STUDIO di GEOLOGIA TECNICA dott. geol. GUIDO CARIERI

Via alla Rocca di LeginoViaVia Alla Rocca di Legino, 5b 17100 - SAVONA - Tel. 019801866;019807203; fax 0198403931; e-mail: guido@carieri.com

P.I. 01211680093

COMMITTENTE: Soc. Bricco Biscea S.r.l.

COMUNE: Savona

LOCALITA': Cimavalle

OGGETTO: MODELLO GEOLOGICO A CORREDO DELL'ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE ALLA VARIANTE AL PPROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI COLTIVAZIONE

CAVA DI GRANITO BRICCO BISCEA



DATA: 5 AGOSTO 2017

INDICE

NORMATIVA 3
PREMESSA: 3
LOCALIZZAZIONE DELLA CAVA OGGETTO DI AUTORIZZAZIONE 4
REGIMI NORMATIVI 5
DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLA CAVA 6
GEOMORFOLOGIA DELLA ZONA 7
NOTE IDROGEOLOGICHE. 8
INQUADRAMENTO GEOLOGICO 9
Caratteri generali e geologia del territorio 9
Unità geologiche, litologiche e strutturali 9
Classificazione dell'ammasso roccioso 10
RILIEVO GEOMECCANICO 11
Note sui metodi di classificazione utilizzati per la valutazione qualitativa del litotipo. 16
Sistemi di classificazione degli ammassi rocciosi 16
Sintesi delle classificazioni dell'ammasso roccioso 17
INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO 18
Categoria topografica 18
Individuazione della pericolosità sismica del sito 19
CONCLUSIONI 19
ALLEGATI AL TESTO 21
ALLEGATI FUORI TESTO 21

NORMATIVA

- D.M. 14/01/2008-Testo Unitario Norme tecniche per le costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio superiore dei lavori pubblici - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998)-Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture (parte 5): Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- Eurocodice 7.1- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.2- Progettazione geotecnica
- Eurocodice 7.3-Progettazione geotecnica
- L.R.L. n.63/2009-Vincolo idrogeologico
- Dlgs.n.152/2006, Dlgs n.4/2008, Decreto anticrisi, DGR n. 859/2008-Criteri per la gestione e l'utilizzo di terre e rocce da scavo; Decreto 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo."
- D.C.P. n. 62 del 4/12/2001 e successive "Norme d'Applicazione del Piano di Bacino del T. Bisagno"; Allegato n. 4 "Schede delle attività estrattive";
- D.G.R. 19/11/2010 n. 1360 "L.r. 58/2009, art. 3. **c**riteri dell'Autorità di Bacino regionale in merito alla definizione della significatività idraulica dei corsi d'acqua nella pianificazione di bacino e alla normativa associata"
- D.G.R. 19/11/2010 n. 1362 "D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria. BURL N. 50 DEL 15/12/2010 parte II"
- Regolamento regionale 14 Luglio 2011 n.3 "Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua"
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 29.07.2011 N. 989, Autorità di Bacino regionale ex l.r. 58/2009. Modifiche ed integrazioni ai criteri per la redazione della normativa dei piani di bacino per l'assetto idrogeologico di cui alla DGR 357/2001 e ss.mm.

PREMESSA:

La Soc. Bricco Biscea S.r.l., con sede in via Cimavalle, Comune di Savona, è titolare dell'autorizzazione Regionale e paesaggistica all'esecuzione di Attività di Cava rilasciata con Delibera Regionale n. 888 del 02/08/2005 e D.D. n. 1353 del 16.05.2014, con la quale è stata rilasciata autorizzazione in variante al programma di coltivazione comportante l'espressione del parere di compatibilità ai sensi dell'art. 167 del D.lgs n. 42/2004 e s. m., relativamente ad alcune strutture e manufatti eseguiti in parziale difformità al programma approvato.

Per un'analisi corretta dello stato di fatto dei fronti di cava in relazione alla geometria dei gradoni secondo il progetto approvato si è realizzata la sovrapposizione tra il modello 3D dello stato di progetto autorizzato con la pianta di restituzione dell'ultimo rilievo celerimetrico eseguito nel mese di ottobre 2014.

Dal raffronto risulta che lungo l'intero fronte di estrazione non si sono ancora raggiunte le quote di progetto dei singoli gradoni, fatta eccezione per il primo gradone in cima al fronte in coltivazione.

Il profilo di superficie della restante area di cava risulta ancora al di sopra della superficie di progetto approvato e pertanto da assoggettare a coltivazione per raggiungere le previste quote di progetto.
La geometria dei gradoni e delle piste di arroccamento risulta interamente ricompresa all'interno del perimetro del piano cave vigente.
I nuovi gradoni previsti dalla variante al progetto approvato saranno profilati per sfruttare al meglio l'area dove è consentito l'ampliamento, senza aggirare la cresta orientale dell'area di cava (come pure consentirebbe il piano cave), allo scopo di evitare un maggiore impatto visivo dalla vicina frazione di Cimavalle.
Le sezioni di progetto significative per il raffronto tra la situazione dello stato di fatto e quella di progetto, assunte quali sezioni maggiormente onerose anche ai fini della stabilità all'equilibrio limite dei fronti di scavo, sono: la n. 5, la n. 6 e la n. 8.
Per adeguare il completamento della cava alla situazione attuale del terreno è stata predisposta la variante al programma di coltivazione oggetto della presente.
Il nuovo progetto è teso ad incrementare, mediante un limitato ampliamento della cava – come consentito dalla pianificazione regionale PTRAC scheda n° 47, la possibilità di produzione di materiale utile e consentire la prosecuzione della attività estrattiva cercando di mitigare l'impatto che tale attività ha avuto sull'ambiente contermine, migliorando il sistema di coltivazione e le modalità di riqualificazione ambientale in oggi previste ed autorizzate per la medesima.

La presente relazione di sintesi del modello geologico, a corredo del progetto di cui sopra, è rispettosa dei criteri d'analisi prescritti della vigente normativa (Testo Unico per le costruzioni - D.M. 14/01/2008, Cap. 6.3.4) valutando le caratteristiche geologico strutturali del tratto di versante significativamente riconducibile alle aree di cava e le interferenze opere/terreno pregiudizievoli per l'equilibrio idrogeologico di versante.

LOCALIZZAZIONE DELLA CAVA OGGETTO DI AUTORIZZAZIONE

La cava di granito denominata "Bricco Biscea" è situata nel Comune di Savona fra gli abitati di Santuario e Isola, in Loc. Bric Franciosa, nella parte mediana del Torrente Letimbro, in sponda orografica destra; si tratta di una cava di mezza costa (quote ricomprese fra i 132 ed i 250 m. circa s.l.m.), con fronte esposto a Nord-est.
In particolare l'attività estrattiva è collocata lungo un tratto di versante ricompreso a S dal "Bric tremo, ad E ed Ad W da due aste di primo ordine affluenti di destra del T. Letimbro ed a N dal meandro destrorso formato dal torrente Letimbro stesso.

Il baricentro della cava ha coordinate GAUSS-BOAGA 4910330,53 NORD ; 453215,39 EST e inquadramento geografico 8°41'31" EST ; 44°34'47" NORD (WGS84).
La cava si sviluppa fra le quote altimetriche 132.00 e 250.00 circa, sul livello medio del mare, con fronte esposto a Nord-Est.
Il polo estrattivo risulta inserito interamente in zona di "cava" nell'ambito del sistema "Agroambientale" di cui alla tavola di zonizzazione "St 0.4" della "Struttura di Piano – Ambiti e Distretti" del P.U.C. di Savona.
Il Piano Cave classifica l'attività estrattiva come cava di tipo B.
Il più vicino nucleo abitato in linea d'aria è il piccolo nucleo rurale denominato Cimavalle a circa 1.000 m. di distanza in direzione SE.
La cava è interamente visibile solamente dal versante opposto del Torrente Letimbro, ove risultano ubicate solamente nuclei isolati, mentre non risulta visibile da nessun nucleo abitativo significativo.
L'orografia del terreno esclude la vista da altre posizioni

REGIMI NORMATIVI

- L'area ricade in zona sottoposta a vincolo Ambientale in quanto in prossimità di corso d'acqua (T. Letimbro) e parzialmente ricadente in area boscata.

