

# COMUNE DI MONTELLA

Provincia di Avellino

## PROGRAMMA DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE DELLA CAVA “CALCESTRUZZI TERMINIO s.r.l.” IN LOCALITA' PIETRA DELLE GATTE NEL COMUNE DI MONTELLA

(Progetto redatto nel rispetto delle Norme di Attuazione del PRAE  
e delle L. R. 54/85 e 17/95

F. 35 p.lle 65, 66, 67, 68, 127 e 137

**Relazione Geologica - Geotecnica - Geomorfologica**

**Committente: Società Calcestruzzi Terminio s.r.l.**

Via N. Clemente n. 38 – Montella (Av)

P. IVA 00120990643



## **PREMESSA**

Si riferiscono i risultati dell'indagine geologico - tecnica eseguita, per conto della ditta Calcestruzzi Terminio s.r.l., amministratore unico Teresa Maria Cicchetti, sui terreni di Località Pietra delle Gatte nel Comune di Montella, che ospitano una cava calcarea attiva (art. 36) ed n. 3 cave abbandonate, con parete unica del fronte di cava, praticamente sub - verticale e di altezza notevole, che raggiunge anche i 50 - 60 metri. Con il presente studio si verificheranno le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e strutturali per dar luogo ai lavori del "PROGRAMMA DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE DELLA CAVA CALCESTRUZZI TERMINIO s.r.l." - F. 35 p.lle 65, 66, 67, 68, 127 e 137, nel rispetto delle Norme di Attuazione del Piano Regionale Attività Estrattive, approvate nel giugno 2006. L'obiettivo principale del lavoro è di procedere ad un corretto ed efficace recupero ambientale e di messa in sicurezza del versante, nel rispetto della L.R. 54/85 e s.m.i.. Detto progetto interesserà l'intera area della cava interessando, in termini percentuali molto bassi, anche i terreni adiacenti agli attuali fronti di cava funzionali al recupero ambientale ed alla messa in sicurezza dei versanti.

Si realizzerà, pertanto, un intervento integrato di dismissione della coltivazione e di recupero ambientale, che si svolgerà parallelamente negli anni futuri, il tutto nella prospettiva di dar luogo ad una dismissione controllata dell'attività estrattive in tempi brevissimi.

La base cartografica utilizzata per l'inquadramento globale dell'area è in scala 1:2.000, mentre per lo studio della sistemazione del fronte di cava è stata utilizzata la scala 1: 500. Le carte tematiche prodotte consentono la lettura grafica delle valutazioni poste a base della proposta di intervento e dei relativi scenari progettuali. Lo studio ha carattere interdisciplinare in quanto è stato sviluppato in stretta collaborazione con altri tecnici.

Il lavoro svolto si è articolato secondo i seguenti punti:

- nella fase preliminare sono stati acquisiti presso vari Enti o Amministrazioni gli studi disponibili sul territorio comunale e le foto aeree dell'area. Sono stati, inoltre, eseguiti sopralluoghi puntuali sul territorio finalizzati alla individuazione delle emergenze idrogeologiche che potessero rappresentare fonte o causa di pericolo per le infrastrutture ed il patrimonio ambientale presente;
- nella seconda fase sono stati eseguiti i rilevamenti geologici di campagna e il rilevamento geomorfologico – strutturale, integrato con l'esame stereoscopico delle foto aeree;
- nella terza fase, dopo l'esecuzione di un dettagliato rilievo topografico, con restituzione finale 1:500, è stata eseguito un rilievo geostrutturale finalizzato alle verifiche di stabilità dei versanti e del fronte di cava. In particolare sono state eseguite anche n. 4 point load, presso il Ambiente e Territoriodi di Monteforte Irpino (Av).

Il modello geologico - tecnico descritto nel seguito, al pari delle considerazioni in merito alle problematiche geologiche attese sulle pareti da recuperare e consolidare, risponde al cosiddetto "*metodo osservazionale*", in base al quale è possibile definire classi di comportamento allo scavo facendo riferimento anche a reali situazioni e ambienti geologici osservati sulle pareti di cava e caratteristici per la formazione geologica in studio.

L'osservazione dei materiali naturali così come si presentano sui fronti di scavo e l'analisi storica e cronologica dettagliata delle fasi di scavo in ambiente di cava, unitamente alle indagini geognostiche ed ai rilievi condotti in sito, hanno dunque consentito l'ottimizzazione delle "migliorie" del progetto elaborato nel dicembre 2006, *con pieno riferimento alla nota n.*

*5207 del 18.12.2006 dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno ed alla nota n. 0807115 del 30.09.2008 del Settore Politica del Territorio della Regione Campania.*

Così, sulla base dei dati disponibili e dopo diversi incontri sopralluogo con la committenza ed i vari Enti ed Istituzioni presenti sul territorio, si stabiliva di rielaborare le varie tavole e relazioni, che costituiscono il progetto, al fine di rispondere alle richieste di chiarimento ed alle integrazioni emerse in sede di istruttoria.

L'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri – Garigliano e Volturno, a seguito di istruttoria, ha invitato a provvedere, nelle successive fasi di elaborazione progettuale, ad integrare il lavoro nei seguenti punti:

***aspetti geologici***

- 1) descrizione delle discontinuità e della roccia limitrofa (grado di alterazione della roccia, segnalazione di ponti di roccia e di materiale di riempimento), con misure della giacitura, dell'apertura e della spaziatura delle discontinuità, nonché, la definizione del modello geomeccanico dell'ammasso roccioso; il tutto finalizzato alla determinazione dei meccanismi di dissesto. Idonee verifiche analitiche delle condizioni di stabilità, sia delle gradonature sia dell'intero fronte di cava, basate sui risultati del suddetto modello geomeccanico dell'ammasso roccioso;*
- 2) verificare, sulla base delle risultanze del suddetto studio geologico – geotecnico, la possibilità di una modifica della riprofilatura del fronte di cava che porti al conseguimento dei valori maggiori del coefficiente di sicurezza del versante;*
- 3) valutare e verificare la compatibilità idrogeologica degli interventi ricadenti nell'area perimetrata dal PsAI – Rf, in base a quanto dettato dalle norme del piano stralcio.*

**aspetti urbanistico – ambientali**

A) *Per l'intervento di rimodellamento del fronte di cava (intervento che crea impatti sul contesto ambientale, sia per la notevole quantità di materiale da estrarre, che per l'incidenza sul consumo della risorsa suolo, acqua e vegetazione), si propone:*

- *riduzione del quantitativo di materiale da estrarre, rivedendo il profilo finale;*
- *rimodellamento delle scarpate evitando quelle eccessivamente alte ed inclinate; nel caso di scarpate di raccordo aventi altezza complessiva superiore ai 5 mt., sarà necessario prevedere nel punto intermedio, una cabaletta di raccolta delle acque di scorrimento, adeguatamente progettata, per ridurre la velocità e limitare i danni alla vegetazione sottostante;*
- *Abbassare l'inclinazione delle scarpate verso valori prossimi ai 50° (infatti il valore di 70° previsto appare eccessivo al fine di recupero ambientale), riducendo eventualmente anche la pedata sino al limite di 5 metri, in accordo con quanto richiesto al primo punto.*

B) *Per la sistemazione dei piazzali si invita a:*

- *non effettuare scavi eccessivi, al fine di non inficiare la falda idrica, attestando il fondo del previsto laghetto ad una quota di 2 metri superiore a quella di progetto (ovvero a 586 metri s.l.m.);*
- *sistemare a verde e a prato tutti gli spazi di pertinenza delle diverse funzioni previste;*
- *realizzare tutti i percorsi all'interno dell'area con materiali non impermeabilizzanti, che consentono quindi il drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo;*
- *prevedere analoghi materiali per i parcheggi, avendo cura di garantire il drenaggio delle acque e nello stesso tempo impedire l'inquinamento del suolo e del sottosuolo da parte degli oli lubrificanti, metalli provenienti dagli scarichi delle auto, ecc...*

