



Il Commissario Straordinario del Governo
per il recupero e la valorizzazione dell'ex carcere borbonico
dell'isola di Santo Stefano - Ventotene

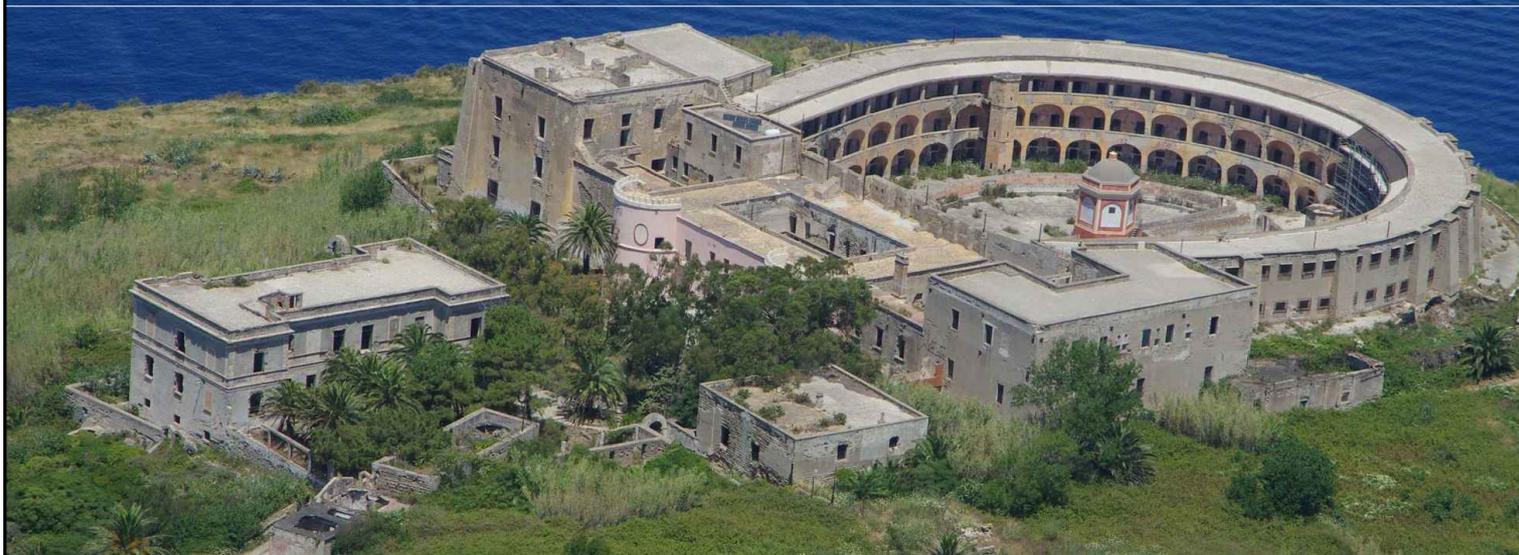


Comune di Ventotene
REGIONE LAZIO

CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO

RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA DI SANTO STEFANO VENTOTENE

Intervento n. 3 'Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano'



STAZIONE APPALTANTE



Agenzia nazionale per l'attrazione
degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria

ATTIVITA' TECNICHE
Beni Culturali e Architettura
Arch. Rosa di NUZZO

INVITALIA S.p.a.: Soggetto Attuatore in ottemperanza agli artt. 3 e 8 del Contratto Istituzionale di Sviluppo "Recupero e rifunionalizzazione ex carcere borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene"

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. ENRICO FUSCO

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE: Dott. Arch. Rosa di NUZZO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Dott. Arch. Massimo BARAGLI

PROGETTAZIONE STRUTTURALE
Dott. Ing. Letterio SONNESSA

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME
Dott. Ing. Daniele BENOTTI

RELAZIONE GEOLOGICA
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

PROGETTAZIONE IMPIANTI
Dott. Ing. Pierluigi ROSATI
Dott. Ing. Osvaldo PITORRI

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Dott. Ing. Nunzio LAURO

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e PROCEDURE VIA-Vinca
Dott. Luca DI NARDO

COMPUTI E STIME
Geom. Luigino D'ANGELANTONIO

RELAZIONE ARCHEOLOGICA: ASPSP Servizi Archeologici snc, Dott.ssa Laura SANNA e Francesco TIBONI

GRUPPO DI LAVORO INTERNO

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR
Dott. Arch. Lucia PACITTO

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:
Dott. Ing. Mario D'AMATO
Dott. Ing. Francesco DI LAURO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:
Dott. Ing. Leonardo GUALCO

PROGETTAZIONE IMPIANTI:
Sig. Ennio REGNICOLI

RILIEVI E RESTITUZIONE GRAFICA:
Geom. Gennaro DI MARTINO
Dott. Ing. Francesco DE SIMONE
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Dott. Arch. Ahmed ELGAZZAR

SUPPORTO TECNICO OPERATIVO

PROGETTAZIONE OPERE MARITTIME:
3TI Progetti Italia - Ingegneria Integrata SpA
Dott. Ing. Stefano Luca POSSATI

PROGETTAZIONE AMBIENTALE e PROCEDURE VIA-Vinca:
SETIN Servizi tecnici Infrastrutture s.r.l.
Dott. Alessandro PIAZZI

PROGETTAZIONE GEOTECNICA:
STUDIO TECNICO ASSOCIATO - SINTESI
Dott. Ing. Germano GUIDUCCI

INDAGINI GEOGNOSTICHE :
Geodes Laboratori
Dott.ssa M. Gabriella BEVILACQUA

INDAGINI E RILEVAZIONI AMBIENTALI, ARCHEOLOGICHE E STRUMENTALI A MARE :
Enviroconsult srl - Dott. Ing. Roberto SAGGIOMO

INDAGINI SULLE STRUTTURE :
ICS Centro Sperimentale di Ingegneria Srl
Dott. Ing. Giuseppe MONTELLA

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO			DATA	NOME	FIRMA
Documenti generali Relazione tecnica sulle indagini di rilevamento geologico-tecnico e analisi di stabilità -----			REDATTO	05/03/2021	GEODES
			VERIFICATO	05/03/2021	GUIDO-SONNESSA
			APPROVATO	05/03/2021	Rosa di NUZZO
			DATA	05-03-2021	CODICE BREVE
			SCALA	----	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI	CODICE ELABORATO		
Rev. 1-....-....	----	2017E037INV-02-D-GE-IND002		
Rev. 2-....-....	----	CODICE FILE		
Rev. 3-....-....	----	2017E037INV-02-D-GE-IND002.dwg		

GE-IND002

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

**COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.
SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA-SCALO 4
ISOLA DI SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)**

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A
SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL
"CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E
RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA
DI SANTO STEFANO VENTOTENE" - CIG 8397093C58**



GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 0009596
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

**RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI DI RILEVAMENTO
GEOLOGICO-TECNICO E ANALISI DI STABILITA'
REV I del 07.12.2020**

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20 C SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

INDICE

1.PREMESSA	3
2.RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO	4
3.STAZIONI GEOMECCANICHE	10
4.RMR BIENIAWSKI	14
5.SMR ROMANA	17
6.ANALISI DI STABILITA'	18
6.1 SG1	20
6.2 SG2A/SG2B	21
6.3 SG3	23
7. CONCLUSIONI	24

Allegati:

- ✓ *Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG1*
- ✓ *Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG2A*
- ✓ *Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG2B*
- ✓ *Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG3*
- ✓ *Schede i campo*
- ✓ *Tabelle riepilogative*
- ✓ *Report fotografico*

1. PREMESSA

La seguente relazione tecnica viene stesa a seguito delle attività di rilevamento geologico-tecnico eseguite all'interno della campagna geognostica avente come oggetto "Affidamento dei servizi di indagine geognostica a mare a supporto della progettazione nell'ambito del "Contratto Istituzionale di Sviluppo - Recupero e rifunionalizzazione ex Carcere Borbonico dell'isola di Santo Stefano Ventotene" - Intervento n. 3 Realizzazione/adequamento degli approdi all'isola di Santo Stefano". (CIG 8397093C58), di cui la Scrivente è risultata aggiudicataria come da Determina 198/2020, per conto della Società INVITALIA SPA, con sede in Roma.