- L'area ricade in zona sottoposta a vincolo Idrogeologico (ex R.D. 30/12/1939 n. 3267 e s.m. e i – ll.rr. n. 22/1984, n° 39/1985, n° 9/1993 e n.63/2009);

- PIANO TERRITORIALE DELLE ATTIVITÀ DI CAVA (Legge Regionale 30/12/1993 n. 63; D.C.R. n.7 del 27/02/2008): Nel Piano Territoriale Regionale sulle Attività di Cava approvato, sia la zona di cava in oggi autorizzata che la variante in progetto, rientrano totalmente entro i limiti dell'area delimitata come Ca, individuata con la scheda n. n. 47 - sigla 31 SV;
- PIANO DI BACINO (L.R. 18/99 ART. 97 Approvazione del Piano di Bacino Stralcio per la difesa idrogeologica del Torrente Letimbro. - D.C.P. Savona n. 18 del 27/02/2003): Dalla cartografia allegata al piano di bacino del torrente Letimbro, carte della Suscettività al dissesto di versante, l'aria risulta inserita in zona S (Cave attive) con perimetrazione identica a quella del PTRAC.

DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELLA CAVA

Nell'ambito della cava, successivamente al rinnovo dell'autorizzazione, sono proseguiti i lavori di coltivazione che hanno portato al raggiungimento delle quote superiori.
I principali interventi di recupero ambientale del fronte di cava inizieranno al termine della coltivazione del I° gradone a quota 235 m.l.m.m., la cui profilatura è attualmente in fase di esecuzione.
Lo sviluppo dell'azienda sia sotto il profilo produttivo che imprenditoriale risultano coerenti rispetto allo stato d'avanzamento delle fasi d'attuazione del programma di coltivazione.
Risultano, inoltre, già impostati i gradoni relativi alle quote inferiori.

Circa la situazione attuale dei luoghi si rimanda alla documentazione allegata.
Per quanto concerne la sovrapposizione del progetto approvato con la situazione attuale dei luoghi si evidenzia la necessità di:

- proseguire con la coltivazione dei gradoni superiori (n. 1 e 2 a partire dall'alto), portando a completamento la realizzazione della pista d'arroccamento e le interconnessioni con le pedate dei gradoni, adottando le pendenze medie di progetto;
- regolarizzare le scarpate intergradone adeguandole sia come altezza di scarpata che nei valori della pendenza media a quanto previsto dal progetto del piano di coltivazione approvato;
- provvedere alla realizzazione delle opere idrauliche di regimazione delle acque di precipitazione lungo i gradoni superiori e lungo la pista di arroccamento, lungo i gradoni che risultano in fase di completamento (2 e 4).

In oggi il rilievo del fronte di scavo risulta sempre planimetricamente al di sopra dello stato di progetto approvato e non si osservano zone di sconfinamento dell'area d'intervento rispetto al perimetro previsto dal P.T.R.A.C.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Si richiede variante al piano di coltivazione di cui delibera Regionale n. 888 del 02/08/2005.
Il nuovo progetto è teso ad incrementare, mediante ampliamento della cava – come consentito dalla pianificazione regionale PTRAC scheda n° 47, la possibilità di produzione di materiale utile e consentire la prosecuzione della attività estrattiva, cercando di mitigare l'impatto che tale attività ha avuto sull'ambiente contermine, migliorando il sistema di coltivazione e le modalità di riqualificazione ambientale in oggi previste ed autorizzate.
Per quanto concerne la lavorazione del materiale successivamente all'abbattimento dal monte, si prevede di mantenere, con alcune migliorie, gli impianti di frantumazione e di successiva lavorazione in oggi esistenti (vedi documentazione istanza di autorizzazione paesistica e paesaggistica impianti di cava in loc. Bricco Biscea, Comune di Savona).
I materiali derivanti dallo scotico e quelli non commercializzabili saranno accumulati temporaneamente all'interno del complesso estrattivo, per essere poi, successivamente, utilizzati per gli interventi di ricomposizione ambientale previsti in progetto.
Con il nuovo progetto si prevede di ridurre l'altezza delle alzate dei gradoni definitivi a 15 metri, rispetto ai 20 metri massimi in oggi previsti ed autorizzati, nonché di migliorare l'intervento di mascheramento del fronte residuo di coltivazione, mediante riporti di materiale, mitigando in tal modo l'aspetto e la percezione finale della cava dagli ambienti contermini.

GEOMORFOLOGIA DELLA ZONA.

L'area comprendente la cava esistente e l'ampliamento in progetto, è situata a circa un chilometro a nord dell'abitato di Cimavalle, sulla sponda orografica destra del Torrente Letimbro, in corrispondenza dell'estradosso di un meandro sinistrorso.
Essa è compresa tra un piccolo impluvio lungo il margine ovest ed il crinale, che dal culmine di Bricco Biscea scende verso il fondovalle ad est.
Attualmente l'area di cava si sviluppa da quota 132 m s.l.m. fino a circa quota 250 m s.l.m. in corrispondenza dell'orlo del fronte esposto a N.
Il piazzale di cava ha andamento suborizzontale ed è circondato dal fronte coltivato, che ha un'altezza variabile da pochi metri fino a circa 110 m., ed è interrotto da quattro gradoni suborizzontali di larghezza variabile fra i 5 e i 10 m, raccordati da fronti di scavo con pendenza abbastanza elevata e ricoperti da detrito con dimensione variabile dalla ghiaia ai ciottoli.
Il fronte presenta forma ad anfiteatro ed immersione variabile:

1. settore ovest con immersione ENE
2. settore centrale con immersione N
3. settore est con immersione WNW

Il nuovo Piano di coltivazione e di ampliamento, prevede l'estensione delle aree di coltivazione verso est e verso sud dell'attuale cava. Le nuove aree di coltivazione presentano una morfologia a displuvio ed interessano i versanti settentrionali ed orientali del Bricco Biscea. La pendenza media di tali versanti si aggira intorno ai 37°-40°.

In generale le coperture sciolte sono poco potenti, con pedogenesi immatura ed il substrato roccioso è ovunque subaffiorante sotto la coltre eluvio-colluviale di potenza inferiore al metro.

NOTE IDROGEOLOGICHE.

La maggior parte delle precipitazioni meteoriche che interessano la zona oggetto defluiscono nel Torrente Letimbro.

L'acqua di superficie che giunge sul versante nord-occidentale del Bricco Biscea, defluisce verso il rio (in carta è senza nome) tributario di destra del Torrente Letimbro,

L'elevata pendenza dei gradoni favorisce comunque il deflusso dell'acqua verso l'esterno dell'area di cava e pertanto solo una piccola frazione delle acque piovane che cadono sull'area coltivata raggiunge il piazzale di cava..

Le acque di infiltrazione che circolano nell'ammasso roccioso non danno luogo a manifestazioni sorgentizie evidenti, sulle superfici coltivate.

Non si ha peraltro notizia di reperimento d'acqua nell'ammasso roccioso durante le perforazioni di preparazione delle volate.

Se ne deduce che nonostante l'intensa fratturazione che la roccia presenta, la percentuale d'acqua caduta sui gradoni che riesce a infiltrarsi all'interno dell'ammasso roccioso, sia relativamente modesta.