C) *Effettuare la Valutazione di Incidenza, trattandosi di un'area SIC.*

Tenendo presente che nei terreni lapidei in studio, interessati da una serie di fratture e giunti, giungere alla formulazione di un quadro geologico e geotecnico di assoluto dettaglio operativo non è cosa facile; ciò malgrado gli scriventi, sentitisi investiti da grosse responsabilità sociali<sup>1</sup>, connesse al recupero ambientale, hanno compiuto il massimo sforzo, per colmare le “carenze tecniche” derivanti dall’eterogeneità strutturali del litotipo e per elaborare i seguenti allegati finali:

- Relazione geologica, geotecnica, ambientale, con documentazione fotografica;
- Relazione tecnico - organizzativa
- Relazione agronomica
- Relazione paesaggistica
- Relazione di incidenza
- Corografia
- Rilievo fotografico
- Carta delle pendenze
- Carta geolitologica del substrato e coltri di alterazione
- Carta idrogeologica dei complessi idrogeologici
- Carta delle coperture sciolte e ubicazione rilievi geologici
- Carta geomorfologia
- Carta geologico – applicativa e scenari del rischio
- Sezioni
- Foto d’insieme con rilievo strutturale
- Tabulato delle analisi di stabilità
- Certificati e analisi

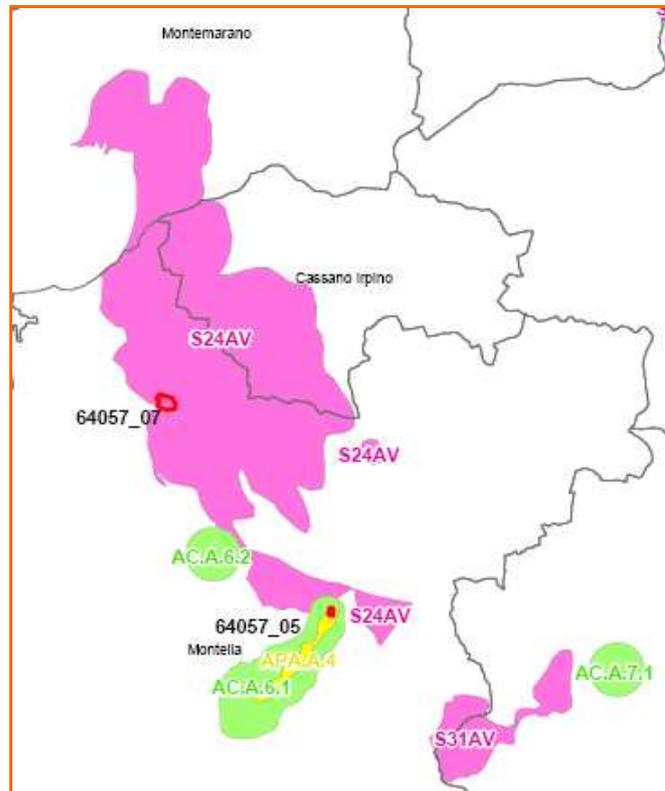
---

<sup>1</sup> Il Comune di Montella ha delegato la committenza ad eseguire il recupero ambientale di una parte del territorio comunale, che per parecchi anni è stato aggredito da una attività di cava intensa.

- Carta topografica con l'indicazione delle zone A e B del Parco dei Monti Picentini

La conoscenza di tali elementi è indispensabile per poter procedere alla valutazione della stabilità di insieme dell'ammasso e per evidenziare i problemi progettuali legati alla natura ed alle proprietà geomeccaniche della roccia costituente il fronte.

**Per quanto riguarda i nuovi fronti di cava si è sviluppata una nuova ipotesi di**



**sistemazione meno impattante e senza interessare “l’Area di riserva integrale” del Parco dei Picentini (Zona “A”).**

Così, al fine di programmare in modo razionale ed organico l'attività estrattiva, lo studio riguarderà un'area molto più ampia di quella interessata dall'ampliamento, anche per prevedere un efficace recupero ambientale dell'intera superficie di cava, in previsione del nuovo progetto di coltivazione, essendo l'area ascritta, nel PRAE, all'area di crisi “**AC. A. 6.1**”.

## **INQUADRAMENTO ALL'INTERNO DEL P.R.A.E.**

La cava oggetto del presente studio estrattivo ricade nel comune di Montella, essa risulta identificata all'interno del PRAE Campania con il codice 64057 - 05, ed è inserita all'interno di una vasta area di crisi con A.P.A. Entrambe le aree, sostanzialmente, costituiscono ..... **fonte di soddisfacimento di parte del fabbisogno individuato per l'approvvigionamento di materiale, attraverso gli interventi di coltivazione finalizzata alla ricomposizione ambientale di durata complessiva non superiore ai tre anni nelle aree A.P.A. e ai cinque anni nelle aree di crisi .....**

La lettura della situazione relativa alle aree circostanti la cava risulta agevolata dall'esistenza della scheda all'interno dell'Atlante delle cave (cfr. Allegato 1).

In particolare dalla scheda dell'Atlante delle cave si rileva:

1. dalla carta dei litotipi estraibili si rileva che i materiali risultano essere "Calcari";
2. tutta l'area in studio risulta investita dalla perimetrazione del Parco dei Monti Picentini (Area di riserva generale orientata e di protezione);
3. tutta l'area in studio è ascritta ai siti di interesse comunitario e ed alle zone di protezione speciale;
4. non è un'area soggetta a vincolo paesistico ed archeologico ai sensi ed agli effetti del D. leg.vo 42/2004 e s.m.i.;
5. non è un'area boscata come definita dall'art. 14 legge regionale 11/1996 e s.m.i.;
6. non rientra nei perimetri delle concessioni minerarie rilasciate per lo sfruttamento delle acque minerali naturali, di sorgente e delle acque termali, ai sensi ed agli effetti dell'art. 25 R.D. n. 1427/1933 e s.m.i.;
7. non rientra nelle zone di tutela assoluta e nelle zone di rispetto delle acque destinate al consumo umano ai sensi del D. Leg.vo 258/2001 e s.m.i.;

8. non rientra in aree caratterizzate da una morfologia carsica con evidenti indizi superficiali di processi carsici in atto;
9. non è un'area oggetto di interventi finanziati con fondi comunitari, statali e regionali, finalizzati ad attività diversa da quella estrattiva;
10. dalla carta del rischio frane del PAI si rileva marginalmente la presenza di aree di Attenzione Potenzialmente Alta (A pa), cioè aree non urbanizzate, nelle quali il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi di maggiore dettaglio, poco significative ai fini del “PROGRAMMA UNITARIO DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE”.

## **DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI**

La cava di proprietà della ditta committente, come si è riportato precedentemente, è ubicata in agro del comune di Montella, alla Località Pietra delle Gatte, nell'ambito di una estesissima “area di crisi”, che interessa i terreni del Comune di Montella, ad esse si accede direttamente percorrendo una comoda strada statale e la viabilità comunale. In riferimento alla situazione dello stato dei luoghi si segnala quanto segue:

- La superficie in studio, entro cui ricadono le quattro cave, riportate in Catasto Terreni al foglio 35 p.lle 65, 66, 67, 68, 69, 127 e 137, presenta un accesso dall'area di cava attiva, che risulta essere buono, in considerazione del fatto che la cava attiva si trova immediatamente a ridosso della S.S. 164 e della viabilità comunale;
- Non sono state riscontrate, in tutta la superficie ascritta ad “area di crisi” presenze di carattere archeologico;

- Unico vincolo a cui sono soggetti i terreni in parola è quello individuato dagli strumenti di pianificazione dell’Autorità di Bacino, relativamente ai quali si precisa quanto segue: l’area di cava in senso stretto non è perimetrata né a rischio frana né a rischio idraulico, mentre per le aree relative ai modesti ampliamenti non sono presenti vincoli ascrivibili alle classe R1, R2, R3 e R4, ma solo vincoli potenziali;
- Il piazzale di cava, ove avviene la lavorazione degli inerti, è mascherato da una parete calcarea, che corre lungo la strada provinciale, con altezza variabile fra i 2 ed i 5 metri.
- Nel loro complesso i terreni risultano avere destinazione urbanistica del tipo agricola.