In seno alle attività di indagine previste dalla campagna, sono state eseguite, in corrispondenza di due degli approdi presenti sull'isola, delle stazioni di rilevamento geomeccanico, i cui risultati vengono esposti nel presente lavoro; in dettaglio le attività hanno riguardato gli approdi così denominati:

- Approdo "Marinella"
- Approdo n. 4.

In allegato alla presente sono forniti i seguenti elaborati:

- Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG1
- Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG2A
- Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG2B
- Proiezioni stereografiche stazione geomeccanica SG3
- Schede rilievo di campo
- Tabelle riepilogative
- Report fotografico

2. RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO

Nell'ambito delle condizioni precedentemente descritte, al fine di prevenire eventuali fenomeni di distacco di blocchi e poter eseguire i lavori di messa in sicurezza, è stata programmata e realizzata una campagna di rilevamento geologico-tecnico costituita complessivamente di n. 3 stazioni geomeccaniche, eseguita in circa 3 giorni, secondo i criteri e le raccomandazioni ISRM (International Society for Rock Mechanims) come richiesto dalla Committenza.

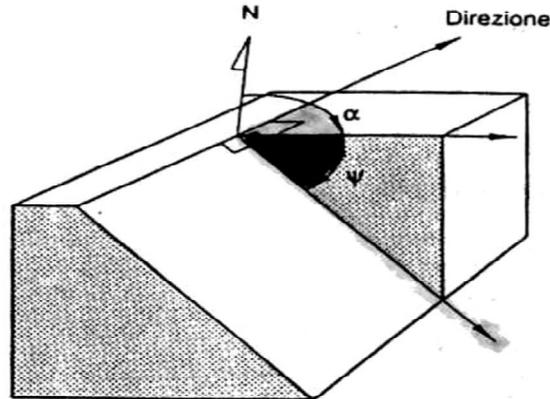
Nel dettaglio, il rilevamento è stato condotto seguendo un metodo di tipo soggettivo secondo il quale, una volta individuata una finestra di scansione (di riferimento) su cui effettuare la stazione, sono state individuate le famiglie di discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso, procedendo quindi a misurare i parametri successivamente elencati per ogni famiglia e non per ogni singolo giunto o discontinuità.

Le raccomandazioni ISRM prevedono la necessita di verificare su una stazione geologico tecnica i seguenti parametri:

- **Giacitura** (del giunto o della famiglia di discontinuità): per giacitura si intende l'orientazione del giunto nello spazio mediante la sua direzione di immersione rispetto al nord (dip direction) e dalla sua inclinazione rispetto all'orizzontale (dip): tale parametro è stato misurato durante l'attività mediante una bussola tipo Wilkie, munita di inclinometro; uno schema esemplificativo di una giacitura è mostrato in figura 1;

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



α = Immersione
 ψ = Inclinazione

Fig.1: schema esemplificativo di immersione e di inclinazione.

- **Spaziatura:** per spaziatura si intende la distanza, espressa in centimetri, tra un giunto e il successivo giunto, misurata ortogonalmente alla giacitura e appartenente alla stessa famiglia di discontinuità, per l'approccio utilizzato in questo lavoro, all'interno della finestra di scansione scelta, misurato mediante una fettuccia metrica. In figura 2 è mostrato uno schema esemplificativo di misurazione del parametro;

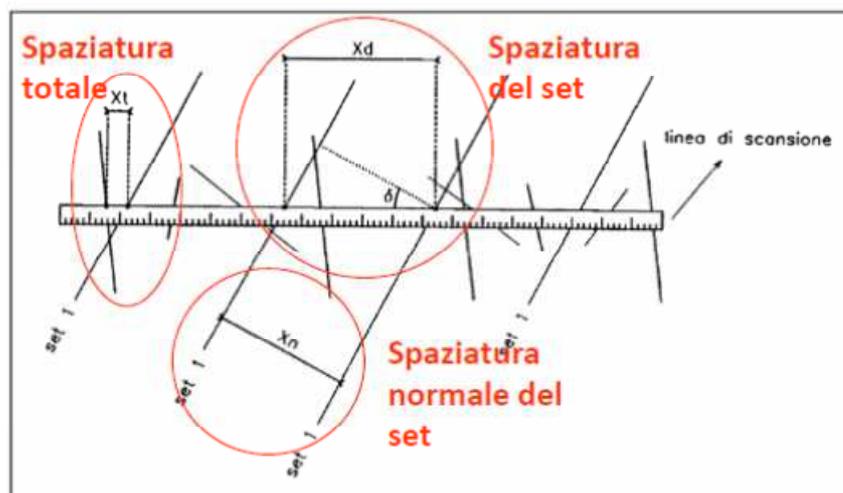


Fig.2: schema esemplificativo della misurazione di spaziatura

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- **Persistenza:** per persistenza si intende l'estensione areale della discontinuità, ovvero la profondità di penetrazione della discontinuità, che può estendersi oltre la roccia stessa (X), può esaurirsi entro la roccia (R) o può esaurirsi contro un'altra discontinuità (D);
- **Rugosità (Scabrezza):** tale parametro, è dato dall'irregolarità e dalle ondulazioni presenti lungo la superficie del giunto e la sua importanza diminuisce all'aumentare dell'apertura e dell'eventuale riempimento del giunto stesso: è stato quantificato attraverso il parametro JRC (Barton 1973), stimato in campagna con il pettine di Barton (Fig. 3);