La permabilità dell'ammasso roccioso, misurata in situ mediante prove di svaso, in perforazioni eseguite sul piazzale, indicano valori compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/sec.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Caratteri generali e geologia del territorio

La cava è situata all'interno del complesso litologico strutturale meglio identificato con il termine di "Massiccio di Savona" costituito unicamente da rocce afferenti al basamento cristallino pre-Namuriano" e più dettagliatamente nel comparto territoriale rappresentato dalle formazioni ultrametamorfiche degli gneiss (orto e paragneiss) e dai terreni risalenti ai periodi Carbonifero e Permiano delle formazioni scistose di Gorra e delle filladi di Murialdo.

La presenza di gneiss, anfiboliti e migmatiti permette di riconoscere processi magmatici e metamorfici sviluppatisi in età Vasirica e prevasirica, in zone relativamente profonde della crosta continentale.

Il massiccio di Savona costituisce insieme ai massicci di Calizzano, Pallare e Loano un'unità alloctona presumbilmente proveniente dalla zona di passaggio tra i domini brianzonese e piemontese.

La sua alloctonia è stata evidenziata quando si è scoperto che il massiccio ricopre gli scisti permo-carboniferi, che affiorano in finestra tettonica nella zona del Santuario di Savona.

Per quanto attiene ai rapporti tra il massiccio di savona e le Unità ofiolitifere del Gruppo di Voltri si ritiene che queste ultime si siano inizialmente sovrapposte al cristallino e più in generale alle masse rocciose formanti il margine del paleo-continente europeo.

Si ritiene anche che un evento tettonico di tipo "tardivo" abbia generato una frattura sviluppata e fortemente inclinata , meglio nota come linea Celle – Sanda, lungo la quale il massiccio appare accavallato sul Gruppo di Voltri.

Nella zona di Naso di Gatto, posta immediatamente a monte dell'abitato del Santuario di Savona è possibile osservare che l'Unità di Calizzano-Savona, costituisce il basamento su cui sono sovrascorse secondo una successione verticale altre unità più interne, a partire dall'Unità di Bagnaschino costituita unicamente da metamorfiti permo-carbonifere pre-namuriane, ed al di sopra l'unità Triassico-Liassica ed a tetto l'unità ofiolitifera di "Montenotte".

Unità geologiche, litologiche e strutturali

Nell'intera area interessata dall'attività estrattiva comprendente la cava esistente e la futura zona di ampliamento, affiorano rocce appartenenti al basamento cristallino prenamuriano dell'Unità Brianzonese di Calizzano-Savona.

Si tratta di rocce granitoidi a grana media note in letteratura come Ortogneiss II tipo Sanda (sulla carta geologica al 100.000 FOGLIO CEVA vengono indicate con il nome di Graniti del Torrente Letimbro). I minerali principali, riconoscibili anche alla scala macroscopica, sono rappresentati da quarzo, miche, con netta prevalenza della biotite sulla muscovite, e plagioclasi..

Alla scala dell'affioramento le caratteristiche magmatiche primarie sono ben conservate e la scistosità principale di età varisica è difficilmente visibile.

Nei tagli freschi i graniti presentano una colorazione scura per l'alta percentuale di biotite, mentre sulle superfici alterate dalla degradazione meteorica la roccia risulta ricoperta da una patina bruna.

In generale l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso è caratterizzato dall'esistenza di diverse famiglie di giunti di discontinuità, l'intersezione delle quali provoca una suddivisione della roccia in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a metriche in funzione della spaziatura fra le diverse famiglie di giunti.

Tra gli elementi principali del rilievo strutturale, l'esistenza di due famiglie di faglie, all'incirca ortogonali fra loro, la più evidente delle quali si sviluppa pressoché ortogonalmente al fronte di cava.

E' inoltre stata rilevata la presenza di un diaframma milonitico ad andamento suborizzontale all'altezza del quarto gradone a quota circa 230. In corrispondenza di tale orizzonte i graniti risultano completamente frantumati, il minerale più evidente e facilmente riconoscibile è il quarzo, mentre le biotiti risultano trasformate in cloriti.

Nella allegata Carta Geologica (Tav. 1 geo, sc. 11: 500) sono riportate le formazioni geologiche e le strutture rilevate negli affioramenti rocciosi presenti nell'area di cava.

Classificazione dell'ammasso roccioso

Il rilevamento strutturale dell'ammasso roccioso ha permesso di riconoscere cinque "famiglie" principali di discontinuità che caratterizzano localmente il fronte di cava.

Attraverso l'acquisizione delle caratteristiche geomeccaniche dei singoli giunti è stato possibile adottare dei valori medi significativi per ciascuna delle famiglie presenti e descrivere sotto l'aspetto qualitativo l'ammasso roccioso, utilizzando i metodi di classificazione introdotti da Bieniawski e da Romana.

Le due classificazioni risultano di uso comune nello studio degli ammassi rocciosi e forniscono una valutazione del grado di alterazione dell'ammasso roccioso, indicando al contempo i valori rappresentativi dei principali parametri geotecnici della roccia (coesione, angolo d'attrito interno e modulo elastico).

La classificazione di Bieniawski, che viene riportata in allegato attraverso lo sviluppo dei calcoli tabellari, definisce l'ammasso roccioso di qualità da scadente a molto scadente, rientrante nella classe IV° e V° della suddetta classificazione.
Il valore del Rock Mass Rating (RMR) di base è pari a 39 ed il valore di quello corretto è uguale a 14, per la parte del fronte avente immersione a N e rispettivamente di 43 e 28 per la zona del fronte immergente ad W-NW.
La classificazione di Romana (Slope Mass Rating 1985) normalmente risulta più appropriata nella classificazione degli ammassi rocciosi lungo versante, rispetto alla classificazione di Bieniawski specifica per l'analisi in sotterraneo, che spesso si rivela eccessivamente cautelativa nell'attribuzione delle classi di qualità della roccia.
Nel caso dei fronti della cava in loc. Bricco Biscea le due classificazioni convergono nel definire l'ammasso roccioso di qualità scadente e molto scadente.
Ciò è in parte condizionato dalla disposizione dei giunti di discontiuità rispetto alla giacitura dei fronti di scavo, in relazione al criterio di correzione introdotto dal Pozzi, che prevedono una correzione al valore dell'MRM di base pari a 5 punti per ciascun cinematismo di rottura identificato attraverso il test di Markland.

RILIEVO GEOMECCANICO

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso ha visto la realizzazione di ben n° 21 aree di rilievo strutturale (ARS), in osservanza di quanto disposto dallo standard ISRM (1981), eseguiti dallo scrivente nel corso di successive campagne di rilevamento:

- rilevamento anno 2003 - si sono raccolte misure di giacitura e dei valori dei principali parametri geomeccanici (spaziatura, l'apertura, la persistenza, la scabrezza e il riempimento; Euro Codice 7 Progettazione geotecnica § 3.3.8) lungo le discontinuità (stratificazione, faglie, giunti di discontinuità), che caratterizzano localmente l'ammasso, attraverso n. 7 aree di rilevamento strutturale contrassegnate sulla carta geolitologico-struttrale Le attività di rilievo geomeccanico hanno interessato prevalentemente il settore NW dell'area di cava nella fascia altimetrica ricompresa tra i 250 ed i 210 m.l.m.m. ed il settore E del fronte in coltivazione nella fascia altimetrica ricompresa tra i 180 ed i 200 m.l.m.m.;
- rilevamento anno 2010 – le determinazioni si sono svolte attraverso l'esecuzione di n. 5 ARS limitatamente al settore NE del fronte di cava;
- rilevamento anno 2014 – le determinazioni fanno riferimento al rilievo attuale, realizzato a corredo del progetto di variante al piano di coltivazione approvato. Il lavoro di campagna si è

articolato in nuove n. 9 ARS distribuiti nel settore centrale ed W della cava (parte alta del fronte), attualmente interessata unicamente dalla pista di arroccamento ed accesso al primo gradone.