L'area oggetto del presente programma di dismissione, comunque, si presenta sotto l'aspetto morfologico come delle colline e crinali con ripiani intermedi, che partendo dalle quote 800/1000 mt. s.l.m. degradano fino a giungere sul piazzale di cava a quota 590 mt. s.l.m. e sulla S.S.delle Croci di Acierno, con angolo medio del pendio mediamente inferiore a 35°. Il tutto si evince, chiaramente, dall'allegate carte tematiche.

Così il progetto di dismissione e ricomposizione ambientale della cava sita in L.tà Pietre delle Gatte andrà ad interessare oltre la superficie originariamente coinvolta nell'attività estrattiva, anche l'area, sempre ascritta al Parco dei Monti Picentini, retrostante la parete subverticale ed il fronte di scavo nord – orientale, lambito dal tornante della strada statale.

## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'intero centro urbano di Montella, in uno con le frazioni storiche, occupa una superficie di circa 240 ha, e ricade nel Foglio 186 "S. Angelo dei Lombardi" della carta topografica d'Italia I.G.M. in scala 1:100.000. Esso ricade nel settore settentrionale dei Monti Picentini ed in particolare comprende i versanti orientali del Monte Terminio e di M. Sassosano con quote variabili dai 1500m s.l.m. (zona montuosa) ai 580 mt. sl.m (zona del centro abitato). I



terreni affioranti sono prevalentemente calcari mesozoici di età cretacea riferibili all'unità tettonica Picentini-Taburno in Bonardi et alii, 1988. Sui calcari poggiano, con limitati spessori, quasi sempre dell'ordine dei 20 centimetri, piroclastiti rimaneggiate e detriti e, nelle zone di raccordo con il fondovalle, depositi alluvionali sia ghiaiosi che limoso-argillosi.

L'intera area è interessata da importanti faglie a prevalente andamento appenninico, la più importante delimita il versante nord orientale del Monte Sassosano. Tali faglie hanno ribassato i flysch miocenici nella zona orientale del comune di Montella, che sono ricoperti in gran parte da depositi clastici quaternari presenti nel fondovalle del Fiume Calore. Il sito in oggetto è ubicato, invece, in linea d'area, a circa 500 metri dall'abitato, in un'area a prevalente vocazione agricola, lungo un versante maturo della dorsale carbonatica, con spessori di copertura piroclastica modesti e discontinui, con rare presenze vegetazionali (vedi foto in alto).

L'area in studio ricade lungo il margine meridionale del territorio comunale e non è visibile né dall'abitato di Montella, da cui è schermato dal Colle Piano Salere – Ripamonte, né da altri Comuni. La morfologia in questa zona, fuori dall'area di cava, trattandosi di un versante lapideo di natura calcarea, assume una configurazione plano - altimetrica alquanto aspra, rappresentata da pendenze dell'ordine del 40 – 50%, che evolvono in alcuni tratti anche a versanti con pendenze dell'ordine del 65 - 70%. Nel complesso l'area in studio richiama una monoclinale a blocchi, con giacitura caotica. Dal punto di vista geologico fa parte del massiccio carbonatico dei Monti Picentini, facies tipica di piattaforma carbonatica appenninica, ascivibile al Cretacico superiore; che è costituita da una serie di blocchi monoclinali variamente dislocati da faglie parallele fra loro, in generale orientate in direzione nord - ovest ed sud - est, a seguito degli eventi tettonici del Pliocene, su questo primo sistema di faglie, in più parti si è sovrainposto un secondo sistema ad orientazioni appenniniche e tirreniche.

Le caratteristiche litostratigrafiche, la tettonica traslativa miocenica, e quella distensiva e di sollevamento plio - pleistocene hanno condizionato l'attuale configurazione dei luoghi in studio. Il territorio, infatti, è caratterizzato da masse montuose, quasi sempre impervie con versanti raramente subvericali, da zone collinari con pendii alquanto acclivi e da aree

derivanti dai colmamenti fluvio - lacustri e vulcanici, che essendo composte, per la massima parte, da materiali del tipo litologico tenero, sono caratterizzate da un paesaggio dolce, con morbide forme e pendii lievemente concavi.

La costituzione geologica del giacimento è caratterizzata, per spessori variabili da 0,00 a 1,20 metri, da una coltre di materiali recenti poggianti su di un complesso calcareo, dal caratteristico colore grigio - bianco ed avana, con strati e banchi di varia grandezza, con banchi anche superiori ai 60 centimetri, a grana media, medio - fina, in genere a stratificazione non evidente ed interessati da una fitta rete di fratturazione: prevale una sequenza di calcari detritici: calcareniti e calciruditi avana e biancastre, calcari oolitici e calcari dolomitici, calcari grigiastri con piccoli gasteropodi (acicularia, cuneolina, trocholina, orbitolina, ophtalmidium, ecc.). Le sequenze carbonatiche, infatti, sono interessate da discontinuità tettoniche primarie che tagliano e dislocano porzioni di versanti con rigetti variabili da qualche metro fino anche qualche decina di metri. Quanto maggiore è la dislocazione, tanto maggiori sono gli effetti della tettonica sulla roccia; in questi casi, come nel fronte di cava, si identificano nella roccia fasce larghe anche decine di metri in cui la fratturazione si sviluppa secondo varie famiglie di discontinuità secondarie (vedi foto in alto), che nel loro insieme interferiscono con i piani di stratificazione, suddividendo la roccia in blocchi di diverse dimensioni.

La giacitura degli strati e lo spessore sono notevolmente variabili da luogo a luogo, in particolare lo spessore varia da 0,20 a 0,60 metri. Infatti nell'area di coltivazione il materiale lapideo è molto fratturato; quelle riscontrate sono moltissime e spesso rendono illeggibile la stratificazione tra i banchi. Ove la lettura è possibile si è rilevata una stratificazione con giacitura attraverso poggio e con rare zone di reggipoggio e franapoggio.

Lungo le faglie principali sono presenti delle fasce cataclasiche, spesse qualche decimetro, costituite da blocchi eterometrici di calcari, poco cementati.

Complessivamente lo stato geomeccanico del complesso carbonatico risulta essere generalmente discreto: l'allentamento indotto dalle operazioni di scavo, risulta limitato ad una fascia non superiore ai 2 - 3 metri, che viene rapidamente bonificata dalle operazioni di disgaggio eseguite al termine di ogni fase operativa.

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

1. **bassa** per porosità nei terreni di natura detritica e piroclastica, con spessori > 1,00 metri (C.I.P. = 40 – 60%);
2. **media – alta** per porosità nei terreni alluvionali (C.I.P. = 60 – 80%);
3. **media – alta** ove i calcari cretatici sono affioranti e/o subaffioranti, mentre la permeabilità si riduce in corrispondenza delle coltri piroclastiche con spessori > 1,00 metri; **alta** per fessurazione, con un alto coefficiente di infiltrazione, ove i calcari affiorano nell'area di cava (C.I.P. = 90 – 100%).

