



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

PARTE GENERALE
GEOLOGIA E GEOTECNICA
Geologia
Relazione rilievi geomeccanici

Il Progettista

Responsabile di progetto ed
incaricato delle integrazioni tra
le varie prestazioni:



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Supporto specialistico

Ottimizzazione della cantierizzazione
delle opere



Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

Consulenze specialistiche

Geologo:

Dott. Geologo Fabio Melchiorri
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

Geotecnica e opere d'arte minori:

Ing. Antonio Alparone



Opere d'arte principali:

Viadotti
Ing. G. Mondello



Gallerie
Ing. G. Guiducci



Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:

Ecosistemi e
paesaggio



Rumore,
vibrazioni
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE TR/LT DISCIPLINA/OPERA DOC Progr. ST.REV. FOGLIO
D 0 1 - T 1 0 0 - G G 0 2 0 - 1 - R J - 0 0 3 - 0 A 0 1 DI 0 1

DATA

GENNAIO '17

SCALA

-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	SILEC	Salucci	Monaco

IL RESPONSABILE
DEL
PROCEDIMENTO

IL CONCESSIONARIO

SARC SRL



L'ENTITA' COSTRUTTRICE

VISTO PER ACCETTAZIONE

INDICE

A	PREMESSA.....	2
B	RILIEVI GEOMECCANICI E STRUTTURALI.....	3
B.1	Metodo di rilievo e analisi.....	3
B.2	Metodo di calcolo del basic rating.....	11
C	RISULTATI DELLE ANALISI STRUTTURALI E GEOMECCANICHE	14

A PREMESSA

La presente nota espone i risultati di un rilevamento geologico e geomeccanico eseguito sui lotti 1-8 del nuovo collegamento autostradale Ragusa – Catania che prevede l’ammodernamento a 4 corsie della SS514 di Chiaramonte e della SS 194 ragusana dallo svincolo con la SS 115 allo svincolo con la SS 114. Nei mesi di dicembre 2012–marzo 2013 e nei mesi novembre – dicembre 2016 si è eseguito il rilevamento geologico nell’ambito del quale sono state realizzate complessivamente n. 61 stazioni di rilevamento geomeccanico per valutare l’indice BMR (Bieniawski, 1973) necessario per la classificazione degli ammassi rocciosi.

L’ubicazione precisa delle stazioni è riportata con specifica simbologia sull’elaborato Carta Geologica emesso in scala 1.5.000 (D01-T1Ln-GG021-1-P5-00n-0A) e sull’elaborato Planimetria ubicazione indagini emesso in scala 1.5.000 (D01-T1Ln-GG010-1-P5-00n-0A). I tabulati relativi alle singole stazioni geomeccaniche sono riportati nell’elaborato Allegato alla relazione rilievi geomeccanici – Rilievi geomeccanici lotto *n* (D01-T1Ln-GG020-1-RJ-003-0A) divisi per singoli lotti.

B RILIEVI GEOMECCANICI E STRUTTURALI

Secondo questo sistema, la classificazione dell'ammasso roccioso utilizza i seguenti parametri:

- Resistenza della roccia alla compressione monoassiale;
- RQD (Rock quality designation);
- Spaziatura delle discontinuità;
- Condizioni delle discontinuità;
- Condizioni idrogeologiche;
- Orientamento delle discontinuità;

A ciascun punto sopra indicato equivale un valore numerico; valori più alti indicano migliori condizioni della roccia e quindi una maggiore stabilità del versante analizzato.

Alla presente nota sono allegate tutte le schede che riportano i valori finali della qualità dell'ammasso roccioso, per ogni stazione geomeccanica effettuata, e la disposizione degli elementi strutturali, identificati nella fase di rilevamento svolto in campagna, all'interno del reticolo di Schmidt.