L'esecuzione del rilievo geomeccanico di dettaglio comporta la stima di una serie di parametri la cui valutazione/misurazione consente:

- l'attribuzione di un indice di qualità dell'ammasso roccioso;
- la valutazione speditiva delle proprietà fisiche e meccaniche dell'ammasso roccioso:
- la verifica della possibilità cinematica di movimento in riferimento a fenomeni di instabilità coinvolgenti le singole porzioni di ammasso roccioso, isolate dalle famiglie di giunti di discontinuità identificate.

I parametri descritti/misurati alla scala dell'affioramento riguardano:

- caratteristiche dell'ammasso roccioso (litologia, grado di alterazione, resistenza delle pareti delle discontinuità);
- caratteristiche delle discontinuità (tipo, orientazione, rugosità, apertura);
- caratteristiche del riempimento (se presente);
- caratteristiche dell'ammasso roccioso (inteso come insieme materiale roccia/discontinuità);
- valutazione numero di famiglie di discontinuità e della loro spaziatura e persistenza;
- dimensioni e forma dei blocchi isolati dalle famiglie di discontinuità;
- circolazione idrica (se presente).

La presenza di discontinuità organizzate in famiglie principali e ricorrenti concorre a ridurre le caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso ed è il fattore che condiziona più pesantemente il comportamento meccanico dello stesso (resistenza a rottura, taglio e deformabilità). Le caratteristiche geometriche e di conservazione delle superfici di discontinuità condizionano l'innesco dei diversi tipi di cinematismo lungo i fronti di scavo di progetto.

Pertanto, nel corso delle attività di rilevamento in corrispondenza dei singoli ARS si sono acquisiti i profili di rugosità delle discontinuità mediante profilografo tipo "pettine di Barton", calcolando il valore del parametro JRC (Joint Roughness Coefficient) attraverso tabelle di confronto riportanti i profili di riferimento.

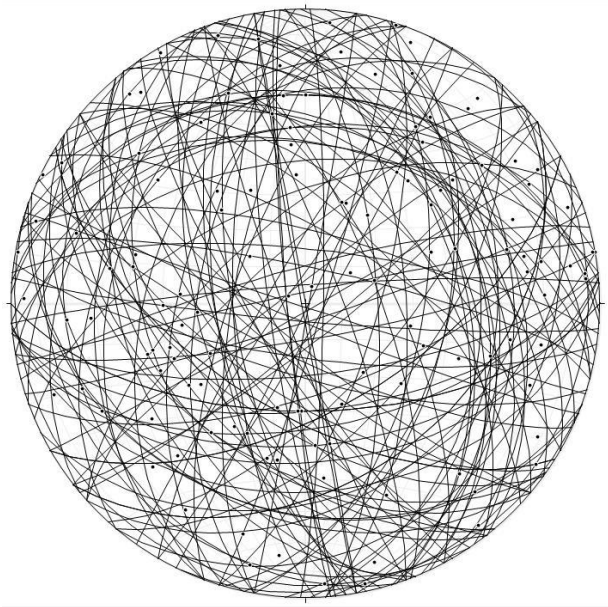
Il valore della resistenza a compressione monoassiale in corrispondenza delle superfici sane ed alterate dei giunti di discontinuità è stato rilevato mediante sclerometro da rocce (martello di Schmidt).

I piani di discontinuità individuati sono stati rappresentati graficamente mediante l'utilizzo di proiezioni stereografiche.

Plottando i poli di tutte le superfici considerate si sono identificate aree a maggior densità di concentrazione dei poli i cui baricentri rappresentano la giacitura media di ogni singola famiglia di discontinuità principale.

L'analisi statistica da plottaggio ha condotto all'individuazione di n. 5 famiglie di giunti di discontinuità principali rappresentative dell'intera popolazione di discontinuità rilevate in campagna (n. 128 misure di giacitura).
Di seguito si riportano i seguenti diagrammi:

Tracce ciclografiche

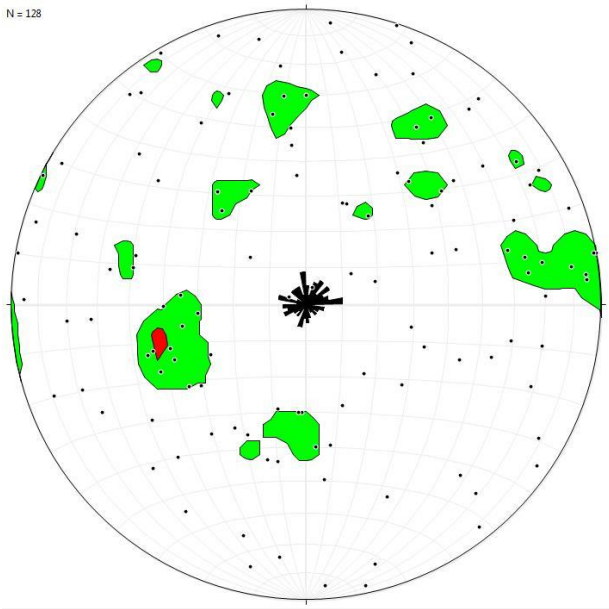


```
----- Conical best fit | 07/03/2015 at 19:05-----
Data set name:  poli bricco biscea
   Axis trend & plunge = 059.4, 63.9;  half apical angle =59.1

Data set name:  poli bricco biscea (lower hemisphere)
   Axis trend & plunge = 059.4, 63.9;  half apical angle =59.1

----- Fisher Mean Vector | 07/03/2015 at 19:05-----
Data set:  poli bricco biscea
              N      Trend   Plunge  a95     a99     kappa   mean length
      all     128    019.6   78.4    --      --      2.0     0.5078
Data set:  poli bricco biscea (lower hemisphere)
              N      Trend   Plunge  a95     a99     kappa   mean length
      all     128    019.6   78.4    --      --      2.0     0.5078
```

Densità dei poli



	N	Trend	Plunge	a95	a99	kappa	mean length
all	128	019.6	78.4	--	--	2.0	0.5078

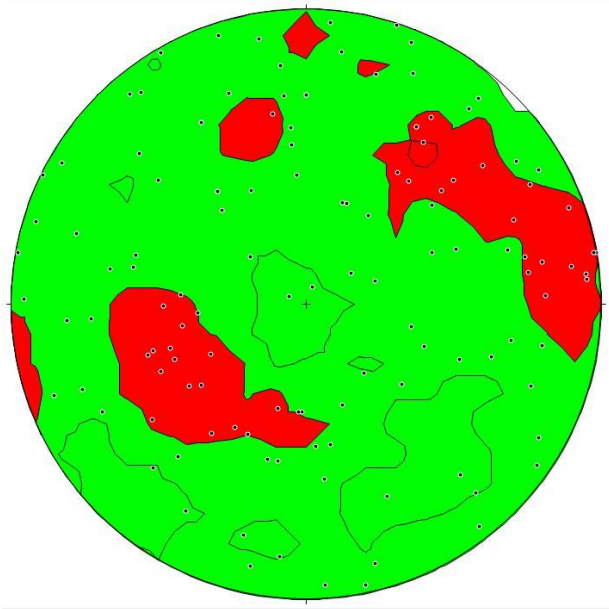
Data set: poli bricco biscea (lower hemisphere)

	N	Trend	Plunge	a95	a99	kappa	mean length
all	128	019.6	78.4	--	--	2.0	0.5078

----- 1% Area Contouring | 07/03/2015 at 19:09-----
Data set name = poli bricco biscea
Contour Int. = 2%; Counting Area = 1% of net area

----- Rose diagram | 07/03/2015 at 19:10-----
Lines data set: poli bricco biscea (lower hemisphere)
Max value = 6.25% between 081 degr and 090 degr
Mean Vec = 011.1 degr; Average Length = 0.1107