Le acque di infiltrazione alimentano un acquifero, con piezometrica > 100 metri dal p.c. del piazzale. La permeabilità relativa nell'ambito dello stesso complesso varia lievemente tra la parte superficiale, più fratturata ed alterata e quella inferiore; la mancanza di sorgenti lungo il contatto calcari – piroclastiti nelle aree prossime alla cava e lungo tutto il versante, suggerisce la presenza di un sistema di alimentazione profondo in cui vi è un apporto diretto verso i livelli acquiferi della piana di Montella e Cassano, posti a quote molto più basse.

Mentre la rete idrografica è sempre molto povera ed è impostata sulle fratture recenti. Infatti non sono presenti incisioni che lasciano trasparire un minimo di reticolo idrografico, solo ai lati del dosso collinare si denotano le prime incisioni gerarchizzate per lo smaltimento delle acque di corrivazione. In zona non sono state rilevate, come nei precedenti studi, cavità carsiche essendo l'area molto marginale.

*Alla luce di tutto ciò i lavori per il programma di dismissione e recupero ambientale dell'intera area in studio devono essere completati con una sistemazione idrogeologica complessiva, che dovrà riguardare la canalizzazione di tutte le acque superficiali provenienti da monte con idonei fossi di guardia, reti drenanti superficiali e/o profonde, al fine di convogliare in maniera accurata le acque fino al Rio limitrofo. Nel quadro degli interventi di sistemazione tesi ad eliminare gli eventuali inconvenienti derivanti da liquidi inquinati e della presenza della falda idrica si ritiene indispensabile costruire un idoneo impianto per la raccolta e smaltimento delle "acque", completo della messa in opera di un idoneo letto di terreno agrario sui piazzali ed alle pareti della cava.*

## **RIPROFILATURA AREA DI CAVA E RECUPERO AMBIENTALE**

Per quanto concerne l'attività estrattiva, relativa al "PROGRAMMA UNITARIO DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE" essa si svilupperà secondo le seguenti linee principali:

- sistemazione e potenziamento del piazzale di cava, con la profilatura ed il raccordo topografico con le particelle adiacenti, al fine di rendere disponibile, per la futura destinazione urbanistica dell'area, un'ampia superficie sub pianeggiante;
- profilatura ed armonizzazione dell'attuale fronte di cava con ampliamento massimo del perimetro di cava di circa 25/30 metri, sempre nell'ambito delle proprietà e/o disponibilità del committente e di circa il 10% degli scavi attuali,

con creazione di nuovi gradoni alti 20 mt, al fine di ridurre le attuali pareti di cava, essi saranno sempre raccordati al limitrofo piano campagna;

- disaggio e pulizia delle attuali pareti di cava, con asporto dei blocchi in precario equilibrio, che non potranno essere terrazzate e/o raccordate con i terreni limitrofi, perché ricadenti in prossimità di particelle catastale di proprietà di altre ditte e/o ricadenti nell'Area di riserva integrale del Parco dei Monti Picentini;
- regimazione di tutte le acque dilavanti con raccolta delle stesse e smaltimento attraverso cunette al piede delle scarpate, che seguiranno le pendenze del singolo gradone, fino a sversare, compatibilmente con le quote topografiche dei terreni, nell'adiacente rete idrografica che corre in adiacenza all'area di cava, previa decantazione in due vasche di raccolta; tutti i cunettoni a gaveta, sia quelli montani che quelli di valle, come innanzi detto, vengono realizzati con una sezione a gaveta naturale, ricavata nella roccia calcarea, di opportuna sezione idraulica;
- mitigare, ridurre e/o risolvere la modesta e preesistente problematica di rischio idrogeologico, dei terreni che ospitano i fronti di cava ed i piazzali, che può trovare soluzione attraverso un'organica messa in sicurezza dei versanti.

La sistemazione del versante, in altre parole, procederà partendo da monte verso valle, scaricando progressivamente la parte alta del declivio; la rimozione dello strato di copertura avverrà con mezzi meccanici, mentre per gli strati più profondi, in base alla litologia del materiale incontrato, si prevede l'impiego di martelloni od altri mezzi meccanici, oppure di esplosivo. In quest'ultimo caso le operazioni dovranno avvenire con l'abituale cautela e tale da non creare problemi ai manufatti esistenti: la scelta sarà operata in funzione dell'area d'intervento. Si procederà, infine, all'accumulo, su prefissate aree di stoccaggio, del limitato strato di suolo presente, per il suo successivo utilizzo nelle opere di ripristino, così come per i

materiali di risulta delle escavazioni che saranno utilizzati per le operazioni di ricarica al piede del versante e per i rilevati, evitando la realizzazione di ulteriori rilevati per la viabilità interna e d'accesso.

**Il prosieguo della coltivazione della cava certamente non produrrà una modificazione allo stato tensionale dell'ammasso roccioso, e migliorerà notevolmente la stabilità di assieme dei luoghi, mitigando, nel contempo l'impatto ambientale.**

## **CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE**

Le indagini eseguite sono state finalizzate soprattutto alla individuazione del giacimento ed alla definizione delle caratteristiche tecniche della frazione lapidea dell'ammasso roccioso oggetto di coltivazione. Le caratteristiche tecniche sono state tarate anche con dati presenti in "letteratura" od ottenuti in altri lavori dello scrivente eseguiti sul territorio comunale di Montella, poiché i terreni in studio, principalmente quelli più esterni, si presentano con un grado di fratturazione variabile, sia in senso verticale che in senso orizzontale.

A verifica dei dati disponibili in letteratura (prospezioni sismiche eseguite per altri lavori), sono state eseguite, al fine di avere utili indicazioni sullo stato di consistenza della roccia, n. 4 prove Point Load, per risalire alla resistenza a compressione monassiale della roccia, i campioni, chiaramente, sono stati prelevati dalle pareti e non da blocchi già staccati, alla base delle stesse.

L'indagine geofisica eseguita a suo tempo con l'impiego della sismica a rifrazione, è stata utilizzata per valutazioni sia qualitative che quantitative sullo stato dell'ammasso

roccioso. Sulla base dell'esperienza, del litotipo considerato si è assunto che ai calcari non fratturati e/o poco fratturati competono velocità delle onde P dell'ordine rispettivamente di 5000 m/sec ( $V_p$ ), a valori più bassi delle suddette velocità vanno associati banchi di calcari più fratturati.

Premesso ciò si può affermare che nell'area in studio al di sotto di 3 ÷ 4 m esiste uno strato caratterizzato dai seguenti valori di velocità di propagazione:

$$V_p \qquad \qquad \qquad 3.200 \div 3.500 \text{ m/sec}$$

Nel suddetto litotipo l'energia si trasmette con deviazioni contenute, a testimonianza che si tratta di un volume di roccia "alquanto omogeneo", interessato da elementi di perturbazione di lieve entità.

Lo strato più prossimo alla superficie ha fatto registrare le seguenti caratteristiche:

$$V_p \qquad \qquad \qquad 1.100 \div 1.300 \text{ m/sec}$$

Ciò conferma che il complesso sistema fessurativo presente nei primi metri, è stato ulteriormente amplificato nel tempo per la coltivazione della cava.

Si è rilevato, comunque, che le normali metodologie di analisi su campioni per la misura diretta dei parametri fisici non sono sempre applicabili ed inoltre l'estrapolazione del dato puntiforme di laboratorio all'intero complesso è in molti casi non attendibile. Pertanto i dati ricavati dal rilievo geomeccanico verranno utilizzati per la determinazione della qualità dell'ammasso roccioso, esprimibile attraverso appositi indici che hanno lo scopo di permettere una valutazione preliminare delle caratteristiche meccaniche della roccia.