In corrispondenza delle 61 stazioni distribuite sugli affioramenti di natura litoide e semilitoide presenti a cavallo del tracciato di progetto, compatibilmente con le difficoltà logistiche legate alla presenza di coperture detritiche o di affioramenti situati in zone non raggiungibili, sono state svolte tutte le analisi strutturali e geomeccaniche finalizzate alla caratterizzazione degli ammassi rocciosi attraversati dalla galleria.

B.1 Metodo di rilievo e analisi

Il rilevamento di superficie è stato svolto al fine di individuare i caratteri principali e gli elementi geologici più importanti, quali aspetti stratigrafici e tettonici.

E' stato inoltre definito l'assetto strutturale dell'area, la geometria e la cinematica delle strutture presenti, con particolare riguardo agli elementi tettonici principali e l'evoluzione e la successione delle fasi deformative. Segue l'esposizione dei dati mesostrutturali, anche sotto forma di diagrammi.

Sono stati raccolti una serie di dati relativi al grado di alterazione dell'ammasso, alle linee di discontinuità, alle loro caratteristiche medie di comportamento meccanico e di resistenza, alla loro disposizione nello spazio e alla loro frequenza e persistenza.

Nel corso del rilevamento strutturale sono state svolte osservazioni ed analisi puntuali, in corrispondenza delle 61 stazioni strutturali, con esecuzione di misure di giacitura di elementi strutturali piani o ad andamento rettilineo (planar and linear structural elements, structures, features, foliations and lineations).

Le misure relative all'orientazione delle strutture a scala maggiore sono state riportate in apposite schede prestampate nelle quali sono state riportate le misure di giacitura degli elementi strutturali planari o lineari singolari, considerati come non pervasivi o realmente tali per ciascuno dei quali può essere sufficiente anche un sola misura, e di elementi pervasivi della cui orientazione si vuol conoscere la frequenza relativa.

Per le analisi di frequenza di questi ultimi è stato necessario disporre di un congruo numero di misure di giacitura; dalle analisi è stato possibile risalire alla ricostruzione di singole strutture, di particolari associazioni di strutture e di elementi strutturali.

Una volta eseguita la raccolta degli elementi presso ogni singola stazione strutturale è stato utilizzato il reticolo di Schmidt per rendere più chiara la rappresentazione della giacitura di piani e rette in proiezione stereografica. Su di esso sono riportate le ciclografiche di piani che hanno la stessa direzione e diverse inclinazioni e immersione.

Sul reticolo sono riportate anche le proiezioni della giacitura di un piano verticale, con direzione perpendicolare a quella delle suddette ciclografiche, e le proiezioni di semicerchi minori paralleli a quest'ultimo. La proiezione del piano verticale è rappresentata da un diametro perpendicolare a quello definito asse del reticolo. La distanza tra i semicerchi minori non è costante; essa varia in maniera tale che questi intersechino le ciclografiche di punti posti ad intervalli angolari uguali.

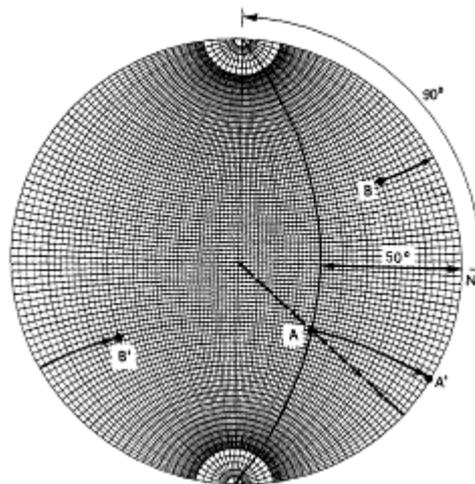
Ciò vale anche per gli intervalli in cui le intersezioni con le ciclografiche suddividono le proiezioni dei semicerchi minori. In generale, intervalli angolari uguali non corrispondono a segmenti di ciclografica uguali. Fa eccezione la ciclografica del piano orizzontale (cioè il cerchio di proiezione) sulla quale ad archi di uguale lunghezza corrispondono intervalli angolari uguali.