Densità di Kamb



1.	0.3672	054.1,	12.0	N/A	N/A
2.	0.3434	307.3,	53.7		
3.	0.2894	152.3,	33.7	N/A	N/A

Best fit great circle (strike, dip RHR) = 242.3, 56.3

----- Conical best fit | 07/03/2015 at 19:13-----

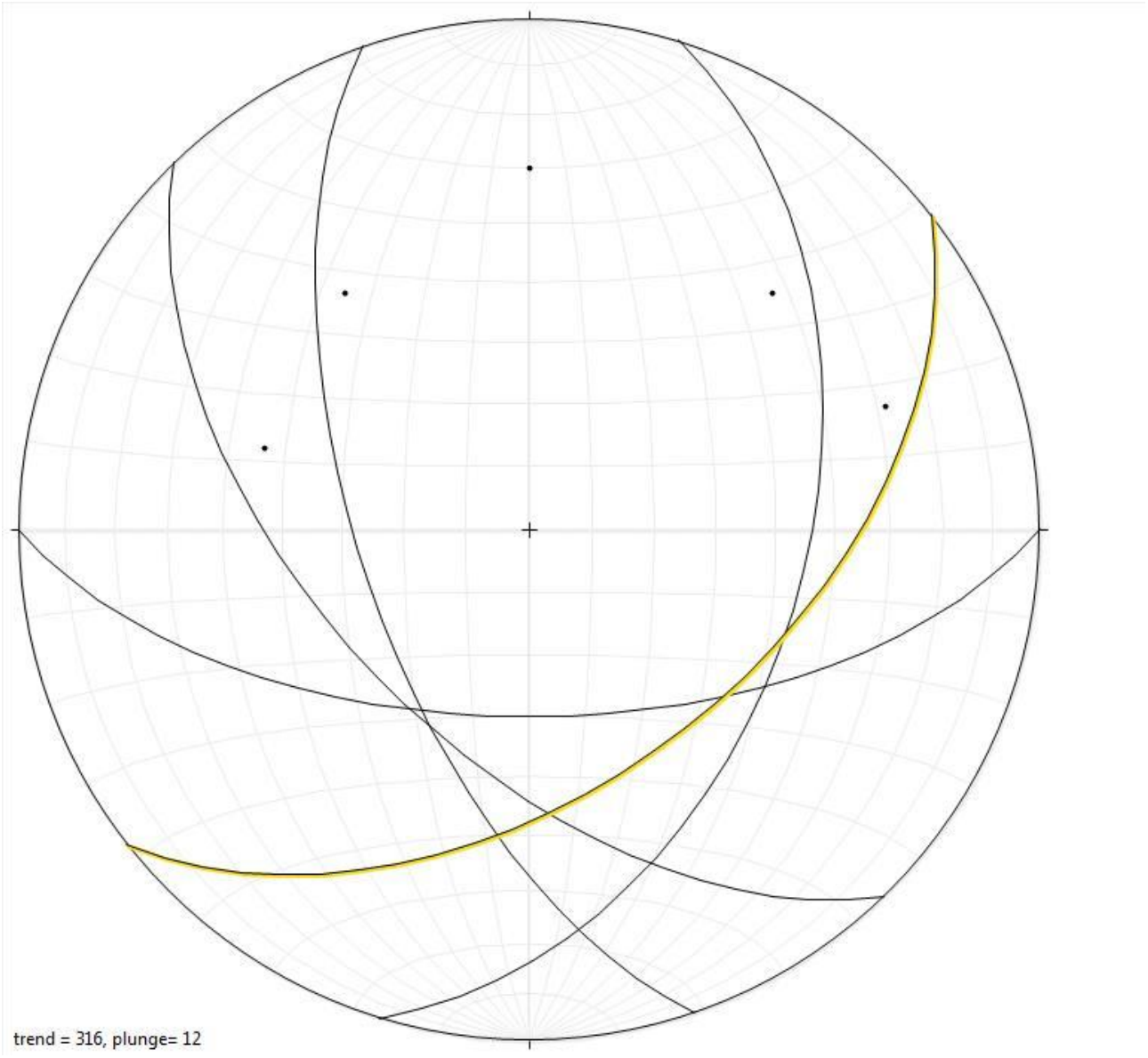
Data set name: poli bricco biscea (lower hemisphere)
Axis trend & plunge = 059.4, 63.9; half apical angle =59.1

----- Kamb Contouring | 07/03/2015 at 19:13-----
Data set name = poli bricco biscea (lower hemisphere)
Contour Int. = 2 sigma; Counting Area = 6.6% of net area
Expected Num. = 8.408759 Signif. Level = 3 sigma

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)
ST	17	45
1	90	60
2	161	63
3	136	56
4	52	49



Note sui metodi di classificazione utilizzati per la valutazione qualitativa del litotipo.

Esaminando i dati del rilevamento geomeccanico è stato possibile classificare l'ammasso roccioso secondo differenti metodi, definendo i valori dei principali parametri geomeccanici che localmente caratterizzano le superfici di discontinuità.
L'analisi si è articolata in due momenti successivi. In un primo momento si è eseguita una classificazione dell'ammasso roccioso basandosi sui dati del rilevamento generale e sintetizzando valori di qualità dell'ammasso riferiti all'intero areale di cava (vd. Par. precedente).

In un secondo momento, ai fini della determinazione delle classi di qualità rappresentative delle zone del fronte in coltivazione prossime alle sezioni trasversali utilizzate per l'analisi di stabilità è stato individuato il valore di riferimento del GSI (geological strenght index) ed attribuito alle diverse zone una classe di qualità, in accordo con quanto definito da Marinos & Hoek per i litotipi gneissici (anno 2000).
Tale approccio alla definizione della qualità dell'ammasso roccioso ha permesso di ottenere i valori di progetto dei principali parametri di resistenza a taglio della roccia, in corrispondenza delle sezioni d'analisi per la valutazione delle condizioni di stabilità all'equilibrio limite dei fronti di scavo in progetto.
In particolare, si ricorda che la presenza di strutture plicative e di disturbo tettonico (pieghe e faglie) riducono i valori del GSI, desunti dalla semplice caratterizzazione dell'ammasso in affioramento e determinano uno scadimento della classe di qualità da classi "buone e mediocri" (B, C e D) in classi "scadenti" (E ed F) e "molto scadenti (G ed H).

Sistemi di classificazione degli ammassi rocciosi

1. Il metodo introdotto da Bieniawski, noto come "Rock Mass Rating (RMR) System", sviluppato dall'autore a partire dagli anni 1972-1973 per gallerie in rocce competenti fratturate si basa sull'attribuzione di pesi a cinque parametri rappresentativi sia della roccia intatta sia delle condizioni dei giunti, la cui sommatoria risulta rappresentativa della qualità dell'ammasso roccioso nel suo complesso (RMR).
2. La classificazione di Romana (classificazione SMR 1985) sviluppa un approccio fattoriale, basato su dati di campagna, ed inserendo un indice di compensazione per l'orientamento dei giunti, aggiuntivo rispetto al sistema originale di Bieniawski, in cui non venivano date delle specifiche linee guida da seguirsi nel campo della stabilità dei versanti.

3. La classificazione di Barton, sviluppata al Norwegian Geotechnical Institute nel 1974 per gallerie e caverne, si basa su tre rapporti che definiscono rispettivamente la struttura dell'ammasso roccioso, le caratteristiche di resistenza meccanica dei giunti, variabili in funzione del grado di alterazione e della loro apertura, ed infine lo stato di tensione efficace che agisce sull'ammasso roccioso stesso.
   A differenza di quanto suggerito da Bieniawski, Barton non riporta, nella classificazione, indicazioni circa l'orientamento dei giunti in funzione della galleria in quanto ritiene più importanti i parametri che descrivono le condizioni delle discontinuità poiché definiscono il grado di libertà riguardo al movimento dei blocchi.

4. I valori medi dei parametri geotecnici rappresentativi dell'ammasso sono desunti a partire dal valore del Geological Strenght Index o Indice di Resistenza Geologica (GSI), che può essere considerato a tutti gli effetti un sistema di classificazione introdotto da Hoek nel 1994 ed ampliato dallo stesso con altri Autori nel 1995 e nel 1998.