Relativamente alle proprietà meccaniche delle discontinuità, invece si fa riferimento alla campagna geostrutturale eseguita in loco, alle spalle dei piazzali di cava esistenti dove sono stati eseguiti differenti rilievi geomeccanici, sintetizzati nelle schede ed elaborati grafici, in

particolare la litologia del giacimento carbonatico è risultata poco variabile, alle spalle dello stabilimento sono presenti esigue bancate brecciate, nel complesso la stratificazione si presenta prevalentemente a reggipoggio, localmente a franapoggio meno, la stratificazione è interrotta da grossi elementi strutturali sub-verticali (vedi rilievo fotografico).

Il procedimento utilizzato per l'esecuzione del rilievo geostrutturale, che meglio si è adattato nello specifico, è quello descritto nelle raccomandazioni ISRM, tradotte in italiano da O. Del Greco nella Rivista Italiana di Geotecnica - R.I.G. 2/93; il titolo originale delle raccomandazioni è "Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses".

Il campionamento è avvenuto attraverso la raccolta dei dati mesostrutturali in più punti, il rilevamento delle discontinuità (fratture, diaclasi, piani di stratificazione, scistosità, ecc.) è avvenuto utilizzando una bussola del tipo "SILVA" completa di inclinometro, lungo allineamenti di m. 10 orizzontali segnalati con rollina metrica e con l'ausilio di una tavoletta rigida utilizzata come supporto per la bussola, le informazioni annotate e riportate nelle successive schede sono relative ai dieci parametri scelti nelle Raccomandazioni ISRM per descrivere le discontinuità e le masse rocciose, definiti come segue:

#### 1) Orientazione (dip, dip direction, strike)

Posizione della discontinuità nello spazio, le superfici di discontinuità sono rappresentate come un piano la cui giacitura è individuata da una coppia di angoli ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) dove  $\alpha$  è l'inclinazione e  $\beta$  l'azimut della discontinuità (per i valori medi riscontrati si rimanda alle schede di rilevamento allegate).

#### 2) Spaziatura (S)

Distanza tra discontinuità adiacenti misurata in direzione ortogonale alle discontinuità stesse, la distribuzione della spaziatura è alla base della classificazione ISRM e nei rilievi eseguiti è risultata prevalentemente compresa tra (vedi graf. Distribuzione spaziatura):

Spaziatura stretta (6÷20 cm)

Spaziatura moderata (20÷60 cm)

### 3) Continuità o Persistenza

La lunghezza delle tracce delle discontinuità osservate negli affioramenti danno una misura grossolana dell'estensione areale o della profondità di penetrazione della stessa discontinuità, i rilievi hanno evidenziato le seguenti classi ISRM in funzione della persistenza (vedi graf. Distribuzione persistenza):

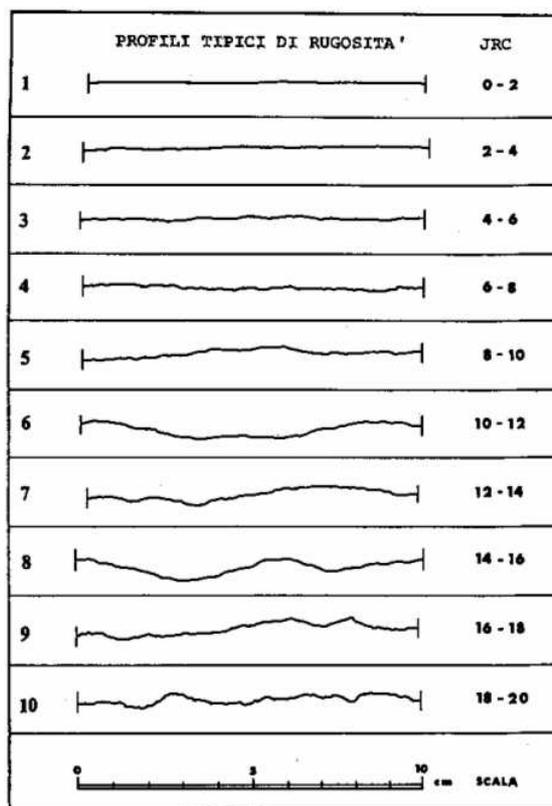
Persistenza bassa (1÷3 m) – famiglia 2

Persistenza media (3÷10 m) – famiglia 1

### 4) Scabrezza

La scabrezza rappresenta la rugosità delle superfici affacciate di una discontinuità e ondulazione relativamente al piano medio delle discontinuità, sia la rugosità che il suo andamento morfologico contribuiscono alla resistenza di taglio, specialmente nel caso di strutture interconnesse e senza spostamenti relativi. L'importanza della rugosità diminuisce con l'aumentare dell'apertura della discontinuità stessa.

La metodologia e la strumentazione per eseguire il rilievo previste dalle Raccomandazioni ISRM riportano differenti metodi, tra cui l'uso di termini descrittivi della rugosità che possono essere riassunti nella figura seguente e che portano alla valutazione della resistenza a taglio delle discontinuità non riempite. I valori di  $\phi$  di picco possono essere stimati attraverso una relazione che correla i parametri JRC (coefficiente di rugosità della discontinuità), JCS (resistenza a compressione delle pareti della discontinuità) e  $\phi_r$  (angolo di attrito residuo).



Il valore di JRC è stato ricavato per confronto con i profili tipici di rugosità (mediamente si è riscontrato un valore coefficiente di rugosità compreso tra 4-8), questo è mediamente pari a 6, altro parametro misurato, e utile per la classificazione dell'ammasso roccioso è il Jr ("Joint Roughness Number") che dipende dalla rugosità delle pareti del giunto i cui valori sono riassunti in una tabella, in particolare sono stati riscontrati nei rilievi per giunti chiusi o con tratti beanti < 10 cm. i seguenti valori, con prevalenza della classe C:

2 – ondulate e/o lisce (classe C)

3 – Rugose, irregolari e ondulate (classe B)

##### 5) Resistenza delle pareti

La resistenza a compressione equivalente dei lembi affacciati di una discontinuità, può essere minore della resistenza della roccia massiccia per l'esposizione agli agenti atmosferici o per l'alterazione delle pareti. Gli effetti dell'azione atmosferica sono di due tipologie principali: disgregazione meccanica e decomposizione chimica. La resistenza delle pareti,

come già visto, può essere valutata con il martello di Schmidt e con saggi di scalfitura, ulteriore parametro utile per la classificazione dell'ammasso roccioso è il Ja ("Joint Alteration Number") che dipende dal grado di alterazione delle fratture, dallo spessore e dalla natura del riempimento; i valori medi misurati sono stati:

1 – Bordi fratture inalterati, superfici autoreggenti

2 - Bordi fratture leggermente alterati, rivestiti di minerali non ammorbiditi, particelle sabbiose (classe C)

Nelle Raccomandazione ISRM viene aggiunto un altro indice, W, che varia da 1 (roccia fresca o poco alterata) a 6 (roccia estremamente alterata), i rilievi hanno evidenziato un valore compreso tra 3 (moderatamente alterata) e 4 (fortemente alterata).

#### 6) Apertura

L'apertura è rappresentata dalla distanza tra i lembi affacciati di una discontinuità in cui lo spazio interposto è riempito di aria o acqua. Le aperture sottili sono state misurate con l'ausilio di un calibro, mentre quelle larghe con un centimetro rigido.

In base alle misure eseguite, e alle raccomandazioni ISRM sono stati riscontrati i seguenti valori medi delle discontinuità (semi-aperte):

0,25÷2,5 mm (Parzialmente aperta)

2,5÷10 mm (Moderatamente larga)

#### 7) Riempimento

Il riempimento rappresenta il materiale che separa le pareti adiacenti di una discontinuità e che è di solito meno resistente della roccia primitiva. La presenza di materiale di riempimento influenza il comportamento del giunto nei riguardi del movimento reciproco delle pareti della discontinuità, nel rilievo sono stati riscontrati riempimenti misti di tipo Rigido e Plastico.