Per confrontare le differenze nella frequenza di giaciture è stata usata la proiezione equivalente (equal area projection), dalla quale si ottiene una corrispondenza biunivoca tra punti e linee (semicerchi massimi e cerchi minori) della semisfera delle giaciture ed i punti di una porzione

del piano orizzontale delimitata ancora da un cerchio di raggio r , uguale a quello della semisfera delle giaciture (e che, anche in questo caso, corrisponde alla proiezione di tale bordo).

Come detto il reticolo adoperato è il cosiddetto reticolo equivalente, o di Schmidt; Nel reticolo equivalente sono rappresentate le proiezioni di semicerchi massimi e di semicerchi minori, le quali però non sono più archi di cerchi.

Figura B-1 Reticolo di Schmidt



L'interesse per la sola giacitura di determinate strutture primarie o secondarie può nascere dal fatto che esse sono pervasive, si ripetono, cioè, con una certa frequenza nel corpo roccioso considerato. Delle strutture pervasive può essere specificata tanto l'orientazione che la posizione relativa rispetto ad un sistema di riferimento; di quelle non pervasive basta solo specificare la giacitura rispetto allo stesso sistema. Una singola posizione del piano di simmetria può talora essere considerata come struttura singolare, non pervasiva, a condizione che possa essere identificata e distinta dalle altre posizioni, come nel caso di una faccia del cristallo parallela ad un piano di simmetria.

L'anisotropia di un corpo roccioso omogeneo dipende dall'esistenza e dall'orientazione relativa di strutture pervasive primarie e secondarie. Esistono strutture pervasive la cui giacitura è assimilabile a quella di piani o rette, che vengono dette rispettivamente strutture planari e lineari. Le superfici di strato di un corpo sedimentario non deformato o le frequenti fratture isorientate normali agli strati (diaciasi), sono strutture planari. Le intersezioni tra le fratture su descritte e le superfici di strato, danno luogo a una o più strutture lineari.

Se si misura la giacitura di un certo numero di superfici di strato si osserva in realtà che essa presenta una certa variabilità; lo studio analitico di tale dispersione ha permesso di rappresentare in proiezione equivalente un numero di misure sufficientemente elevato per mettere in evidenza un addensamento di poli.

Misurando in una regione sufficientemente ampia la giacitura di strutture che localmente appaiono planari (o rettilinee) si osserva che essa varia con una certa continuità; infatti in questo caso la rappresentazione delle giaciture in proiezione equivalente mostra una discreta dispersione.

Va evidenziato che la forma della struttura non è rilevabile in maniera univoca dalla distribuzione dei poli. Quest'ultima sarebbe stata identica per un bacino di uguale forma e sarebbe stata ancora la stessa se, invece che in una sola struttura, le misure fossero state effettuate su di un numero indeterminato di strutture simili (cupole e bacini di uguale forma anche se di dimensioni diverse). La simmetria assiale è però fuori discussione, così come è evidente che la forma della struttura è piuttosto dolce, perché non sono rappresentate forti inclinazioni, e che la sua sommità (o il suo fondo) è piuttosto piatto e relativamente esteso, dato il gran numero di giaciture prossime all'orizzonte. Questa considerazione suggerisce un criterio che si può seguire per ottenere informazioni sull'orientazione di strutture penetrative non planari (o rettilinee), specie quando esse sono di forma complicata e non sempre visibili o accessibili nella loro integrità.

L'addensamento o la rarefazione di poli che rappresentano la giacitura di un singolo elemento strutturale (localmente) piano o rettilineo in un unico corpo roccioso può dare già un'idea dell'esistenza di giaciture preferenziali. Se le differenze sono meno marcate, o, se si vuole determinare la giacitura «media» attribuibile ad un raggruppamento di poli, conviene passare ad una rappresentazione della densità relativa dei poli che cadono nell'unità di superficie della semisfera delle giaciture e, quindi, all'impiego della proiezione equivalente di queste. L'analisi si può eseguire analiticamente, ma non esiste, ad esempio, una maniera univoca per definire cosa si debba intendere per giacitura media di un gruppo di giaciture.