Il GSI è nato come sistema per stimare la riduzione delle caratteristiche meccaniche di un ammasso roccioso in funzione delle diverse condizioni geologiche ricavabili da attente osservazioni in sito.

La caratterizzazione dell'ammasso avviene in forma diretta ed è basata sull'impressione visiva della struttura della roccia e delle condizioni delle superfici delle discontinuità indicate dalla loro scabrezza e dal loro grado di alterazione.

La combinazione di questi due parametri fornisce una base pratica per descrivere un ampio campo di ammassi rocciosi, con strutture diversificate dall'ammasso competente fino ad arrivare all'ammasso completamente disgregato.

Sintesi delle classificazioni dell'ammasso roccioso

La trattazione analitica delle sessioni d'analisi per la determinazione della classificazione e della caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso, sia a scala di versante che delle singole zone, è interamente riportata nell'allegato di calcolo "caratterizzazione dell'ammasso roccioso".

INQUADRAMENTO SISMICO DEL SITO

L'area d'intervento ricadente nel territorio del Comune di Savona è classificata in "classe sismica 4 (ag_{max}=0.056g)" in osservanza della D.G.R. n. 1362 del 19.11.2010 (D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria).

Il progetto di realizzazione della colmata in terreni derivanti da attività di scavo rientra nella categoria d'opera 2 e classe d'uso II e vita nominale pari a 50 anni.

Il substrato di fondazione nel tratto di versante di monte e di valle (piazzali di cava) risultano classificabili in cat. A (substrato roccioso affiorante o sub-superficiale; potenza delle coperture H<3 m.) e categoria topografica T4.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria topografica

Il sito in esame rientra nella categoria topografica T4 (Tab.3.2 IV) e presenta un valore di amplificazione topografica St pari a 1,4 (vd. Tab.3.2 VI).

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

In base alle caratteristiche proprie del sito sono stati ricavati i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali Kh e Kv utilizzati nelle verifiche di stabilità (Stato limite di salvaguardia della vita SLC):

Kh_{medio}=0.019

Kv_{medio}=0.010

Individuazione della pericolosità sismica del sito

In base alla griglia sismica di appartenenza ed alle caratteristiche stratigrafiche, topografiche del sito si sono potuti calcolare i parametri sismici necessari alla valutazione della pericolosità sismica di base, sito dipendente e di progetto.

Tabelle ed elaborati grafici di sintesi sono esplicitati nell'allegata relazione di pericolosità sismica.

CONCLUSIONI

A conclusione dell'indagine si riassumono come nel seguito gli elementi salienti della presente:

Il nuovo progetto – come previsto e consentito dal PTRAC – consentirà di ottimizzare lo sfruttamento del giacimento minerario e di migliorare l'intervento di coltivazione della cava e la riqualificazione ambientale dei luoghi comunque compromessi.

In particolare:

- sarà restituito al territorio sistemato e riqualificato ambientalmente, un versante già interessato da coltivazione di cava a fronte unico;
- sarà mascherato visivamente, mediante riporto di materiale alla base del fronte residuo, quasi tutta la superficie interessata dalla cava ad eccezione dei primi 5 gradoni superiori che saranno, comunque, recuperati ambientalmente non appena raggiunta la quota di progetto già a partire dalla terza fase di lavoro.

Il progetto presentato è stato esaminato e valutato per quanto concerne le implicazioni connesse alla stabilità dei luoghi.

Il programma di riqualificazione ambientale prevede il recupero ambientale dell'intero areale comunque interessato dalla cava.

Le precauzioni e le modalità operative di attuazione dell'intervento progettato escludono la possibilità di provocare inquinamenti ambientali nel territorio contermine.

Sulla base di quanto sopra descritto è da ritenersi, pertanto, assentibile il progetto predisposto per conto della Ditta Bricco Biscea S.r.l.

Boissano agosto 2017.



ALLEGATI AL TESTO

Corografia in sc. 1: 5.000

Classificazione dell'ammasso roccioso e caratterizzazione geotecnica del litotipo
Tabelle del rilevamento geolitologico strutturale

ALLEGATI FUORI TESTO

Tavola n. 1 – Carta geolitologica e del rilevamento strutturale in scala 1: 500
Tavola n. 2 – Sezioni geolitologico strutturali in scala 1: 1.000

Relazione di sintesi della pericolosità sismica di base e di progetto

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO LUNGO IL

FRONTE 10°/45° - CLASSIFICAZIONE GENERALE VERSANTE

RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

La tipologia di utilizzo del versante per cui viene eseguita l'analisi è: Cava: abbattimento non controllato
Le pareti dei giunti risultano essere alterate.

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante interessato dallo scavo: Granodiorite
Formazione: graniti t.Letimbro
Peso di volume della roccia: 27,0 kN/mc

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza della roccia intatta é stata ricavata da: Lettura allo sclerometro tipo N (cls)
Il valore è convertito nell'indice medio del Martello di Schmidt
Valore medio di R: 39,9
La resistenza a compressione monoassiale della roccia è stimata in 91,70 Mpa

Nella zona in cui si è eseguito il rilievo si sono identificate 5 famiglie di discontinuità principali.
Tali famiglie presentano le seguenti giaciture medie:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)
ST	17	45
1	90	60
2	161	63
3	136	56
4	52	49

Il fronte presenta la seguente giacitura:

Immersione (°)	Inclinazione (°)
10	45

MODELLO GEOMECCANICO

Il modello costitutivo adottato del comportamento del giunto nell'ammasso roccioso è quello noto come modello 'JRC-JCS', sviluppato da Barton e Bandis e messo a punto da Barton e Choubey (1977).
Tale modello esprime la resistenza al taglio del giunto secondo la:

tau = sigma*tan(JRC*log(JCS/sigma)+phir)

con tau = resistenza al taglio,
sigma = tensione normale,
phir = angolo d'attrito residuo.

Nelle elaborazioni si è mantenuto un valore sigma normalizzato pari a 100 kPa.
Il parametro JCS è derivato dalle misure con il martello di Schmidt secondo la relazione di Miller (1965).
I valori base sono quindi stati corretti, per tenere conto dell'effetto scala, secondo le relazioni di Barton e Bandis (1982).
L'angolo d'attrito di base è ricavato da un dato prefissato funzione della litologia della roccia (Barton, 1973)
L'angolo d'attrito residuo è ricavato dalla relazione di Barton e Chryssanthakis (1990).

L'angolo d'attrito di picco e lo spostamento necessario per mobilitare la resistenza di picco sono sono valutati con le relazioni di Barton e Bandis (1990).
L'apertura idraulica equivalente della frattura viene valutata secondo la relazione di Bandis (1985).
La permeabilità della singola frattura è derivata dalla relazione di Barton e Bakhtar (1987)

Le famiglie di giunto identificate presentano le seguenti caratteristiche:

FAMIGLIA ST (17/45)

Giunti continui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 47,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	133,9 MPa
Parametro JCS corretto	64,5 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	4,9
Angolo d'attrito di picco	28,8°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	26,01 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,61 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000314019 cm/s

FAMIGLIA 1 (90/60)

Giunti discontinui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 42,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.
I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	101,8 MPa
Parametro JCS corretto	86,2 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	7,2
Angolo d'attrito di picco	36,0°

Parametro JCS di base	101,8 MPa
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	6,09 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,19 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000030019 cm/s

FAMIGLIA 2 (161/63)

Giunti discontinui di lunghezza inferiore al metro.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 50,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	6

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	157,8 MPa
Parametro JCS corretto	160,8 MPa
Parametro JRC di base	6,0
Parametro JRC corretto	6,1
Angolo d'attrito di picco	34,5°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	3,38 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,00 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000009 cm/s

FAMIGLIA 3 (136/56)

Giunti discontinui di lunghezza inferiore al metro.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 43,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	107,6 MPa
Parametro JCS corretto	110,3 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	8,1