## 8) Filtrazione

La filtrazione viene rappresentata dal flusso d'acqua e/o dall'abbondante umidità, visibile nelle singole discontinuità o nella massa rocciosa nel suo insieme.

Le raccomandazioni ISRM forniscono degli schemi descrittivi per stimare la filtrazione attraverso discontinuità a seconda del tipo di riempimento, nel caso in esame per discontinuità con riempimento spnp stati riscontrati i seguenti gradi:

4 – (la discontinuità è umida ma non vi è presenza di acqua)

## 9) Numero di sistemi di discontinuità

La definizione dell'insieme dei sistemi presenti, risulta importante per la classificazione dell'ammasso roccioso, in quanto la massa rocciosa può essere ulteriormente divisa da discontinuità di carattere singolare.

In fase di rilievo vengono presi in considerazione tutti i sistemi presenti nel fronte; diagrammando i poli delle discontinuità e quindi contornando con linee di ugual densità, si possono ricavare i sistemi principali (vedi diagrammi).

Secondo la classificazione delle raccomandazioni ISRM, è stato classificato il sistema di frattura come sistema a due discontinuità più discontinuità casuali (grado 4-5) che ha portato anche alla definizione di un  $J_n$  ("Joint Set Number") compreso tra 4 (classe D) e 9 (classe E), mediamente pari 5 (utilizzato anche nella classificazione di Barton).

## 10) Dimensione dei blocchi

Infine è stata eseguita una valutazione delle dimensioni del blocco roccioso risultante dalla reciproca orientazione dei sistemi principali di fratture che si intersecano e dalla spaziatura dei singoli sistemi. L'indice della dimensione dei blocchi ( $I_b$ ) rappresenta le

dimensioni medie dei blocchi di roccia tipici, nel caso di due di sistemi di discontinuità che si intersecano tra di loro danno origine a una forma dei blocchi tipo “prismatica”.

### **Rappresentazione grafica del rilievo delle giaciture**

La rappresentazione delle discontinuità rilevate in termini di dip, dip direction è stata eseguita con proiezioni di tipo “polari” con proiezione stereografica dei meridiani e paralleli terrestri su un piano passante per il centro ed i poli “equiangolari” (diagramma di Wulff) secondo diagrammi del tipo “polare delle giaciture”, “cicliografiche delle giaciture” e con “diagramma a stella”. Sono state inoltre diagrammate attraverso istogrammi tutte le occorrenze delle giaciture nelle classi di suddivisione delle caratteristiche della discontinuità da rappresentare (spaziatura e persistenza). Queste hanno permesso la classificazione delle discontinuità stesse e la visualizzazione in modo globale delle classi di appartenenza di ciascuna giacitura rilevata.

E' stata inoltre eseguita l'analisi di stabilità con il test di Markland; con questo test viene calcolata la linea di intersezione (plung, trend) dei piani presi a coppie (i,j) e si verifica se il punto che definisce la linea di intersezione  $I(i,j)$  cade dentro l'area in rosso, inclusa tra il grande cerchio che definisce il piano del pendio (immersione, inclinazione) e il cerchio definito dall'angolo di attrito interno del pendio stesso, in nessuno dei tre casi analizzati si verificano scivolamento lungo la linea di intersezione tra il piano i ed il piano j.

Ovviamente il test di Markland rappresenta solo una prima stima per lo studio della stabilità del pendio e/o fronte analizzato; esso, infatti, indica tra le possibili superfici di scivolamento quelle più sensibili.

Il rilievo ha inoltre messo in evidenza che per ognuno dei rilievi strutturali sono presenti almeno due famiglie (indicate con 1 e 2) di discontinuità principali che si intersecano tra di loro e con la giacitura degli strati (S), con distribuzione mono e/o bimodale della giacitura e

inclinazione variabile, come si evince dai valori riportati nelle schede di rilevamento e dai relativi grafici esemplificativi.

## **CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO**

### **CLASSIFICAZIONE DI BARTON (SISTEMA Q)**

Sviluppata nel 1974 al Norwegian Geotechnical Institute essenzialmente per l'applicazione in campo sotterraneo, negli ultimi anni è stata estesa a diversi campi e di recente, nel 2002, lo stesso Barton ha proceduto ad una revisione totale del sistema.

Il valore di Q si calcola da:

|

In cui i vari indici sono:

RQD (Rock Quality Designation), che tiene conto della suddivisione della massa rocciosa

Jn (Joint Set Number), che dipende dal numero di famiglie di giunti presenti nell'ammasso roccioso

Jr (Joint Roughness Number), che dipende dalla rugosità della famiglia più sfavorevole

Ja (Joint Alteration Number), che dipende dal grado di alterazione delle fratture, dallo spessore e dalla natura del riempimento, e che viene ugualmente determinato sulla famiglia più sfavorevole

Jw (Joint Water Number), che dipende dalle condizioni idrogeologiche

SRF (Stress Reduction Factor), che è funzione dello stato tensionale in rocce massive o dal disturbo tettonico.

Di recente Q è stato normalizzato nei confronti della resistenza a compressione monoassiale della roccia:

$$Q_c = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \times \frac{\sigma_c}{100}$$

Le tabelle che seguono indicano i coefficienti numerici che vengono assegnati ai vari parametri.

### CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA CLASSIFICAZIONE DI BARTON

#### **Input dati per la definizione di Q**

Numero di fratture per mc di roccia ( $J_v$ )=5  
 Due serie di discontinuità  
 Spaziatura media della famiglia principale > 3 m  
 Giunti levigati, ondulati  
 Giunti alterati o con lievi ossidazioni  
 Acqua assente o scarsa , localmente venute < 5 l/min  
 Ammasso moderatamente spingente

#### **Risultati per la definizione di Q**

Parametri

RQD	$J_n$	$J_r$	$J_a$	$J_w$	SRF
98,5	4	2,5	1	1	5

Indice Q e classi di ammasso roccioso

Indice Q	Classe	Descrizione
12,3125	IV	Buona

Indice Q normalizzato nei confronti della resistenza alla compressione monoassiale della roccia

Resistenza alla compressione uniassiale (MPa)	Indice Qc
500	61,5625

Caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso

Componente attritiva FC	Componente coesiva CC	Modulo di deformazione statico
-------------------------	-----------------------	--------------------------------

(°)	(MPa)	(GPa)
68,2	24,625	39,4856

### CLASSIFICAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI (Beniawski, Romana)

Nel campo della progettazione di infrastrutture di ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione. Allora diventa importante poter utilizzare uno schema che possa soddisfare le richieste, un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

Le classificazioni di Beniawsky e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo “conservativa”) consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano.

La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

A3 = spaziatura delle discontinuità;

A4 = condizioni delle discontinuità;

A5 = condizioni idrauliche;

A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky) e con le dovute correzioni apportate da Romana nel 1985 lo Slope Mass Rating (SMR).