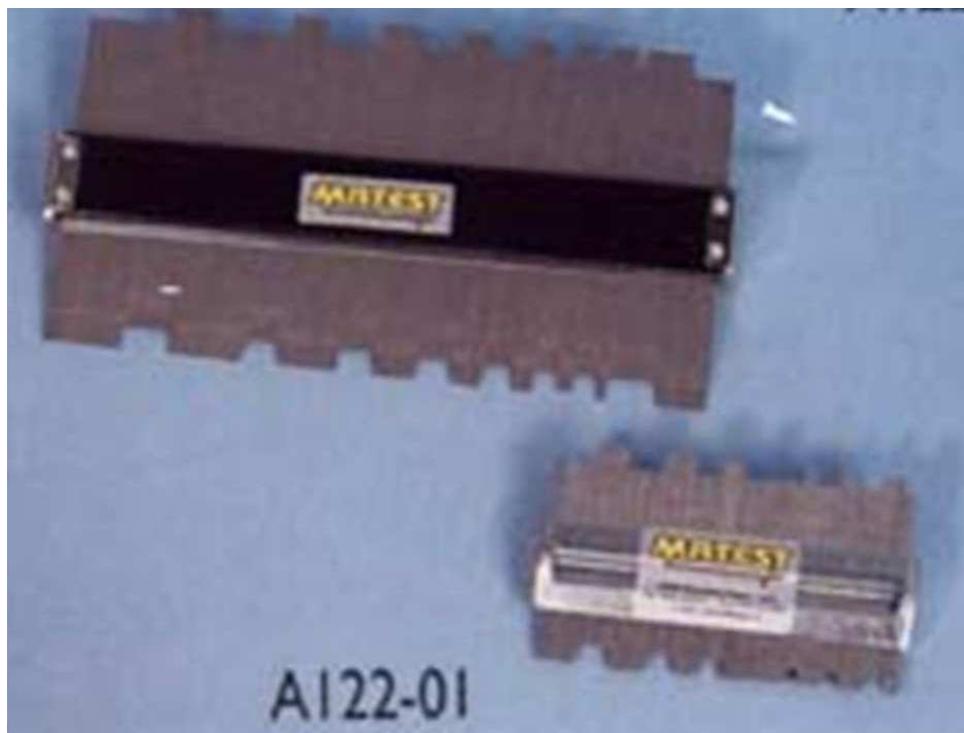


Fig.3: pettine di Barton

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- **Resistenza delle pareti:** tale parametro, rappresenta la resistenza a compressione equivalente dei lembi affacciati di una discontinuità; spesso minore alla resistenza a compressione della roccia massiva, viene misurata attraverso il martello di Schimdt per mezzo di appositi abachi (Fig. 4), sia sulla superficie alterata sia sulla superficie fresca, ottenuta mediante apposita pietra abrasiva (Hoek et Bray 1974);

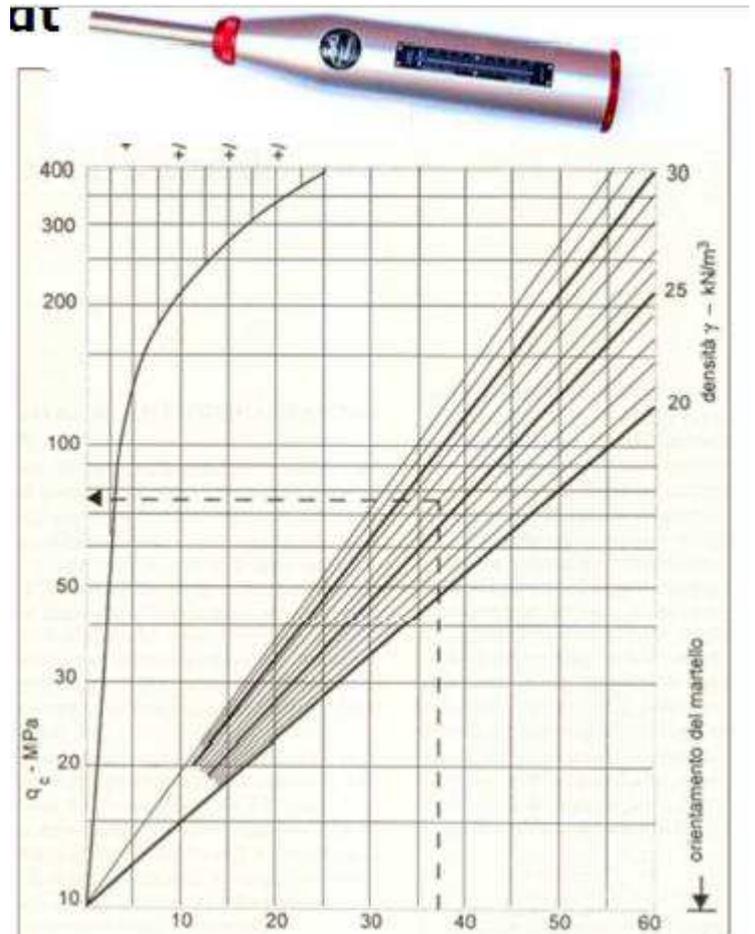


Fig.4: abaco per la stima della resistenza a compressione con martello di Schimdt

- **Apertura:** distanza tra le due superfici della discontinuità, riempita da aria o acqua; tale valore è misurato mediante fettuccia metrica, e dà un'indicazione sulla permeabilità dell'ammasso roccioso;
- **Riempimento della discontinuità:** tale parametro, definisce la natura del materiale eventualmente presente all'interno delle discontinuità aperte e tipicamente è di natura argillosa, sabbiosa o limosa, ma in alcuni casi anche ghiaiosa o milonitica;

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- **Condizioni idriche delle discontinuità:** tale parametro, indica la presenza di acqua o abbondante umidità all'interno delle discontinuità; talvolta la presenza di mineralizzazione è indice della presenza di acqua frequente, anche se le condizioni sono asciutte. Tale parametro dà indicazioni sulla permeabilità della roccia;
- **Numero di discontinuità:** numero di discontinuità o di famiglie di discontinuità che caratterizzano l'ammasso roccioso.
- **Dimensione dei blocchi:** dimensione dei blocchi risultanti dalla reciproca orientazione dei sistemi di discontinuità che si intersecano e della spaziatura tra le discontinuità stesse; è stata espressa in questa relazione tramite il parametro J_v ottenuto attraverso la relazione proposta da Palmström.

Nei pressi dell'approdo Marinella sono state eseguite in accordo con la committenza un totale di due stazioni geomeccaniche, denominate SG1 e SG2, ubicate come da figura 1; la stazione SG2 è stata suddivisa verticalmente in due sottostazioni SG2A e SG2B poiché, durante l'attività, è stato rilevato un cambio di inclinazione e ramificazione delle discontinuità presenti sull'affioramento.

Nei pressi dello scalo numero 4 è stata invece effettuata una sola stazione geomeccanica, la cui ubicazione è mostrata in figura 2 e denominata SG3.

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



Fig 1: ubicazione delle stazioni geomeccaniche SG1 e SG2A/B (foto aerea)



Fig.2: ubicazione della stazione geomeccanica SG3 (foto aerea)

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

3. STAZIONI GEOMECCANICHE

In corrispondenza delle stazioni geomeccaniche effettuate, i cui valori misurati sono riportati per ogni stazione in allegato, è stata riscontrata la presenza di tre famiglie di discontinuità; tuttavia, già in fase di rilevamento e ancora più dalle proiezioni stereografiche, è risultato evidente come fosse possibile e necessario suddividere una famiglia in due sottofamiglie, (n. 3 e n. 4 nelle schede geomeccaniche), sub-verticali, con orientazione opposta tra loro, poiché è emerso come la formazione di eventuali cunei di roccia possa avvenire proprio tra queste due famiglie che pertanto, sono state considerate come due famiglie separate. In figura 3 è riportato uno stereoplot, proiettato su reticolo equiangolare, in cui sono stati inseriti tutti i giunti misurati nelle stazioni e la loro abbondanza.