L'analisi grafica della distribuzione delle orientazioni ha condotto alla costruzione di diagrammi di densità, sovrapponibili alla proiezione equivalente, su cui sono tracciate curve di isofrequenza ad intervalli che vengono scelti arbitrariamente tenendo conto, di volta in volta, della maggiore o minore dispersione dei poli. Le curve vengono tracciate, per interpolazione, dopo aver assegnato ad un numero sufficientemente elevato di punti della superficie compresa nel cerchio di proiezione, un valore della densità di poli nel loro intorno, espressa per ciascun

punto dalla percentuale di poli che sono contenuti in un intorno circolare di area uguale ad una certa frazione di quella della emisfera delle giaciture. Gli intorni circolari sulla semisfera delle giaciture non sono più tali sulla proiezione equivalente e risultano tanto più deformati quanto più ci si avvicina al cerchio di proiezione.

La proiezione equivalente si utilizza anche per rappresentare sinotticamente (con simboli diversi) i poli relativi a differenti strutture planari e lineari di uno stesso corpo roccioso. Proiezioni di singoli elementi strutturali planari o rettilinei, o di più elementi strutturali dei due tipi, attraverso la simmetria delle loro distribuzioni possono rivelare la simmetria di un corpo roccioso deformato.

Per lo svolgimento dei rilievi geomeccanici è stata seguita la metodologia di Z. T. BIENIAWSKI (1989), che individua la classifica BMR (Basic Mass Rating) che, con le dovute correzioni per gallerie, consentirà ai progettisti geotecnici di valutare la classifica RMR (Rock Mass Rating).

Come noto la classificazione di Bieniawski è basata sulla determinazione dei seguenti parametri riferiti all'ammasso roccioso stesso:

- 1) Resistenza a compressione
- 2) Rock Quality Designation (RQD)
- 3) Spaziatura discontinuità più significativa
- 4) Condizioni delle discontinuità:
 - 4.1) persistenza
 - 4.2) apertura
 - 4.3) rugosità a piccola scala (JRC)
 - 4.4) riempimento
 - 4.5) alterazione (JCS)
- 5) Condizioni idrogeologiche

Ognuno dei 5 parametri individua 5 ratings (R1, R2, R3, R4, R5) che, sommati, determinano il Basic Mass Rating (indice BMR), variabile da 0 a 100, al quale sono associati una classe di appartenenza, un giudizio di qualità globale dell'ammasso e parametri di resistenza al taglio e di deformabilità secondo Bieniawski.

Successivamente l'ammasso roccioso può essere valutato in funzione di 3 contesti progettuali (gallerie, versanti, fondazioni) sulla base dei rapporti geometrici esistenti fra l'opera e le giaciture della discontinuità più critica, proponendo un valore di penalizzazione (C) che può portare alla diminuzione del valore BMR, consentendo di valutare il valore del Rock Mass Rating (RMR).

Di seguito si riporta il rapporto fra BMR e RMR:

$$\text{BMR} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 \quad (\text{riferito genericamente all'ammasso})$$

$$\text{RMR} = \text{BMR} - C \quad (\text{riferito all'ammasso in relazione al contesto progettuale})$$

Alcuni parametri che sono stati valutati per singola stazione non sono strettamente necessari per il calcolo di BMR, ma sono utili per una migliore comprensione del comportamento geomeccanico dell'ammasso, dei giunti e per eventuali successive analisi (curve di rottura, ecc.); tali parametri sono:

- Angolo di attrito di base
- Angolo di attrito del giunto

Di seguito si riportano i parametri che sono stati identificati in corrispondenza di ogni singola stazione.

- Numero famiglie

Tale numero è strettamente necessario per la classifica di Bieniawski, in quanto il metodo assume prioritariamente la presenza di 3 famiglie di discontinuità; qualora le famiglie siano di numero inferiore il Rating R3 (Spaziatura discontinuità) viene aumentato del 30%.

- Tipo di discontinuità

Sono state indicate le seguenti tipologie:

- Discontinuità generica
- Frattura
- Piano di scistosità
- Strato
- Faglia
- Piano di clivaggio

- Spaziatura discontinuità (cm)

Si intende la distanza fra le discontinuità appartenenti ad una stessa famiglia; in caso di più famiglie è necessario fare riferimento a quella considerata più critica.

L'inserimento dei dati di spaziatura di 2 o 3 famiglie permette il calcolo di J_v , I_b , VRU.

- RQD (Rock Quality Designation) (%)

Il valore RQD viene calcolato sulla base della spaziatura dei giunti misurati in affioramento. Tale valore potrà essere mediato con quello emerso da eventuali sondaggi eseguiti nelle vicinanze della stazione nelle stesse litologie, tenendo conto però del grado di disturbo meccanico che i campioni subiscono in fase di carotaggio.

- Spaziatura

La stima di RQD dalla spaziatura utilizza la seguente relazione (Priest & Hudson, 1976):

$$RQD = 100 \cdot e^{(-0.1 \cdot n)} \cdot (0.1 \cdot n + 1)$$

dove n è l'inverso della spaziatura (frequenza delle spaziature).

- Intercetta

L'intercetta richiede una precisazione: essa si determina misurando le distanze di tutte le discontinuità presenti nell'ammasso, lungo una direzione; tale procedimento simula l'esecuzione di una perforazione e per una maggiore precisione è preferibile eseguire tali misure lungo due direzioni ortogonali sulla parete di affioramento roccioso e prendere il valore medio. La relazione di stima, è la stessa per il calcolo dell'RQD: dopo aver scartato le distanze fra due discontinuità adiacenti inferiori a 10 cm, si esegue il rapporto fra la somma di tutte le distanze e la lunghezza totale dello stendimento:

$$RQD = \frac{\sum l_i}{L} \cdot 100$$

- Persistenza (m)

E' uno dei parametri più importanti e nel contempo di più difficile valutazione e descrive la continuità spaziale dei piani di discontinuità. Richiede l'individuazione diretta in riferimento alla discontinuità più critica.

- Apertura (mm)

L'apertura fa riferimento alla distanza fra i membri di una discontinuità, in genere la più critica.

- Riempimento (tipo)

Nel caso di giunti caratterizzati da aperture apprezzabili si descrive il tipo di riempimento.

- Argilla molle
- Argilla s.c.
- Limo
- Sabbia
- Calcite
- Breccia

- Rugosità a piccola scala (JRC)

L'ISRM definisce la rugosità con una serie di termini qualitativi (liscia, poco e/o molto rugosa, ecc.); in questa sede si assume sempre un valore quantitativo attraverso il Joint Roughness Coefficient (JRC) che assume valori da 0 a 20.

Il valore di JRC si valuta o qualitativamente sulla base di una serie di superfici rugose standardizzate (Barton) e fa sempre riferimento ad una rugosità a piccola scala (10-20 cm).

- Alterazione delle discontinuità (Joint Compression Strength - JCS - kg/cm²)

La valutazione di questo dato è stata effettuata attraverso una funzione grafica, la quale porta sempre all'individuazione quantitativa di JCS anche attraverso l'uso delle definizioni qualitative di Bieniawski e dell'ISRM.

Nella funzione grafica il termine JCS è individuato come una frazione del valore della resistenza a compressione della roccia sana (σ_c).

$$JCS = \frac{\sigma_c}{x} \quad \text{Il valore di } x \text{ varia da } 1 \text{ a } 5.$$

- Carico litostatico (σ_{vo} - kg/cm²)

Il carico litostatico è utile non solo per indicare i livelli tensionali presenti, ma successivamente per alcune elaborazioni geomeccaniche (angolo di attrito dei giunti, Hoek & Brown, Barton).

Il valore da immettere, da intendersi come tensione totale, è valutato come segue:

$\sigma_{vo} = \gamma \cdot H$ Il carico litostatico è espresso in termini di tensioni totali.

In base ai parametri valutati in sito possono essere calcolati i seguenti valori.

- Angolo di attrito di base (ϕ_b)

L'angolo di attrito di base è riferito all'attrito di una discontinuità con facce lisce ($JRC = 0$) e non alterate ($JCS = \phi_c$). Tale valore è necessario per stimare l'angolo di attrito reale della discontinuità in esame con un certo grado di alterazione e di rugosità.

- Angolo di attrito della discontinuità (ϕ)

Esprime il reale valore dell'angolo di attrito della discontinuità in funzione di ϕ_r , della rugosità, dell'alterazione e del carico geostatico.

$$\phi = \left[JRC \cdot \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_{vo}} \right) + \phi_r \right]$$

Tale valore è direttamente calcolato se sono stati espressi i valori di JCS, JRC, ϕ_{vo} e ϕ_r .

- Densità (γ - gr/cm³)

E' il peso di volume medio dell'ammasso.

- Resistenza a compressione monoassiale (σ_c - kg/cm²)

Per definire la resistenza della roccia sono stati introdotti i parametri di resistenza a compressione monoassiale ricavati sia in situ dalle misurazioni eseguite con il Martello di Schmidt che dai risultati delle prove di compressione uniassiale eseguite su spezzoni di roccia rappresentativi prelevati nei sondaggi.

Infine sono state valutate le condizioni idrogeologiche di ogni singolo sito; più in dettaglio:

- Presenza di acqua (secco, umido, bagnato, stillicidio, flusso)
- Altezza idrostatica (H)
- Afflusso di acqua (l/min/10m)

B.2 Metodo di calcolo del basic rating

Una volta immessi i dati è stato eseguito il calcolo del Basic Mass Rating (BMR) che comprende:

- Elenco dei valori ottenuti per i 5 ratings

- Valore del BMR
- Classe di qualità ammasso (I, II, III, IV, V)
- Giudizio di qualità dell'ammasso (ammasso ottimo, discreto, medio, scadente, molto scadente)
- Angolo di attrito ammasso (φ)
- Coesione ammasso (C)
- Modulo di Elasticità ammasso (E)

I risultati sono rigorosamente legati alle elaborazioni di Bieniawski ed in particolare gli ultimi 3 parametri geotecnici sono ricavati dalle seguenti relazioni empiriche:

$$\varphi = 0.5 \cdot BMR + 5 \quad C = \frac{BMR}{20} \quad E = 10^3 \cdot 10^{\left(\frac{BMR-10}{40}\right)}$$

La stima di E è stata originariamente sviluppata da Bieniawski con una funzione lineare e valida soltanto per $BMR > 50$; in questa sede si adotta la relazione sopra indicata, più accreditata e recente di Serafin & Pereira (1983), valida per qualsiasi valore di BMR.

I parametri geotecnici vanno presi ovviamente come stima di massima e sono comunque sempre relativi all'ammasso e prescindono dalla eventuale opera in progetto o tipo di verifica.

Una volta definito il BMR come finora descritto è possibile elaborare tale dato in funzione delle opzioni progettuali considerate per arrivare ad una valutazione dell'ammasso in relazione al progetto stesso. Bieniawski considera 3 possibili applicazioni o contesti progettuali:

- GALLERIA - VERSANTE - FONDAZIONE

Mentre il valore Basic Mass Rating (BMR), precedentemente valutato, esprime un giudizio qualitativo dell'ammasso, con tale fase potrà essere valutato l'ammasso in relazione alle effettive condizioni progettuali ed applicative, soprattutto in relazione alla giacitura delle discontinuità.

Bieniawski ipotizza le seguenti possibilità delle varie condizioni:

- molto favorevole
- favorevole
- media

- sfavorevole
- molto sfavorevole

In relazione alle condizioni sopra esposte ed ai rapporti geometrici, giacaturali e di acclività fra l'ammasso e l'applicazione si calcola una correzione negativa che ridurrà il valore di BMR (nel caso di condizioni molto favorevoli la correzione sarà 0 ed il valore di BMR rimarrà inalterato).

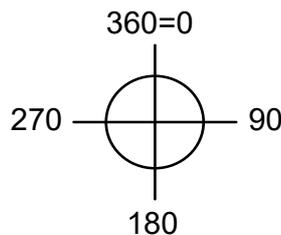
In funzione del contesto progettuale l'ammasso roccioso deve quindi essere valutato sulla base dei rapporti geometrici esistenti fra l'opera e le giaciture della discontinuità più critica, proponendo un valore di penalizzazione (C) che porta alla diminuzione del valore BMR, consentendo di valutare il valore del Rock Mass Rating (RMR).

Di seguito si riporta il rapporto fra BMR e RMR:

$$\text{BMR} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 \quad (\text{riferito genericamente all'ammasso})$$

$$\text{RMR} = \text{BMR} - C \quad (\text{riferito all'ammasso in relazione al contesto progettuale})$$

L'immissione delle giaciture delle discontinuità fa riferimento ai valori di inclinazione e direzione, precisando che non deve essere immessa la direzione del piano, ma la direzione della massima pendenza. I gradi di immersione si intendono variabili da 0° a 360°, con inizio da Nord in senso orario:



Originariamente Bieniawski prevedeva l'introduzione di un giudizio empirico e sintetico per la valutazione delle correzioni da apportare al BMR: erano previste condizioni *molto favorevole*, *favorevole*, *media*, *sfavorevole* e *molto sfavorevole*.

C RISULTATI DELLE ANALISI STRUTTURALI E GEOMECCANICHE

Di seguito si riportano i valori di BMR emersi dalle 61 stazioni di rilevamento eseguite la cui precisa ubicazione è riportata sulla carta geologica. Il dettaglio ed i tabulati relativi alle singole stazioni sono riportati nei tabulati dell'elaborato Schede rilievi geomeccanici (D01-T1Ln-GG020-1-RJ-003-0A) relativi alle stazioni eseguite nei singoli lotti di progetto.

Stazione (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SG1	L1	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – Calcareniti e calcareniti marnose (Mc)
SG2	L1	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e calcareniti marnose (Mc)
SG3	L1	54	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG4	L1	52	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG5	L1	43	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti, marne e calcari marnosi (Ocm)
SG6	L1	48	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)
SG7	L1	59	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)
SG8	L1	51	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Membro Leonardo – calcisiltiti e calcari marnosi (Ocm)
SG9	L1	67	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – breccia calcarenitica e marnosa (Mcm)
SG10	L2	73	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – Membro Irminio – calcareniti e marne (Mcm)
SG11	L8	55	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG12	L8	68	II - ammasso buono	Breccia lavica (Pvl)

SG13	L6	66	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG14	L6	62	II - ammasso buono	Colate di lava e piroclastiti massive (Pvl)
SG15	L6	70	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG16	L6	64	II - ammasso buono	Lava a pillows (Ppw)
SG17	L6	62	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG18	L6	58	III - ammasso discreto	Lava a pillows (Ppw)
SG19	L6	50	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG20	L6	45	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG21	L3	60	III - ammasso discreto	Formazione Trubi - calcari e calcari marnosi (Pm)
SG22	L4	43	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG23	L4	65	II - ammasso buono	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG24	L4	52	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG25	L4	58	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG26	L4	49	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG27	L4	51	III - ammasso discreto	Formazione Trubi- calcari marnosi (Pm)
SG28	L4	69	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG29	L4	71	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG30	L5	74	II - ammasso buono	Piroclastiti massive (Pv)
SG31	L5	49	III - ammasso discreto	Breccia vulcanica (Pv)
SG32	L4	51	III - ammasso discreto	Gessi (Ms)
SG33	L5	65	II - ammasso buono	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG34	L5	63	II - ammasso buono	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG35	L5	66	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG36	L4	47	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG37	L4	47	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro –Marne (Mm)
SG38	L1	66	II - ammasso buono	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)

SG39	L1	50	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG40	L1	42	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG41	L1	34	IV - ammasso scadente	Formazione Ragusa – calcisiltiti, marne e calcari(Ocm)
SG42	L1	46	III - ammasso discreto	Formazione Ragusa – Calcareniti (Mc) i
SG43	L2	50	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG44	L3	46	III - ammasso discreto	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG45	L3	63	II - ammasso buono	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG46	L6	44	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG47	L3	43	III - ammasso discreto	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG48	L1	32	IV - ammasso scadente	Formazione Ragusa – Calcisiltiti, marne e calcari (Ocm)
SG49	L5	60	III - ammasso discreto	Formazione Carlentini – facies vulcanoclastica (Mv)
SG50	L5	68	II - ammasso buono	Calcere di base (Mg)
SG51	L5	64	II - ammasso buono	Calcere di base (Mg)
SG52	L5	43	III - ammasso discreto	Cataclasite della formazione Tellaro (Mm)
SG53	L5	46	III - ammasso discreto	Formazione Carlentini – facies vulcanoclastica (Mv)
SG54	L5	32	IV - ammasso scadente	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG55	L5	60	III - ammasso discreto	Calcere di base (Mg)
SG56	L5	58	III - ammasso discreto	Calcere di base (Mg)
SG57	L6	45	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG58	L6	54	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG59	L6	54	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG60	L6	52	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG61	L6	64	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)

Questi valori risultano essere la media ottenuta dai parametri specifici di ogni famiglia riconosciuta all'interno delle stazioni strutturali effettuate.

Infatti in ogni stazione strutturale sono state riconosciute più famiglie di fratture caratterizzanti l'ammasso roccioso analizzato nella stazione stessa.

Nei tabulati relativi alle singole stazioni riunite per lotti, sono elencate, stazione per stazione, le singole famiglie presenti, con i relativi valori di immersione e pendenza; che hanno permesso di determinare le famiglie caratteristiche dell'ammasso riassunte alla fine in una unica tabella.

E' necessario comunque evidenziare che le stazioni geomeccaniche sono state eseguite su affioramenti litoidi delle diverse formazioni affioranti che rappresentano quindi le facies più competenti delle unità che saranno interessate dal progetto ed in particolare dai tratti in galleria ed in trincea. Resta inteso quindi che, data l'estrema variabilità delle diverse litologie nell'ambito di ogni singola formazione, il valore BMR calcolato (variabile fra le classi II e IV) può risultare sovrastimato e rappresentativo solamente delle porzioni più competenti a cui si affiancano livelli fortemente più tettonizzati, incontrati ed analizzati nei numerosi sondaggi eseguiti in questa e nelle precedenti fasi progettuali, e che sicuramente possono determinare un peggioramento complessivo della qualità dell'ammasso roccioso nella sua globalità.

In tale ottica si rimanda alla progettazione geotecnica che applicando, dove necessari, i valori di penalizzazione ha consentito di pervenire alla valutazione del Rock Mass Rating (RMR).

Tale elaborazione ha tenuto conto di tutte le considerazioni di carattere geotecnico e geomeccanico, e delle estrema variabilità sia stratigrafica che strutturale e geomeccanica.

Data la natura delle formazioni, nell'ambito delle singole facies individuate si è quindi eseguita da un punto di vista progettuale una distinzione cautelativa in termini di variabilità di litologia e consistenza. In tal senso si tenga conto del fatto che i rilevamenti e le indagini geognostiche hanno evidenziato la presenza di potenti fasce di materiale altamente cataclasato in corrispondenza dei contatti tettonici dove le formazioni litoidi e semilitoidi arrivano a presentare delle caratteristiche di breccie grossolane in matrice argilloso limoso sabbiosa.