L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMRb} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMRc} = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6$$

## CALCOLO DEI PARAMETRI CARATTERISTICI DELL'AMMASSO

### **Input dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)**

Indice di resistenza ( $I_s$ )=3,5 Mpa (come risulta dalle prove Point Load)

Coefficiente K =14

Numero di fratture per mc di roccia ( $J_v$ )=5

Spaziatura delle discontinuità ( $s$ )=0,4 m

Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m

Apertura del giunto = 1 - 5 mm

Giunto leggermente rugoso

Pareti leggermente alterate

Riempimento assente

Roccia umida

Orientamento delle discontinuità applicato alle fondazioni

Orientamento mediocre

### **Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)**

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
49,00	98,5

V1	V2	V3	V4	V5
4	1	3	5	6

V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto

V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto

V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto

V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti

V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
5,34769543	19,68000855	10	19	10	-7

A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta

A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD

A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità

A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità

A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche

A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

**Classificazione dell'ammasso roccioso**

RMR <sub>base</sub>	RMR <sub>corretto</sub>	Classe	Descrizione
64,03	57,03	Terza	Mediocre

**Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso**

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strength Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
28,06	64,03	320,15	37,02	256,12	30,61

**Input dati per il calcolo di Slope Mass Rating (SMR)**

Rottura: planare o a cuneo

Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio: condizione mediocre (20°-10°)

Inclinazione dei giunti: condizione mediocre (30°-35°)

Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti: condizione mediocre (0°)

Metodo di scavo: Abbattimento controllato

**Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)****Fattori di aggiustamento**

F1	F2	F3	F4
0,7	0,7	-25	8

F1 dipende dal parallelismo fra l'immersione del fronte e l'immersione dei giunti

F2 è riferito all'inclinazione del giunto

F3 mette in relazione l'inclinazione del fronte e quella dei giunti

F4 è legato al metodo di scavo

**Classificazione corretta dell'ammasso roccioso**

SMR	Classe	Descrizione
59,78	Terza	Mediocre

**Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione**

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Parzialmente stabile	Lungo piani o per cunei	Sistematica

## SCHEDA DI RILEVAMENTO DATI GEOLOGICO-TECNICI RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Stazione	RS	Riferimento cartografico	Carta ubicazione indagini
Data del rilievo	24.07.08	Affioramento	Cava
Rilevatore	Enrico Spagnuolo	Metodo di scavo	Mezzi meccanici
Località	cava Terminio	Rullino n°	0
Quota (m.s.l.m.)	0	Foto n°	0

### Litologia

Carbonatica
-------------

Potenza (m)	400	Struttura geologica	Moderatamente fagliata
Formazione	Cretaceo	Fattori geologici	Ammasso stratificato
Età		Zone alterate o corrose	Terreno residuale
Genesi	Sedimentario	Spessore zone alterate (m)	2

Blocchi Jv(Giunti / mc)	Molto grandi < 1	Grandi 1-3	Medi 3-10 x	Piccoli 10-30	Molto piccoli > 30	Int. fratturato > 60
----------------------------	---------------------	---------------	-------------------	------------------	-----------------------	-------------------------

### Instabilità

Scivolamenti planari	Scivolamenti a cuneo x	Scivolamenti rotazionali	Crolli x
Ribaltamenti diretti X	Ribaltamenti flessionali	Ribaltamenti complessi	

### Tipo di ammasso (ISRM)

Massivo x	Cubico	Tabulare	Colonnare	Irregolare	Frantumato
--------------	--------	----------	-----------	------------	------------

### Struttura

Massiccia	Stratificata X	Scistosa	Semicoerente	Alternanze
-----------	-------------------	----------	--------------	------------

### Alterazione (ISRM)

Fresco	Leggermente alterato x	Moderatamente alterato	Fortemente alterato	Completamente alterato	Suolo residuale
--------	---------------------------	------------------------	---------------------	------------------------	-----------------

### Resistenza (ISRM)

Estremamente debole 0.25 - 1 MPa	Molto debole 1 - 5 MPa	Debole 5 - 25 MPa	Mediamente resistente 25 - 50 MPa x	Resistente 50 - 100 MPa	Molto resistente 50 - 100 MPa	Estremamente resistente 50 - 100 MPa
-------------------------------------	---------------------------	----------------------	---	----------------------------	----------------------------------	---

### Resistenza 'R' sclerometro

--	--	--	--	--	--	--	--

Numero famiglie	2 famiglie + occasionali	Forma dei blocchi	Prismatica
-----------------	--------------------------	-------------------	------------

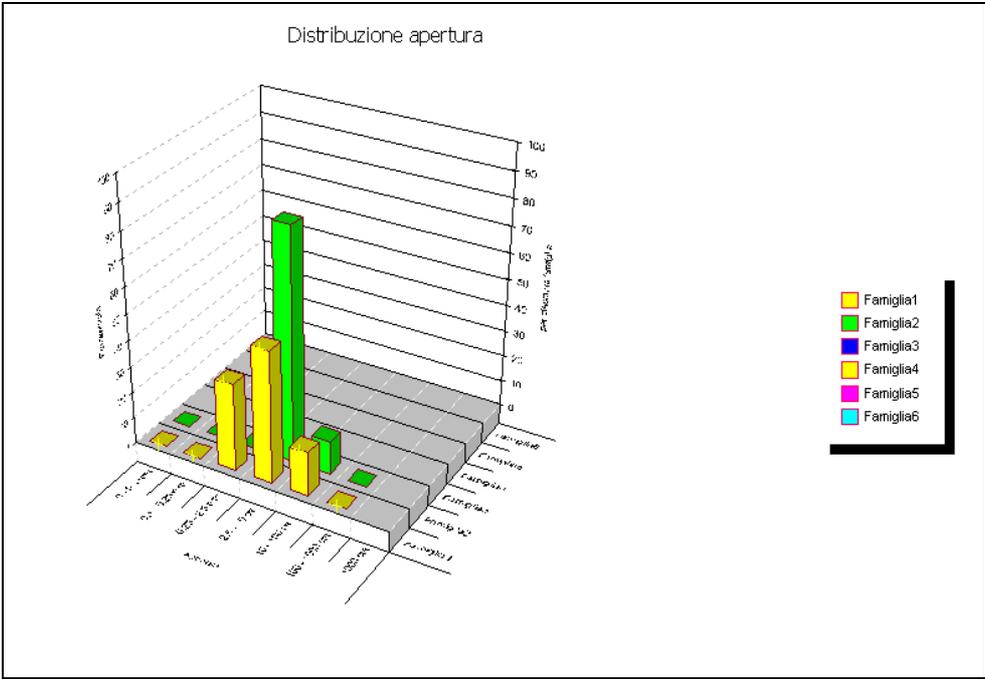
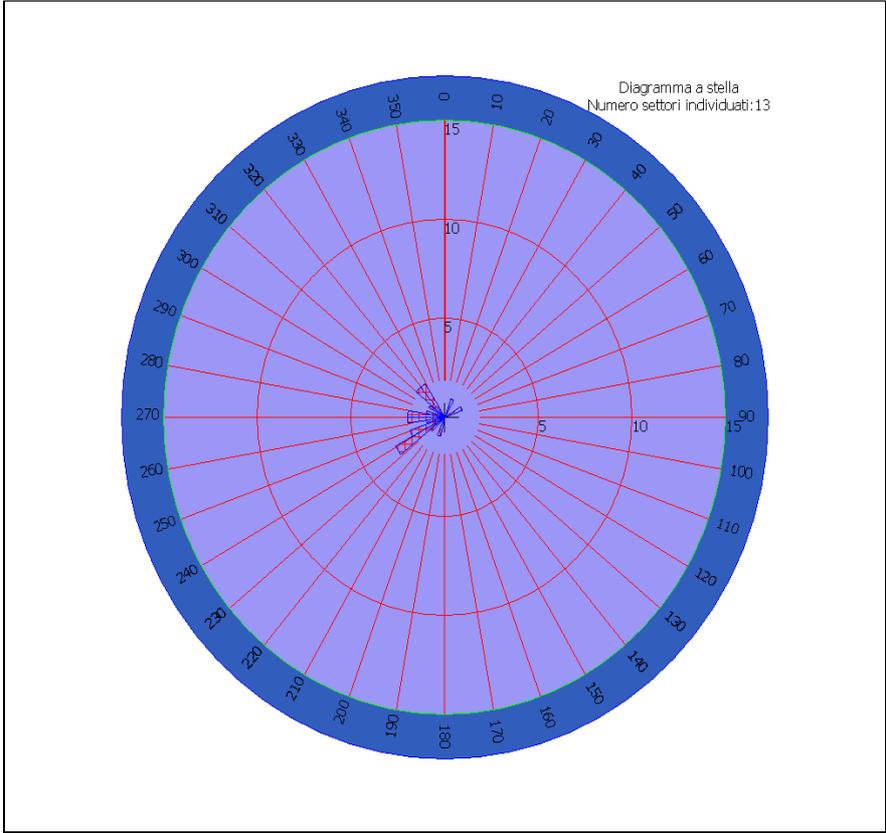
### Giacitura del piano di affioramento