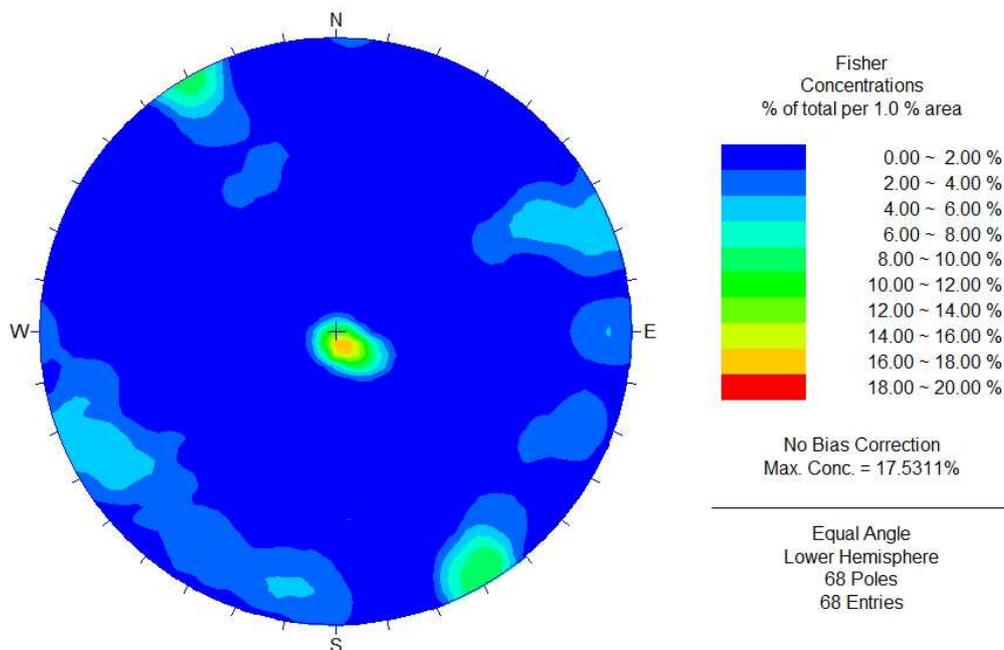


Fig. 3: stereoplot generale dell'isola (si riconoscono la stratificazione sub-orizzontale, un sistema sub-verticale orientato NNW e le ultime due famiglie, anch'esse sub-verticali, orientate ENE e WSW)

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

In fase di elaborazione inoltre, è stata prodotta anche una proiezione stereografica in cui, dopo aver mediato tutte le misure effettuate sui giunti appartenenti a una determinata famiglia, è stata proiettata una ciclografica “media” di ogni famiglia; tale proiezione evidenzia come a carattere globale, sull'intera isola di Santo Stefano, si formano cunei di roccia tra le famiglie 3 e la famiglia 4 che, in condizioni ideali, potrebbero staccarsi e proprio per questo sono state considerate come due famiglie di discontinuità separate.

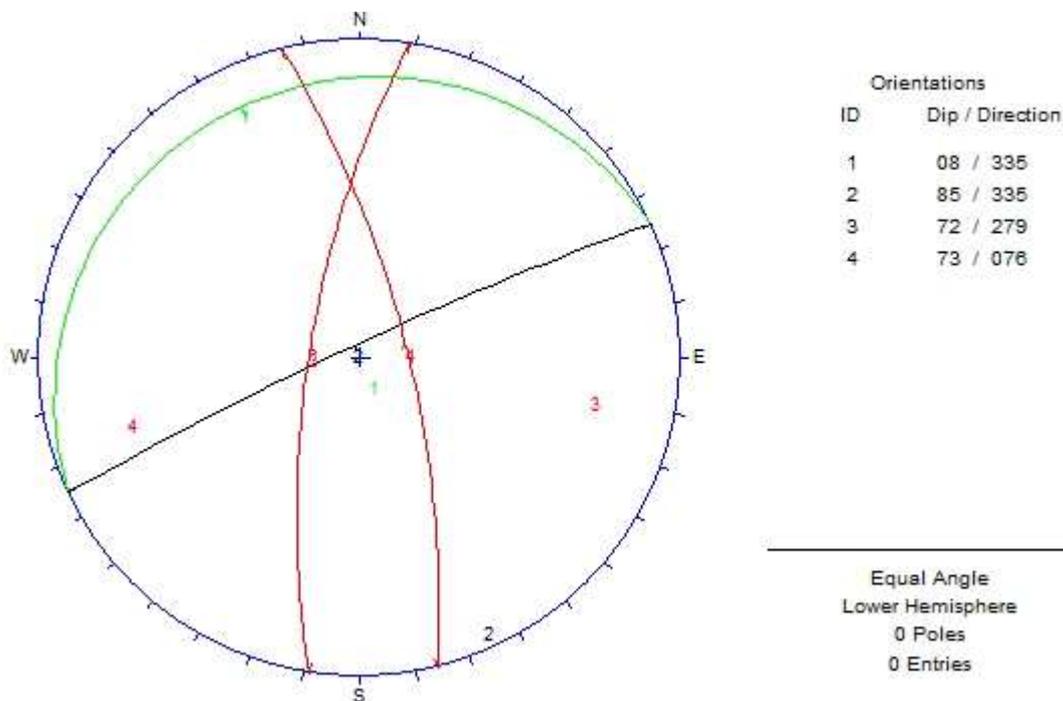


Fig.4: proiezione ciclografica delle giaciture medie misurate all'interno delle stazioni; in verde la ciclografica della stratificazione, in nero la famiglia numero 2, in rosso le famiglie 3 e 4 che formano un cuneo di roccia

Per ogni stazione sono state inoltre, stimate le dimensioni dei blocchi di roccia formati, attraverso il parametro J_v calcolato con la relazione di Palmström (Sharma et Saxena 2001):

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

$$J_v (m^3) = 1/S_1 + 1/S_2 + \dots + 1/S_n + nJ_r / (5 \cdot A^{1/2})$$

in cui, $nJ_r / (5 \cdot A^{1/2})$ è un fattore correttivo utilizzato quando si rileva su finestre di scansione; i valori di J_v stimati per ogni famiglia di ogni stazione sono riportati in tabella 1.

A partire da tale valore, può essere attribuito anche un valore RQD dell'ammasso roccioso, quando $J_v > 4.6$; per valori inferiori a 4.6 di J_v , come nel nostro caso, RQD deve essere assunto uguale al 100% (Palmström 2005).

Tra le famiglie in cui si forma un blocco, è stato inoltre stimato il volume medio dei blocchi tramite la relazione:

$$V_B = \frac{S_1 * S_2 * S_3}{\sin \alpha_1 * \sin \alpha_2 * \sin \alpha_3}$$

Applicando la relazione per famiglie con due angoli di intersezione di 90° e uno di circa 60° $V_B = 1.16 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ (Palmström 2005), sono stati stimati i volumi medi di blocchi che si formano, elencati nella successiva tabella.

N. stazione	N. famiglie	JV(m ³)	VB (m ³)	descrizione
SG1	4	4,412	2.75	blocchi di grandezza media
SG2A	4	3,318	3.01	blocchi grandi
SG2B	4	3,963	1.86	blocchi grandi
SG3	4	2,394	4.48	blocchi grandi

Tab.1: valori J_v e V_B stimati

In tabella 2 invece, sono mostrati, per ogni famiglia in ogni stazione, parametri come la rugosità e la resistenza a compressione equivalente:

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

la rugosità è stata stimata in campagna attraverso il pettine di Barton e espressa attraverso il valore JRC (adim), che varia da 0 per una superficie liscia a 20 per una superficie rugosa;

la resistenza a compressione equivalente, può essere stimata attraverso il parametro JCS ovvero il numero di colpi misurati con il martello di Schmidt; a partire da questi parametri è possibile inoltre stimare la resistenza a taglio del giunto attraverso la formula di Barton.

