Regione LIGURIA
Comune di VADO LIGURE (SV)

GIUGGIA COSTRUZIONI s.r.l.

CAVA TREVO

Progetto di coltivazione e recupero ambientale

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

a cura di: *Vincenzo PIOVANO geologo*
Pierpaolo BASIGLIO agronomo





Relazione C3480-S01

Cuneo, giugno 2013

GEOMIN srl

INDICE DEL TESTO

1. PREMESSA 1
2. GENERALITA' 2
2.1 Ubicazione della cava 2
2.2 Terreni interessati 2
2.3 Situazione delle autorizzazioni 2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO 4
3.1 Assetto geologico 4
3.2 Assetto strutturale 4
4. PROGETTO DI COLTIVAZIONE 7
4.1 Situazione attuale dell'area interessata dal progetto 7
4.2 Livelli produttivi 8
4.3 Limiti di coltivazione 8
4.4 Metodo di coltivazione 8
4.5 Geometria dei fronti 9
4.6 Sviluppo della coltivazione 9
4.7 Viabilità interna alla cava 10
4.8 Regimazione delle acque superficiali 10
4.9 Impianto di produzione di inerti 12
4.10 Valutazione tecnico-economica dell'attività 13
4.10.1 Volumi estraibili di minerale 13
4.10.2 Ciclo di lavorazione 13
4.10.3 Prodotti e mercati 14
4.10.4 Manodopera impiegata 14
4.10.5 Mezzi impiegati 14
5. VERIFICHE DI STABILITA' 15
5.1 Introduzione 15
5.2 Caratterizzazione geomeccanica 16
5.3 Classificazione RMR dell'ammasso roccioso 20
5.4 Caratterizzazione sismica del sito 21
5.4.1 Classificazione 21
5.4.2 Categorie di suolo e condizioni topografiche 23
5.4.3 Azione sismica 23
5.5 Analisi dei cinematismi 24
5.5.1 Generalità 24
5.5.2 Risultati dei test di Markland 24
5.5.3 Scivolamento su cunei 25
5.6 Parametri geomeccanici caratteristici 30
5.6.1 Gradoni 30
5.7 Calcolo di stabilità dei cinematismi potenziali 30
5.7.1 Stati limite 30

5.7.2 Stati limite 31
5.7.3 Metodo di calcolo e risultati 31
5.8 Conclusioni 32
6. VERIFICHE IDRAULICHE 34
6.1 Generalità 34
6.2 Verifica delle caratteristiche di portata dei bacini 34
6.3 Verifica delle opere idrauliche 35
6.3.1 Fossi e canali 36
6.3.2 Tubazioni 37
6.3.3 Conclusioni 37
7. PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE 38
7.1 Caratteristiche ambientali del sito di cava 38
7.1.1 Morfologia e suoli 38
7.1.2 Caratteristiche pedologiche 38
7.1.3 Cenni sul clima 40
7.1.4 Popolamenti vegetali 42
7.1.5 Popolamenti animali 44
7.1.6 Ecosistemi 46
7.2 Esame degli interventi di recupero ambientale eseguiti nel passato 49
7.2.1 Valutazioni e proposte 50
7.3 Interventi di recupero ambientale 52
7.3.1 Obbiettivi di intervento e destinazione finale del sito 52
7.3.2 Zonizzazione degli interventi 53
7.3.3 Profilatura finale e modellamento delle superfici 56
7.3.4 Preparazione del terreno, sistemazioni idrauliche e miglioramento del substrato 56
7.3.5 Inerbimenti 58
7.3.6 Sistemazioni intensive 60
7.3.7 Impianto di specie legnose 62
7.4 Cadenza stagionale e programma degli interventi 67
7.5 Costi previsti 68

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

Fig. 1 Piega ad asse sub - orizzontale a monte del piazzale di quota 140 m s.l.m. circa
Fig. 2 Localizzazione degli stendimenti eseguiti sui fronti di cava
Fig. 3 Schema dell'impianto di lavorazione
Fig. 4 Proiezione equiareale delle discontinuità (stratificazione)
Fig. 5 Proiezione equiareale delle discontinuità (faglie e fratture)
Fig. 6 Localizzazione del sito di cava e del reticolo di riferimento
Fig. 7 Localizzazione del sito di cava su carta della pericolosità sismica (INGV)
Fig. 8 Schematizzazione dei fronti della cava
Fig. 9 Fronte 070°/35°
Fig. 10 Gradone 070°/50°
Fig. 11 Fronte 270°/45°
Fig. 12 Gradone 270°/65°
Fig. 13 Fronte 340°/35°
Fig. 14 Gradone 340°/55°. S immergente a NE.
Fig. 15 Gradone 340°/55° S immergente a SO.
Fig. 16 Cuneo K1'/K2
Fig. 17 Bacino imbrifero e rete idrica di cava scala 1 : 5.000
Fig. 18 Carta della vegetazione scala 1 : 5.000

DISEGNI FUORI TESTO

D01 Carta catastale scala 1 : 2.000
D02 Carta geologica con sezioni scala 1 : 2.000
D03 Situazione attuale scala 1 : 1.000
D04 Situazione finale scala 1 : 1.000
D05 Sezioni topografiche scala 1 : 1.000
D06 Regimazione delle acque superficiali scala 1 : 2.000
D07 Impianto di produzione pietrischi scala 1 : 1.000 / 1 : 500
D08 Recupero ambientale - Zonizzazione e particolari degli interventi scala 1 : 2.000

1. PREMESSA

La relazione tecnica esposta nel seguito riguarda il progetto di coltivazione e recupero ambientale della Cava Trevo, di cui l'Impresa Giuggia Costruzioni ha ottenuto recentemente la Concessione di sfruttamento dal Comune di Vado L., proprietario dell'area.
La cava, in attività da oltre 30 anni, è attribuita nel Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava alla tipologia "A", per la quale è possibile completare lo sfruttamento nell'ambito dei limiti del progetto autorizzato.

Il progetto esposto di seguito propone l'esaurimento delle riserve ancora disponibili e la sistemazione finale del sito; il progetto è soggetto alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi del D.lgs. 152/2006 e della Legge Regionale 38 del 30 dicembre 1998 (*Disciplina della valutazione di impatto ambientale*).

La documentazione progettuale comprende:

- presentazione del progetto
- inquadramento geologico
- progetto di coltivazione
- progetto di recupero ambientale.

In allegato al progetto vengono inoltre fornite le verifiche di stabilità e le verifiche idrauliche delle opere previste in progetto.

2. GENERALITA'

2.1 Ubicazione della cava

Il sito di cava è ubicato in territorio di Vado Ligure, in frazione S. Ermete, situata nell'entroterra montano, ad una distanza di circa 3 km dalla linea di costa. Il sito ricade nell'ambito del bacino del Torrente Segno, in corrispondenza della testata del tributario di destra Rio Fornace. L'esposizione dei fronti attuali è prevalentemente a NNW.
Nelle immediate vicinanze della cava, sul lato Ovest, si segnala il tracciato dell'Autostrada Genova – Ventimiglia, parte in esterno parte in galleria.

Il sito è raggiungibile attraverso la Strada Comunale Vado L. – S. Ermete e quindi, a partire da questo abitato, attraverso un breve tratto della Strada Vicinale Pria.

L'area estrattiva si sviluppa tra le quote 100 e 280 circa, su un versante con esposizione media verso Nord.

2.2 Terreni interessati

La cava è di proprietà del Comune di Vado Ligure; Giuggia Costruzioni ha la disponibilità di sfruttamento del giacimento e di installazione di impianti di lavorazione sulla base di un Atto di Concessione rilasciato dal Comune stesso.
I terreni in disponibilità della cava sono individuati sull'estratto di Carta Catastale del dis. D01; in particolare sono interessati i mappali 12, 14 (parte) e 154 del Foglio 39.
La superficie complessivamente interessata dalla cava, pari a 148.100 m^2, è così suddivisa:

- area già sfruttata e sistemata 44.000 m^2
- area in attività ancora da sfruttare 79.500 m^2
- area di piazzale operativo 16.200 m^2
- aree marginali di deposito e strade 8.400 m^2.

La superficie complessiva dell'area in Concessione dal Comune ammonta a 153.200 m^2.

2.3 Situazione delle autorizzazioni

L'esercizio della cava della cava risulta sino ad ora autorizzato alla ditta CAVA TREVO s.r.l., con sede in Vado Ligure, in virtù del provvedimento della G.R. n. 658 del 17.06.2005 (successivamente integrato con D.G.R. n° 796 del 15.07.2005); con tale provvedimento è stata rinnovata per anni 10

l'autorizzazione all'esercizio dell'attività estrattiva subordinata all'osservanza delle ulteriori prescrizioni riportate nel verbale della Conferenza dei servizi decisoria del 16.02.2005 e alle condizioni a suo tempo stabilite con la deliberazione G.R. n. 7267 del 21.10.94 che recepiva gli elaborati progettuali già approvati con provvedimento n. 3819 del 26.07.1991. L'atto autorizzativo del 2005 assorbe anche l'autorizzazione regionale sul vincolo idrogeologico di cui alla L.R. 4/1999.

Risulta ancora vigente inoltre l'autorizzazione paesaggistica rinnovata alla cava Trevo, ai sensi del D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", con decreto Dir. Dipartimento Urbanistica - Tutela del Paesaggio della Regione Liguria n. 3458 del 9.11.2010 con validità di 5 anni.

Va precisato che il progetto approvato è conforme al Piano Regionale Territoriale delle Attività di Cava (PTRAC), ricadendo all'interno dell'area individuata nella scheda di progetto cave n. 52 (sigla 36 SV), sottoposta a regime normativo di "cava di tipo A".

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Assetto geologico

L'inquadramento geologico-geomorfologico del sito di cava è rappresentato nel dis. D02.
La cava Trevo è situata sul versante settentrionale del M. Mao, all'interno del bacino del torrente Segno. Il versante è inciso da una serie di solchi vallivi che si sviluppano in direzione NNO verso il corso d'acqua principale. Le dorsali che separano le vallecole secondarie, all'interno di una delle quali è aperta la cava, sono caratterizzate da morfologia acclive, con pendenze dell'ordine di 30°-35°. Gli affioramenti rocciosi sono tuttavia relativamente rari; una vegetazione boschiva più o meno fitta si sviluppa su una copertura di suolo generalmente sottile.

I fronti sono aperti all'interno di una sequenza dolomitica di pertinenza Brianzonese appartenente alla formazione Anisico – Ladinica delle Dolomie di San Pietro dei Monti[1]. Alla base della sequenza dolomitica, nel primo tratto della pista di arroccamento della cava, affiora una sottile successione quarzitica (Quarziti di Ponte Nava), in continuità stratigrafica con le dolomie. La sequenza quarzitico – dolomitica è in gran parte sovrascorsa sulle successioni permiane della formazione degli Scisti di Gorra, affioranti lungo il rio che costeggia la pista di arroccamento a monte degli affioramenti di quarzite.

Da un punto di vista idrogeologico il substrato dolomitico ha una permeabilità medio - alta per fratturazione e carsismo, e rappresenta un'acquifero dotato di buone risorse idriche. Le quarziti hanno permeabilità media per fratturazione; gli scisti di Gorra hanno caratteristiche di bassa permeabilità per fratturazione, con caratteristiche di aquitard - aquiclude.

3.2 Assetto strutturale

La sequenza dolomitica, costituita da dolomie in strati da sottili a medi, affiora sui fronti meridionali ed orientali della cava. Nel settore occidentale le dolomie poggiano sulla successione permo -carbonifera degli Scisti di Gorra, rappresentata lungo il rio che delimita ad ovest la cava, ed in corrispondenza del quale in gran parte è impostato il contatto, da scisti quarzo-sericitici e da meta vulcaniti di colore verdastro. Tale geometria conferma il sovrascorrimento della sequenza dolomitica sugli Scisti di Gorra.

[1] I riferimenti stratigrafici ed i nomi formazionali sono tratti dal foglio 92-93 Albenga-Savona a scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

Quarziti ed associati scisti quarzoso micacei affiorano a monte del piazzale di base di quota 105 m circa s.l.m., lungo il primo tratto della pista di arroccamento.

L'assetto strutturale, a traversopoggio con orientazione grosso modo costante nel fronte orientale ed in gran parte dei gradoni del fronte meridionale (immersione verso NE ed inclinazione variabile, da sub-verticale a 45°), muta a reggipoggio nella parte inferiore del fronte meridionale e nelle scarpate del breve fronte occidentale, che scende sul piazzale di quota 105 m s.l.m.

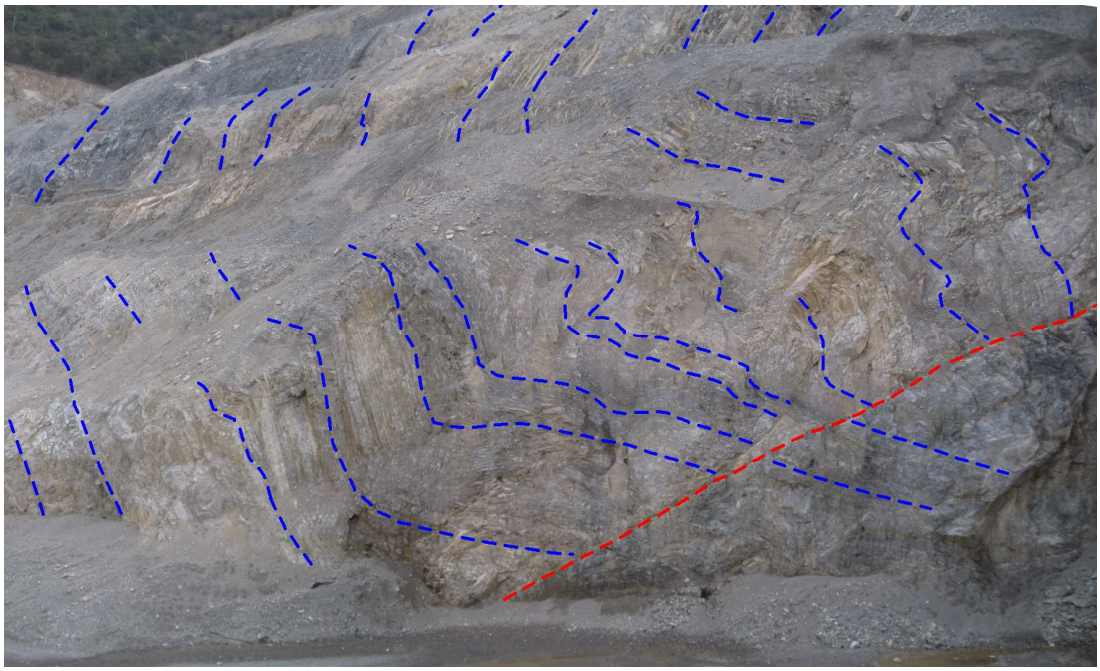


Fig. 1 – Piega ad asse sub - orizzontale sulle scarpate dei gradoni a monte del piazzale di quota 140 m s.l.m. circa (in blu la stratificazione, in rosso una delle faglie principali).

Tale variazione può essere fatta risalire ad una piega antiforme di dimensioni ettometriche, la cui cerniera è visibile sulla scarpata a monte del piazzale di quota circa 140 m s.l.m., con asse sub orizzontale, verosimilmente immergente verso ESE. Il piano assiale è di difficile determinazione.
Il fianco superiore ha immersione verso NE, quello inferiore verso SO. La struttura è complicata da pieghe minori di scala metrica e da numerose faglie, più frequenti verso il limite con la successione permo-carbonifera.
Nel gradone più basso del fronte orientale si osserva solamente una flessura, per variazione della pendenza della stratificazione, da mediamente inclinata (50°-60°) a sub verticale (85°-90°)

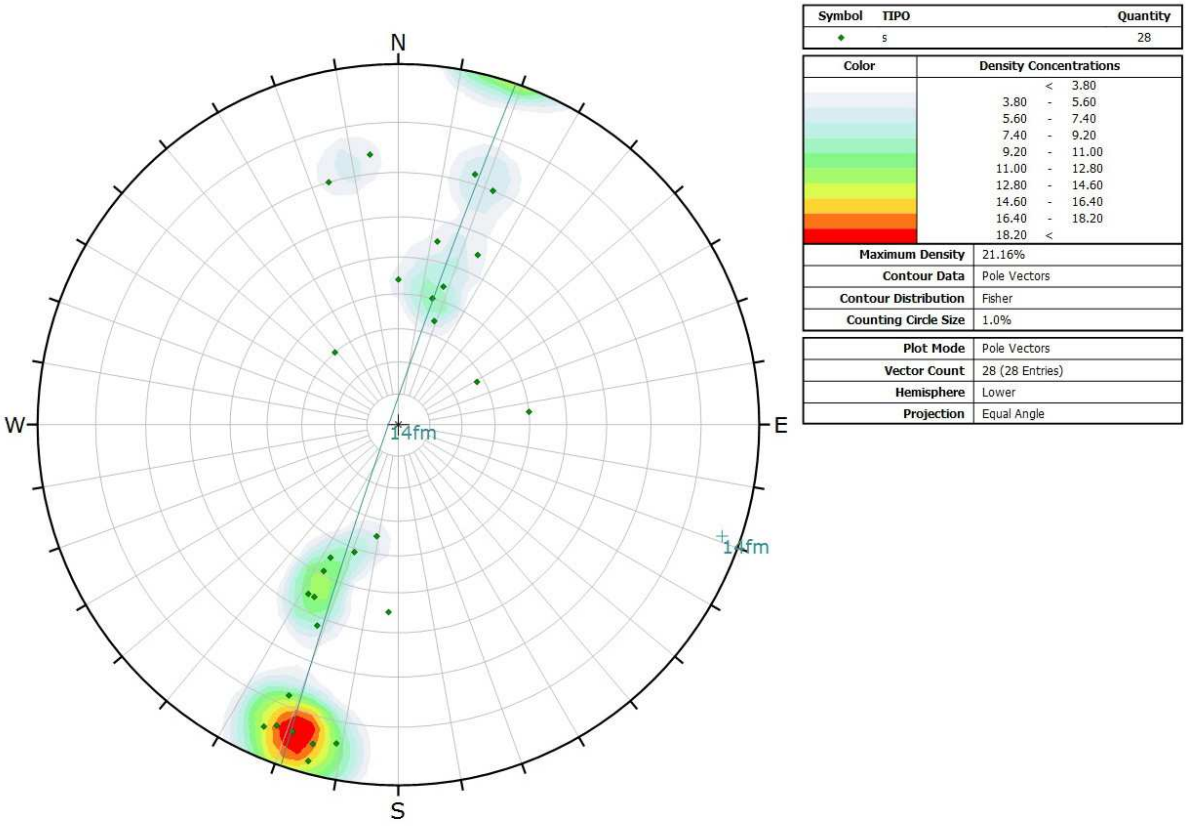


Fig. 2 – La dispersione delle misure della stratificazione nell'area della piega indica un asse orientato in direzione ESE-ONO con inclinazione di pochi gradi (sigla 14fm).

4. PROGETTO DI COLTIVAZIONE

Il progetto illustrato di seguito, essendo la cava in avanzato stato di sfruttamento, si pone l'obiettivo di:

- esaurire le riserve residue ancora disponibili nell'ambito del progetto precedentemente autorizzato
- effettuare contemporaneamente il rimodellamento definitivo dei fronti esauriti
- eseguire gli interventi di sistemazione e recupero ambientale sulle superfici residue.

4.1 Situazione attuale dell'area interessata dal progetto

Attualmente la cava si presenta in stato avanzato di sfruttamento, avendo coinvolto con i fronti di scavo la quasi totalità della superficie contenuta all'interno del limite di Piano Cave.
I fronti si sviluppano con una forma ad imbuto tra l'asse del Rio Fornace ad Ovest e l'asse di un rio secondario disposto secondo la direzione SE-NW lungo un'incisione rettilinea ben marcata; in verticale i fronti occupano un dislivello di quasi 200 metri, tra la quota minima 105 m circa e la quota massima 195 m circa.
Nella tavola di zonizzazione (dis. D03) si distinguono:

- la fascia sommitale compresa tra le quote 170 e 295 circa, esaurita e rimodellata a gradoni parte in roccia e parte in riporto; l'inclinazione media della superficie è intorno a 35° sull'orizzontale; sulla superficie rimodellata non è stato ricostituito lo strato agrario e pertanto la vegetazione è limitata ad una rada cotica erbosa che presenta uno sviluppo estremamente lento e una copertura discontinua
- la fascia intermedia compresa tra la spianata di quota 140 circa e il limite della fascia rimodellata disposta a quote variabili da 170 a 230 m; si tratta di un settore sagomato secondo una geometria a gradoni irregolari ad alzate di altezza variabile e con pedate discontinue, collegati da rampe di raccordo ad inclinazione elevata
- la spianata intermedia a quota 140 circa della larghezza media di circa 50 m, raccordata al piazzale di base attraverso un'alzata unica di circa 35 m; la spianata nel settore Ovest ospita un cumulo di limi di lavaggio alto una quindicina di metri ed ospita inoltre le residue strutture di un impianto di frantumazione
- il piazzale di base a quota 105 m circa che ospita, oltre all'impianto di un'impresa esterna, cumuli vari di materiali inerti; sempre sullo stesso piazzale, in area esterna alla Concessione, al limite Nord, è presente un secondo impianto di trattamento e stoccaggio di inerti.

La spianata attiva di quota 140 è raggiungibile attraverso la pista che si sviluppa alle spalle dell'impianto dell'impresa esterna e quindi corre lungo il limite Ovest dell'area in Concessione; la pista raggiunge poi la sommità del cumulo di limi e successivamente prosegue con un tracciato a forte pendenza fino alla sommità della cava.

4.2 Livelli produttivi

Il minerale estratto dalla cava è destinato ad approvvigionare la materia prima all'impianto di produzione di inerti che sarà realizzato nell'ambito del sito.
Il quantitativo annuo di materiale richiesto alla cava in funzione dei fabbisogni previsti è pari a 150.000 m^3 di roccia in posto, pari a 375.000 t.

4.3 Limiti di coltivazione

Il progetto prevede la coltivazione della cava nell'ambito dei limiti stabiliti con i precedenti progetti, peraltro già in buona parte definiti con i lavori pregressi di sfruttamento.
Solo nel settore NE, dove i fronti attivi non hanno ancora raggiunto il limite di progetto, al fine di ridurre l'inclinazione della scarpata finale, migliorare il raccordo delle superfici di scavo con il versante naturale adiacente e creare migliori condizioni morfologiche per gli interventi di recupero ambientale, si prevede di introdurre un modesto arretramento della linea stabilita originariamente. Il modesto ampliamento della superficie di scavo rimane in ogni caso all'interno del limite di Piano Cave e mantiene un franco di almeno 10 metri rispetto alla linea di impluvio secondaria presente immediatamente a NE.

4.4 Metodo di coltivazione

Nel futuro la coltivazione della cava sarà sviluppata con il metodo per fette orizzontali discendenti già adottato almeno nel passato recente in cava.
Secondo tale metodo la coltivazione viene iniziata a partire dall'alto e viene sviluppata operando per ribassi successivi di singole fette di giacimento; in ogni momento il fronte attivo è limitato ad una singola fetta dello spessore di 15 metri; sui due piani che delimitano la fetta superiormente ed inferiormente si svolgono rispettivamente le operazioni di perforazione dei fori da mina ed il carico dell'abbattuto: all'esaurimento di ogni fetta di giacimento è possibile intervenire immediatamente con le operazioni di recupero ambientale sulle superfici in abbandono.

Il ciclo operativo di cava comprende le seguenti operazioni:

- abbattimento al fronte, impiegando esplosivo (prevalentemente tipo slurry ed anfo) collocato in fori da mina a chiodo
- carico al fronte mediante pala gommata, invio per gravità alla spianata di quota 140, ripresa con pala meccanica e camion e trasporto all'impianto di frantumazione.

4.5 Geometria dei fronti

La configurazione proposta per il fronte in abbandono prevede un profilo a gradoni disposti ad intervalli di 15 metri, caratterizzati da inclinazione media variabile in funzione dell'esposizione:

- fronte esposto mediamente a NNW (fronte principale) e fronte esposto a ENE (fronte minore): inclinazione della superficie di inviluppo pari a circa 35° con pedate larghe circa 6-8 m ed alzate inclinate a circa 65°, ricaricate per buona parte con materiale grossolano ricoperto con uno strato di terra
- fronte esposto a Ovest (fronte secondario): inclinazione della superficie di inviluppo intorno a 32-33° con pedate larghe circa 8-10 m; anche in questo caso si prevede la ricarica dell'alzata con materiale grossolano e terra in superficie
- fronte di transizione tra i due fronti precedenti: inclinazione della superficie di inviluppo pari a circa 45° con pedate larghe circa 3-4 m ed alzate inclinate a circa 65°; l'inclinazione è condizionata dallo stato attuale, già fortemente arretrato, che non consente margini di rimodellamento, se non la riprofilatura secondo un assetto a gradoni.

Gli schemi di modellamento del fronte sono rappresentati nel dis. D08.

4.6 Sviluppo della coltivazione

Le operazioni di coltivazione previste per lo sfruttamento delle riserve residue di materiale comprendono essenzialmente:

- sistemazione dell'accesso al gradone di quota 230 del settore Est e prolungamento dello stesso gradone in direzione NE fino al limite di ampliamento stabilito per il fronte
- ribasso progressivo della spianata di coltivazione, operando per fette di 15 metri di spessore, e profilatura secondo la geometria di progetto delle scarpate man mano esaurite (inclinazione media variabile da 45° a 32° da SW a NE); la coltivazione sarà concentrata sul settore Est fino al raggiungimento della quota di ribasso 140 m, dove si realizzerà il

ricongiungimento con la spianata già oggi tracciata e temporaneamente inattiva
- ripresa della coltivazione su tutta la larghezza del fronte da Ovest a Est e prosecuzione dei ribassi per fette di 15 metri
- esaurimento della coltivazione al raggiungimento della quota del piazzale di base (quota 100 m).

Dati gli spazi di manovra piuttosto esigui, soprattutto in corrispondenza del settore di transizione tra fronte Sud e fronte Est, le operazioni di riporto di materiale grossolano e terra contro le scarpate residue a fini di rimodellamento e i successivi interventi di rinverdimento saranno effettuati prima dell'esaurimento di ciascuna fetta di coltivazione. In tal modo, oltre ad una maggior efficacia di intervento, si potrà anticipare la sistemazione del fronte esaurito con evidenti benefici di mitigazione, già nel corso dei lavori, dell'impatto visivo delle superfici artificiali create con l'intervento.

La situazione prevista al termine della coltivazione è rappresentata in pianta e sezioni rispettivamente nei dis. D04 e D05.

4.7 Viabilità interna alla cava

La viabilità attuale di accesso ai fronti è stata tracciata nel corso della coltivazione pregressa e sarà mantenuta, con i dovuti adeguamenti e sistemazioni anche per le operazioni future.
In particolare si prevede il rimodellamento del cumulo di limi esistente sopra quota 140 – settore Ovest, allo scopo di modificare nel senso di una minore pendenza la rampa esistente e ripristinare l'accesso al gradone di quota 155.
Per raggiungere le quote superiori del settore Est sarà utilizzata la pista di arroccamento presente sul limite Ovest della cava e sarà man mano ripristinata l'agibilità dei diversi gradoni fino al livello 215, attraverso il quale mediante la rampa esistente sarà raggiunta la quota 230 costituente il limite superiore di ripresa del fronte.

Nelle fasi successive di coltivazione il settore Est del fronte sarà sempre accessibile attraverso la spianata attiva che si abbasserà progressivamente con il ribasso della coltivazione.

4.8 Regimazione delle acque superficiali

L'area interessata dalla cava occupa la porzione medio-superiore del bacino idrico secondario drenato dal Rio Fornace, tributario di sinistra del T. Segno. Tale parte del bacino è quasi interamente impostata sul substrato calcareo-

dolomitico altamente permeabile per fratturazione, mentre la parte inferiore ricade su rocce scistoso-filladiche poco o nulla permeabili.
La circolazione superficiale nel settore medio-superiore del bacino risulta molto limitata e saltuaria, in relazione all'alta permeabilità del substrato; se ne ha conferma dall'osservazione dei rii naturali, privi di indizi di deflusso ed erosione e normalmente invasi dalla vegetazione, e delle superfici dei fronti esauriti che anche nelle aree interessate da riporti superficiali non mostrano effetti di ruscellamento concentrato o di dissesti di origine idraulica.
I lavori di coltivazione pregressi hanno coinvolto, in accordo con il progetto approvato, alcuni rami minori della rete idrica naturale, aventi peraltro il carattere di linee di deflusso temporaneo, normalmente secche, attive solo in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati. La cava pertanto riceve attualmente il contributo della modesta porzione di bacino naturale sovrastante il limite di scavo, corrispondente alla fascia compresa tra le quote 270-290 e le quote 340-370 del crinale spartiacque.
A proposito dell'interessamento del reticolo idrico minore, oggi in corso di assoggettamento a tutela in base ad una specifica norma regionale (L.R. 18/1999 di riordino del reticolo idrografico regionale e DGR 1449 del 30/11/2012 di adozione della carta del reticolo idrografico), recentemente è stata presentata alla Regione una nota di osservazioni, richiedendo l'adeguamento della cartografia alla situazione reale già determinatasi con la coltivazione della cava.

Situazione attuale della rete idrica

La configurazione attuale del sistema di raccolta delle acque di pertinenza della cava consiste essenzialmente in (dis. D06):

- un collettore laterale lungo il limite Ovest, ricavato lungo il tracciato della pista di arroccamento, intubato in due tratti in corrispondenza di attraversamenti della pista stessa; il collettore è alimentato prevalentemente dal bacino superiore del Rio Fornace, intercettato dai lavori di cava, e termina sulla spianata di quota 140; un ulteriore tratto di reticolo si sviluppa alla quote inferiori lungo la pista di arroccamento per terminare sul piazzale di base
- un collettore laterale impostato lungo la linea di intersezione tra fronte principale e fronte Est, poggiante direttamente sul substrato roccioso; questo collettore è alimentato da due rii minori estesi brevemente sopra il limite di cava e dai gradoni adiacenti modellati con immersione verso l'impluvio; anche in questo caso il sistema di raccolta termina sulla spianata 140

- il piazzale di base, oggi occupato da impianti e cumuli di materiali inerti, che grazie alla contropendenza verso il fronte favorisce l'accumulo e lo smaltimento delle acque per infiltrazione nel substrato; l'eventuale ruscellamento del settore Nord del piazzale viene recapitato direttamente al tronco inferiore del Rio Fornace, il cui tracciato immediatamente a valle, in corrispondenza del sottopasso dell'Autostrada, è intubato per alcune decine di metri.

Situazione futura della rete idrica

Nell'evoluzione futura della morfologia della cava verrà mantenuto l'impianto di base della rete idrica oggi impostata, prevedendo (vedi dis. D06):

- settore Ovest di cava: mantenimento del collettore attuale, introducendo nella parte inferiore uno scaricatore in roccia in corrispondenza dell'intersezione tra fronte Ovest e fronte Sud; il collettore riceverà anche il contributo dei gradoni adiacenti, modellati con opportuna inclinazione longitudinale; in corrispondenza delle pedate dei gradoni saranno realizzate due ali in blocchi da scogliera per il contenimento del deflusso (vedi particolare nel dis. D06)
- settore Est: nel corso della profilatura definitiva del fronte, ricostruzione graduale del collettore attuale secondo una configurazione di scaricatore in roccia, in analogia con quello previsto sul settore Ovest; anche in questo caso l'inclinazione delle pedate dei gradoni sarà modellata in modo da suddividere i deflussi tra i due collettori; il settore di fronte all'estremità NE sarà configurato in modo da scaricare lateralmente le acque in forma parcellizzata, a livello di ogni gradone, nella linea di impluvio naturale immediatamente adiacente
- piazzale di base: formazione di due aree di raccolta, laminazione e infiltrazione delle acque nella fascia alla base del fronte; realizzazione sui bordi Est ed Ovest di due canali collettori terminali in semplice scavo in roccia, estesi verso Nord fino allo scarico nel Rio Fornace; i canali avranno la funzione di smaltimento dell'eventuale eccesso di deflusso sfiorante dall'area di accumulo e dal ruscellamento sul piazzale.

4.9 Impianto di produzione di inerti

Il processo di lavorazione del minerale sarà attuato mediante un impianto ubicato sul piazzale di base impostato secondo lo schema rappresentato in fig. 3 (vedi anche rappresentazioni in pianta e sezioni nel dis. D07):

- frantumazione primaria in frantoio a mascelle (impianto primario)
- vagliatura grossolana e stoccaggio dei prodotti
- ripresa da cumulo e frantumazione secondaria della frazione sopra vaglio
- lavaggio, vagliatura e classificazione
- stoccaggio in sili e/o in cumuli a terra dei prodotti finiti
- trattamento delle acque di lavaggio mediante addensamento e trattamento con filtropressa
- recupero dei limi e miscelazione con le frazioni "stabilizzate"
- recupero e riciclo delle acque depurate in testa all'impianto.

4.10 Valutazione tecnico-economica dell'attività

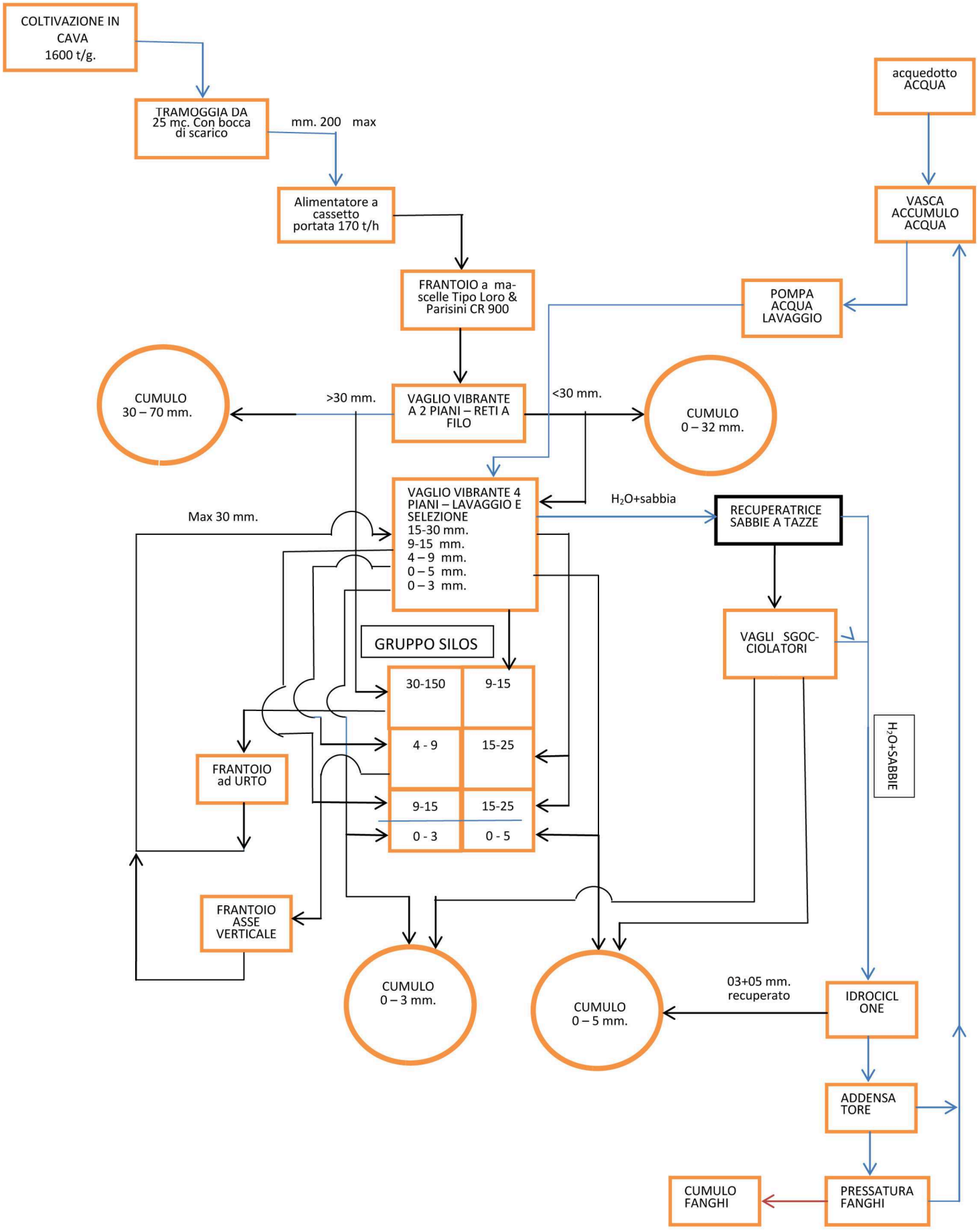
4.10.1 Volumi estraibili di minerale

Il volume di materiale estraibile entro i limiti stabiliti nel progetto autorizzato in precedenza, sulla base del confronto tra situazione topografica attuale situazione finale di progetto, ammonta a 950.000 m^3, pari a circa 2.375.000 t.

4.10.2 Ciclo di lavorazione

Il ciclo delle lavorazioni di cava a regime prevede le seguenti operazioni:

- perforazione dei fori da mina a chiodo con maglia di 3,5 x 3 m^2 e profondità di circa 17 m
- esecuzione dell'abbattimento mediante esplosivo di tipo slurry od anfo suddiviso in cariche microritardate per quantità massima 35-40 kg per ritardo
- disgaggio del fronte mediante escavatore
- smarino del materiale con pala gommata e trasporto al cono di gettito con invio per gravità alla spianata di quota 140
- ripresa con pala meccanica e camion, trasporto e alimentazione dell'impianto di frantumazione
- carico al fronte mediante pala gommata, invio per gravità alla spianata di quota 140, ripresa con pala meccanica e camion e trasporto all'impianto di frantumazione.



GEOMIN srl geologia cave miniere	*GIUGGIA COSTRUZIONI srl* - **Cava TREVO** Schema dell'impianto di lavorazione	FIG. N° : **3**

4.10.3 Prodotti e mercati

Il materiale estratto dalla cava sarà in parte minima utilizzato tal quale (blocchi da scogliera sezionati al fronte) e in buona parte lavorato nell'impianto di comminuzione e classificazione per la produzione di inerti; i prodotti della cava saranno così ripartiti:

- blocchi da scogliera 5%
- detriti stabilizzati 25%
- pietrischi 35%
- sabbie da macinazione 30%
- limi di lavaggio 5%.

La produzione annua totale è prevista in circa 220.000 m^3 (in mucchio).

4.10.4 Manodopera impiegata

L'attività delle cava occuperà stabilmente i seguenti addetti:

- 1 direttore di cava
- 1 minatore
- 3 operatori alle macchine movimento terra
- 1 autista
- 2 addetti all'impianto di frantumazione e servizi vari

per un totale di 8 occupati.

4.10.5 Mezzi impiegati

La dotazione di macchinari adibiti ai lavori di cava è elencata di seguito.

- 1 carro di perforazione con perforatrice down-the-hole per le preparazione dei fori da mina (130 kW)
- 1 escavatore cingolato per disgaggio dei fronti e carico del materiale (potenza 160 kW)
- 2 pale gommate per la movimentazione al fronte e per l'alimentazione dell'impianto (potenza 175 kW)
- 1 autocarro per movimentazioni e trasporti in cava (280 kW)
- 1 autocarro con cisterna per irrorazione di fronti e piazzali (180 kW).
- 2 autovetture di servizio (potenza 90 kW).

5. VERIFICHE DI STABILITA'

5.1 Introduzione

Nel febbraio 2013 sono stati effettuati rilievi geomeccanici sulle scarpate dei fronti principali della cava. Gli stendimenti, di 20 m di lunghezza, sono stati realizzati alla base delle scarpate dei gradoni, compiendo osservazioni sistematiche lungo l'allineamento. L'ubicazione, rappresentata in fig. 4, è stata scelta, compatibilmente con le condizioni di accesso e di affioramento, allo scopo di studiare fronti ad orientazione spaziale differente e di coprire in modo il più possibile omogeneo l'area di coltivazione. In totale sono state raccolte circa 250 misure di discontinuità.

Per ogni discontinuità rilevata sono stati descritti i parametri geometrici e fisico-meccanici principali (giacitura, persistenza, spaziatura, scabrezza, apertura, condizioni d'alterazione, presenza d'acqua, riempimento). Le classi in cui sono stati suddivisi i valori misurati per i differenti parametri sono quelle suggerite da ISRM (2007)[2].

Sono state eseguite misure della rugosità di alcune famiglie di discontinuità per mezzo di uno *Shape Tracer* (con passo di lettura inferiore a 1 mm).
Misure della resistenza meccanica delle pareti dei giunti delle famiglie principali sono state effettuate con uno sclerometro di tipo L.

L'orientazione spaziale delle superfici di discontinuità è stata rappresentata mediante proiezioni stereografiche equiareali su reticolo di Schmidt (semisfera inferiore). La giacitura di una superficie è espressa, nelle proiezioni stereografiche, come direzione dell'immersione, con valore variabile da 0° a 360°.

[2] Ulusay R., Hudson J. A. (2007) – The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1976-2006. ISRM Turkish National Group, Ankara.

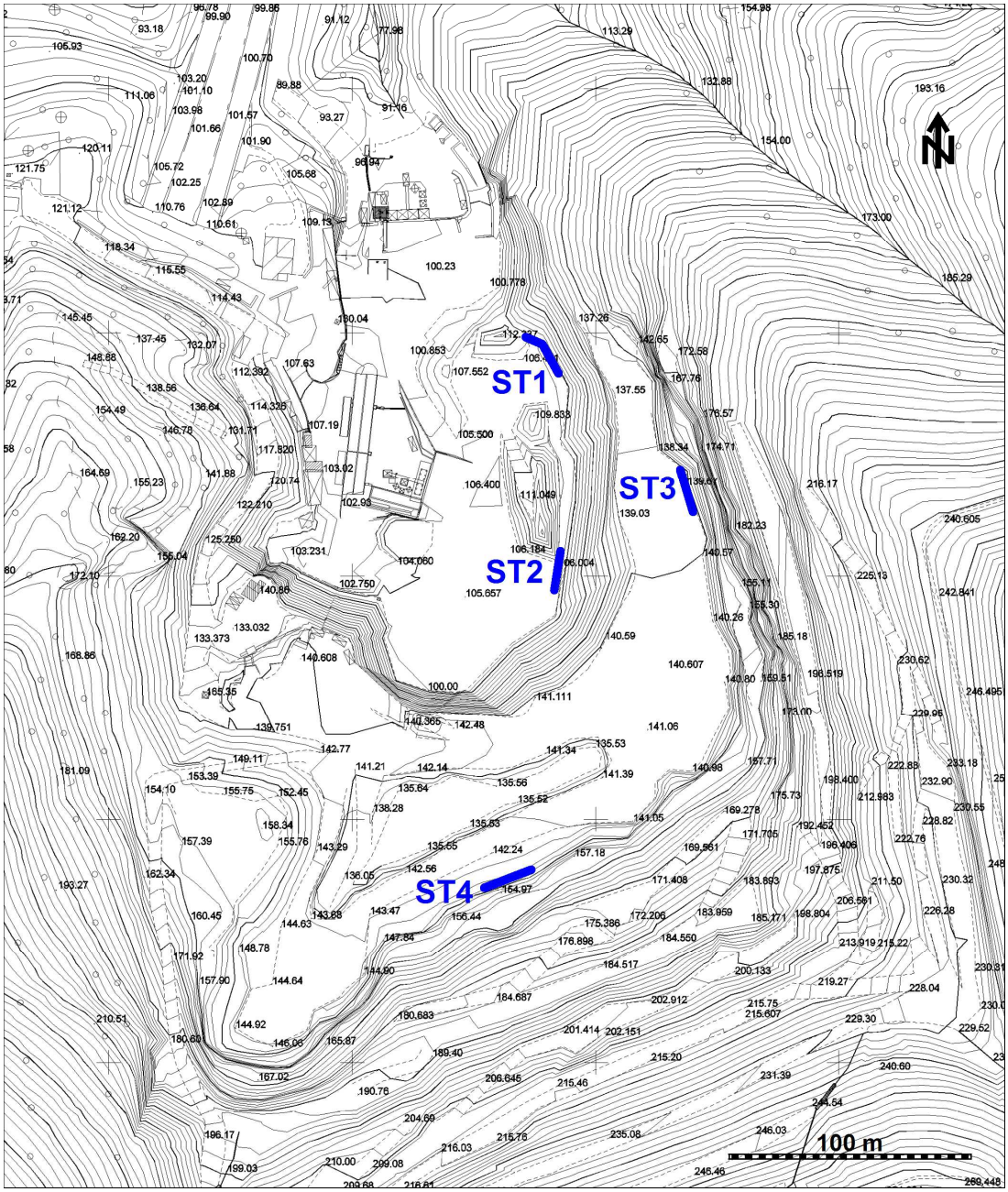


Fig. 4 – Localizzazione degli stendimenti eseguiti sui fronti di cava.

5.2 Caratterizzazione geomeccanica

La serie carbonatica affiorante nell'area di coltivazione è costituita da dolomie, di colore grigio scuro, più chiaro all'alterazione, in strati prevalentemente sottili, talora medi, e da rare intercalazioni di argilliti da verdastre a nere, con alterazione bruno – rossastra, presenti soprattutto nel

fronte occidentale tra i piazzali di quota 100 e 140 circa s.l.m. Nei gradoni di quota più alta sono presenti anche intercalazioni di calcari marnosi rossastri. Le rocce carbonatiche hanno buona resistenza meccanica, stimata con misure sclerometriche (90 ± 35 MPa).

Il comportamento geomeccanico dell'ammasso roccioso così definito, tenendo conto delle caratteristiche di elevata resistenza della matrice rocciosa, è riferibile al modello di un mezzo discontinuo, in cui la resistenza complessiva dell'ammasso è determinata principalmente dalle caratteristiche delle discontinuità.

I dati di orientazione spaziale delle discontinuità, ricavati dal rilevamento strutturale dei fronti di cava, sono stati sottoposti ad un'elaborazione statistica di *cluster analysis*, eseguita con il programma *Dips 6.0* della Rocscience di Toronto. Sono stati riconosciuti 4 sistemi di discontinuità significativi, denominati S, K1, K1' e K2, ed a ciascun sistema è stato attribuito un valore centrale della distribuzione delle misure, rappresentativo della giacitura media (fig. 5).

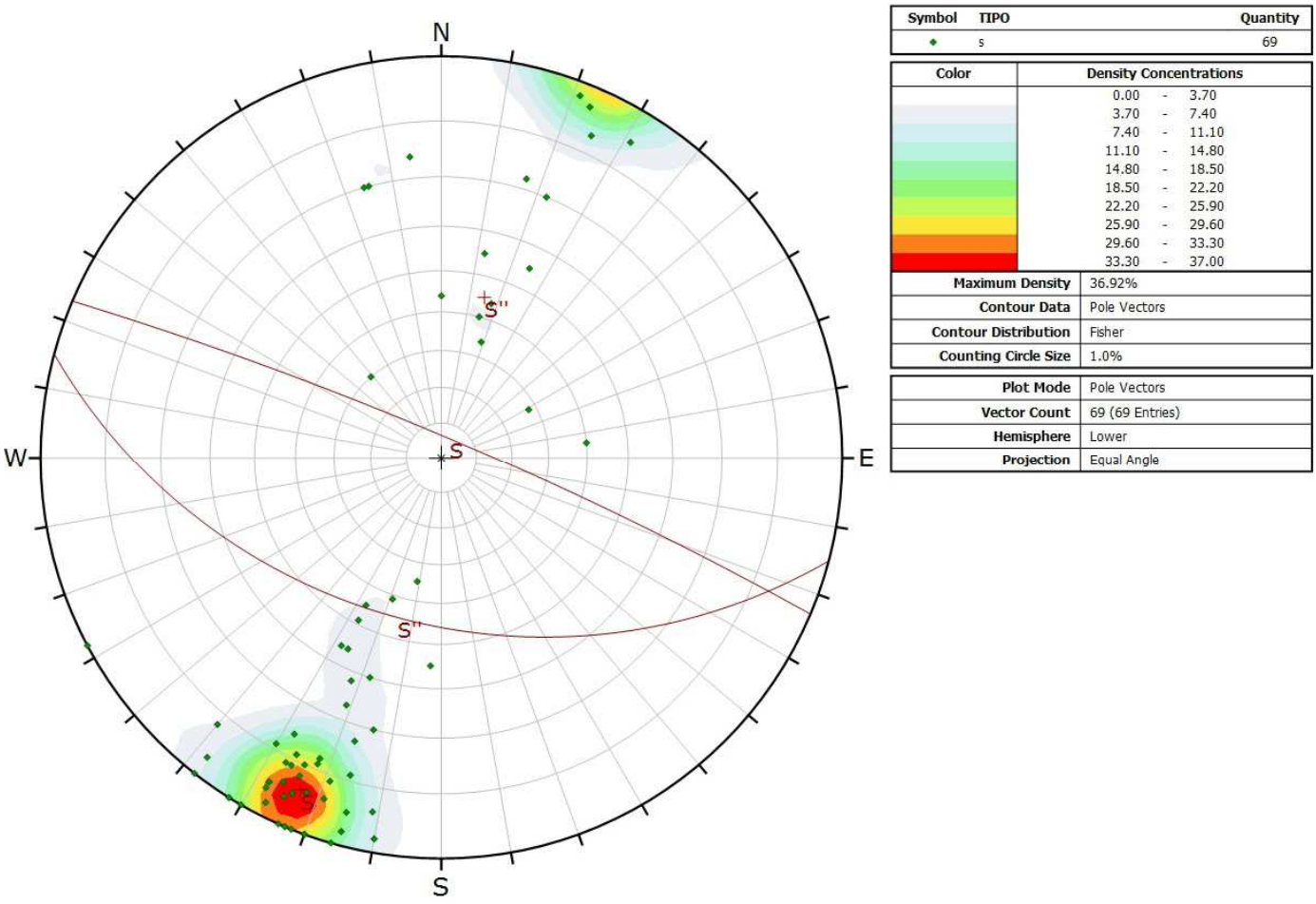
Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche geomeccaniche essenziali dei sistemi di discontinuità.

	K1	**K1'**	**K2**	**S**
Orientazione	110∕74°	283∕67°	193∕75°	024∕84°
Lunghezza	<1 m prevalente 1 – 3 m rara; 3-10 m rara	<1 m prevalente 1 – 3 m molto rara	>1 m; 1 – 3 m; 3-10 m	10-20 m; 3-10 m più rara
Spaziatura	2 – 6 cm prevalente; 6-20 cm frequente	2 – 6 cm prevalente; 6-20 cm frequente	2 – 6 cm	Da 2-6 cm a 60cm – 2m
Scabrezza	Piana liscia (preval.); Ond rugosa (rara)	Piana liscia (preval.); Ond rugosa (rara)	Piana o ondulata; Liscia prevalente, Rugosa più rara	Piana, liscia
JRC	4-6	2-4	-	Da 0-2 a 14-16 (rara)
Apertura	Chiusa	Chiusa	Chiusa	Chiusa
Condizioni d'alterazione	Non alterata Debol. alterata (rara)	Non alterata Debol. alterata (rara)	Debolmente alterata	Non alterata
Riempimento	Raramente calcite	Assente	Assente	Assente
Presenza d'acqua	Asciutta	Asciutta	Asciutta	Asciutta
JCS	90 ± 35 MPa	-	-	95 ± 35 MPa

Tabella 1 - Caratterizzazione delle famiglie di discontinuità dell'ammasso roccioso in dolomie

S, la stratificazione, è un sistema sostanzialmente ubiquitario. Come già osservato, poiché l'assetto non è monoclinale, la stratificazione ha un grado

di dispersione significativo. Per tener conto dell'immersione verso SO rilevata nei gradoni inferiori del meridionale è stata stimata una seconda giacitura rappresentativa (S').



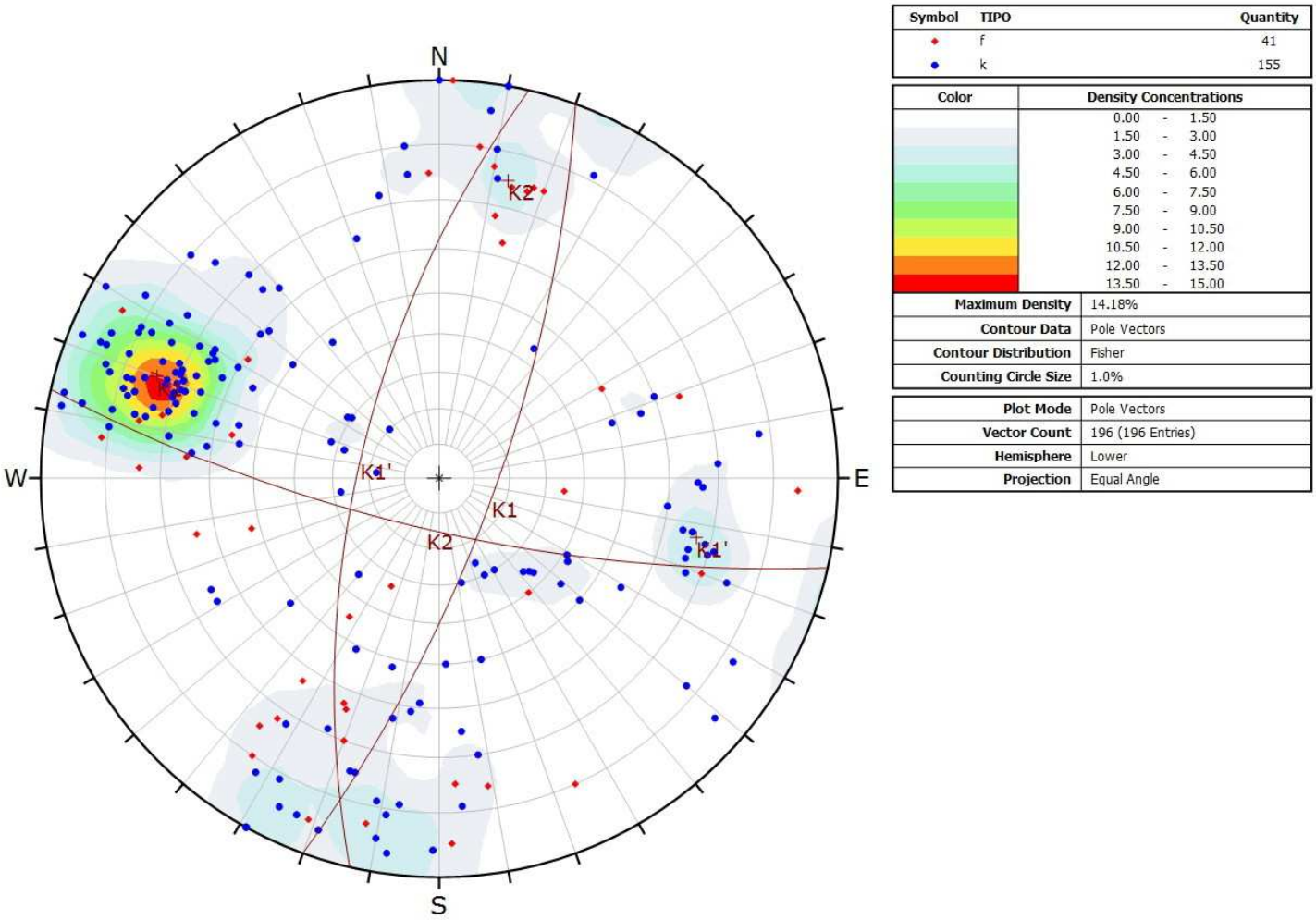
Symbol	TIPO	Quantity
◆	s	69

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.70
	3.70 - 7.40
	7.40 - 11.10
	11.10 - 14.80
	14.80 - 18.50
	18.50 - 22.20
	22.20 - 25.90
	25.90 - 29.60
	29.60 - 33.30
	33.30 - 37.00

Maximum Density	36.92%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	69 (69 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fig. 5 - Proiezione equiareale sulla semisfera inferiore delle discontinuità rilevate (stratificazione) ed elaborazione statistica della densità di distribuzione.



Symbol	TIPO	Quantity
◆	f	41
●	k	155

Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.50
	1.50 - 3.00
	3.00 - 4.50
	4.50 - 6.00
	6.00 - 7.50
	7.50 - 9.00
	9.00 - 10.50
	10.50 - 12.00
	12.00 - 13.50
	13.50 - 15.00

Maximum Density	14.18%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	196 (196 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fig. 6 - Proiezione equiareale sulla semisfera inferiore delle discontinuità rilevate (faglie, in rosso, e fratture in blu) ed elaborazione statistica della densità di distribuzione.

K1 è il sistema di frattura a frequenza nettamente più elevata (70% circa) e con relativamente minore dispersione; K1' e K2 sono caratterizzati da frequenza più bassa, di valore sostanzialmente analogo (circa 15%).
K1 e K2 sono associati a sistemi di faglie di simile orientazione. Il sistema più frequente, associato a K2, ha orientazione ONO-ESE con immersione elevata verso SSO e persistenza da metrica a decametrica. Il sistema associato a K1 con orientazione NNE-SSO ed immersione verso ESE ha minore persistenza.
Un terzo sistema, con direzione NO-SE ed immersione verso NE, sub parallelo alla giacitura prevalente della stratificazione, è presente nel settore

occidentale della cava ed è caratterizzato da persistenza frequentemente elevata (pluridecametrica).
Modesto, quando presente, è anche lo spessore della breccia o della cataclasite associata. Tenuto conto dell'orientazione prevalente a traversopoggio l'influenza delle faglie sulle condizioni di stabilità può considerarsi modesta.

5.3 Classificazione RMR dell'ammasso roccioso

Sulla base dei valori dei parametri geometrici e meccanici delle discontinuità ora descritti, è possibile ottenere una valutazione delle caratteristiche di resistenza d'insieme dell'ammasso roccioso del giacimento attraverso la classificazione RMR di Bieniawski, rappresentata in tabella 2.

Parametri	**Range**	**Rating**
Resistenza alla compressione monoassiale	50-100 MPa	7
RQD	<25%	3
Spaziatura delle discontinuità	<6 cm	5
Condizioni delle discontinuità	-	25
Presenza d' acqua	Assente	15
Total rating		**55**

Tabella 2 – Classificazione di Bieniawski

La resistenza alla compressione monoassiale è stata stimata sulla base dei dati ricavati dalle misure sclerometriche.
Il valore di RQD è stato calcolato mediante la relazione empirica proposta da ISRM (2007)[3]:

$$RQD = 115 - 3.3J_v$$

con J_v (*volumetric joint count*) somma del numero di discontinuità per metro dei due sistemi di discontinuità pressoché ubiquitari, S e K1.

Sulla base dei valori di *rating* ottenuti l'ammasso roccioso si può assegnare alla III classe (*fair rock*), della classificazione di Bieniawski.
Utilizzando le relazioni

$$c = 5\ RMR$$
$$\phi = 5 + (RMR/2)$$

si ottengono i valori più attendibili della coesione e dell'angolo d'attrito dell'ammasso roccioso, riportati nella tabella sottostante.

[3] Ulusay R., Hudson J. A. (2007) – The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1976-2006. ISRM Turkish National Group, Ankara.

Ammasso roccioso	Classe	c (kPa)	φ'(°)
Dolomie	III	275	32,5

Tabella 3 – Parametri di resistenza dell'ammasso roccioso calcareo

5.4 Caratterizzazione sismica del sito

5.4.1 Classificazione

La pericolosità sismica di riferimento è stata ricavata, sulla base dei dati forniti a livello nazionale nel sito web dell'INGV, con il software NCTSISMA (Castalia Srl).
Le coordinate geografiche decimali del centroide del sito della cava nel sistema ED 50 sono le seguenti:

latitudine: 44,250218
longitudine: 8,408923

I risultati ottenuti sono riportati in fig. 7 e nella tabella 4. Sulla base delle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 2.4), nella stima dei parametri sismici si è tenuto conto cautelativamente di una Vita Nominale di 50 anni (opera ordinaria) e di una Classe d'uso I, per costruzioni con presenza occasionale di persone. E' stata assunta di conseguenza un periodo di riferimento, V_r, uguale a 35 anni (D.M. 14/01/2008, § 2.4.3).

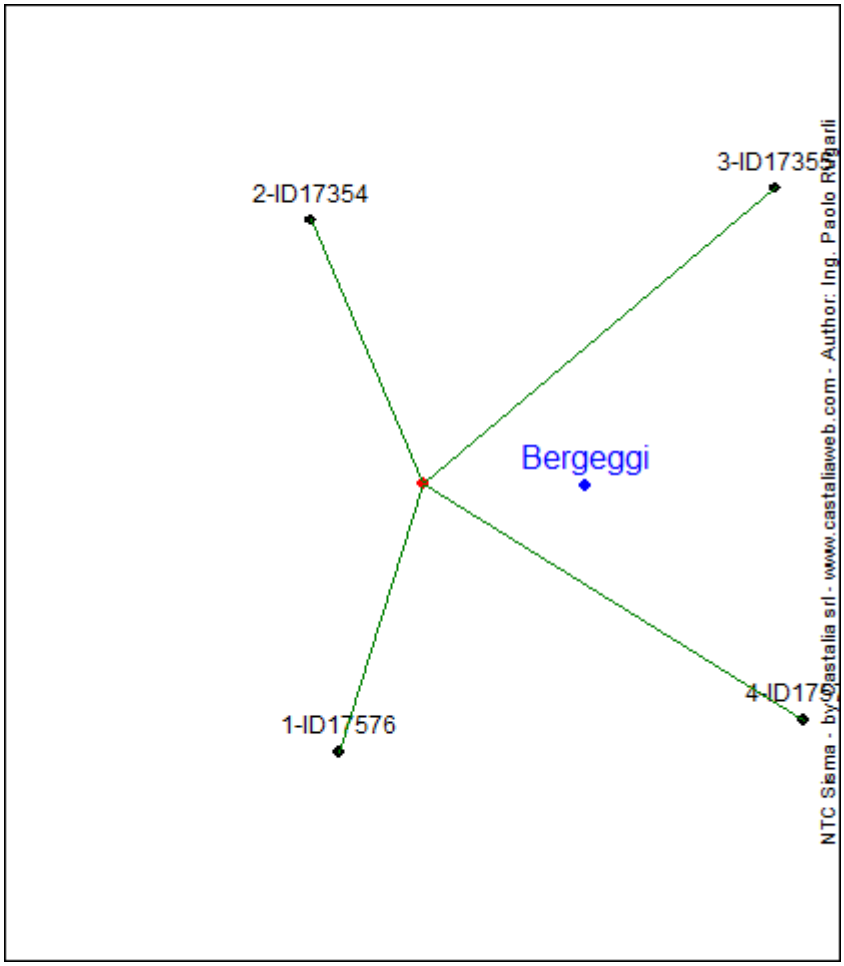


Fig. 7 – Localizzazione del sito di cava (in rosso) e dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento entro la quale si trova il sito.

Parametri	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento nel Vr	0.81	0.63	0.1	0.05
T_r	35 anni	35 anni	332 anni	682 anni
a_g	0.0186 g	0.0204 g	0.0530 g	0.0694 g
F_o	2.5782	2.5661	2.5830	2.6106
T_c	0.1600 sec	0.1697 sec	0.2890 sec	0.3117 sec

Tabella 4 – Parametri sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV). (Vr periodo di riferimento, Tr tempo di ritorno, ag accelerazione massima di riferimento, F_o fattore di amplificazione spettrale, Tc periodo relativo all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro)

5.4.2 Categorie di suolo e condizioni topografiche

Il profilo stratigrafico del substrato roccioso nei fronti di cava è assimilabile ai sottosuoli compresi nella categoria A, per la quale il parametro di amplificazione stratigrafica SS vale 1 (D.M. 14/01/2008, Tabella 3.2.V).
Per pendii con inclinazione media superiore ai 15°, le condizioni topografiche del sito rientrano nella categoria T2 della tabella 3.2.VI delle citate Norme Tecniche per le Costruzioni, cui corrisponde un valore di ST = 1,20.

5.4.3 Azione sismica

Poiché mancano analisi specifiche riguardanti la risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa nel sito può essere calcolata (§ 7.11.3.5.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) con la relazione

$$a_{max} = SS\ ST\ a_g$$

che, utilizzando i parametri ottenuti nei paragrafi precedenti, fornisce per il sito i valori di amax riportati nella tabella sottostante.

	SLO	SLD	SLV	SLC
a_{max}	0.0223 g	0.0245 g	0.0636 g	0.0833 g

Tabella 5 – Valori di a_{max} ottenuti per i diversi stati limite

Nel metodo di verifica di stabilità pseudo - statico che è stato adottato, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, i cui coefficienti sismici orizzontale e verticale possono calcolarsi secondo le relazioni:

$$k_h = \beta_s\ a_{max}/g$$
$$k_v = 0.5\ k_h$$

in cui k_h è il coefficiente della componente orizzontale della forza, k_v il coefficiente della componente verticale e β_s il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa, valutato secondo i valori riportati nella tabella 7.11.I delle Norme Tecniche per le Costruzioni e pari nel caso attuale a 0.20 in tutti i casi. I valori finali ottenuti sono riportati nella tabella che segue.

	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.0045	0.0049	0.0127	0.0167
k_v	0.0023	0.0025	0.0064	0.0084

Tabella 6 – Coefficienti sismici ottenuti per le condizioni degli stati limite del collasso (SLC), del danno (SLD), di operatività (SLO) e di salvaguardia della vita (SLV).

5.5 Analisi dei cinematismi

5.5.1 Generalità

Per analizzare i possibili meccanismi di instabilità sono stati eseguiti i *test* di Markland, utilizzando i valori medi di giacitura dei sistemi di discontinuità principali e l'orientazione media dei fronti di cava prevista dal progetto di coltivazione nella configurazione finale.

Per le singole famiglie di discontinuità sono stati utilizzati i valori centrali della distribuzione delle misure di orientazione, calcolati secondo gli algoritmi statistici di *cluster analysis* del programma *Dips 6.0* di Rocscience, Toronto.

Nel *test* è stato introdotto, come valore dell'angolo di attrito di base delle discontinuità, un cerchio d'attrito di 30°.

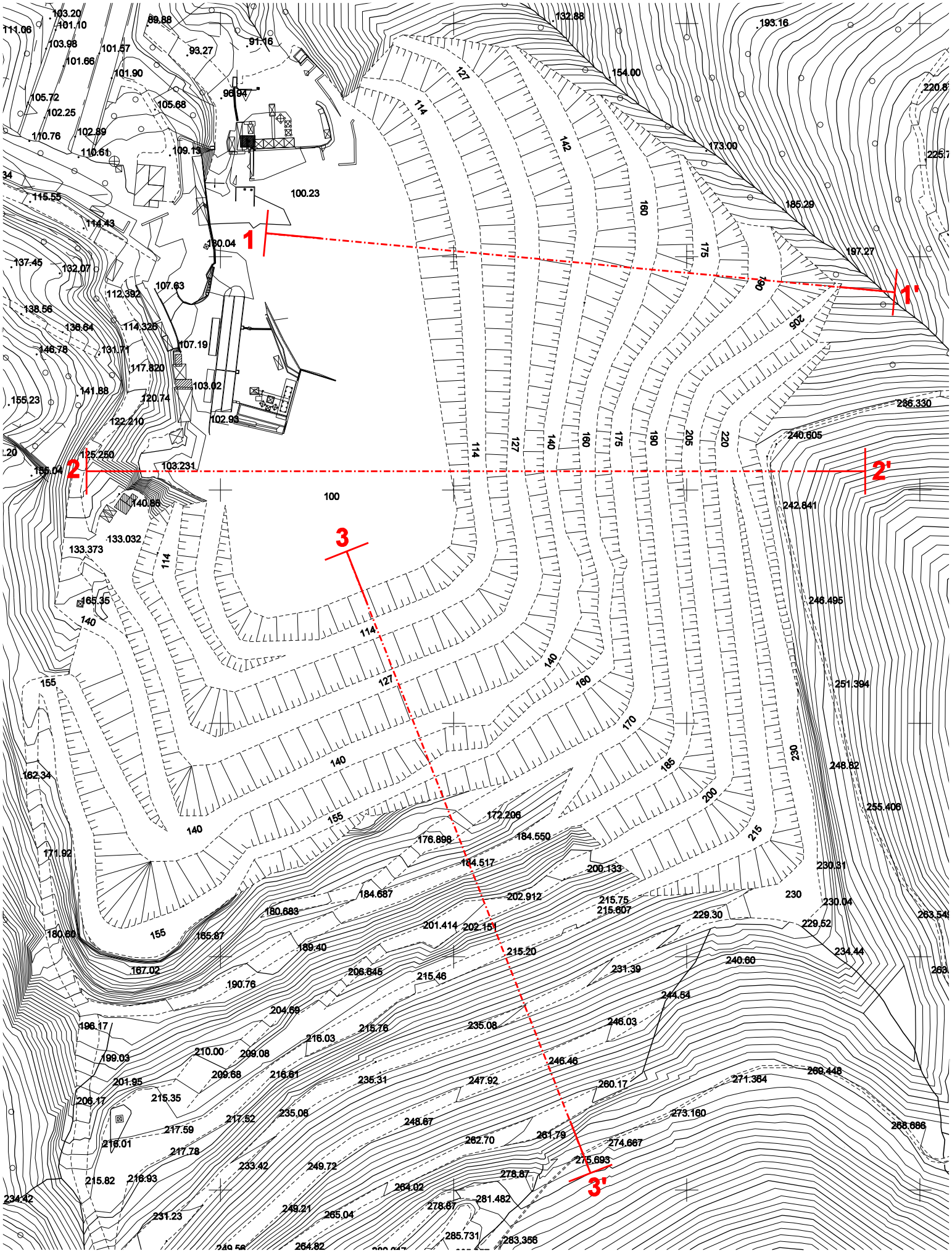
La configurazione dei fronti di cava nella situazione finale è schematizzabile attraverso tre orientazioni medie (vedi le sezioni 2-2, 3-3, 4-4 di fig. 8) Le caratteristiche geometriche dei fronti e dei gradoni rappresentativi, sottoposti ad analisi di stabilità, sono riportate nella tabella sottostante.

Immersione del fronte o del gradone	Inclinazione	Altezza
070°	35°	40 m
070°	50°	15 m
270°	45°	135 m
270°	65°	20 m
340°	35°	170 m
340°	55°	15 m

Tabella 7 – Geometria della configurazione finale dei fronti e dei gradoni

5.5.2 Risultati dei test di Markland

Le verifiche sono state eseguite per lo scivolamento su cunei, per lo scivolamento planare, per il ribaltamento flessurale (*flexural toppling*). Nelle figure relative ai fronti ed ai gradoni, in assenza di cinematismi



GEOMIN srl
geologia cave miniere

GIUGGIA COSTRUZIONI srl - Cava TREVO

Schematizzazione dei fronti di cava - Scala 1:2.000

FIG. N° : 8

potenzialmente instabili è stato riprodotto come rappresentativo solamente il caso dello scivolamento su cunei.

Fronte 070°/30°

Non è possibile alcun cinematismo (fig. 9).

Gradone 070°/50°

Non è possibile alcun cinematismo (fig. 10).

Fronte 270°/45°

Non è possibile alcun cinematismo (fig.11).

Gradone 270°/65°

Esiste un solo possibile cinematismo, il cuneo K1'/K2 (fig. 12).

Fronte 340°/35°

Non è possibile alcun cinematismo. (fig. 13).

Gradone 340°/55°

Sono state esaminate due giaciture della stratificazione, l'una immergente a NE e l'altra immergente a SO, quest'ultima caratteristica dei gradoni inferiori del fronte. Non è possibile alcun cinematismo (figg. 14 e 15).

5.5.3 Scivolamento su cunei

Nei diagrammi che riproducono i *test* di Markland (vedi le pagine seguenti) l'area in colore rosso indica la zona critica primaria, compresa tra la traccia ciclografica della superficie del fronte o del gradone e il cono d'attrito, il cui valore è stabilito nell'analisi cinematica in 30° per tutti i sistemi di discontinuità. I punti di intersezione tra due superfici di discontinuità che cadono all'interno dell'area in colore rosso rappresentano cunei che soddisfano le condizioni geometriche e d'attrito per lo scivolamento. Lo scivolamento può avvenire lungo una delle due superfici o lungo la linea di intersezione.
L'area in colore giallo indica la zona critica secondaria, compresa tra la superficie del fronte o del gradone e la traccia ciclografica del piano inclinato di un angolo pari all'angolo del cono di attrito. I punti di intersezione di due superfici di discontinuità che cadono all'interno dell'area in colore giallo rappresentano cunei il cui scivolamento avviene su una delle due superfici di discontinuità. Tali punti di intersezione hanno

un'inclinazione inferiore all'angolo d'attrito; tuttavia il cinematismo può verificarsi se l'inclinazione della superficie di discontinuità su cui avviene lo scivolamento ha un'inclinazione superiore all'angolo di attrito.

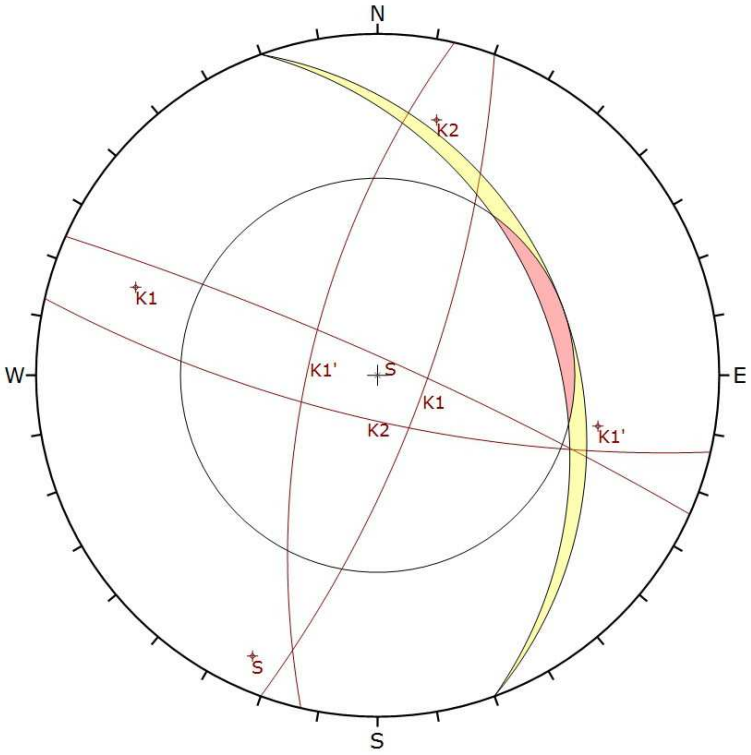


Fig. 9 –Fronte 070°. Test di Markland per lo scivol amento su cunei.

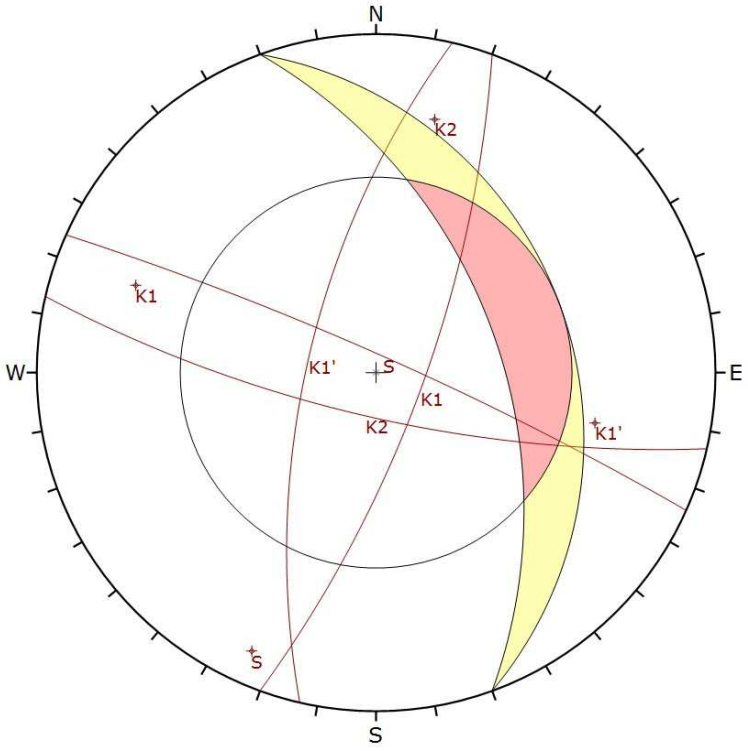


Fig. 10 –Gradone 070°. Test di Markland per lo sciv olamento su cunei.

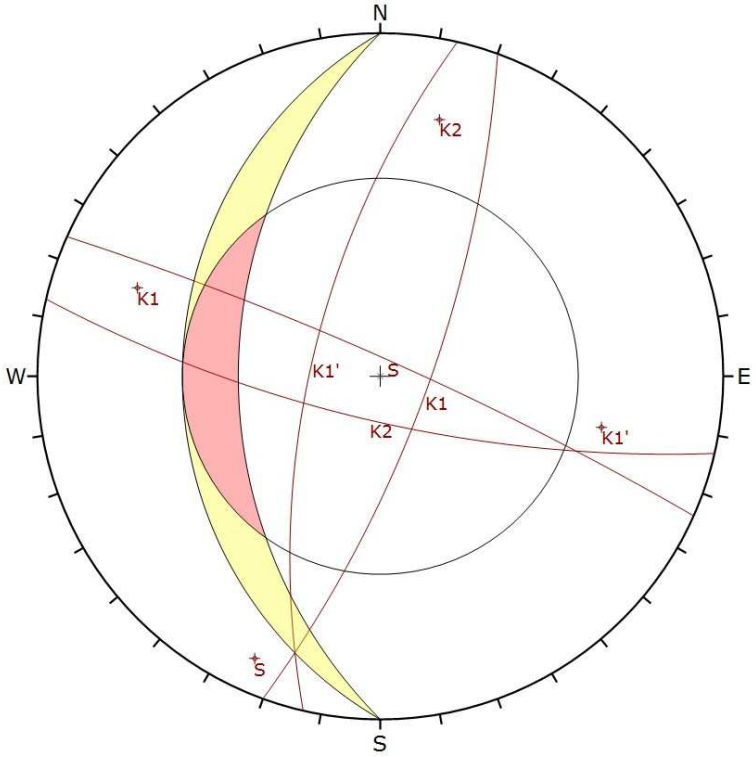


Fig. 11 –Fronte 270°. Test di Markland per lo scivo lamento su cunei.

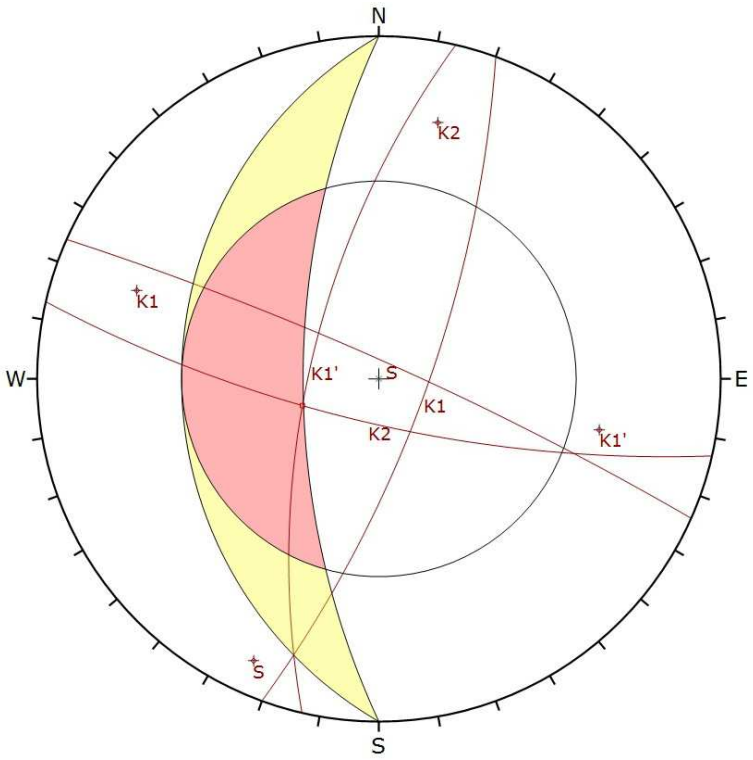


Fig. 12 –Gradone 270°. Test di Markland per lo sciv olamento su cunei.

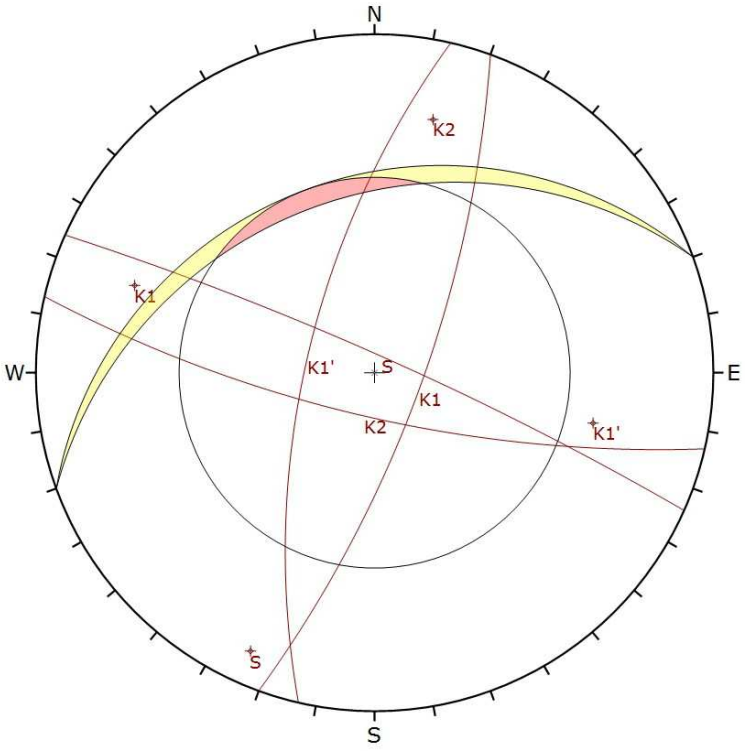


Fig. 13 –Fronte 340°. Test di Markland per lo scivo lamento su cunei.

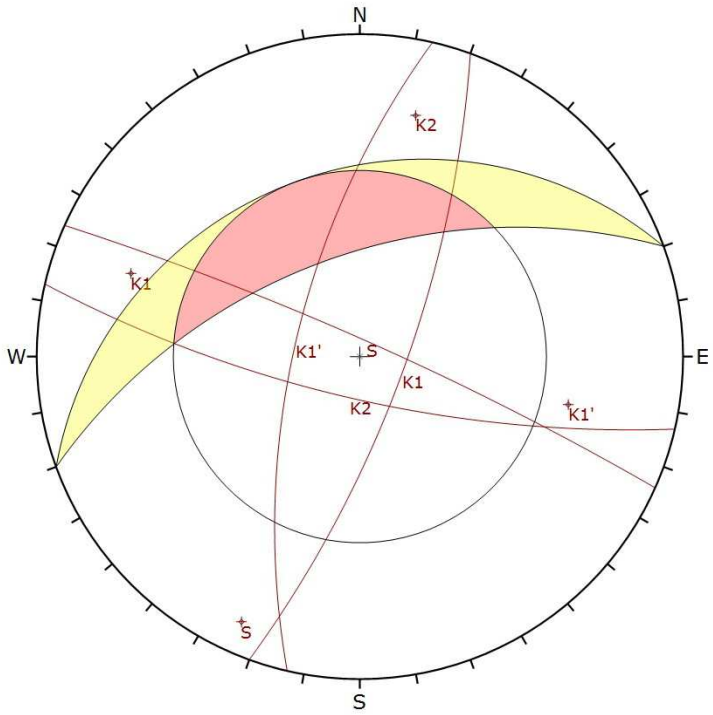


Fig. 14 –Gradone 340°. Test di Markland per lo sciv olamento su cunei con S immergente a NE.

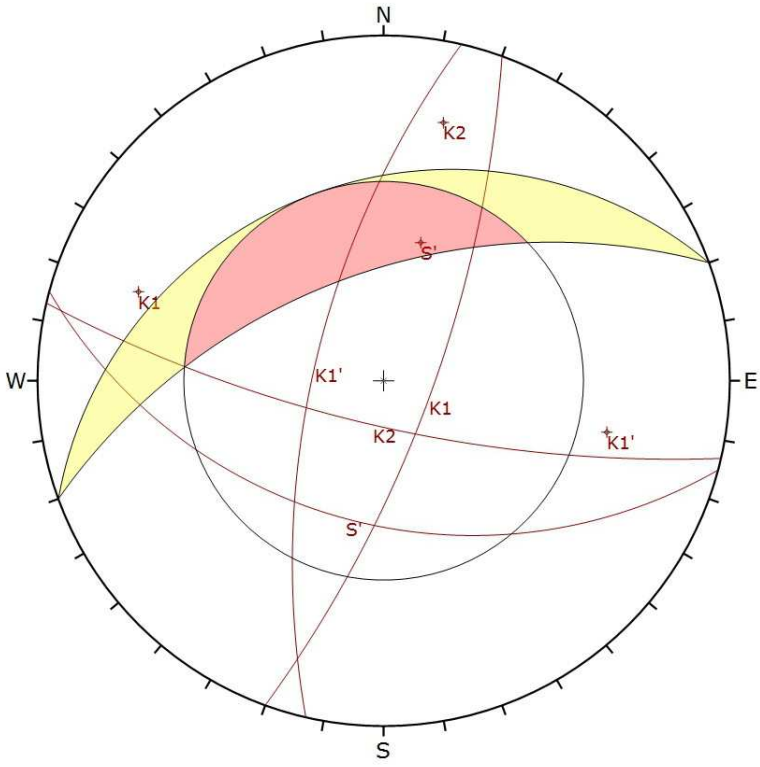


Fig. 15 –Gradone 340°. Test di Markland per lo sciv olamento su cunei con S immergente a SO.

5.6 Parametri geomeccanici caratteristici

5.6.1 Gradoni

Nei calcoli di stabilità relativi ai gradoni, la resistenza al taglio dei giunti dei diversi sistemi di discontinuità riconosciuti è stata stimata ricorrendo al criterio empirico di Barton[4] (1976),

$$\tau = \sigma_n \tan [JRC \log_{10} (JCS/\sigma_n) + \phi_b]$$

in cui τ è la resistenza al taglio del giunto, σ_n lo sforzo normale agente sul piano, ϕ_b l'angolo d'attrito di base, JRC e JCS i parametri che tengono conto rispettivamente della rugosità della superficie e della resistenza a compressione delle pareti del giunto.
Tenendo conto dei valori di JRC e JCS misurati o stimati, dello sforzo normale medio riferibile alle condizioni geometriche dei gradoni, sono stati ricavati i valori di ϕ_P (angolo d'attrito di picco, corrispondente al termine contenuto in parentesi quadra nell'equazione di Barton), riportati nella tabella 8.

Sistema di discontinuità	ϕ_p (°)
K1	45.7
K1'	39.4
K2	48.9
S	45.7

Tabella 8 - Angolo d'attrito di picco su giunto

I valori così ottenuti per l'angolo d'attrito di picco sono stati assunti come parametri caratteristici, dai quali sono stati poi derivati i parametri di progetto adottati nei calcoli di stabilità in sostituzione del valore dell'angolo d'attrito di base utilizzato in prima approssimazione nei *test* di Markland.

5.7 Calcolo di stabilità dei cinematismi potenziali

5.7.1 Stati limite

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, § 7.1) il rispetto degli stati ultimi in condizioni sismiche si considera soddisfatto quando siano state eseguite le verifiche relative agli stati limite SLD, stato limite di danno, e SLV, stato limite di salvaguardia della vita.

[4] Barton N. – The shear strength of rock and rock joints – Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 1976

Non essendo valutabile per un fronte in roccia uno stato limite di esercizio, nelle verifiche di stabilità è stato preso in considerazione solo lo stato limite ultimo SLV.

5.7.2 Stati limite

Per ottenere i parametri di progetto sono stati adottati i coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per i fronti di scavo. Pertanto ai valori caratteristici della coesione intercetta e della tangente dell'angolo di resistenza al taglio sono stati applicati i coefficienti parziali (1,25 in entrambi i casi, secondo la tabella 6.2.II delle citate norme). Alla resistenza globale deve essere applicato il coefficiente 1,1 (tabella 6.8.I).

Sistema di discontinuità	ϕ_p (°)
K1	39.3
K1'	33.3
K2	42.5
S	39.3

Tabella 9 - Angolo d'attrito di progetto su giunto

5.7.3 Metodo di calcolo e risultati

I potenziali cinematismi risultanti dai *test* di Markland sono stati sottoposti a verifica, eseguendo i calcoli di stabilità con il programma *Swedge 5.0* (Rocscience, Toronto) che utilizza le equazioni di Hoek[5], ed applicando i parametri di progetto.
Per la generalità dei casi sono state assunte condizioni idrauliche drenate. Il peso specifico apparente è stato assunto pari a $\gamma = 2{,}7$ t/m^3. L'azione sismica è stata simulata con il metodo pseudo - statico, per mezzo di un'azione statica equivalente, espressa dai coefficienti sismici calcolati nel capitolo precedente.
Per quanto riguarda le dimensioni dei cunei potenzialmente instabili, la stima è stata eseguita assumendo il valore massimo della persistenza dei diversi sistemi di discontinuità, come risultante dal rilievo di terreno (vedi fig. 16).

Cinematismo	**Fattore di sicurezza**	**Volume (m^3)**	**Peso (t)**
Gradone 270°			
Cuneo K1'/K2	0,62	0,031	0,08

Tabella 12 - Fattori di sicurezza calcolati per i cinematismi potenziali

[5] Hoek E., Bray J. – Rock Slope Engineering – IMM, Londra, 1977.

Il fattore di sicurezza del cuneo K1'/K2 risulta inferiore al limite di 1,1. Se si considerano però le dimensioni del cuneo instabile, calcolate assumendo come persistenza dei due sistemi di discontinuità i valori massimi misurati nel rilievo geomeccanico, si ottiene un volume molto modesto, largamente inferiore al metro cubo. Va poi tenuto ancora conto che, essendo K1' e K2 i due sistemi a minore frequenza, la probabilità che tale cuneo si verifichi effettivamente è bassa.
I tabulati dei calcoli di stabilità sono riportati negli allegati.

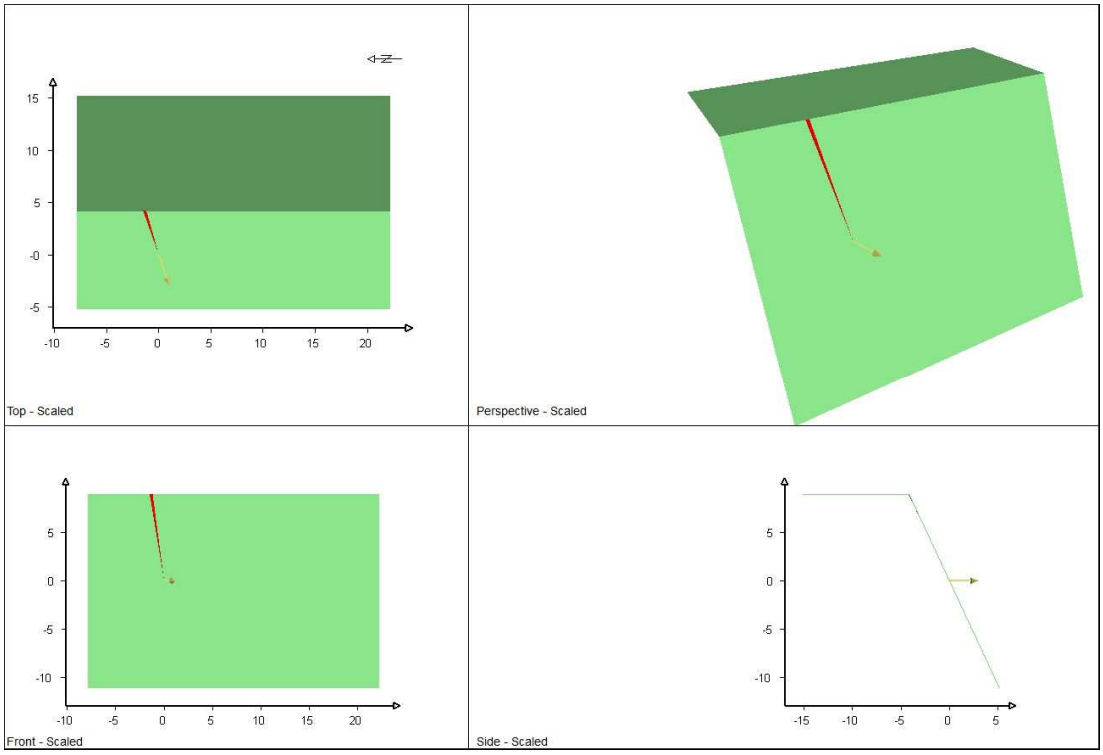


Fig. 16 – Gradone 270°. Geometria del cuneo K1'/K2 .

5.8 Conclusioni

Per quanto riguarda la stabilità dei fronti, l'assenza di possibili cinematismi in tutti i casi esaminati indica che la configurazione geometrica di progetto è intrinsecamente stabile, in ragione della bassa inclinazione delle superfici d'inviluppo e dei valori medi elevati di inclinazione dei principali sistemi di discontinuità.
Relativamente alle condizioni di stabilità dei gradoni, si osserva che nei fronti immergenti verso 070° e 340° non esistono potenziali cinematismi neppure a carico delle singole alzate. Nei gradoni immergenti verso 270°, il fattore di sicurezza del cuneo K1'/K2 risulta inferiori ad 1,1. Si tratta

tuttavia di un cuneo definito da due sistemi a bassa frequenza, con un volume molto ridotto.
E' pertanto ragionevole ritenere che, nel caso in cui durante la coltivazione si verifichino in tali gradoni condizioni di rischio, cioè che le discontinuità componenti il cuneo si intersechino sul bordo superiore del gradone per dar luogo ad un blocco rimuovibile, i volumi instabili possano essere eliminati attraverso le consuete operazioni di disgaggio delle scarpate, senza che la stabilità e la configurazione geometrica del gradone nel suo insieme vengano in alcun modo compromesse.

6. VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 Generalità

L'area di cava si posiziona nella parte superiore del bacino del rio Fornace, in tale zona la pendenza media del versante è pari a circa il 60% (vedi rappresentazione del bacino interessato in fig. 17).
L'espansione dei lavori di cava verso Est non modificherà in modo apprezzabile la superficie del bacino di alimentazione delle acque di pertinenza dell'area di cava.

E' da considerare che con lo sviluppo della coltivazione per ribasso successivo di gradoni si determineranno generali condizioni di rallentamento del flusso idrico e che questo verrà peraltro ripartito lungo i fronti e sul piazzale principale, con conseguente rallentamento della corrivazione e riduzione dell'azione erosiva.

Sulla scorta delle caratteristiche pluviometriche del territorio e degli studi sviluppati nell'ambito della pianificazione di bacino del T. Segno, viene di seguito proposta l'analisi della portata del Rio Fornace.
Ai fini di un ottimale smaltimento delle acque meteoriche, viene quindi elaborato il dimensionamento della rete drenante, facendo riferimento alle precipitazioni particolarmente intense caratterizzate da tempo di ritorno statistico Tr = 200 anni.

6.2 Verifica delle caratteristiche di portata dei bacini

Per le verifiche delle opere idrauliche si fa riferimento ai parametri idrologici contenuti nella relazione generale del "PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO - Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico - bacino: SEGNO"
L'ampio studio condotto in base anche ad indagini pluviometriche consente di ricavare indicazioni specifiche per i singoli sottobacini in funzione delle loro dimensioni.

Il valore di superficie scolante minima considerata nello studio è pari a 2 km^2: per i bacini aventi superficie inferiore secondo il documento citato il valore del contributo unitario costante da adottare è pari a quello della superficie di 2 km^2.

In questo caso il valore di portata risulta dalla seguente relazione:

$$Q_T = K_T \times A \times U_{A=2} \qquad [m^3 s^{-1}]$$

nella quale Q_T = è la portata in m^3/s, A è la superficie drenata espressa in km^2, $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km^2, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in Tabella 1. Il coefficiente

$U_{A=2}$, espresso in $m^3s^{-1}km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.
In questo caso

K_T = 5.02 (Tr200 anni)
A = 0.379 Km^2 - Area del Bacino (vedi Tavola 1
$U_{A=2}$ = 5.09 $m^3/(s\ Km^2)$ (bacino tipo D e longitudine di 8°, 25')

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	20	8.85	7.39	5.66	4.97
8	22.5	8.96	7.48	5.73	5.03
8	25	9.07	7.57	5.79	5.09
8	27.5	9.17	7.66	5.86	5.15

Tabella 10 Contributo unitario ($U_{A=2}$) in funzione del tipo di bacino e della sua posizione

Sulla base dei parametri assunti risulta una portata di

5.02 x 0.376 x 5.09 = **9.68 m^3/s**

6.3 Verifica delle opere idrauliche

In base alle considerazioni suindicate si verifica di seguito il dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque previste in cava (vedi rappresentazione in fig. 17 e nel dis. D06).

La rete idrica prevista in cava è distribuita su tre direttrici principali:

- scaricatori in roccia lungo il margine sud est del piazzale di cava;
- scaricatori in roccia lungo il margine sud ovest del piazzale di cava;
- canaletta stradale già esistente (realizzata con semplice contropendenza verso monte) impostata lungo l'originario alveo del Rio Fornace.

Tale suddivisione dei flussi idrici garantisce un frazionamento delle portate in quantitativi facilmente gestibili.

I flussi idrici, scaricati sul piazzale principale, sono raccolti in due grandi aree (dimensioni superiori a 800 m^2) destinate all'accumulo e decantazione, da cui le acque si suddividono lungo due direttrici separate, rappresentate da nuovi fossi in progetto.

Tali fossi corrono, il primo al piede del gradone sul lato Est del piazzale principale di cava, il secondo sul lato Ovest; entrambi confluiscono nell'alveo del Rio Fornace a valle degli impianti esistenti.

La portata complessiva di deflusso viene suddivisa quindi lungo due direttrici per le quali si assumono valori paritetici di 5 m^3/s cadauna.

6.3.1 Fossi e canali

Per la verifica del dimensionamento dei condotti realizzati in semplice scavo in roccia o in materiale detritico si applica la formula di Chezy

$$V= X * (R * J)^{0.5}$$

Dove: **V** = (m/s), velocità di deflusso

S = (m^2/s), sezione del flusso idrico

P = (m/s), perimetro bagnato

R (m), raggio idraulico

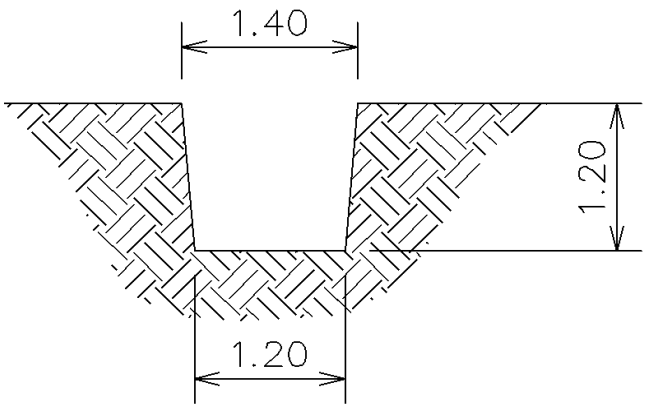
J [m/m], pendenza delle canalizzazioni

Si valuta il coefficiente X secondo il criterio di Strickler:

$$X= Ks * R^{1/6}$$

ove in condizione cautelativa si è assunto il parametro **Ks = 28** (canale in terreno naturale o in roccia scavata, in condizioni di cattiva manutenzione).

Per le canalette e i fossi collettori è stata assunta una sezione a trapezio, con le geometrie definite nello schema sottostante.



La portata smaltibile dalla sezione di progetto risulta dalla seguente relazione

$$Q = S* V = [m^3/s]$$

I risultati della verifica idraulica dei fossi previsti ai lati del piazzale di cava (collettori terminali degli sfiori) è riportata nello specchietto seguente.

B [m] = 1,4 b [m] 1,2 h [m] = 1,2

S	Sezione	m^2	1,56
Pb	Perimetro bagnato	m	3,61
R	Raggio idraulico	m	0,43
Ks	param. di scabrezza		28,00
X	Coeff. di scabrezza (Strickler)	$m^{1/2}/s$	24,35
i	Pendenza longitudinale	m/m	5%
V	Velocità di deflusso	m/s	3,58
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***5,58***

6.3.2 Tubazioni

Per la verifica del dimensionamento delle tubazioni interrate (a sezione circolare) è stata applicata la formula di Manning,

$$V = (R^{2/3} * i^{0.5})/n$$

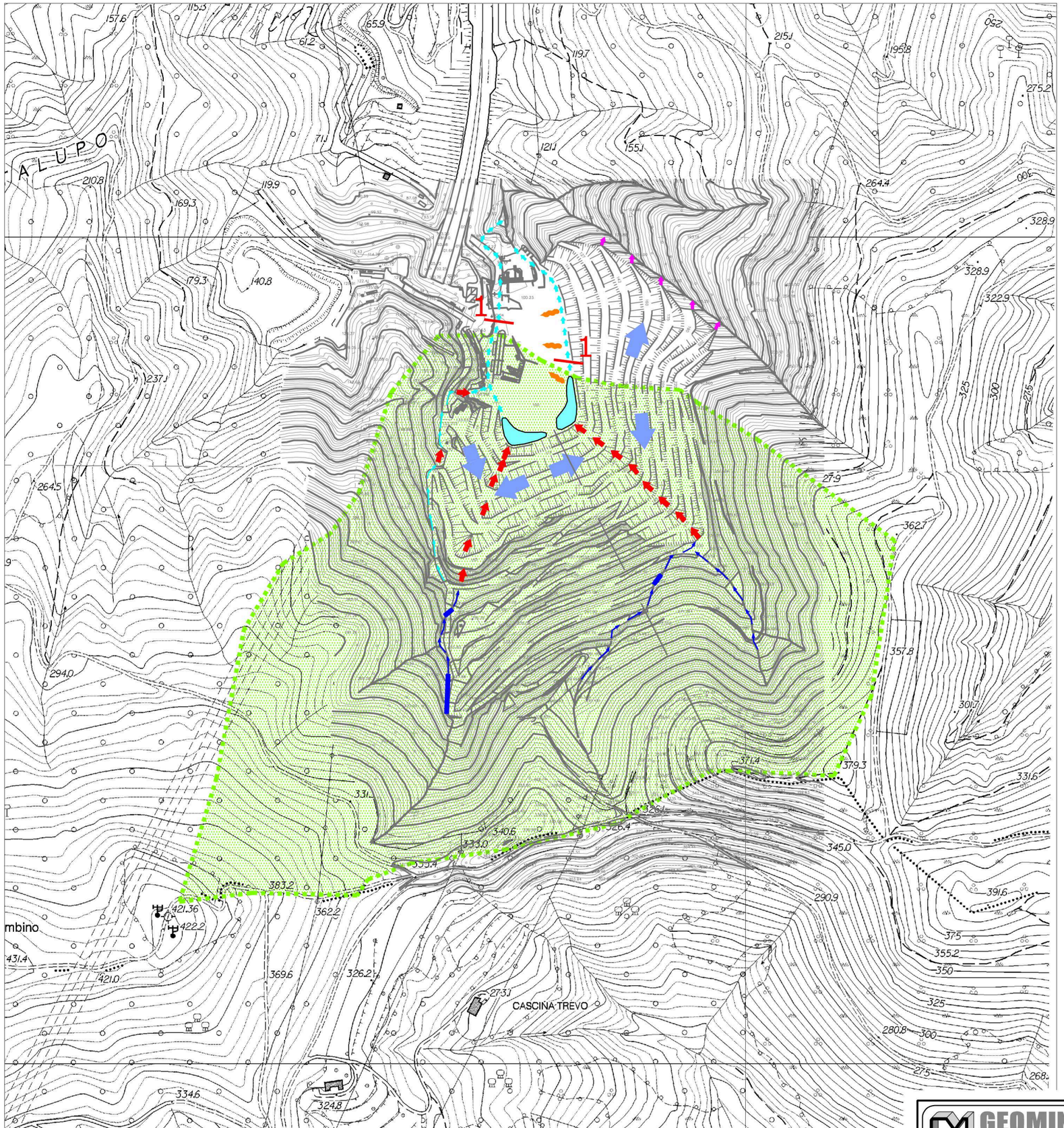
Con **n = 0.016** (coeff. di scabrezza relativo a tubazioni in cls. ruvide).
Le verifiche idrauliche risultano dai fogli di calcolo, di seguito riportati.

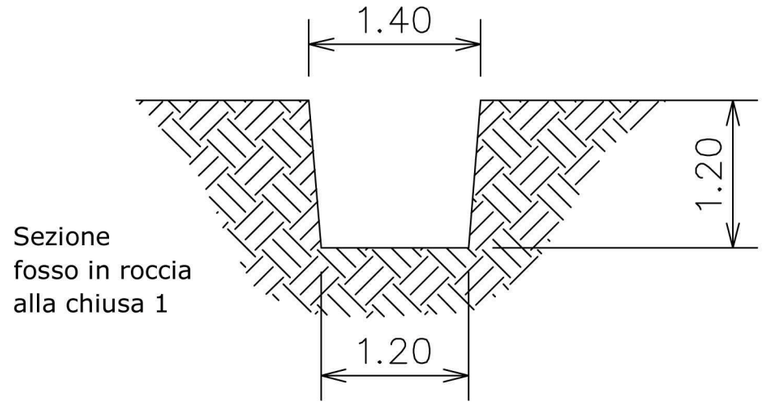
I risultati della verifica idraulica delle tubazioni previste sui coletori terminali degli sfiori)è riportata nello specchietto seguente.

S	Sezione	m^2	1,13
D	Diametro	m	**1,20**
R	Raggio idraulico	m	0,30
n	Coeff. di scabrezza	$m^{1/2}/s$	0,016
i	Pendenza longitudinale	m/m	**5%**
v	Velocità di deflusso	m/s	6,26
Q	***Portata defluibile***	m^3/s	***7,08***

6.3.3 Conclusioni

Le portate defluibili sia nei fossi che nelle tubazioni risultano superiori a 5 m^3/s: risulta pertanto verificata la capacità di smaltimento dei deflussi delle opere idrauliche previste in progetto.





Sezione
fosso in roccia
alla chiusa 1

Bacino imbrifero del Rio Fornace alla sezione di chiusa presa in esame

GEOMIN srl
geologia cave miniere

GIUGGIA COSTRUZIONI srl - **Cava TREVO**

Bacino imbrifero e rete idrica di cava

Scala 1:5.000

FIG. N° :

17

7. PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

7.1 Caratteristiche ambientali del sito di cava

7.1.1 Morfologia e suoli

La vallecola ospitante il sito di cava è ubicata sul versante esposto a Nord e Ovest che degrada dalla dorsale che congiunge il Monte Mao (440 m s.l.m.) al Bric Colombino (433 m s.l.m.); il sito estrattivo è compreso fra le quote 100 e 300 m s.l.m. Si tratta della parte medio-superiore di un impluvio che afferisce al rio Fornaci in destra idrografica del Torrente Segno; l'area estrattiva è occupata nella sua parte inferiore da superfici di roccia nuda e nella sua parte superiore da arbusteti termofili sotto rada pineta di pino marittimo e nella parte apicale da pino d'Aleppo.
L'acclività media dei versanti dei versanti naturali interessati dalla cava e limitrofi varia dal 30 al 40%, con settori isolati di oltre il 50%. Benché la zona sia tutelata per l'alternarsi di formazioni geologiche che originano differenti habitat, la parte media e sommitale della vallecola si presenta vegetazionalmente uniforme, anche se solcata da impluvi molto incisi delimitati da stretti speroni collinari. Le coltri si presentano in buone condizioni di stabilità e i terrazzi fluviali sono ben sviluppati in fondovalle.

L'uso del suolo mostra i segni di una marcata antropizzazione, presente sul versante in modo significativo con le attività estrattive e nel fondovalle con insediamenti civili ed industriali, le reti tecnologiche e le aree di servizio.
L'attività agricola è in forte regresso con una progressiva contrazione delle superfici a coltivi e prati in evoluzione verso le praterie xeriche e gli arbusteti. I boschi cartografati presentano situazioni di degrado da attribuirsi a cause parassitarie ed agli incendi oltre che all'abbandono delle pratiche selvicolturali.

L'area d'intervento è ubicata in adiacenza al SIC N°IT1323203, "Rocca dei Corvi-Mao-Mortou.

In questo contesto diventa assai importante l'intervento di recupero con la ricostituzione degli habitat di maggior interesse conservazionistico per elevare la qualità ambientale dell'intera area.

7.1.2 Caratteristiche pedologiche

Il substrato litologico nell'area vasta circostante il sito, come evidenzia lo studio geologico, si presenta estremamente variabile, condizionando il processo pedogenetico in relazione tessitura ed alla reazione dei suoli stessi.
Tale variabilità è testimoniata dalla diversa copertura vegetale che è possibile osservare nell'intorno dell'area estrattiva.

Così a N/N-W del sito estrattivo, su matrice scistoso-filladica, si osservano suoli maggiormente evoluti, più profondi e freschi, con un discreto tenore in sostanza organica a reazione da subacida a acida. La copertura vegetale rappresentata dal bosco misto di latifoglie è costituita da cenosi forestali più esigenti e produttive rispetto alla vegetazione osservata nell'area d'impatto diretto.
La porzione di versante che ospita la cava si presenta sostanzialmente uniforme, essendo costituita, da rocce carbonatiche o dai detriti originatisi da queste rocce.
I suoli interessati dalla futura attività mineraria in virtù della loro posizione sommitale, a contatto con gli affioramenti dei banchi carbonatici sono poco profondi (raramente più di 20 cm), come testimonia l'immagine riportata di seguito, ripresa in un punto di rilievo, nell'immediato intorno del perimetro dell'area estrattiva.



Rilievi pedologici in prossimità dell'area di impatto diretto

In questo settore il processo pedogenetico indica la presenza di un suolo con un profilo A, localmente AC, che poggia sul substrato roccioso R costituito da dolomie di S. Pietro dei Monti.

Nel caso dei suoli più evoluti si ha inoltre la formazione di un orizzonte B cambico, che tuttavia non è stato rilevato nelle osservazioni condotte nell'area d'impatto diretto. Manca in ogni caso l'orizzonte organico O.
Secondo il sistema FAO (WRB, 1998) i suoli sono classificabili come Cambisols in condizioni intermedie di evoluzione, mentre, più frequentemente, si hanno Lithic Leptosols nei suoli più superficiali e rocciosi.
Lo scheletro è sempre presente ma generalmente non abbondante, tendendo ad aumentare a maggiore profondità, nelle situazioni ove la roccia madre si presenta maggiormente disgregata. Il drenaggio è quindi in ogni caso rapido e talora eccessivo tanto da causare condizioni di stress idrico nella vegetazione. Si tratta di suoli a reazione sub alcalina, sui quali si sono insediate formazioni forestali basifile frammiste alla macchia alta e a cenosi xerofile proprie dei detriti calcarei.
La tessitura, sulla base di un'analisi empirica in campo è franco-limosa.

In relazione a quanto appena osservato, ai fini del recupero ambientale, occorre porre la massima attenzione nella conservazione della modesta quantità di suolo derivante dalla scopertura delle aree ancora intatte ed effettuare inoltre un'accurata preparazione delle superfici oggetto di recupero per garantire il buon esito degli interventi di rivegetazione.

7.1.3 Cenni sul clima

L'analisi dei dati climatici riferiti all'area in esame è stata desunta dalle fonti bibliografiche che riportano i valori delle serie storiche riferite a stazioni limitrofe all'area d'interesse.
Per quanto concerne la pluviometria, nell'area di studio è possibile fare riferimento per i valori costieri alle stazione di Savona mentre per il settore collinare più interno alla stazione di Segno, identificabili sulla carta delle isoiete (vedi SIA), rispettivamente con i numeri 47 e 43.

Valori pluviometrici medi mensili stazioni di Savona e Segno

N° staz	Località Medie 1961-1990	Altitudine (m s.l.m.)	Mesi												Anno
			Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
43	Segno	250	110	116	128	129	91	60	32	57	95	147	125	85	1175
47	Savona	5	79	79	90	94	70	44	23	55	74	144	100	61	913

Come si può osservare l'andamento complessivo della piovosita' presenta un massimo assoluto autunnale nel mese di novembre, mentre il minimo cade nel mese di luglio. La piovosità mostra inoltre un massimo relativo ad aprile - marzo ed un minimo relativo a gennaio.
Considerando la piovosità media, la stagione più piovosa è senz'altro quella autunnale mentre la meno piovosa è l'estate.
Dalle rilevazioni realizzate presso la stazione meteo del Boscaccio (anni 1994 - 1999) si ricavano i seguenti dati pluviometrici medi, in linea con l'andamento precedentemente descritto:

- piovosità media di 1.046 mm/anno
- media annua dei giorni piovosi: 60 ÷ 80.

Per quanto riguarda la termometria i valori di cui si dispone sono quelli riferiti alla stazione di Savona, riportati nella tabella seguente.

Valori termometrici medi mensili stazione di Savona

N° staz	Località Medie 1961-1990	Altitudine (m s.l.m.)	Mesi												Anno
			Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
47	Savona	5	6.9	8.1	10.7	14.1	17.8	21.2	24.2	22.7	20.8	16.8	11.4	8.3	15.2

Stagionalmente la temperatura oscilla tra i 7,5°di gennaio ed i 23,8 °C di luglio ed agosto. A Capo Vado nel periodo 1950-1984 le temperature hanno avuto una variazione compresa tra i 7,2°(gennaio) ed i 23,5 °C (agosto).
Le escursioni medie annue della temperatura risultano pertanto contenute e comprese tra 15,5 e 16,5 °C mentre per non più di quattro mesi presentano una temperatura media superiore od uguale a 20 °C. Un evento assai raro è il verificarsi nei mesi invernali di temperature inferiori a 0 °C, mentre nei mesi estivi solo eccezionalmente e per breve tempo si sono superati i 30 °C.

I dati anemometrici disponibili sono quelli rilevati dalla stazione meteorologica dell'ENEL ubicata a Capo Vado a quota 250 m e dall'anemometro installato presso la discarica del Boscaccio.

In generale, i dati raccolti dalla stazione di Capo Vado,indicano un regime anemometrico assai attivo e fortemente direzionalizzato, contraddistinto specialmente nei mesi invernali dalla presenza di venti forti e molto forti da NW.

Sulla base dei dati anemometrici disponibili, il regime dei venti nella parte terminale della valle del Segno risulta sempre molto attivo lungo il corso dell'anno ed è così riassumibile.
I periodi di calma di vento sono assai ridotti e si presentano con maggior frequenza nei mesi invernali. Questa situazione è conseguente ad un ben strutturato sistema di brezze che, nei mesi estivi, mantiene attiva la circolazione nella valle quando si registra calma nei venti sinottici.
I venti mostrano una notevole direzionalità, spirando pressoché costantemente lungo l'asse della valle con prevalenza per quelli che risalgono la valle rispetto a quelli che la discendono.
Questa prevalenza è più netta nei mesi freddi, mentre in estate, ancora a causa del regime delle brezze, anche i venti provenienti da SW hanno una frequenza significativa.
Le maggiori velocità sono raggiunte nel periodo compreso tra Ottobre e Febbraio, con punte superiori ai 30m/sec (40,4 m/sec il 37/01/95).
In questa stagione sono abbastanza frequenti velocità superiori ai 20 m/sec., velocità viceversa inconsuete nella stagione estiva.

In relazione alla classificazione bioclimatica (fonte Regione Liguria-Agriligurianet) l'area di studio è inquadrata come Temperato continentale, termotipo mesotemperato, ombrotipo umido-subumido.
Dal punto di vista fitoclimatico l'area rientra generalmente nella fascia fitoclimatica del *Lauretum*, sottozona fredda (Pavari 1916).

7.1.4 Popolamenti vegetali

In riferimento ai valori altimetrici e meteo-climatici la vegetazione dell'area vasta che abbraccia il sito oggetto degli interventi in progetto è ascrivibile al piano basale ed include fitocenosi appartenenti prevalentemente all'orizzonte delle sclerofille sempreverdi mediterranee ed a quello delle latifoglie termofile. Negli impluvi, in condizioni di maggiore freschezza, si osservano elementi del bosco di latifoglie mesofile.
Le diverse formazioni rappresentate nella carta della vegetazione (fig. 18) possono essere ricondotte sinteticamente ai seguenti gruppi di vegetazione:

- Boschi misti termofili
- Formazioni miste di conifere
- Praterie termofile arbustate
- Vegetazione rupestre e gariga

I boschi misti termofili sono presenti a SW del sito estrattivo dove risalgono le pendici del Bric Colombino sino alla linea displuviale con formazioni miste di latifoglie termofile caratterizzate in prevalenza da carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e castagno (*Castanea sativa*), accanto ai quali si

rinvengono in forma subordinata il leccio (*Quercus ilex*) e l'orniello (*Fraxinus Ornus*) e, più sporadicamente, la roverella (*Quercus pubescens*) ed il ciliegio (*Prunus avium*).
Queste cenosi rappresentano, in relazione alla composizione specifica caratterizzata da specie autoctone dotate da un buon livello di pionierismo, un modello per la rinaturalizzazione dei siti estrattivi nelle aree destinate alla ricostituzione del bosco.

Negli impluvi freschi è presente l'ontano nero (*Alnus glutinosa*) che dà origine ad esili formazioni lineari sulle sponde dei modesti rii presenti sul rilievo.
Piccoli lembi di lecceta xerofila si rinvengono in posizione sommitale in corrispondenza del colle Trevo.
Scendendo di quota sul medesimo versante si osserva una maggior presenza di conifere che localmente danno origine a fustaie di pino marittimo nelle quali, questa specie risulta predominante. Più a NW, sino al fondovalle abitato, la rarefazione della pineta a causa di incendi e attacchi parassitari ha determinato l'evoluzione di un bosco ceduo di latifoglie sotto fustaia di resinose che si presentano spesso deperienti o secche.

Le formazioni miste di conifere presenti ad E della zona estrattiva sono caratterizzate pressoché esclusivamente da boschi di conifere, in condizioni di conservazione pessime a fronte degli attacchi parassitari e dei danni causati dagli incendi. Ciò ha determinato nel tempo la compresenza in un variegato mosaico di relitti lembi della pineta orginaria alternata a formazioni arboree rade su macchia mediterranea o meglio su gariga.
Le specie arboree costituenti questi popolamenti sono il pino marittimo (*Pinus pinaster*), il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), al di sotto della fustaia compaiono sia come individui a radicazione singola che ceppaie l'orniello ed il leccio e, solo in prossimità degli impluvi, il carpino nero.

Il piano arbustivo è costituito dalle specie della macchia: lentisco (*Pistacia lentiscus*), terebinto (*Pistacia terebinthus*), fillirea (*Phyllirea angustifolia*), ginestra odorosa (*Spartium junceum*), ginestra spinosa (*Calycotome spinosa*) e cisti (*Cistus salvifolius e C. incanus*), che formano locali aggregazioni anche dense. Ad essi si aggiunge il pero corvino (*Amelachier ovalis*) localizzato soprattutto sulla roccia affiorante.
Queste formazioni arbustive si trovano in nuclei insediati anche in anfratti e spaccature della roccia e costituiscono pertanto un interessante riferimento nell'ambito delle tecniche di rivegetazione delle alzate in roccia del fronte gradonato o delle scarpate in zone povere di substrato.

LEGENDA

- Lecceta
- Ostrieto
- Pineta di pino marittimo e pino d'Aleppo
- Macchia alta a corbezzo ed eriche
- Prateria xerofila
- Prati magri
- Aree urbanizzate
- Autostrada
- Cave e discariche:
  - TR: cava TREVO
  - TE: discarica Tecci
  - BC: discarica Bancaccio

TE

TR

BC

CANTALUPO

TREVO

Bric Fornaci

GALLERIA FORNACI

CAVA TREVO

CASCINA TREVO

Bric Colombino

Mulini

Rio Rivassa

Rio Lupo

AUTOS

GEOMIN srl
geologia cave miniere

GIUGGIA COSTRUZIONI srl - Cava TREVO

Carta della vegetazione - Scala 1:5.000

FIG. N° : 18

Sia al di sotto degli alberi e degli arbusti, sia negli spazi aperti fra gli affioramenti rocciosi sono presenti i suffrutici che formano la gariga, fra i quali dominano le labiate quali il timo (*Thymus vulgaris*), l'origano (*Origanum vulgare*), la santoreggia montana (*Satureja montana*), il camedrio comune (*Teucrium chamaedrys*), la lavanda selvatica (*Lavandula stoechas*).

Le praterie termofile arbustate, diffuse principalmente sulla parte sommitale del rilievo, sul versante opposto al sito estrattivo, sono di origine antropica, in quanto legate alle attività silvopastorali pregresse e si sono mantenute nel tempo in conseguenza degli incendi. Corrispondono principalmente all'habitat "6210 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia).* Gli aspetti presenti nell'area interessata corrispondono ai subtipi più xerofili, particolarmente sul lato meridionale. Le specie dominanti sono *Brachypodium rupestre*, *Bromus erectus*.

In base alla classificazione dei tipi forestali della Liguria le cenosi forestali presenti possono essere sostanzialmente ricondotte alle seguenti:

Ostrieto termofilo: tipo forestale individuato OS20X, codice CORINE 41.811, codice NATURA 2000 ---
Tipo forestale presente:"**Ostrieto Termofilo" var. con castagno** (tipo forestale codice OS20B).

Lecceta xerofila: tipo forestale codificato LE10X codice CORINE 45.31, codice NATURA 2000 9340
Tipo forestale presente :"**Lecceta xerofila**" var. con castagno (tipo forestale codice LE10B).

Pineta costiera di pino d'Aleppo: tipo forestale codificato **PC10X,** codice CORINE **42.84,** codice NATURA 2000 **9540**
Tipo forestale presente **:**"**Pineta costiera di pino d'Aleppo**"st. rupestre (tipo forestale codice PC11X).

Per gli approfondimenti si rimanda allo specifico paragrafo del SIA contenente i rilievi vegteazionali e floristici per le formazioni sopra elencate.

7.1.5 Popolamenti animali

In linea generale si può affermare che la variabilità di ambienti presente nell'area vasta consente la presenza di un elevato numero di specie animali, alcune di particolare rarità e perciò protette dalle direttive comunitarie e nazionali.

Il DIPTERIS – Università degli Studi di Genova ha realizzato nel 2005 uno studio che ha evidenziato come quest'area sia particolarmente interessante a livello ornitologico per le peculiarità stazionali, sia geologiche alternanza di substrati, sia orografiche altopiano a ridosso del mare, sia ecologiche presenza di zone rupestri e di aree a gariga e macchia mediterranea nei differenti stati, alta e bassa, nonché di boschi sia di latifoglie che di angiosperme entrambe termofile. Tutto ciò fa sì che vi sia un consistente flusso di specie migratrici, da cui l'importanza del Corridoio Ecologico id. 65, in special modo in primavera, ma anche una importante e cospicua presenza di uccelli nidificanti svernanti o stanziali.

Il suddetto "censimento" ha permesso di avvistare 128 diverse specie di cui 100 migratrici. Nell'ambito di quest'ultime sono stati avvistati 25 rapaci diurni migratori al giorno, tra i quali spiccano per frequenza il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) e l'albanella di palude(*Circus aeruginosus*), rimarcando che la zona di maggior avvistamento risulta essere l'area attorno al Monte S. Elena, posto a circa 1,9 Km dall'area di cava.
Il medesimo studio ha evidenziato la presenza di tre specie di chirotteri nell'area: pipistrello comune (*Pipistrellus pipistrellus*), pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*), specie incluse nell'allegato IV della direttiva 92/43/CE "Habitat", specie con basso rischio (rientranti nella categoria IUCN = LR) in quanto plastiche, ovvero molto adattabili e antropofile, ma comunque sensibili alle alterazioni degli habitat, come la perdita di aree di foraggiamento e alla scomparsa dei siti rifugio.

Riguardo alla presenza di rettili si è potuto osservare direttamente la presenza di lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) e geco comune (*Tarentola mauritanica*), specie comuni non importanti dal punto di vista scientifico e di conservazione, ma comunque incluse fra le specie protette ai sensi della legge regionale 29/2009 sulla biodiversità e la prima inclusa nell'allegato IV della direttiva 92/43/CE "Habitat". Da differenti studi consultati sono segnalate altre specie come il geco verrucoso (*Hemidactylus turcicus*), il colubro lacertino (*Malpolon monspessulanus*), diffuso abbondantemente nel ponente ligure nell'area costiera e tutelato dalla L. R. 29/2009.

Fra gli invertebrati oltre la Stregona dentellata(*Saga pedo*) individuata nel Corridoio Ecologico, sono segnalati tre coleotteri endemici con areale ristretto *Bioplanes meridionalis, Opatrum sculpturatum, Meira stierlini*, la segnalazione di queste specie di dimensione così minuscola lascia sperare che ulteriori ricerche possano portare anche alla scoperta di nuove specie. Inoltre è segnalato uno pseudoscorpione,*Chthonius crf nanus*,di tassonomia incerta.

Nel corso dello studio per la valutazione d'incidenza è stata effettuata un analisi volta all'individuazione delle specie di maggiore interesse conservazionistico del quale si riporta di seguito un estratto.
Vengono descritte le specie potenzialmente influenzabili dal progetto in esame, di cui sono note segnalazioni nell'area di studio. Sono citate le specie tutelate dalle Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE e dalla L.R 4/92, incluse nella scheda del SIC IT 1323203 o nel Piano dell'Area Protetta Provinciale "Monte Mao.

7.1.6 Ecosistemi

Habitat presenti nell'intorno e nell'area SIC

Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco -Brometalia) (cod. 6210 Natura 2000)

Nell'area indagata questo habitat si estende principalmente all'interno del SIC, su lversante meridionale del monte Mao e ad ovest di questo, verso il colle Trevo sul versante in esposizione sud (territorio comunale di Spotorno). Nelle aree interessate direttamente dall'attività di cava, o in prossimità di essa, non èstato individuato. Tra le specie botaniche guida che lo caratterizzano, sono segnalate *Helianthemum nummularium* ed orchidee dei generi *Orchis* (*O. morio, O. provincialis,O. tridentata*) ed *Ophrys (O. apifera, O. fuciflora, O. scolopax*). Sono inoltre presenti *Campanula sabatia*, specie inclusa nell.All. II della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE,nonché specie tutelate dalla L.R 9/1984 come *Echinops ritro, Leuzea conifera e Lilium bulbiferum.*

Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea (cod. 6220 Natura 2000)

L'habitat è presente nell'area interna del territorio del SIC, soprattutto sul versante meridionale ed occidentale del monte Mao, in mosaico con l'habitat 6210. Nelle aree interessate direttamente dall'attività di cava, o in prossimità di essa, non èstato individuato.

Tra le specie botaniche guida sono segnalate *Aphyllantesmonspeliensis, Leuzea conifera, Linum spp., Ophrys fuciflora., O. sphegodes e Thymus vulgaris*.

Dehesas con Quercus spp. sempreverdi (cod. 6310 Natura 2000)

Habitat presente nel SIC, in mosaico con gli habitat 6210 e 6220, interessa il monte Mao. Sul versante meridionale del monte, questa tipologia di habitat risulta degradata per effetto di incendi. La specie guida leccio (*Quercus ilex)* costituisce parte dello strato arboreo-arbustivo insieme all' erica (E*rica arborea*), al corbezzolo (*Arbutus unedo*), al pino marittimo (*Pinus pinaster*), allo

scotano (*Cotinus coggygria*), all'orniello (*Fraxinus ornus*), il pero corvino (*Amelanchier ovalis*). Come definito nell'"Atlante degli Habitat" 6310 è caratterizzato da un'alternanza di aree soggette a pascolo e macchie arborescenti. Le specie botaniche menzionate sono presenti anche lungo le pendici nord del monte Mao, che digradano verso la cava, tuttavia si tratta di una struttura vegetazionale non tipica dell'habitat 6310, in quanto priva di aree erbose aperte.

Boschi pannonici di Quercus pubescens (cod. 91HO Natura 2000)

Questo habitat interessa principalmente le aree del monte S. Elena (ad est) e quelle del Bric Colombino (ad ovest) questa un area estesa a mosaico non definibile in modo esteso come tipologia forestale, comunque non è interessata direttamente all'attività estrattiva. La cenosi è edificata dalla roverella (*Quercus pubescens*), qui associata ad altre specie arboree come il castagno (*Castanea sativa*), che forse è quella di maggior estensione ma di espansione antropica e soggetta a forte regressione per tutte le patologie che al di fuori del climax sembrano essere maggiormente recrudescenti, il leccio (*Quercus ilex*), l'orniello (*Fraxinus ornus*), eil carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), nonché rari esemplari di pino marittimo (*Pinus pinaster*) aggrediti da *Matsococcus feytaudi*. Sono presenti inoltre *Erica arborea, Erica scoparia, Cistus albidus, Cistus salvifolius* e *Cytisus sessilifolius*, nonché due orchidee citate nel Formulario Standard del SIC "Rocca dei Corvi-Mao-Mortou", *Limodorum abortivum* e *Cephalanthera longifolia*.

Foreste di Quercus suber (cod. 9330 Natura 2000)

L'habitat a carattere puntiforme è localizzato sulle pendici del monte Rocchetto (336 m s.l.m.), nelversante sud-est del comune di Bergeggi, ad oltre 3 km ad est della cava e perciònon risulta interessato dall'attività di cava. Singoli individui di *Quercus suber* sono inoltre presenti nell'area del monte S. Elena.

Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia (cod. 9340 Natura 2000)

Habitat localizzato e presente con un piccolo nucleo evoluto sul versante nord del colle Trevo. Il leccio è la specie edificatricee può essere inteso in questo caso comestadio preclimacico della lecceta, anche se posizionato orograficamente in alto versante e non in fondovalle come normalmente è riscontrabile. Lo stadio evolutivo è ancora definito dalla pregressa attività umana (ceduazione), ma la fisionomia del bosco verso la lecceta è evidente soprattutto per la regressione delle specie arbustive, contenute ad esemplari eziolati di erica (*Erica arborea* e *E. scoparia*), con inizio di sviluppo delle

caratteristiche lianose della lecceta: *Smilax aspera, Rubia peregrina, Asparagus acutifolius e A. tenuifolius, Hedera elix, Tamus comunis*.

Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici (cod. 9540 Natura 2000)

Le cenosi interessano il versante la zona superiore all'area di cava fino al Monte Mao. La pineta, estremamente aperta, è il popolamento edificato dapino marittimo (*Pinus pinaster*) e pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), con il primo in regressione, per il *Matsococcus* e gli incendi, ed il secondo in consolidamento, in quanto specie autoctona. Altre specie arboree sono presenti:orniello (*Fraxinus ornus*), leccio (*Quercus ilex*), e carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) quest'ultima localizzata negli impluvi.Tra le altre specie della macchia sono presenti erica (*Erica arborea*),pero corvino (*Amelachier ovalis*) corbezzolo (*Arbutus unedo*), fillirea (*Phillyrea angustifolia*), lentisco (*Pistacia lentiscus*) e terebinto (*P. terebinthus*), ginestra odorosa (*Spartium junceum*) e spinosa (*Calicotome spinosa*), cisti (*Cistus salvifolius* e *C. albidus*).

Gli spazi aperti sono colonizzati da pulvini di timo (*Thymus vulgaris*), origano (*Origanum vulgare*),santoreggia (*Satureja montana*), camedrio (*Teucrium chamaedrys*), lavanda selvatica (*Lavandula stoechas)*, *Aphyllantes monspeliensis*, fra cui emergono gli steli di diverse graminacee, bromi e seslerie, ma soprattutto riveste particolare interesse per via della presenza di *Campanula sabatia*.

Habitat nell'area di cava

Habitat di zone aperte con vegetazione rada o assente

Cenosi in parte naturale ed in parte di origine antropica, impianto, presente sui gradoni rinaturalizzati dell'area di cava. L'habitat è caratterizzato da una copertura arbustiva discontinuain cui le specie prevalenti sono la ginestra odorosa (Spartium junceum), l'enula cepittoni (*Dittrichia viscosa*), i cisti (*Cistus salvifolius eC. albidus*). Vi è una presenza di specie arboree a livello di rinnovazione sia naturale che antropica, in primis di orniello (*Fraxinu sornus*) e di ginestra sia naturale che impiantati, di leccio (*Quercus ilex*), di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), di lentaggine (*Viburnum lantana*), di sanguinello (*Cornus sanguinea*) e di salice (*Salix daphnoides*) tutte specie impiantate di cui alcune con evidenti limiti di attecchimento, specie il salice che è presente con individui morti.Questo sito riveste particolare interesse per via della presenza di Campanula sabatia, specie di interesse prioritario.

7.2 Esame degli interventi di recupero ambientale eseguiti nel passato

L'attività estrattiva pregressa ha determinato l'esaurimento della coltivazione nel settore meridionale della Cava tra le quote 300 e 200 metri, dove il fronte gradonato ha raggiunto la sua configurazione definitiva.
Il recupero ambientale ha di conseguenza interessato questo settore con il riporto di sterili di cava e terra sulle pedate dei gradoni, la riprofilatura delle scarpate di raccordo tra le pedate e la regimazione delle acque.
Sulla modesta spianata sommitale e sui due sottostanti gradoni a quota 280 e 265 sono stati eseguiti interventi di rivegetazione con la semina di un miscuglio di erbacee e la messa a dimora sulle aree a giacitura sub pianeggiante di specie arboree ed arbustive.

Sulle scarpate sono state ricavate alcune nicchie di circa 4-5 m^2, anch'esse rivegetate con specie legnose.
Le sistemazioni intensive hanno interessato le scarpate sulle quali è stata posata una rete in polietilene a maglia tridimensionale, al fine di trattenere la terra di scotico, preventivamente accantonata e quindi stesa sulle stesse.

E' stato inoltre realizzato un impianto di irrigazione di soccorso costituito da due cisterne collocate nella parte sommitale, alimentate da una pompa ed una rete di tubi per la microirrigazione distesi sulla parte sommitale del fronte.
L'impianto delle specie arboreee ed arbustive è stato effettuato con la posa di un tutore e reti di polietilene a protezione dalla fauna selvatica.
Complessivamente la superficie del fronte sistemata morfologicamente in via definitiva è di circa 44.500 m^2, dei quali solo circa il 30 % nella porzione sommitale risulta rivegetato.

La regimazione delle acque è stata realizzata con il conferimento di una lieve contropendenza verso monte delle pedate, in modo da raccogliere le acque meteoriche in eccesso, in parte smaltite per infiltrazione e per la parte residua convogliate nei collettori laterali afferenti alla rete naturale di scolo.
Nel tratto più acclive la cunetta di raccolta delle acque provenienti dalla sommità del fronte è stata protetta dall'erosione con la posa di una canaletta semicircolare in acciaio.

7.2.1 Valutazioni e proposte

L'area oggetto di sistemazione morfologica si presenta nel complesso stabile e priva di fenomeni erosivi.
Le pedate dei gradoni oggetto degli interventi di più antico recupero risultano generalmente stabilizzate da una copertura erbaceo-arbustiva diffusa, anche se non completamente chiusa ma in corso di progressiva affermazione.
Si può ritenere che l'impianto delle specie legnose abbia fornito nel complesso risultati soddisfacenti, anche se con qualche fallanza dovuta a scelte improprie delle specie da utilizzare (*Salix spp., Cornus sanguinea*) o a problemi di crescita stentata legati a localizzazioni in microambienti non consoni (carpino nero). Le specie che hanno risposto meglio sono l'orniello, la lentaggine e la ginestra.

L'irrigazione, probabilmente anche a causa di un utilizzo non corretto, non ha garantito l'attecchimento delle specie più mesofile, che sono morte o si presentano stentate, come ad esempio il carpino che presenta dimensioni modeste dei ricacci che sono sopravvissuti all'ombra degli arbusti, mentre la pianta in piana luce è seccata. Di contro le specie più xerofile sono attecchite ed espanse o si sono infiltrate; l'orniello, ad esempio, è presente come impianto e come semenzali naturali.
Di sicuro la costituzione di una cenosi mista, ovvero un impianto a gruppi (collettivi costituiti da più specie diverse), è in grado di fornire maggiori garanzie di attecchimento.

Gli interventi di stabilizzazione superficiale con le reti in polietilene delle scarpate volti a mantenere un sottile strato di terra su tutta la superficie delle scarpate attuati a suo tempo con la realizzazione di palizzate non hanno sortito appieno l'effetto voluto. La rivegetazione è discontinua e a tratti si presentano superfici di suolo detritico nudo o scarsamente vegetato Ciononostante si può affermare che nel complesso le superfici in esame risultano stabilizzate e neppure i recenti eventi meteorici di portata eccezionale hanno determinato l'innesco di nuovi fenomeni erosivi. Si ritiene inoltre che il processo di ricolonizzazione spontanea innescatosi nelle aree limitrofe sarà ragionevolmente in grado di "ricucire" anche queste zone.

Complessivamente si può affermare che è in atto un attivo processo di rinaturalizzazione, come dimostra l'elenco floristico del rilievo effettuato nella parte recuperata e come si può osservare dalle immagini sottostanti.

Sulle pedate riprofilate e non inerbite dei gradoni inferiori si è insediata una colonia di *Dittrichia viscosa* che ha colonizzato l'intera superficie.



Immagini della parte sommitale del fronte recuperato

7.3 Interventi di recupero ambientale

7.3.1 Obbiettivi di intervento e destinazione finale del sito

La sistemazione finale del sito estrattivo prevede, in accordo con gli strumenti di pianificazione vigenti, il recupero a verde dell'intero fronte gradonato, e del piazzale di base per la parte in proprietà della committenza.

L'obbiettivo prioritario, in relazione anche alla vicinanza di un sito di interesse comunitario, è quello del reinserimento del sito d'estrazione nel contesto naturalistico di cui fa parte.

I criteri da adottare nella rinaturalizzazione scaturiscono dall'indagine specifica condotta dalla Valutazione d'Incidenza sugli habitat del SIC N°IT1323203, "Rocca dei Corvi-Mao-Mortou"e dall'esame complessivo degli impatti condotto nell'ambito del SIA, esaminando le diverse componenti ambientali coinvolte

Tali criteri possono essere sinteticamente così individuati:

- massima attenzione alla provenienza del materiale vegetale da utilizzare con particolare attenzione all'uso di specie autoctone
- esaltazione della biodiversità ecosistemica con la massima diversificazione degli habitat
- valorizzazione degli habitat di maggiore pregio naturalistico all'interno dell'area di espansione mineraria coincidente con il SIC
- coordinamento con gli interventi di compensazione volti a tutelare l'integrità del SIC.

Gli aspetti considerati al fine del recupero dell'area estrattiva hanno però interessato altri due ambiti fondamentali, ossia l'assetto idrogeologico e quello paesaggistico; dall'esame delle problematiche ad essi collegate sono scaturiti i criteri guida che hanno determinato le scelte operative proposte nel progetto.

Assetto idrogeologico: la priorità nella scelta degli interventi è legata alla stabilizzazione del versante interessato ed è conseguente a:

- coltivazione del fronte studiata per il rilascio di una morfologia finale caratterizzata da angoli di inclinazione inferiori al valore limite di stabilità
- ricostituzione dello strato di suolo superficiale idoneo allo sviluppo della vegetazione
- regimazione delle acque di scorrimento superficiale
- interventi antierosivi estensivi mediante l'inerbimento delle superfici rimodellate

– interventi localizzati a fini antierosivi, con tecniche dell'ingegneria naturalistica.

Riqualificazione paesaggistica: la visibilità del sito impone una particolare attenzione a questa problematica; l'obbiettivo è perseguibile attraverso la riduzione dell'impatto negativo con:

– riporto di una cospicua quantità di sterili in modo da ridurre sensibilmente la parete subverticale delle alzate
– rottura della linearità del fronte con lo smusso del ciglio dei gradoni
– ricostituzione della copertura vegetale con funzione di mascheramento, esaltandone la variabilità morfologica ed i cromatismi.

Nell'ottica di una visione globale delle varie problematiche si è cercato, con gli interventi pianificati, di conciliare le esigenze non sempre coincidenti del recupero naturalistico e paesaggistico con quelle irrinunciabili dell'assetto idrogeologico, quanto mai importante in un contesto ambientale assai delicato sotto questo profilo.

7.3.2 Zonizzazione degli interventi

In rapporto alla morfologia finale, il progetto di recupero ambientale suddivide le operazioni di rinaturalizzazione in più zone d'intervento, individuabili in funzione della diversa giacitura ed esposizione, che, pur mantenendo comune la destinazione finale di tipo naturalistico suggerita dal presente progetto di recupero, comportano il ricorso a tipologie di sistemazione diverse tra loro (vedi dis. D08).

I morfotipi derivanti da quanto previsto dal progetto di coltivazione sono descritti di seguito.

Fronti gradonati con inclinazione a 32° e 35°

Sono individuabili due sottosettori caratterizzati entrambi da una pendenza contenuta che consente il quasi completo ricoprimento delle alzate in roccia con materiale di riporto (vedi sezioni particolareggiate nel dis. D08).
In funzione dell'esposizione prevalente sono individuabili due sottosettori:

1) Uno si estende con esposizione NW, con una serie regolare di alzate e di pedate, che dalla sommità del rilievo digradano sul piazzale basale, in continuità con la sovrastante porzione di fronte recuperata; l'area interessata dai nuovi interventi di recupero è compresa tra le quote 280 m e 100 m s.l.m. del piazzale di base.

Occupa la superficie maggiore tra le diverse aree oggetto di recupero, pari a 29.000 m^2.

2) un secondo sottosettore di dimensioni leggermente inferiori (16.700 m^2) con esposizione variabile, mediamente verso W, posto al limite settentrionale.

Fronte gradonato con inclinazione a 45°

E' caratterizzato anche questo da una successione regolare di alzate e pedate come il precedente, ma con un angolo d'inviluppo del fronte maggiore, che origina una superficie nuda delle alzate in roccia più ampia rispetto al fronte con inclinazione a 35°.
Anche in questo caso sono presenti due sottosettori, uno con esposizione W, di 21.500 m^2, che da quota 230 raggiunge il piazzale di base ed il secondo, opposto al primo, ma di dimensioni più contenute (5.000 m^2).

Cumulo di limi

Il morfotipo sul quale si andrà ad operare è rappresentato da un'area di modesto sviluppo (5.750 m^2), presente al limite occidentale dell'area estrattiva che verrà riprofilata per la sistemazione della pista di accesso ai fronti e consisterà pertanto in un pendio frammentato in due scarpate dalla pista di arroccamento.

Piazzale di base

E' una superficie sub pianeggiante di 15.900 m^2 a quota 100 m s.l.m con lieve inclinazione verso il fronte per la raccolta delle acque meteoriche.

Aree marginali

Si tratta delle aree di raccordo e di servizio: comprendono le zone di contatto tra l'area estrattiva e l'intorno indisturbato, le scarpate della viabilità di servizio e le aree circostanti la rete di smaltimento delle acque meteoriche.

La zonizzazione prevede la coesistenza di formazioni arboree pioniere alternate ad arbusteti e radure prative, in conseguenza di una precisa scelta di tipo naturalistico, che scaturisce dall'esame degli habitat presenti all'interno del SIC che abbraccia l'area estrattiva.

L'intervento sui gradoni è stato infatti studiato con l'intento di diversificare al massimo gli habitat, creando situazioni ecotonali di transizione dalle praterie verso gli arbusteti ed il bosco misto di latifoglie termofile e cercando quindi di armonizzare le esigenze di conservazione-ricostruzione degli habitat tutelati dalla direttiva 92/43 con quelle di difesa del suolo.

Con l'inerbimento si intende ricostituire le cenosi erbacee delle praterie xerofile e mesoxerofile che costituiscono nell'ambito dell'area protetta un ambiente di elevata naturalità e importanza conservazionistica.

Sulle pedate dei gradoni con inclinazione a 45° verranno messe a dimora specie **arbustive ed erbacee** dei seguenti habitat:

6210 "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia*)
6220 Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli: percorsi substeppici di graminacee e piante annue (*Thero-Brachypodietea)*
9340 Foreste di *Quercus ilex*
9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici.

Sulle alzate dei gradoni le pareti meglio soleggiate potranno essere sfruttate creando piccole irregolarità (tasche) per inserirvi *Pinus halepen*sis e *Amelanchier ovalis* e ricostituire condizioni favorevoli all'insediamento dell'habitat 8210: Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica.

Sulle scarpate dei fronti a minore inclinazione si prevede la costituzione di un bosco rado di latifoglie mesofile con l'impiego di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello *(Fraxinus ornus*), oltre a roverella (*Quercus pubescens*) e più sporadici Pino d'Aleppo (P*inus halepensis*), nelle parti sommitali e nicchie in roccia delle alzate, e leccio (*Quercus ilex*), nella parte basale del fronte in esposizioni più fresche, in continuità con il vicino ostrieto presente a W della cava.

Sulle scarpate del modesto cumulo di limi di lavaggio le tecniche di recupero prevedono la costituzione di lembi di macchia arbustiva con l'impianto mediante siepi cespugliate di ginestra odorosa (*Spartium junceum*).
Sul piazzale di base si procederà all'impianto con piantumazioni discontinue, tese a creare situazioni erbaceo-arbustive tipiche dell' habitat delle "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (*Festuco-Brometalia)* (6210) oppure a situazioni assimilabili all'habitat 6310 Boschi di sclerofille utilizzati come terreni di pascolo (*dehesas*).

Gli interventi di sistemazione, seguiranno di pari passo le fasi di coltivazione, al fine di anticipare al massimo il recupero ed accelerare la minimizzazione degli impatti.

7.3.3 Profilatura finale e modellamento delle superfici

La configurazione proposta per il fronte in abbandono prevede un profilo a gradoni disposti ad intervalli di 15 metri, caratterizzati da inclinazione di inviluppo variabile nei diversi settori; in particolare con lo scavo si realizzeranno i seguenti profili:

- fronte esposto mediamente a NNW (fronte principale) e fronte esposto a ENE (fronte minore): inclinazione della superficie di inviluppo pari a circa 35° con pedate larghe circa 6-8 m ed alzate inclinate a circa 65°
- fronte esposto a Ovest (fronte secondario): inclinazione della superficie di inviluppo intorno a 32-33° con pedate larghe circa 8-10 m
- fronte di transizione tra i due fronti precedenti: inclinazione della superficie di inviluppo pari a circa 45° con pedate larghe circa 3-4 m ed alzate inclinate a circa 65°.

Nel corso della coltivazione su tutte le pedate dotate di spazio di manovra sufficiente sarà fatto un riporto di materiale disposto in scarpata contro le alzate residue in modo da mascherare efficacemente le superfici di roccia nuda originate dallo scavo: in funzione dell'inclinazione media del fronte finale si avranno altezze di riporto variabili da 2-3 m a 8-10 m.
I riporti saranno realizzati con materiale grossolano ricavato dalla roccia abbattuta con l'ultima volata mista a materiale di granulometria più fine di origine diversa (limi di impianto e terre e rocce da scavo provenienti dall'esterno), avente la funzione di intasamento dei vuoti e miglioramento della trattenuta idrica. Sul corpo di riporto di base sarà quindi steso uno strato di terreno agrario destinato ad ospitare la vegetazione.
Le scarpate di riporto saranno profilate con inclinazione non superiore a 30°.

Per quanto riguarda il piazzale di base, previa incisione del substrato residuale con ripper, verrà steso uno strato di materiale misto di limi, terre e rocce da scavo di mezzo metro di spessore; in superficie verrà quindi steso uno strato di terra vegetale dello spessore di 0,25 - 0,30 m.

7.3.4 Preparazione del terreno, sistemazioni idrauliche e miglioramento del substrato

La presenza nell'ambito del perimetro di cava di ampi settori in fase attiva di coltivazione impone la massima attenzione, durante le fasi preparatorie alla fase estrattiva vera e propria, nello scotico e accantonamento dello stato superficiale del suolo residuo.
Questa operazione, limitata ad una superficie di circa 20.000 m^2 nella estrema fascia NE del fronte, oggi ancora vegetata, fornirà tuttavia una quantità di terra insufficiente a soddisfare il fabbisogno ai fini delle

sistemazioni previste dal progetto, rendendo perciò necessario il ricorso a forniture esterne.
Nella tabella sottostante sono riportati i volumi di terra necessari al ripristino, calcolati in relazione alla morfologia di progetto.

Area	superficie (m^2)	Volume terra scotico (m^3)	Volume terra riporto (m^3)	bilancio volumi terra (m^3)
Fronte gradonato 45° con esposizione W	21500	750	1505	
Fronte gradonato 45° con esposizione E	5000		350	
Fronte gradonato 32/35° con esposizione SW	29000		2465	
Fronte gradonato 32/35° con esposizione W	16700	5010	1420	
Cumulo di limi	5750		489	
Fronte sistemato da recuperare	15000		381	
Piazzale di base	15900		1590	
TOTALE	108850	5760	8199	-2439

Bilancio volumi di terra impiegati nel ripristino ambientale

La limitazione al reimpiego del suolo originario ha imposto delle scelte orientate a privilegiare le aree di maggior pregio naturalistico proprie degli habitat 6210 "*Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia).*
Per conservarne intatte le caratteristiche sarà opportuna la conservazione in piccoli cumuli destinati ad un riutilizzo nel più breve tempo possibile, avendo cura di mantenere la stratigrafia originaria.
Per integrare i fabbisogni è consigliabile l'impiego di terra, preferibilmente proveniente dalla valle, che in relazione alla matrice del substrato di riporto, dovrà avere una tessitura da franco limosa a franco-limoso-argillosa, un tenore in sostanza organica prossimo al 2% ed un pH subalcalino.

La costante presenza di spianate nelle diverse fasi di coltivazione consentirà di accantonare tempestivamente i cumuli di terra in posizioni prossime ai siti di impiego. Per evitare dilavamenti ed erosioni i cumuli temporanei dovranno essere inerbiti con la semina di un miscuglio di graminacee e leguminose del tipo di seguito riportato:

GRAMINACEE

Dactylis glomerata (erba mazzolina)	6 g/m^2
Phleum pratense (coda di topo)	4 g/m^2

LEGUMINOSE	
Onobrichis viciifolia (lupinella)	3 g/m^2
Lotus corniculatus (ginestrino)	3 g/m^2

TOTALE	16 g/m^2

Il terreno verrà distribuito sulle pedate ricaricate dei gradoni, sul pendio derivante dal rimodellamento del cumulo di limi, sulla fascia di raccordo e sulle scarpate delle piste di arroccamento in quantità differenziate.
L'apporto sarà più consistente nelle zone destinate all'impianto delle specie arboree mentre nelle aree destinate alle radure erbose si ricostituiranno suoli di minore potenza in analogia con le situazioni pedologiche dei prati magri.
Una quantità minima di terreno verrà distribuita, spargendola dall'alto, sulle cenge e sui terrazzini aperti nelle pareti subverticali, lasciate scoperte dal rimodellamento.

Per quanto concerne le sistemazioni idrauliche, l'argomento è stato diffusamente trattato nel paragrafo 4.9 relativo alla regimazione delle acque superficiali. Nel paragrafo 7.3.7 vengono analizzati gli aspetti del recupero delle aree a stretto contatto delle opere di regimazione, che prevedono sistemazioni intensive con tecniche dell'ingegneria naturalistica finalizzate a garantire la funzionalità delle opere stesse ed alla loro rinaturalizzazione.

7.3.5 Inerbimenti

L'inerbimento viene previsto come intervento antierosivo da estendere a tutte le superfici scoperte ove sia oggettivamente possibile l'insediamento della cotica erbosa; per lo stesso motivo esso andrà eseguito tempestivamente, appena ultimati il modellamento delle superfici e l'affinamento del terreno di riporto.

Si ritiene preferibile, almeno sui gradoni, l'utilizzo dell'idrosemina che consente di intervenire in periodi anche meno favorevoli, riduce il compattamento del terreno provocato dal calpestio e, differenziando l'utilizzo dei componenti, consente maggiore flessibilità.

L'idrosemina, del tipo bianco-verde, dovrà prevedere l'impiego nella miscela base dei seguenti componenti:

Componente	Caratteristiche	Quantità
Sementi	Miscuglio graminacee- leguminose	25-30 g/m²*
Collanti	Idrocolloide organico di origine vegetale con funzione anche fertilizzante	15-20 g/m²
Concime	Organo-minerale con apporto di sostanza organica e elementi minerali in rapporto indic. NPK 7/5/6	100 g/m²
Acqua		1-1,5 l/m²

** 18 g/m² al primo passaggio, 8-12 g/m² al secondo*

In condizioni di estrema povertà del substrato, qualora le priorità assolute siano quelle della stabilizzazione delle superfici, occorrerà valutare l'impiego aggiuntivo nella miscela di un mulch composto da fibre di cellulosa (dose 40-80 g/m²) e da un ammendante organico (a base di letame), alla dose di 80-120 g/m².
La corretta esecuzione dell'idrosemina prevede un'unica passata con un eventuale secondo intervento, localizzato su aree con copertura insufficiente.

I criteri generali seguiti nella scelta delle specie da inserire nella composizione del miscuglio sono stati i seguenti:

- utilizzazione di specie presenti nelle cotiche erbose di superfici limitrofe a quelle d'intervento, proprie degli habitat di pregio del SIC
- uso di più specie appartenenti alle famiglie delle graminacee e delle leguminose per aumentare la plasticità ecologica del miscuglio e per sfruttare appieno i vantaggi derivanti dal comportamento complementare dei due raggruppamenti
- inserimento di specie poco longeve, ma in grado di fornire una rilevante quantità di biomassa ed una pronta protezione delle superfici scoperte accanto ad altre ad insediamento lento ma di lunga durata cui tocca il compito di costituire il "fondo" del manto erboso
- inserimento di specie tolleranti il calcare, l'aridità e la povertà del substrato.

In ogni caso la ricchezza di specie presenti nel miscuglio, individuate per la loro adattabilità alle specifiche condizioni pedoclimatiche oltre a favorire l'azione antierosiva rappresenta di per sè un significativo contributo alla rinaturalizzazione dei versanti in termini di aumento della biodiversità delle cenosi vegetali reintrodotte sul sito.

Un possibile elenco delle specie da utilizzare, finalizzato al recupero degli habitat erbacei del SIC è il seguente:

Graminacee: *Dactylis glomerata, Phleum pratense, Bromus catharticus, Brachypodium rupestre, Brachipodium pinnatum, Bromus erectus, Oryzopsis coerulescens*, *Ampelodesmos mauritanica, Melica ciliata.*

Leguminose: *Lotus corniculatus, Onobrychis viciifolia, Coronilla varia, Trifolium angustifolium, , Hippocrepis comosa.*

Alcune delle specie individuate sono presenti in commercio, per le altre è necessario il reperimento o la specifica raccolta in loco e l'eventuale riproduzione.
La riproduzione del materiale in sito rappresenta senza dubbio la soluzione migliore sulla garanzia dell'utilizzo di specie autoctone e quindi del rapido conseguimento degli obbiettivi di rinaturalizzzazione. L'aspetto pratico concerne l'organizzazione della raccolta e riproduzione in vivaio delle sementi al fine di garantire il costante approvvigionamento delle stesse in ogni fase del recupero ambientale.

Allo stato attuale non risultano vivai che producano le sementi locali con miscugli contenenti le specie sopra indicate rendendo necessaria per la fattibilità di un intervento del genere la creazione di una struttura ad hoc.
Una soluzione che concilia le esigenze di rinaturalizzazione con quelle di stabilizzazione dei pendii sistemati è quella dell'impiego di un formulato commerciale non standard ma preparato ad hoc con l'impiego delle specie reperibili in commercio tra quelle sopra elencate abbinato alla raccolta di una minima quantità di semente locale.

L'epoca di semina da preferirsi è la primavera precoce (terza decade di marzo-prima decade di aprile) e secondariamente la tarda estate (seconda decade di settembre). Con l'idrosemina, come già affermato, il periodo utile si amplia sensibilmente specie per quanto riguarda l'intervento primaverile.

Per quanto concerne l'utilizzo di materiale propagativo locale nella ricostituzione dello strato erbaceo e suffruticoso pare proponibile l'intervento di posa di piote erbose derivante da materiale prelevato in cava, nell'area ancora da scoticare e propagato in piccoli vivai all'interno dell'area di cava come descritto nel paragrafo seguente.

7.3.6 Sistemazioni intensive

Le sistemazioni intensive riguardano interventi puntuali, previsti sulle scarpate del cumulo di limi dove si prevede il consolidamento delle scarpate della pista di arroccamento con fitti cespugliamenti consolidanti di ginestra odorosa *(Spartium junceum*) con la tecnica della gradonata con piantine radicate (vedi particolari di progetto nel dis. D08).

La proposta progettuale richiede una certa attenzione nel recupero delle aree circostanti la rete di smaltimento delle acque meteoriche, al fine di evitare fenomeni di sifonamento e scalzamento delle opere di regimazione, che possono alterarne la funzionalità innescando fenomeni erosivi.
Per quanto concerne la regimazione delle acque, nella sistemazione proposta per il fronte gradonato, occorrerà intervenire nella stabilizzazione delle scarpate di raccordo con l'alveo degli scaricatori in roccia.
Al piede di dette scarpate si interverrà con la realizzazione di gradonate vive, disposte a breve distanza tra loro (1 metro circa), in modo da ottenere una fitta fascia cespugliata con funzione consolidante del riporto. Le due file di blocchi, disposte lateralmente sulla pedata a confinamento del collettore, verranno intasate con terreno e rivegetate con piantine radicate (in relazione alle condizioni ambientali si ritene di non ricorrere alle talee per evitare eccessivi problemi di attecchimento).
Anche le scarpate laterali dei collettori verranno protette da possibili scalzamenti sempre con la realizzazione di siepi cespuglio.

Un altro intervento di sistemazione intensiva che riveste contestualmente un ruolo di riqualificazione naturalistica è quello previsto nella parte basale delle scarpate della porzione di fronte esaurito e sistemato secondo le morfologie di progetto, ma non ancora rivegetato.
Su di esse è prevista la realizzazione di 6 piccole aree per una superficie complessiva di circa 600 m^2 che avranno la funzione di vivaio, realizzato con materiale vegetale autoctono.
Queste aree saranno realizzate con le modalità di seguito descritte.

Per la preparazione del substrato di radicazione si prevede una sistemazione della scarpata con un triplo ordine di palizzate, realizzate con tondoni di pino recuperati in loco, abbinati alla posa di georete in cocco, avente lo scopo di trattenere uno strato di terra variabile dai 5 ai 10 cm, sul quale verranno posate le piote erbose raccolte nella porzione di cava non ancora denudata (nel disegno D 08 è riportato il particolare costruttivo).

Le palizzate saranno disposte a circa 1 - 1,5 metri di distanza, in modo da contribuire a fissare la georete al suolo ed evitare la formazione di sacche con perdite di suolo. La distanza ravvicinata dei tondoni consentirà nel contempo di garantire un minimo spessore della terra di riporto necessario a garantire il successo del trapianto.
La terra da utilizzare sarà prelevata in loco dalle aree scoticate per la coltivazione, in modo da aumentare le garanzie di attecchimento delle piote erbose messe a dimora.
Le piote andranno raccolte manualmente e prontamente sistemate nell'arco della giornata stessa.

Ai fini di garantire un minimo tenore di umidità alla cotica erbosa nella fase di adattamento verrà ripristinato il sistema di irrigazione esistente, dotando le aree di vivaio di un sistema di microirrigazione costituito da una rete di tubi in polietilene forati.
La realizzazione con le modalità sopra descritte prevede l'utilizzo di materiale biodegradabile, parzialmente prelevabile in loco (tondoni di pino), destinato nel tempo a scomparire senza lasciare residui indecomposti.

Ad affermazione delle cotiche così impiantate verranno a crearsi delle aree di prelievo per la realizzazione di nuovi nuclei di rinaturalizzazione da distribuire sui vari settori del fronte man mano che si procederà con il recupero.
Ogni area funzionerà direttamente fornitore di materiale vegetale per i nuovi trapianti e come nucleo di diffusione dei semi delle specie spontanee nell'immediato intorno.

7.3.7 Impianto di specie legnose

Obbiettivi dell'intervento

Nella successione degli interventi di sistemazione l'impianto delle specie arboree ed arbustive rappresenta l'operazione finale, oltremodo importante per avviare sul sito un attivo processo di rinaturalizzazione e di riqualificazione paesaggistica.

L'obbiettivo dell'intervento è la ricostituzione di un bosco naturaliforme costituito da cenosi arboreo arbustive, in evoluzione verso associazioni stabili e durature nel tempo.

Per questo motivo, partendo dall'osservazione delle cenosi presenti nell'intorno, sono state individuate delle associazioni arboreo-arbustive in grado di eliminare nel tempo la soluzione di continuità del bosco determinata dall'attività estrattiva e riospitare le specie animali allontanatesi in conseguenza dell'eliminazione dei naturali ambienti di rifugio.

Le combinazioni proposte nel progetto sono diversificate in relazione alle varie situazioni prospettabili sull'area da recuperare e sono state riassunte in funzione della zonizzazione nella figura riportata nelle pagine seguenti.

La schematizzazione esemplifica una realtà che presenta, in relazione ai fattori ambientali, una certa variabilità. Infatti i condizionamenti edafici, congiuntamente ad altri fattori quali l'esposizione e la giacitura, determinano condizioni locali di transizione tra microambienti caratterizzati da una certa asprezza ed altri nei quali è possibile la crescita di specie più esigenti. In virtù di queste considerazioni è parso opportuno ridurre i rischi di insuccesso, individuando un ampio numero di specie, perlopiù rustiche e

frugali e strettamente autoctone, in grado di garantire un rapido sviluppo della vegetazione su tutte le superfici oggetto del recupero.

Tecniche d'impianto

Le tecniche d'impianto si diversificano in relazione all'intervento sulle pedate dei gradoni rispetto alle scarpate dei cumuli di limi.
Nel secondo caso si interviene, trattandosi di una superficie non molto estesa con fitte siepi cespuglio, caratterizzate da una inevitabile iniziale linearità, ma destinate nel tempo a chiudersi creando una macchia relativamente densa con funzione di stabilizzazione del cumulo.
Nel caso del fronte gradonato si evidenziano due situazioni morfologiche che impongono approcci diversificati in relazione all'inclinazione dei fronti.

Gradoni con inclinazione a 45°

Sui gradoni con inclinazione a 45° per attenuare l'eccessiva geometrizzazione si ritiene possibile un contributo positivo anche da parte degli interventi di piantumazione con la messa dimora di piccoli gruppi plurispecifici di 15-20 esemplari arbustivi, con un sesto medio d'impianto di 60 x60 cm, distanziati tra loro in modo irregolare, ricoprendo all'incirca il 40% della superficie delle pedate.

Sulle alzate in roccia si cercherà di interrompere la regolarità della parete, sfruttando anfratti e nicchie di maggiore ampiezza con l'impianto di piccoli nuclei di *Pinus halepensis* e di *Amelanchier ovalis* che tra le specie legnose sono quelle caratterizzate dal maggiore pionierismo; in questo caso, in funzione degli spazi ridotti, i gruppi saranno monospecifici e composti da 4-6 esemplari.

Gradoni con inclinazione a 45°

Per garantire le migliori condizioni di naturalità l'impianto è stato studiato per adattarsi in modo adeguato alla morfologia del luogo; pertanto i contorni del bosco presenteranno un andamento sinuoso ed il bosco avrà all'interno alcune radure erbacee.
Per lo stesso motivo si è scelto di escludere l'impianto a sesto geometrico, in funzione della geometricità dello schema, optando per l'impianto a gruppi secondo il modello per microcollettivi descritto da W. Frey, W. Schonenberger, F. Leuenberger,(1991) per i rimboschimenti nel piano subalpino ed adattato alla diversa situazione pedoclimatica dell'ambito mediterraneo.

I vantaggi di una simile tecnica rispetto al sesto regolare sono in generale quelli di evitare le aree microstazionali sfavorevoli, ma nel caso in esame,

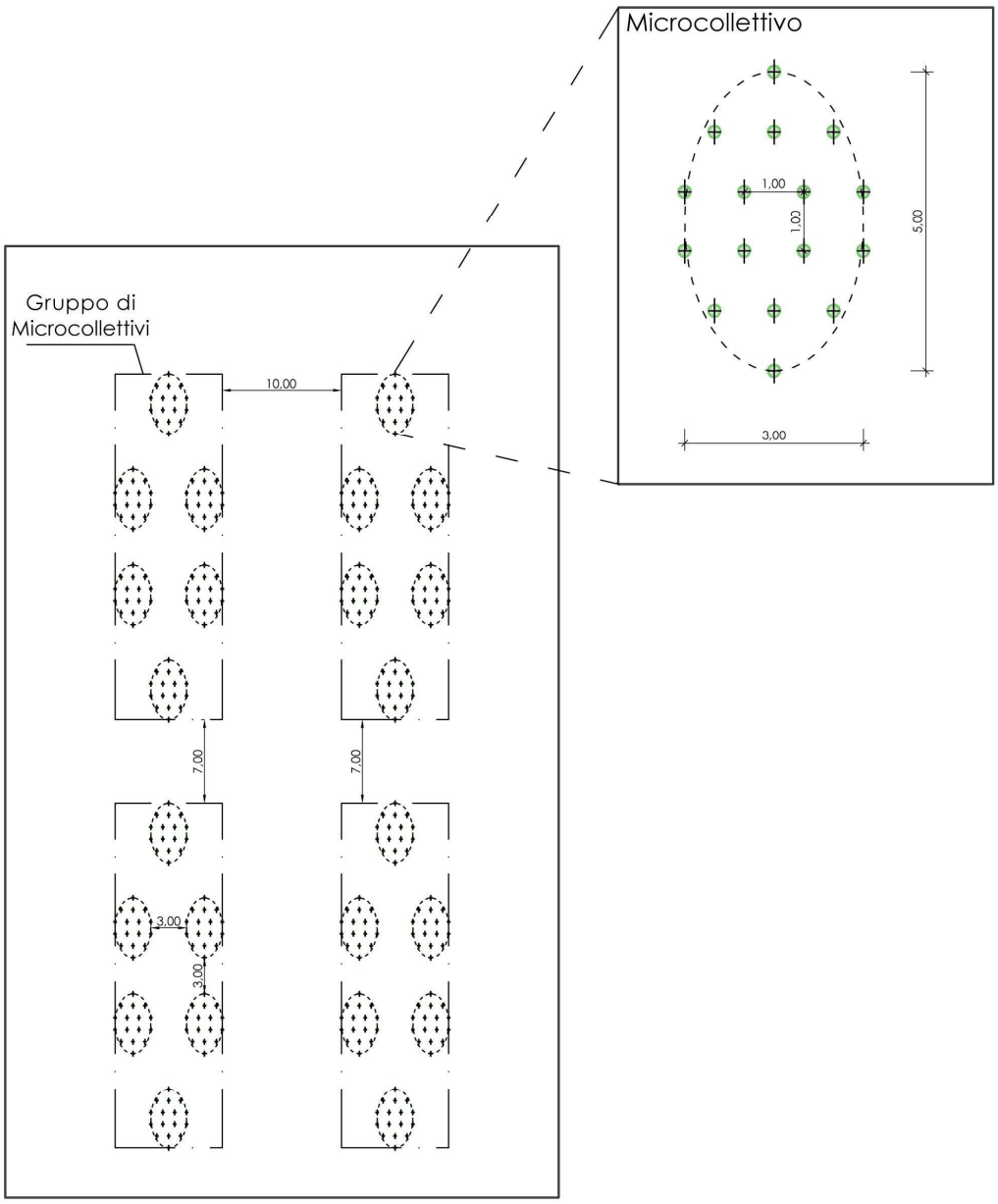
caratterizzato da una sostanziale uniformità, i vantaggi sono da mettere in relazione all'ottenimento di un popolamento adulto ben strutturato, stratificato e maggiormente stabile.

Le dimensioni e forma dei piccoli gruppi non saranno uniformi ma dipenderanno dalle caratteristiche microstazionali.
Con queste modalità sarà possibile ridurre in modo sensibile le fallanze.
Inoltre, questa tecnica consente di limitare, all'interno dei gruppi, la concorrenza della vegetazione erbacea nei primi stadi di sviluppo delle piante.

A partire dallo stadio di spessina le piante al centro del piccolo gruppo godranno della protezione delle piante periferiche nei confronti dello sfregamento e brucamento ad opera della fauna selvatica, che non potrà penetrare facilmente al loro interno. Tra i gruppi si manterrà invece una disponibilità di pascolo contribuendo così a conservare la variabilità ecologica.
I vantaggi del rimboschimento a piccoli gruppi rispetto a quello a sesto regolare sotto il profilo della variabilità ecologica derivano inoltre dalla penetrazione irregolare di luce, calore e precipitazioni e dal mantenimento della chioma sino alla base degli alberi.
La densità fitta dei piccoli gruppi consente inoltre una migliore protezione dai possibili danni da schianti per vento.

Le dimensioni ottimali della formazione adulta corrispondono a circa 0,5 -1 volta l'altezza degli alberi. La forma può essere circolare o ellittica con l'asse maggiore lungo la linea di massima pendenza. La formazione dei piccoli gruppi avviene tramite la formazione al momento dell'impianto di più microcollettivi temporanei.

I microcollettivi devono essere distanziati fra loro, facendo salve le caratteristiche micromorfologiche del terreno, per non più di 3 metri; in questo modo nel giro di alcuni decenni essi si chiudono a formare il gruppo definitivo. All'interno dei microcollettivi temporanei il sesto di impianto deve essere, viste le caratteristiche del sito, compreso tra 100 e 120 cm.
Ogni microcollettivo sarà caratterizzato da 10-15 piante, della medesima specie; il numero di microcollettivi di ciascuna specie sarà determinato in misura delle proporzioni volute.
Per limitare e distribuire il rischio è necessario utilizzare o creare differenziazioni stazionali; realizzare una mescolanza di specie tra i singoli gruppi alternando specie arboree con arbustive.
Nella figura seguente è rappresentato lo schema d'impianto per questa tecnica.



Ipotizzando un piccolo gruppo costituito da 6 microcollettivi contenenti ciascuno 15 piante messe a dimora a 1 metro di distanza tra loro, una distanza tra micro collettivi di 3 metri e tra piccoli gruppi di 7-10 metri, si ottiene una densità di 360 piante per piccolo gruppo e ipotizzando una distribuzione regolare dei piccoli gruppi stessi, si ottiene una superficie di 1.820 metri quadri occupata da un gruppo formato da 4 piccoli gruppi come

schematizzato nella figura. Questo comporta in linea teorica la disposizione di 5-6 gruppi ad ettaro, pari ad una densità teorica di 3.000-3.500 piante ad ettaro.

Scelta delle specie

Le specie che vengono proposte rappresentano un'associazione di specie pioniere in grado di costituire una cenosi in evoluzione verso la lecceta. Viene proposto di conseguenza un ampio ricorso a specie rustiche e frugali, come orniello e carpino nero e lo stesso pino d'aleppo, mentre la specie climax, più esigente, è introdotta in quantitativi limitati.
Per quanto concerne la composizione percentuale delle diverse specie è ipotizzabile la situazione riportata nelle sottostanti tabelle.

Arboree

Orniello (Fraxinus ornus)	*45%*	
Carpino nero (Ostrya carpinifolia)	*35%*	
Roverella (Quercus pubescens)	*10%*	
Pino d'Aleppo (Pinus halepensis)		*5%*
Leccio (Quercus ilex)	*5%*	

Arbustive

Le specie arbustive proposte sono quelle tipiche della macchia mediterranea e della foresta di querce sempreverdi.
L'utilizzo è pressochè in purezza sui gradoni a 45° mentre sui fronti ad inclinazione minore è in alternanza ai gruppi di arboree per ricreare le situazioni ecotonali di transizione tra prateria, macchia arbustiva e bosco.

In entrambi i casi si prevede la seguente composizione percentuale:

Lentisco *(Pistacia lentiscus)*	30%
Ilatro sottile*(Phillyrea angustifolia)*	*10%*
Terebinto *(Pistacia terebinthus)*	*20%*
Ginestra *(Spartium junceum)*	*30%*
Alaterno *(Rhamnus alaternus)*	*10%*

Anche per le arboreo-arbustive è da preferirsi l'impiego di materiale strettamente autoctono, ricorrendo a materiale propagativo in fitocella proveniente dai vivai regionali o prelevato e allevato in loco.

Al fine di ridurre questa crisi si suggerisce di procedere agli impianti in autunno, in modo da arrivare alla primavera successiva con piante ben "ambientate" a livello della rizosfera; sarà inoltre importante provvedere all'apertura di buche di dimensioni adeguate (almeno cm 40x 40, profondità

almeno 40 cm) che mettano a disposizione delle piante il maggior volume possibile di terra smossa.

Un contributo alla rinaturalizzazione potrà avvenire dal prelievo all'interno delle aree a vivaio di piantine nate da seme, nell'intento di introdurre nelle aree da recuperare anche quelle specie arbustive e suffruticose di difficile o improbabile reperimento in commercio. Si prevede in tal caso l'introduzione nelle aree d'intervento di specie come *Calycotome spinosa, Cistus albidus, Cistus salvifolius,Thimus vulgaris, Origanum vulgare, satureja montana,Teucrium chamaedrys.*

7.4 Cadenza stagionale e programma degli interventi

I vari interventi di recupero procederanno dall'alto verso il basso mano a mano che la coltivazione abbandonerà i gradoni esauriti e pertanto seguiranno a breve scadenza dalle fasi coltivazione.
Questa tecnica d'intervento ha i vantaggi di avviare in tempi rapidi il processo di rinaturalizzazione, evitando l'esposizione di ampie superfici scoperte ai fenomeni erosivi ad opera degli eventi metereologici (piogge e vento). La presenza di spianate di coltivazione abbastanza ampie consente inoltre agli addetti ed ai mezzi deputati al recupero di lavorare agevolmente e in condizioni di massima sicurezza, diminuendo conseguentemente i costi del recupero.
In linea di massima, all'esaurimento di ciascuna fetta di coltivazione, saranno eseguite nell'arco di 1-1,5 anni tutte le opere di sistemazione e recupero a verde del fronte abbandonato; successivamente dovranno essere previsti gli interventi di manutenzione e di risarcimento delle fallanze, indispensabili per il successo degli interventi.
La realizzazione dei vivai sulle aree del fronte esaurito dovrà precedere lo scotico delle aree ancora vegetate all'interno dell'area estrattiva per recuperare sia lo strato superficiale di suolo che costituirà il substrato di radicazione che il materiale vegetale da trapiantare.

Per quanto riguarda le stagioni di intervento le diverse operazioni dovranno seguire il seguente calendario:

- sistemazione superficiale: estate
- impianto delle specie legnose e sistemazioni intensive: tardo autunno inerbimenti: semina manuale in primavera precoce; idrosemina in primavera inoltrata o inizio autunno

sostituzione delle fallanze: autunno (in subordine primavera precoce).

7.5 Costi previsti

I costi previsti per l'intero sviluppo degli interventi ammonta in totale a circa 244.200 Euro, ripartiti in base alle diverse operazioni come riportato nella sottostante tabella.

OPERAZIONE	Costi unitari	Quantità	Importo (Euro)
Riprofilatura del mareriale sterile grossolano in abbandono sulle pedate dei gradoni e riporto di limi	0,3	170.000	51.000
Riporti di terra, stesura, livellamento, creazione canalette regimazione acqua	2,8	5.760	16.128
Fornitura e stesa di terra agraria proveniente dall'esterno	6	2.439	14.634
Concimazione e semina potenziata di specie erbacee	1,02	71.590	73.021
Impianto di specie arboree	3,35	3.412	11.429
Impianto di specie arbustive	3,35	5.378	18.015
Interventi di impianto di piote erbose	800	32	25.644
Sistemazioni intensive con georete e palizzate	7,56	540	4.082
Sistemazioni intensive con siepi cespuglio	34	350	11.900
Impianto di irrigazione di soccorso	7000	1	7.000
Manutenzione degli impianti			11.436
Totale			**244.290**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 Panoramica dei fronti di cava

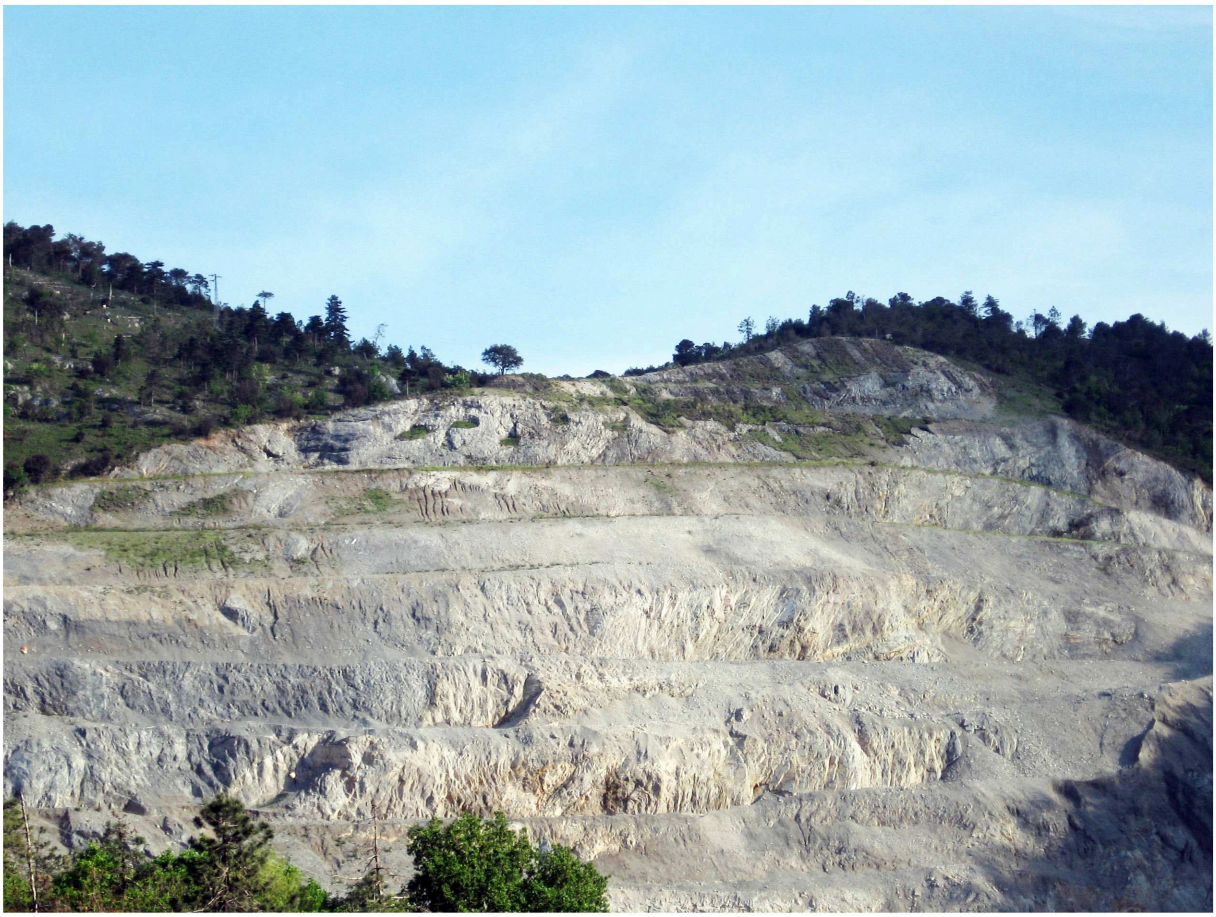


Foto 2 Panoramica dei fronti superiori rimodellati



Foto 3 Panoramica del fronte Est



Foto 4 Particolare di gradone modellato in contropendenza per il controllo delle acque



Foto 5 Particolare di pedata di gradone recuperata a verde (fronte superiore)



Foto 6 Ramo superiore del Rio Fornaci - Particolare dell'alveo:
l'invasione da parte della vegetazione e l'assenza di fenomeni erosivi conferma l'estrema scarsità dei deflussi

TABULATI DI CALCOLO DELLE VERIFCHE DI STABILITA'

GRADONE 270/65
CUNEO K1′/K2

Swedge Analysis Information

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.4469
- Safety Factor: 0.6241
- Wedge height (on slope) [m]: 8.94
- Bench width (on upper face) [m]: 0.07
- Wedge volume [m^3]: 0.031
- Wedge weight [tonnes]: 0.081
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.46
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.32
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.52
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.01

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	**Joint 2**
Effective Normal force [tonnes]	0.03	0.02
Effective Normal stress [t/m^2]	0.02	0.05
Shear Strength [t/m^2]	0.02	0.06
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.07
- Resisting force [tonnes]: 0.05

Seismic Force:

- Seismic force [tonnes]: 0.00

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	**Trend [deg]**	**Length [m]**
63.34	250.74	10.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	**Upper Face [m]**
Joint 1	9.93	0.30
Joint 2	9.97	0.07

Persistence:

- Joint 1 [m]: 10.00

- Joint 2 [m]: 10.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	1.76	90.00
Joint 1 & Crest	96.86	13.00
Joint 2 & Crest	81.38	77.00

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	67.00	283.00
Joint Set 2	75.00	193.00
Slope	65.00	270.00
Upper Face	0.00	270.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 39.40

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.00
- Friction Angle [deg]: 48.90

Slope Data:

- Slope height [m]: 20.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.60
- Water pressures in the slope: NO
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Seismic Data:

- Direction: line of intersection J1&J2 but horizontal
- Seismic coefficient: 0.013
- Trend [deg]: 250.74, Plunge [deg]: -0.00

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	4.167	1.187	8.937
234	4.167	1.496	8.937
123	4.235	1.480	8.937