Parametro JCS di base	107,6 MPa
Angolo d'attrito di picco	39,8°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	3,72 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,06 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000003155 cm/s

FAMIGLIA 4 (52/49)

Giunti discontinui di lunghezza inferiore al metro.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 43,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	107,6 MPa
Parametro JCS corretto	110,3 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	8,1
Angolo d'attrito di picco	39,8°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	3,72 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,06 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000003155 cm/s

CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

Famiglia ST (17/45)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	> 20 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Sabbioso
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 1 (60/90)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	da 1 a 3 m

Spaziatura del giunto	16 cm.
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 2 (161/63)

Spaziatura del giunto	6 cm.
Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 3 (136/56)

Spaziatura del giunto	20 cm.
Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Sabbioso
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 4 (52/49)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

Il parametro RQD é stato stimato dal valore delle spaziature dei giunti.
La spaziatura media del sistema risulta essere pari a 14,8 cm
Il valore di RQD risulta pari a 0 %

Condizioni idrogeologiche
La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)
La corrispondente valutazione è: Buona

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR]

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	91,70	9
RQD (%)	0	3
Spaziatura (m)	0,15	7

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Condizioni dei giunti		10
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	39
Correzione giacitura [Ic]	-25
RMR corretto	14
Classe ammasso roccioso	CLASSE V
Qualita' ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE

Parametri base derivati secondo Bieniawski

Angolo d'attrito	24,5°
Coesione	195 kPa
Modulo elastico	5,31 GPa

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Coesione di picco	270 kPa
Coesione residua	216 kPa
Attrito di picco	32,0°
Attrito residuo	26,6°
Modulo elastico di picco	12055,49 MPa
Modulo elastico residuo	6474,18 MPa

Criterio di rottura di Hoek-Brown

Parametro m della roccia intatta	17
Parametro m di picco	3,2883
Parametro m residuo	0,6360
Parametro s della roccia intatta	1
Parametro s di picco	0,0060
Parametro s residuo	0,000468
Modulo elastico di picco	12055,49 MPa
Modulo elastico residuo	6474,18 MPa

Nota:

Per il calcolo dei parametri residui si è fatto ricorso al criterio di Hoek-Brown (1988)

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA

RMR di base [A1+A2+A3+A4+A5]: 39

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Di seguito si danno per le famiglie identificate i fattori correttivi di Romana e le relative valutazioni:

FAMIGLIA ST (17/45)

Parallelismo della giacitura	0,85
Condizione della giacitura	sfavorevole
Inclinazione dei giunti	0,85
Condizione inclinazione	sfavorevole
Giacitura dei giunti	25
Condizione giacitura	mediocre
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	13

FAMIGLIA 1 (90/60)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	31

FAMIGLIA 2 (161/63)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	31

FAMIGLIA 3 (136/56)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole

Parallelismo della giacitura	0,15
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	31

FAMIGLIA 4 (52/49)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	6
Condizione giacitura	favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	30

INDICE SMR RAPPRESENTATIVO: 13

Qualità ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE
Classe ammasso roccioso	CLASSE V
Commento sulla stabilità	Molto instabile
Commento sul tipo di rottura	Planari estesi o Rototraslazionali
Commento sui consolidamenti	Interventi molto pesanti

CLASSIFICAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO LUNGO IL FRONTE 342°/45° - CLASSIFICAZIONE GENERALE VERSANTE

RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

La tipologia di utilizzo del versante per cui viene eseguita l'analisi è: Cava: abbattimento non controllato
Le pareti dei giunti risultano essere alterate.

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante interessato dallo scavo: Granodiorite
Formazione: graniti t. letimbro
Peso di volume della roccia: 27,0 kN/mc

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza a compressione monoassiale della roccia è pari a 91,70 Mpa
Nella zona in cui si è eseguito il rilievo si sono identificate 5 famiglie di discontinuità principali.

Tali famiglie presentano le seguenti giaciture medie:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)
ST	17	45
1	90	60
2	161	63
3	136	56
4	52	49

Il fronte presenta la seguente giacitura:

Immersione (°)	Inclinazione (°)
342	45

MODELLO GEOMECCANICO

Il modello costitutivo adottato del comportamento del giunto nell'ammasso roccioso è quello noto come modello 'JRC-JCS', sviluppato da Barton e Bandis e messo a punto da Barton e Choubey (1977).
Tale modello esprime la resistenza al taglio del giunto secondo la:

tau = sigma*tan(JRC*log(JCS/sigma)+phir)

con tau = resistenza al taglio,
sigma = tensione normale,
phir = angolo d'attrito residuo.

Nelle elaborazioni si è mantenuto un valore sigma normalizzato pari a 100 kPa.
Il parametro JCS è derivato dalle misure con il martello di Schmidt secondo la relazione di Miller (1965).
I valori base sono quindi stati corretti, per tenere conto dell'effetto scala, secondo le relazioni di Barton e Bandis (1982).
L'angolo d'attrito di base è ricavato da un dato prefissato funzione della litologia della roccia (Barton, 1973)
L'angolo d'attrito residuo è ricavato dalla relazione di Barton e Chryssanthakis (1990).
L'angolo d'attrito di picco e lo spostamento necessario per mobilitare la resistenza di picco sono sono valutati con le relazioni di Barton e Bandis (1990).
L'apertura idraulica equivalente della frattura viene valutata secondo la relazione di Bandis (1985).
La permeabilità della singola frattura è derivata dalla relazione di Barton e Bakhtar (1987)

Le famiglie di giunto identificate presentano le seguenti caratteristiche:

FAMIGLIA ST (17/45)

Giunti continui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 47,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	133,9 MPa
Parametro JCS corretto	64,5 MPa
Parametro JRC di base	8,0

Parametro JCS di base	133,9 MPa
Parametro JRC corretto	4,9
Angolo d'attrito di picco	28,8°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	26,01 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,61 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000314019 cm/s

FAMIGLIA 1 (90/60)

Giunti discontinui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 42,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	101,8 MPa
Parametro JCS corretto	86,2 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	7,2
Angolo d'attrito di picco	36,0°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	6,09 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,19 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000030019 cm/s

FAMIGLIA 2 (161/63)

Giunti discontinui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 50,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	6

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	157,8 MPa
Parametro JCS corretto	139,3 MPa

Parametro JCS di base	157,8 MPa
Parametro JRC di base	6,0
Parametro JRC corretto	5,5
Angolo d'attrito di picco	32,4°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	5,59 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,02 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000244 cm/s

FAMIGLIA 3 (136/56)

Giunti discontinui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 43,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	107,6 MPa
Parametro JCS corretto	91,1 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	7,2
Angolo d'attrito di picco	36,2°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	6,09 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,15 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000019653 cm/s

FAMIGLIA 4 (52/49)

Giunti discontinui.
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto non alterata è pari a: 43,0
La lettura del martello di Schmidt sulla parete del giunto alterata è pari a: 0,0
La scabrezza del giunto è stata stimata visualmente dalle tavole di riferimento.