N. stazione	N. famiglie	JRC (adim)	resistenza superficie alterata (MPa)	resistenza superficie fresca (MPa)
SG1	1	12-14	80	150
SG1	2	14-16	40	70
SG1	3	12-14	55	120
SG1	4	14-16	55	120
SG2A	1	10-12	25	40
SG2A	2	14-16	35	55
SG2A	3	10-12	35	55
SG2A	4	12-14	35	55
SG2B	1	10-12	25	40
SG2B	2	14-16	35	55
SG2B	3	10-12	35	55
SG2B	4	10-12	35	55
SG3	1	10-12	70	150
SG3	2	8-10	55	90
SG3	3	8-10	40	70
SG3	4	10-12	40	70

Tab. 2: valori di JRC e resistenza a compressione stimata col martello di Schmidt

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

In ogni stazione, è stato attribuito all'ammasso roccioso anche un valore di GSI (Geological Strength Index): tale parametro, proposto da Marinos e Hoek di carattere qualitativo, viene attribuito ad un ammasso roccioso in funzione del suo grado di fratturazione ed è molto utile per avere una stima sulle condizioni generali di fratturazione dello stesso e va da un valore minimo di 5 per ammassi rocciosi molto fratturati o fagliati, a un massimo di 95 per ammassi rocciosi massivi e poco fratturati. I valori di GSI (Marinos 2000) misurati per ogni stazione geomeccanica sono riportati in tabella 3.

N. stazione	GSI
SG1	65
SG2A	70
SG2B	70
SG3	75

Tab 3: valori di GSI stimati

4. RMR BIENIAWSKI

A partire dai dati raccolti in campagna, è stato stimato il valore RMRb (Rock Mass Rating) secondo il metodo empirico proposto da Bieniawski (Bieniawski 1979; Bieniawski 1989) attraverso 5 parametri. In questo metodo, viene attribuito all'ammasso roccioso una classe di qualità crescente, attraverso un valore numerico, compreso tra un minimo di 8 ad un massimo di 100: all'aumentare di tale valore aumenta anche il livello qualitativo dell'ammasso roccioso.

I valori che contribuiscono alla valutazione del valore RMRb possono essere facilmente ricavati tramite appositi abachi e sono nell'ordine:

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- **Resistenza a compressione monoassiale (A):** stimata attraverso il numero di colpi al martello di Schmidt, dal quale si ricava la resistenza a compressione monoassiale in MPa (JCS), contribuisce al calcolo di RMRb con un valore minimo di 1 per $JCS < 10$ MPa e un valore massimo di 20 per $JCS > 250$ MPa;
- **RQD (B):** il valore di RQD, per gli ammassi rocciosi, viene calcolato a partire dal valore J_v attraverso la formula $RQD = 115 - 3.3J_v$ (per valori di $J_v > 4.6$), contribuisce a RMRb con un valore di 15 per $RQD = 100$ e un valore di 3 per $RQD < 25$;
- **Spaziatura (C):** il valore di spaziatura misurato tra i giunti, contribuisce alla stima di RMRb, con massimo di 20 punti per spaziature superiori di 200 cm, ad un minimo di 3 punti per spaziature minori di 6 cm;
- **Condizioni delle discontinuità (D):** tale parametro, contribuisce con un minimo di 0 punti a un massimo di 30 punti in funzione di 5 sottocategorie, nelle quali sono valutati per i giunti, la persistenza, l'apertura, la scabrezza, il riempimento e l'alterazione, contribuendo ciascuno con un minimo di 0 punti e un massimo di 6 punti;
- **Condizioni idrauliche dei giunti (E):** tale parametro, varia da un massimo di 15 punti per giunti in cui non c'è presenza di acqua, a un minimo di 0 in cui scorre acqua in maniera fluente.

Dalla somma di questi 5 parametri si ottiene un valore di RMRb, oppure, scegliendo di ignorare il quinto parametro, un RMR in condizioni secche: in tale caso RMR ha un valore compreso tra 8 e 85.

Al valore RMRb può essere sommato, infine, un ultimo valore correttivo compreso tra 0 e -50 variabile in funzione dell'orientazione dei giunti a seconda che si stia progettando per

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

tunnel, fondazioni o se si tratta di versanti, ottenendo così un valore di RMRc (RMRcorretto).

In funzione del valore di ottenuto (tab.4), l'ammasso roccioso può essere diviso in cinque classi che vanno, da molto buono per valori di RMR compresi fra 80 e 100, fino a molto scadente per RMR compreso tra 8 e 20.

N. stazione	A	B	C	D	E	RMRb	RMRc
SG1	8	20	16	12	7	63	38
SG2A	5	20	15	12	10	62	37
SG2B	5	20	14	12	10	61	36
SG3	7	20	20	13	7	67	42

Tabella 4: Valori A-B-C-D-E e relativi RMR

A partire dal valore RMRb è possibile stimare, tramite formule empiriche, parametri utili in fase progettuale come l'angolo di attrito, la coesione e la deformabilità dell'ammasso roccioso attraverso le formule:

$$\Phi = \text{RMRb}/2 + 5^\circ$$

$$C = \text{RMRb} * 5 \text{ (KPa)}$$

$$E_m = 2\text{RMRb} - 100 \text{ (GPa)}$$

Nella successiva tabella sono riportati, per ogni stazione geomeccanica, i valori di RMR di base, (in condizioni secche e corrette), l'angolo di attrito, la coesione e la deformabilità dell'ammasso calcolati a partire da RMR.

N. stazione	RMRb	RMRs	RMRc	ϕ	Coesione (KPa)	Deformabilità
SG1	63	56	38	36.5	315 KPa	26
SG2A	62	52	37	36	310 KPa	24
SG2B	61	51	36	35.5	305 KPa	22
SG3	67	60	42	38.5	335 KPa	34

Tabella 5: valori RMR e parametri geotecnici

5. SMR ROMANA

A partire dal RMR, è stato stimato il valore SMR (Slope Mass Rating), proposto da Romana, il quale sostituisce il parametro correttivo di Benjawski con un altro parametro, dato dal prodotto di tre fattori, funzione del confronto dei valori di dip/dip direction del fronte e dip/dip direction del giunto, a seconda se si stia valutando la sicurezza del versante al ribaltamento o allo scivolamento.

Il secondo fattore correttivo, variabile da +15 a -8, è funzione delle condizioni del versante a seconda se è naturale o artificiale e, nel caso di versante artificiale, funzione della tecnica di scavo del versante; il valore SMR può essere quindi ottenuto attraverso la seguente formula:

$$SMR=RMRb-(F1*F2*F3)+F4$$

Il valore di SRM deve essere calcolato per ogni famiglia di giunti presente nell'ammasso per scorrimento e ribaltamento e, una volta eseguita l'operazione, si sceglie come valore di SRM il più basso per l'ammasso roccioso.

Nel dettaglio, nei fattori correttivi che sono moltiplicati per ottenere il valore da sottrarre a RMRb, vengono valutati i seguenti aspetti:

- **F1:** fattore che tiene conto del parallelismo tra dip direction del versante e dip direction del giunto, variabile da 1 a 0.15;
- **F2:** fattore che tiene conto dell'inclinazione del singolo giunto, valutata in funzione dello scivolamento e del ribaltamento, variabile tra 1 e 0.15
- **F3:** fattore che mette in rapporto l'inclinazione del singolo giunto con quella del versante, variabile tra 0 e -60;

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

- **F4:** fattore che tiene conto se il versante è in condizioni naturali o ha subito lavorazioni e, eventualmente il tipo di lavorazione, variabile da 15 a -8.

Dai parametri ottenuti con RMRb, opportunamente corretti secondo i criteri precedentemente descritti, sono emersi i valori di SMR proposti nella seguente tabella, dai quali risulta che gli ammassi rocciosi, sui quali è stato svolto il rilievo geomeccanico, sono mal predisposti sia a fenomeni di scivolamento che a fenomeni di ribaltamento.

N. Stazione	RMR	F1	F2	F3	F4	SMR MINORE
SG1	63	0.15	1	-6	15	78.9
SG2A	62	0.15	1	-6	15	77.9
SG2B	61	0.15	1	-6	15	76.9
SG3	67	0.15	1	-6	15	82.9

Tabella 6: F1-F2-F3-F4 e relativo SMR romana

N. stazione	SMR	qualità	stabilità	sostegno
SG1	78.9	buono	stabile	occasionale
SG2A	77.9	buono	stabile	occasionale
SG2B	76.9	buono	stabile	occasionale
SG3	82.9	molto buono	stabile	nessuno

Tabella 7: valori SMR

6.ANALISI DI STABILITA'

La verifica di stabilità è stata eseguita mediante test di Markland per ogni stazione effettuata; in tale metodo, tramite proiezioni stereografiche delle famiglie di discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso e del fronte della stazione, è possibile verificare compatibilità cinematica e compatibilità dinamica a scivolamento, ribaltamento e al distacco di cunei di roccia.

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

A seconda del meccanismo secondo il quale si intende verificare la stabilità, per la predisposizione cinematica al movimento, variano i parametri di cui bisogna tenere conto nell'analisi dovendo, nel dettaglio, verificare a seconda del caso:

- **Scivolamento planare:** per la verifica cinematica allo scivolamento planare lungo un piano, bisogna verificare che due condizioni siano soddisfatte
 - a) l'inclinazione della famiglia di discontinuità deve essere minore dell'inclinazione del versante;
 - b) la dip direction della famiglia deve essere $\pm 20^\circ$ della dip direction del versante;
- **Ribaltamento:** perché su un fronte siano possibili fenomeni di ribaltamento, devono essere soddisfatte due condizioni
 - a) lo strike del giunto deve essere ± 10 dello strike della famiglia di discontinuità;
 - b) l'inclinazione del giunto deve essere minore dell'inclinazione del versante;
- **Cunei di roccia:** perché possa verificarsi il distacco di un cuneo di roccia, è necessario che vi sia l'intersezione tra due famiglie di giunti; tale intersezione deve essere compresa tra le dip direction delle due famiglie di discontinuità. Una volta che si presenta tale situazione, perché vi siano le condizioni cinematiche al distacco di un cuneo di roccia, l'inclinazione della linea d'intersezione dei piani deve essere minore o uguale all'inclinazione del versante ed inoltre tale intersezione deve essere compresa fra ± 20 la dip direction del versante.

Tuttavia, verificare le condizioni cinematiche rispetto a un determinato meccanismo, non sempre è sufficiente: perché possa innescarsi un'instabilità infatti, bisogna che il giunto sia predisposto cinematicamente e bisogna verificare che ci sia ammissibilità dinamica fra il

piano che si sta analizzando e le forze che agiscono su di esse. Tale verifica viene effettuata proiettando sul reticolo il cono d'attrito, corrispondente a una circonferenza concentrica al reticolo, con centro differente, ottenuta facendo girare attorno alla normale dell'immersione del versante la direzione di infinite forze avendo come massimo angolo l'angolo di attrito dell'ammasso.

Nel caso in cui le condizioni cinematiche, precedentemente elencate, ricadano all'interno del cono d'attrito è verificata anche l'ammissibilità dinamica ed è quindi possibile l'innescarsi dell'uno o dell'altro meccanismo.

Si procede ora ad una rapida descrizione dei test di Markland effettuati per ogni stazione geomeccanica rilevata in campagna.

6.1 SG1

Dall'analisi di stabilità effettuata per la stazione SG1, è emerso che per tale ammassi, esiste una compatibilità cinematica per scorrimenti planari e distacchi di cunei di roccia ma non per ribaltamenti; tuttavia l'ammissibilità dinamica verificata per angoli di attrito di 36.5° , calcolato mediante metodo di Beniaowski, è rispettata solo per il distacco di cunei di roccia che può formarsi tra le famiglie 3 e 4 e tra le famiglie 4 e 5 (figura 9).

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

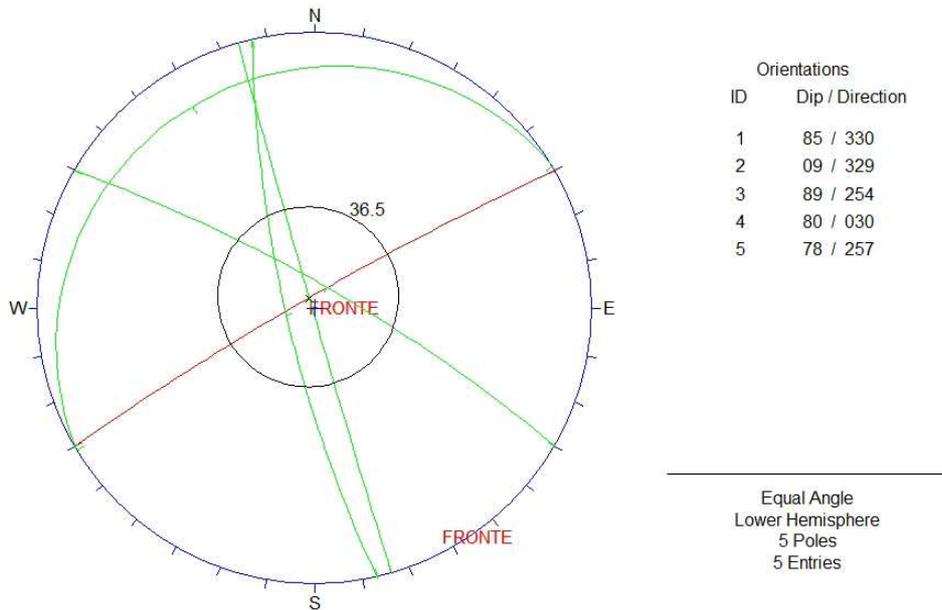


Fig. 9: SG1 - test di Markland

6.2 SG2A/SG2B

La stazione SG2 è stata suddivisa, già in fase di acquisizione dei dati, in due sottostazioni, poiché è stato notato come due famiglie di discontinuità variassero lungo la verticale la propria inclinazione (caratteristica tipica verificata anche nelle altre stazioni ma con variazioni minori), creando condizioni differenti in maniera evidente già in campagna; una suddivisione tra le due stazioni è mostrata in figura 10.

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



Fig.10: SG2 e sua suddivisione in due sottostazioni.

Dal test di Markland effettuato su queste due stazioni, analizzate separatamente ma qui commentate insieme, è emersa una compatibilità cinematica allo scivolamento planare. Tuttavia, la predisposizione al distacco di cunei di roccia, è verificata solo per la stazione SG2B, non vi è ammissibilità dinamica per movimenti di scorrimento planare; invece per distacco di cunei di roccia vi è ammissibilità dinamica per gli angoli di attrito di base e un ammissibilità incerta per angoli di attrito residui.

I test di Markland per le stazioni sono mostrati in figura 11 e in figura 12.

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

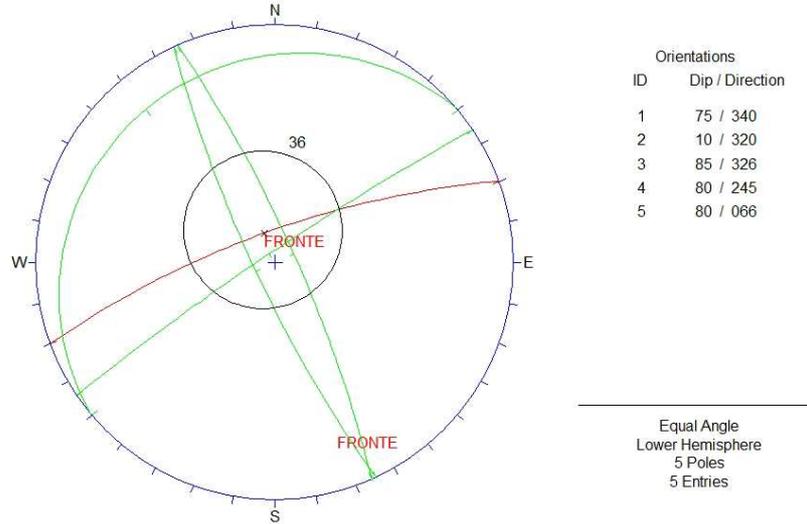


Fig. 11: SG2A - test di Markland

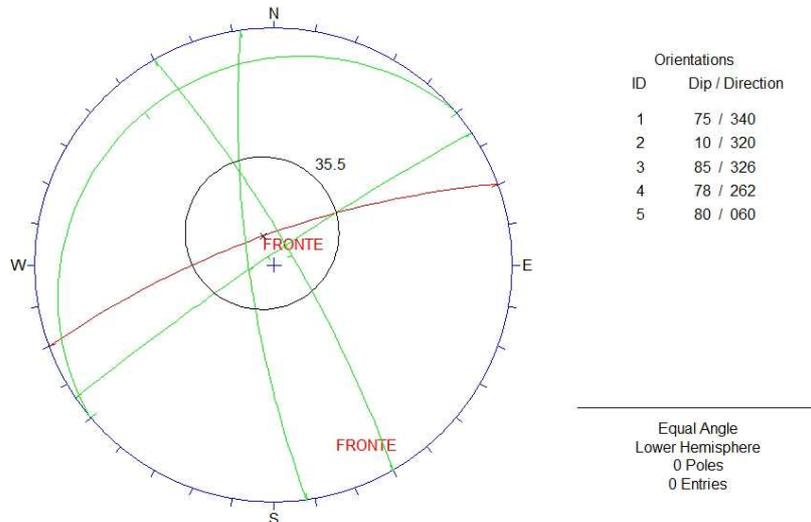


Fig. 12: SG2B - test di Markland

6.3 SG3

Dal test di Markland eseguito per la stazione SG3, sono emerse compatibilità cinematiche allo scorrimento planare ma non al distacco di cunei di roccia; infatti, i cunei che si formano, non rientrano nel range di dip direction in cui vi è compatibilità cinematica.

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

Tuttavia, va notato, che un lieve cambio di direzione del versante verso EST renderebbe cinematicamente compatibile al movimento tale cuneo.

Inoltre, non vi è ammissibilità dinamica per scorrimenti di tipo planare, ma vi è ammissibilità dinamica per il cuneo di roccia qualora il versante, restando circa della stessa pendenza, cambi orientazione circa verso EST; il test di Markland per questa stazione geomeccanica è mostrata in figura 13.

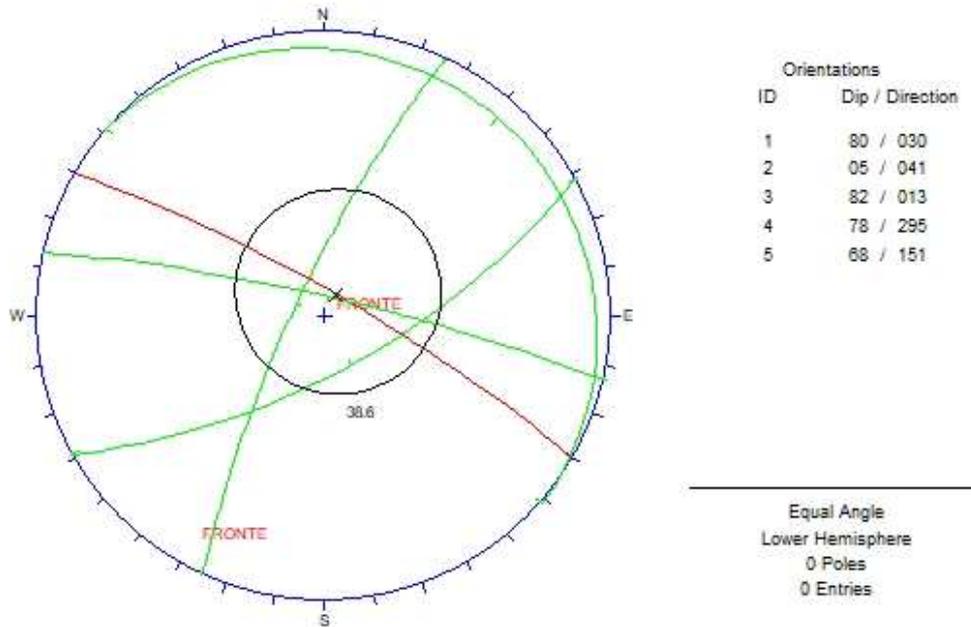


Fig. 13: SG3 - test di Markland

7. CONCLUSIONI

Dalla campagna di rilevamento geomeccanico, è stato dunque possibile effettuare un'analisi di stabilità attraverso il test di Markland.

Da tale analisi sono emerse diverse instabilità lungo le coste dell'isola, legate per lo più al distacco di cunei di roccia; tali criticità inoltre, sono fortemente legate all'orientazione e

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

l'inclinazione del versante, che in aree di falesia come quella analizzata, possono essere molto importanti e per tale motivo, in condizioni di incertezza, si ritiene necessario considerare instabili cunei di roccia al limite del test di Markland.

Non sono state riscontrate instabilità per quanto concerne il ribaltamento sul lato Marinella-Scalo 4 dell'isola, per l'orientazione del versante; tuttavia, tali fenomeni non sono da escludersi sulla costa opposta dell'isola, nonché su locali insenature ove l'orientazione è favorevole a fenomeni di questo tipo.

Viene infine proposta una tabella riassuntiva in cui sono mostrate le instabilità per ogni stazione geomeccanica.