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza (m)	Larghezza (m)
20	70	150	300

**Giacitura della linea di scansione**

Direzione (°)				Deviazione (°)					Lunghezza (m)					Note
20				0					10					
Nr.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Famiglia	Distanza (cm)	Lunghezza (m)	Apertura (mm)	Rugosità (mm)	JRC	Riempimento	Grado di alterazione	Prove indice manuale (Mpa)	Prove Martello di Schmidt	Grado di filtrazione	
1	150	85	Famiglia 2	0	10	8	V-Liscia ondulata	4	Assente	II-Leggermente alterata	0	0		
2	100	50	Famiglia 1	0	4	2	VI-Levigata ondulata	4	Assente	III-Mod. alterata	0	0		
3	100	50	Famiglia 1	0	5	1	IV-Rugosa, ondultata	4	Incoerente	I-Fresca	0	0		
4	70	80	Famiglia 1	0	5	2	IV-Rugosa, ondultata	8	Incoerente	III-Mod. alterata	0	0		
5	90	40	Famiglia 1	0	8	5	VI-Levigata ondulata	6	Assente	II-Leggermente alterata	0	0		
6	210	55	Famiglia 2	0	6	5	III-Levigata segmentata	6	Assente	I-Fresca	0	0		
7	60	55	Famiglia 1	0	20	5	IV-Rugosa, ondultata	6	Coesivo	II-Leggermente alterata	0	0		
8	90	50	Famiglia 1	0	16	5	V-Liscia ondulata	4	Incoerente	III-Mod. alterata	0	0		
9	110	25	Famiglia 2	0	10	6	V-Liscia ondulata	8	Coesivo	I-Fresca	0	0		
10	60	70	Famiglia 1	0	12	2	IV-Rugosa, ondultata	6	Assente	II-Leggermente alterata	0	0		
11	70	60	Famiglia 1	0	10	10	IV-Rugosa, ondultata	6	Incoerente	III-Mod. alterata	0	0		
12	140	70	Famiglia 2	0	8	10	V-Liscia ondulata	4	Incoerente	I-Fresca	0	0		
13	135	80	Famiglia 2	0	8	8	V-Liscia ondulata	8	Incoerente	II-Leggermente alterata	0	0		
14	150	80	Famiglia 2	0	8	8	VI-Levigata ondulata	2	Assente	II-Leggermente alterata	0	0		
15	60	50	Famiglia 1	0	10	4	IV-Rugosa, ondultata	4	Incoerente	IV-Fort. alterata	0	0		
16	75	70	Famiglia 1	0	4	4	V-Liscia ondulata	6	Incoerente	I-Fresca	0	0		
17	130	65	Famiglia 2	0	6	4	V-Liscia ondulata	6	Assente	II-Leggermente alterata	0	0		
18	250	10	Famiglia 2	0	6	8	VI-Levigata ondulata	8	Incoerente	II-Leggermente alterata	0	0		
19	20	40	Famiglia 1	0	8	8	VI-Levigata ondulata	6	Incoerente	IV-Fort. alterata	0	0		
20	45	60	Famiglia 1	0	16	10	II-Liscia segmentata	4	Assente	II-Leggermente	0	0		







## **ANALISI DI STABILITA' DEL TERRITORIO IN STUDIO E FRANE**

I versanti in studio costituiti dalle unità calcareo e calcareo-dolomitiche non mostrano segni di movimenti franosi recenti: solo lungo le aste dei valloni principali sono stati rilevati indizi d'attività erosiva, mentre nell'area di cava e lungo il versante che dovrà ospitare i lavori di recupero ambientale è quasi sempre affiorante la roccia calcarea in ottime condizioni di stabilità. Il rilievo e le indagini geognostiche eseguite hanno consentito di redigere la carta geomorfologica con i potenziali movimenti franosi, individuando soltanto una potenziale tipologia principali: scorrimento - colata rapida incanalata, sempre di modestissima entità (poche centinaia di metri cubi). Trattasi di frane che si sviluppano su versanti intagliati trasversalmente da piccoli impluvi; esse dopo un primo tratto di scorrimento sul versante, si incanalano nell'impluvio trasversale percorrendolo fino a valle. Da un punto di vista morfologico le frane a scorrimento – colata incanalate presentano una forma stretta ed allungata, così come è stata potenzialmente individuata nella Carta Geomorfologia: i recapiti ricadono tutti fuori dall'area che dovrà ospitare il “PROGRAMMA DI DISMISSIONE E RECUPERO AMBIENTALE “.

Per quanto riguarda la copertura piroclastica sul versante calcareo, a monte del fronte di cava e lungo l'ampliamento si ritiene che non rappresentino un elemento limitante, ai fini della stabilità i fenomeni di scollamento della coltre superficiale costituita da sedimenti sciolti (terreno vegetale, suoli sepolti, piroclastiti, detriti) la maggior parte sono stati originati lungo versanti, lontano dall'area in studio, con inclinazione superiore a 35° impostate su un substrato lapideo. Ove i versanti presentano pendenze inferiori ai 35° detti materiali si presentano sempre stabilizzati. Non sono presenti in questi casi particolari fenomenologie di dissesto poiché i terreni sono dotati di angolo di scarpa inferiore a quelli di attrito o di naturale declivio. Non sono state, comunque, rilevate neanche fenomenologie erosive ascrivibili alle azioni combinate delle acque incanalate e di ruscellamento. Alla luce di tutto ciò si ritiene che se si verificano, lungo i versanti in studio scivolamenti della copertura piroclastica, il materiale non ha modo di migrare “a colata” verso valle poiché non ha energia sufficiente a sollecitare dinamicamente le coltri piroclastiche del pendio sottostante. Le indagini eseguite nel mese di settembre, ottobre, novembre e dicembre lungo i settori estremi delle aree di conoide hanno sostanzialmente

confermato il basso livello di pericolosità. Le trincee geognostiche eseguite hanno ulteriormente confermato il modello geomorfologico e litostratigrafico esposto precedentemente, e, cioè le frane da scorrimento - colata rapida non incanalate, (le colate che interessano i versanti regolari e privi di incisioni lineari) non si sono mai verificate lungo il versante in studio.

**In conclusione si può, pertanto, ribadire che il territorio in studio presenta un grado di stabilità generalmente soddisfacente e che le aree di possibile innesco di frane sono alquanto limitate: esse sono state oggetto di analisi di dettaglio nella Carta degli scenari del rischio, che è il frutto della sovrapposizione della Carta Geologica, della Carta delle Acclività, della Carta Geomorfologia e delle Coperture. Essa ha avallato, ulteriormente, quanto emerso dalle indagini eseguite, escludendo definitivamente la possibilità dell'innesco di frane nella coltre piroclastica: i punti critici di potenziale collasso, nell'area in studio risultano di estensione assolutamente non significativa.**