I valori stimati risultano:

Angolo d'attrito di base	35,0°
Lunghezza di riferimento	100,0 cm.
Parametro JRC	8

I risultati del modello geomeccanico sono così riassumibili:

Parametro JCS di base	107,6 MPa
Parametro JCS corretto	91,1 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	7,2
Angolo d'attrito di picco	36,2°
Angolo d'attrito residuo	15,0°
Spostamento per mobilitare la resistenza di picco	6,09 mm.
Apertura idraulica equivalente	0,15 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000019653 cm/s

CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

Famiglia ST (17/45)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	> 20 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Sabbioso
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 1 (90/60)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 2 (161/63)

Spaziatura del giunto	6 cm.
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	< 0,1 mm
Scabrezza del giunto	Lisci
Riempimento del giunto	Sabbioso
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 3 (136/56)

Spaziatura del giunto	20 cm.
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Assente

Spaziatura del giunto	20 cm.
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

Famiglia 4 (52/49)

Spaziatura del giunto	16 cm.
Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
Riempimento del giunto	Sabbioso
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Il parametro RQD é stato stimato dal valore delle spaziature dei giunti.
La spaziatura media del sistema risulta essere pari a 14,8 cm
Il valore di RQD risulta pari a 0 %

Condizioni idrogeologiche
La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)

La corrispondente valutazione è: Buona

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR]

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	91,70	9
RQD (%)	0	3
Spaziatura (m)	0,15	7
Condizioni dei giunti		14
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	43
Correzione giacitura [Ic]	-15
RMR corretto	28
Classe ammasso roccioso	CLASSE IV
Qualita' ammasso roccioso	SCADENTE

Parametri base derivati secondo Bieniawski

Angolo d'attrito	26,5°
Coesione	215 kPa
Modulo elastico	6,68 GPa

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Coesione di picco	270 kPa
Coesione residua	216 kPa
Attrito di picco	32,0°
Attrito residuo	26,6°
Modulo elastico di picco	12055,49 MPa
Modulo elastico residuo	6474,18 MPa

Criterio di rottura di Hoek-Brown

Parametro m della roccia intatta	17
Parametro m di picco	3,2883
Parametro m residuo	0,6360
Parametro s della roccia intatta	1
Parametro s di picco	0,0060
Parametro s residuo	0,000468
Modulo elastico di picco	12055,49 MPa
Modulo elastico residuo	6474,18 MPa

Nota:

Per il calcolo dei parametri residui si è fatto ricorso al criterio di Hoek-Brown (1988)

PARAMETRI SECONDO ROBERTSON

RMR di base [A1+A2+A3+A4+A5]	43
Indice RMRR di Robertson	33
Classe ammasso roccioso	IVa
Angolo d'attrito ammasso roccioso	36°
Coesione ammasso roccioso	73,5 KPa

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA

RMR di base [A1+A2+A3+A4+A5]: 43

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.
Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.
Di seguito si danno per le famiglie identificate i fattori correttivi di Romana e le relative valutazioni:

FAMIGLIA ST (17/45)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	0,85
Condizione inclinazione	sfavorevole
Giacitura dei giunti	25
Condizione giacitura	mediocre
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	32

FAMIGLIA 1 (90/60)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	35

FAMIGLIA 2 (161/63)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	35

FAMIGLIA 3 (136/56)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	35

FAMIGLIA 4 (52/49)

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	6
Condizione giacitura	favorevole
Correzione tipo scavo	-8
Valore di SMR	34

INDICE SMR RAPPRESENTATIVO: 32

Qualità ammasso roccioso SCADENTE
Classe ammasso roccioso CLASSE IV
Commento sulla stabilità Instabile
Commento sul tipo di rottura Planari o grandi cunei
Commento sui consolidamenti Interventi pesanti

CLASSIFICAZIONE SINTETICA PER SEZIONI DI VERIFICA
SEZIONE n. 5

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 2

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 4

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 5

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	171	80	6
2	319	52	33
3	101	73	20
4	40	20	16
5	222	80	100

Nell'area di rilievo è presente 1 famiglia random

Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
32,14	9

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,004 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Raggio medio (cm)	Apertura media (cm)	Spaziatura media (cm)	K (cm/sec)
71,3	0,0076	35,0000	0,0000043891

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
12	76	15,2

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	90,00	8
RQD (%)	9	4
Spaziatura (m)	0,35	9
Condizioni dei giunti		13
Venute d'acqua	25 - 125 l/min	4

Risultati:

RMR di base	38
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	38
Classe ammasso roccioso	CLASSE IV
qualità ammasso roccioso	SCADENTE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 38

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 21

Qualità ammasso roccioso	SCADENTE
Classe ammasso roccioso	CLASSE IV
Commento sulla stabilità	Instabile
Commento sul tipo di rottura	Planari o grandi cunei
Commento sui consolidamenti	Interventi pesanti

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 38

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 0

Qualità ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE
Classe ammasso roccioso	CLASSE V
Commento sulla stabilità	Molto instabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	10

Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,50
Parametro Ja	6,00
Parametro Jw	0,50
Parametro SRF	8,18

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	0,667
Jr/Ja	0,250
Jw/SRF	0,0611

Q	0,010
Classe ammasso roccioso	CLASSE VIII
Qualità ammasso roccioso	ESTREMAMENTE SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 28

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
28	0,1635	0,0455	1	0,0000	0,000000

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,106 MPa	0,026 MPa	43,0°	27,8°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0,140 MPa	0,112 MPa	19,0°	16,2°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso

fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
1,34	0,97	4,90	1,78

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche

CLASSIFICAZIONE SINTETICA PER SEZIONI DI VERIFICA
SEZIONE n. 6

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Lisci
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 2

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 4

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 5

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Lisci

riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	248	42	33
2	85	70	25
3	23	85	25
4	127	25	25
5	340	51	20

Nell'area di rilievo sono presenti 3 famiglie random

Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
20,63	47

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,003 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Parametri indicativi dell'ammasso

Raggio medio (cm)	Apertura media (cm)	Spaziatura media (cm)	K (cm/sec)
85,3	0,0045	25,6000	0,0000033415

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
11	74	15,0

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	90,00	8
RQD (%)	47	9
Spaziatura (m)	0,26	8
Condizioni dei giunti		15
Venute d'acqua	25 - 125 l/min	4

Risultati:

RMR di base	44
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	44
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 44

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 43

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche giunto planare o molti cunei
Commento sui consolidamenti	Sistematico

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 44

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 1

Qualità ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE
Classe ammasso roccioso	CLASSE V
Commento sulla stabilità	Molto instabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	47
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,00
Parametro Ja	6,00
Parametro Jw	0,50
Parametro SRF	4,67

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	3,133
Jr/Ja	0,167
Jw/SRF	0,1070

Q	0,056
Classe ammasso roccioso	CLASSE VIII
Qualità ammasso roccioso	ESTREMAMENTE SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 38

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
28	0,3341	0,0588	1	0,0000	0,000001

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso

mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,156 MPa	0,035 MPa	50,0°	32,7°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0,190 MPa	0,152 MPa	24,0°	20,2°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
2,38	1,53	6,44	2,90

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche

CLASSIFICAZIONE SINTETICA PER SEZIONI DI VERIFICA
SEZIONE n. 8

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 3 a 10 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 2

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

Famiglia 3

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm

Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

Famiglia 4

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 5

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Lisci
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	14	50	66
2	110	73	33
3	194	73	8
4	247	60	10
5	355	30	20

Nell'area di rilievo è presente 1 famiglia random

Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
32,24	9

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,002 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

Parametri indicativi dell'ammasso

Raggio medio (cm)	Apertura media (cm)	Spaziatura media (cm)	K (cm/sec)
136,2	0,0030	27,4000	0,0000020051

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
359	75	15

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	295,45	15
RQD (%)	9	3
Spaziatura (m)	0,27	8
Condizioni dei giunti		18
Venute d'acqua	25 - 125 l/min	4

Risultati:

RMR di base	48
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	48
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 48

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 32

Qualità ammasso roccioso	SCADENTE
Classe ammasso roccioso	CLASSE IV
Commento sulla stabilità	Instabile
Commento sul tipo di rottura	Planari o grandi cunei
Commento sui consolidamenti	Interventi pesanti

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 48

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 47

Qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
Commento sulla stabilità	Parzialmente stabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	10
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,00
Parametro Ja	4,00
Parametro Jw	0,50
Parametro SRF	8,18

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	0,667
Jr/Ja	0,250
Jw/SRF	0,0611

Q	0,010
Classe ammasso roccioso	CLASSE VIII
Qualità ammasso roccioso	ESTREMAMENTE SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 28

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
28	0,1635	0,0455	1	0,0000	0,000000

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,169 MPa	0,039 MPa	51,4°	35,6°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0,140 MPa	0,112 MPa	19,0°	16,2°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
1,41	1,02	7,73	4,00

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche