494	1,46		1,483	
14	46,61	15,91	88,57	31,6	1,268	1,281	1,265		1,291	
15	49,45	17,57	83,24	30,36	1,356	1,372	1,352		1,375	
16	46,58	15,91	83,42	30,4	1,207	1,222	1,204		1,226	
17	46,93	15,99	82,14	30,1	1,194	1,21	1,192		1,214	
18	44,16	15,85	81,86	30,03	1,232	1,243	1,229		1,252	
19	40,58	15,76	85,18	30,81	1,347	1,385	1,35		1,378	
20	45,58	15,89	86,64	31,15	1,267	1,28	1,265		1,287	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0,2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du	(m)
17	1,192	Janbu semplificato		46,932	15,991										
			1	50,453	16,396	3,54	6,6	3,183	5756,56	0,1	0	0	27,5	0	0
			2	53,974	16,996	3,57	9,7	9,206	16741,56	0,5	0	0	27,5	0	0
			3	57,495	17,797	3,61	12,8	14,532	26511,86	1	0	0	27,5	0	0
			4	61,016	18,807	3,66	16	19,138	34909,03	1,3	0	0	27,5	0	0
			5	64,537	20,035	3,73	19,2	21,103	38130,65	1,4	0	0	27,5	0	0
			6	68,057	21,495	3,81	22,5	19,826	35490,02	1,2	0	0	27,5	0	0
			7	71,578	23,205	3,91	25,9	17,143	30684,08	0,5	0	0	27,5	0	0
			8	75,099	25,187	4,04	29,4	13,54	24082,51	0	0	0	27,5	0	0
			9	78,62	27,471	4,2	33	8,926	15843,76	0	0	0	27,5	0	0
			10	82,141	30,098	4,39	36,7	3,176	5703,76	0	0	0	27,5	0	0

Verifica n. 2

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	74,79	28,38	158,08	43,98	2,996	3,155	3,066		3,155	
2	73,64	28,11	154,51	42,89	2,746	2,904	2,821		2,931	
3	72,73	27,9	155,51	43,2	2,595	2,627	2,586		2,713	
4	73,85	28,16	150,93	42,29	2,47	2,512	2,462		2,569	
5	73,24	28,02	151,21	42,31	2,675	2,916	2,687		2,696	
6	70,64	27,41	150,24	42,25	2,597	2,704	2,595		2,692	
7	79,58	29,5	150,73	42,28	2,779	2,858	2,78		2,821	
8	78,24	29,19	154,21	42,8						
9	73,57	28,1	155,58	43,22	2,474	2,575	2,496		2,571	
10	73,16	28	150,18	42,24	2,768	2,954	2,836		2,906	
11	72,02	27,73	150,53	42,27	2,761	3,067	2,764		2,668	
12	75,09	28,45	159,64	44,46	2,92	3,252	2,936		2,972	
13	73,37	28,05	152,27	42,38	2,927	3,004	2,928		3,02	
14	76,34	28,74	158,07	43,98	2,623	2,732	2,624		2,768	
15	72,31	27,8	157,12	43,69						
16	77,49	29,01	158,97	44,25	2,698	2,811	2,812		2,929	
17	73,99	28,19	150,11	42,24	2,826	2,958	2,867		2,863	
18	79,82	29,56	156,6	43,53						
19	71,72	27,66	152,93	42,43	2,844	2,931	2,833		2,923	
20	72,78	27,91	159,7	44,48	2,89	2,992	2,886		2,979	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm	du (m)
4	2,462	Janbu semplificato		73,847	28,16										
			1	81,555	27,907	7,71	-1,9	7,919	13875,23	0	0	0	27,5	0	0
			2	89,264	28,798	7,76	6,6	19,344	33300,53	0	0	0	27,5	0	0
			3	96,972	30,835	7,97	14,8	21,941	37463,1	0	0	0	27,5	0	0
			4	104,681	32,019	7,8	8,7	23,41	40238,14	0	0	0	27,5	0	0
			5	112,389	33,352	7,82	9,8	27,595	48563,27	0	0	0	27,5	0	0
			6	120,097	33,834	7,72	3,6	34,487	61050,98	0	0	0	27,5	0	0
			7	127,806	36,467	8,15	18,9	36,342	63826	0	0	0	27,5	0	0
			8	135,514	40,253	8,59	26,2	20,486	36075,59	0	0	0	27,5	0	0
			9	143,223	40,194	7,71	-0,4	10,052	16650,28	0	0	0	27,5	0	0
			10	150,931	42,293	7,99	15,2	6,122	9712,67	0	0	0	27,5	0	0

Verifica n. 3

Analisi di stabilità: riepilogo dei coefficienti di sicurezza

Numero	X valle m	Y valle m	X monte m	Y monte m	Fellenius	Bishop	Janbu	G.L.E.	Sarma	Spencer
1	102,5	34,86	172,5	48,38	3,038	3,114	3,031		3,148	
2	102,5	34,86	175	49,15	2,994	3,072	2,988		3,129	
3	102,5	34,86	177,5	49,91	2,849	2,928	2,843		2,917	
4	102,5	34,86	180	50,67	2,763	2,844	2,758		2,84	
5	105	35,44	172,5	48,38	3,143	3,221	3,134		3,252	
6	105	35,44	175	49,15	3,053	3,133	3,045		3,164	
7	105	35,44	177,5	49,91	2,924	3,004	2,916		2,996	
8	105	35,44	180	50,67	2,843	2,925	2,837		2,927	
9	107,5	36,02	172,5	48,38	3,285	3,366	3,273		3,433	
10	107,5	36,02	175	49,15	3,15	3,23	3,139		3,282	
11	107,5	36,02	177,5	49,91	3,034	3,117	3,024		3,152	
12	107,5	36,02	180	50,67	2,908	2,992	2,9		2,999	
13	110	36,61	172,5	48,38	3,356	3,437	3,343		3,521	
14	110	36,61	175	49,15	3,2	3,283	3,188		3,319	
15	110	36,61	177,5	49,91	3,067	3,151	3,056		3,154	
16	110	36,61	180	50,67	2,996	3,081	2,986		3,118	

Accelerazione sismica orizzontale (g):.....0,05

Coefficiente beta.....0;2

Accelerazione sismica verticale (g):.....0,03

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghezza m	Inclinazione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C (kg/cm	du (m)
4	2,758	Janbu semplificato		102,5	34,855										
			1	110,25	33,777	7,82	-7,9	11,195	19530	0	0	0	27,5	0	0
			2	118	33,266	7,77	-3,8	31,386	55799,97	0	0	0	27,5	0	0
			3	125,75	33,314	7,75	0,4	47,215	83816,27	0,1	0	0	27,5	0	0
			4	133,5	33,922	7,77	4,5	54,991	98463,74	0,7	0	0	27,5	0	0
			5	141,25	35,099	7,84	8,6	53,363	96371,26	1,3	0	0	27,5	0	0
			6	149	36,864	7,95	12,8	45,936	82421,25	1,3	0	0	27,5	0	0
			7	156,75	39,249	8,11	17,1	37,303	66378,74	0,7	0	0	27,5	0	0
			8	164,5	42,298	8,33	21,5	30,876	54521,21	0,1	0	0	27,5	0	0
			9	172,25	46,075	8,62	26	22,759	40455	0	0	0	27,5	0	0
			10	180	50,672	9,01	30,7	8,645	15344,99	0	0	0	27,5	0	0