Stazione	Scivolamento	Cunei di roccia	Ribaltamento
SG1	Stabile	Instabile	Stabile
SG2A	Stabile	Stabile	Stabile
SG2B	Stabile	Instabile	Stabile
SG3	Stabile	Instabile	Stabile

Il responsabile di sito



Il Direttore del Laboratorio



GEODES LABORATORI
Prove sulle Terre Decreto n. 9596
Prove in sito n. 3660
CSLP - STC

BIBLIOGRAFIA

Barton N. 1973; Review of a new shear strength criterion for rock joints, Engng Geol., n. 7, (Aso NGI Publ., n. 105, Oslo 1974); pp 287-372.

Bieniawski, Z.T., 1979, The geomechanics classification in rock engineering applications. Proceedings of the 4th International Congress on Rock Mechanics, 41–48.

Bieniawski, Z.T., 1989, Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering: New York, Wiley, xii, 251 p.

Hoek E. et Bray J. 1974; Rock slope engineering. The institution of mining and metallurgy, London, 309 p.

I.S.R.M. (1978) - Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics, Vol 15, pp. 319- 368.

Marinos, P., and Hoek, E., 2000, GSI - A geologically friendly tool for rock mass strength estimation, GeoEng2000 Conference: Melbourne, p. 1422-1442.

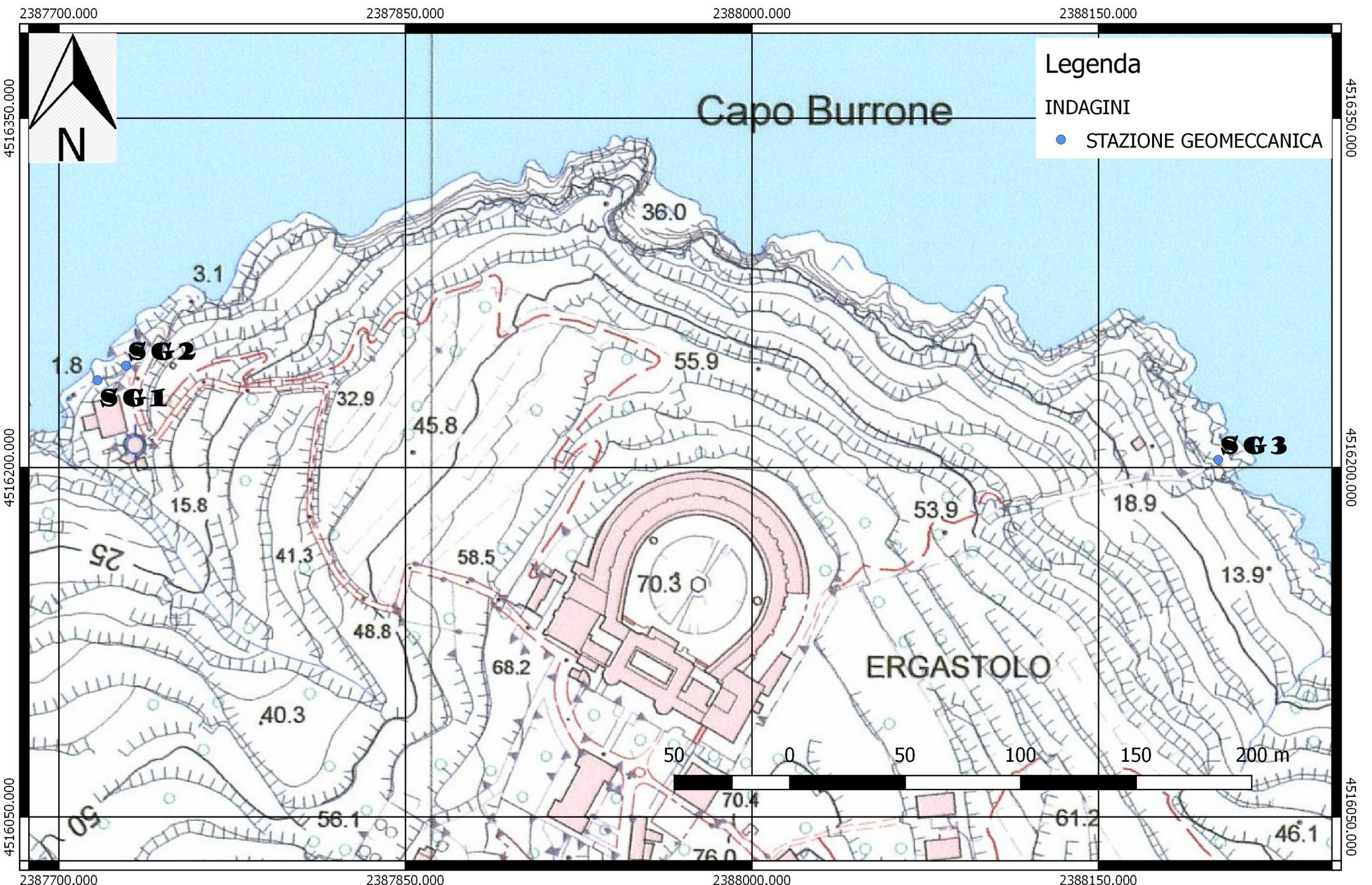
MARKLAND J. T. (1972) - A useful technique for estimating the stability of rock slopes when the rigid wedge sliding type of failure is expected. Imperial College Rock Mechanics Research Report No. 19.

Palmstrom Arild; 2005; Measurements of and Correlations between Block Size and Rock Quality Designation (RQD); Published in Tunnels and Underground Space Technology 20 (2005) 362-377.

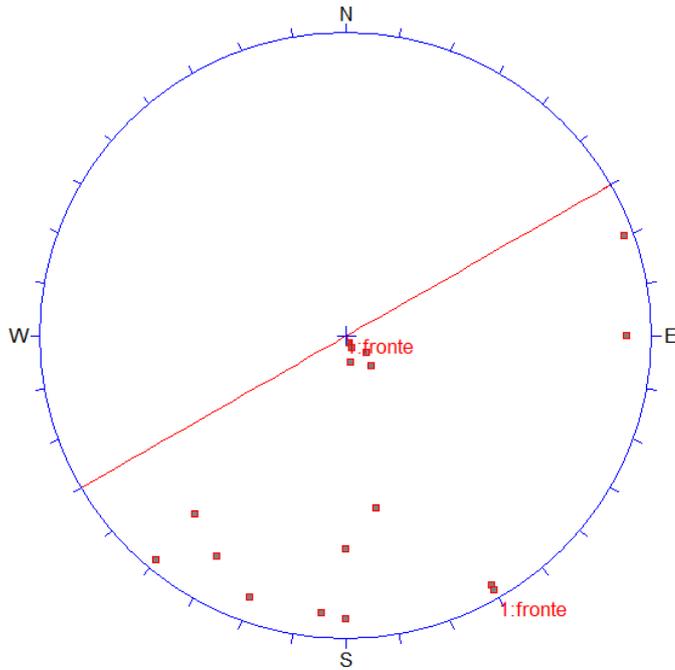
Romana, M., Seron, J.B., and Montalar, E., 2003, SMR Geomechanics Classification: Application, experience, and validation: ISRM, Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy.

Sharma V.M.; Saxena K.R.; 2001, MEASUREMENT AND CHARACTERIZATION OF ROCK MASS JOINTING BY PALMSTROM ARILD, (2001) A. A. BALKEMA PUBLISHERS LISE / ABINGDON / EXTON (PA) / TOKIO, pagine 1-44.

INVITALIA S.P.A-ISOLA DI SANTO STEFANO-VENTOTENE (LT) UBICAZIONE INDAGINI-RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO



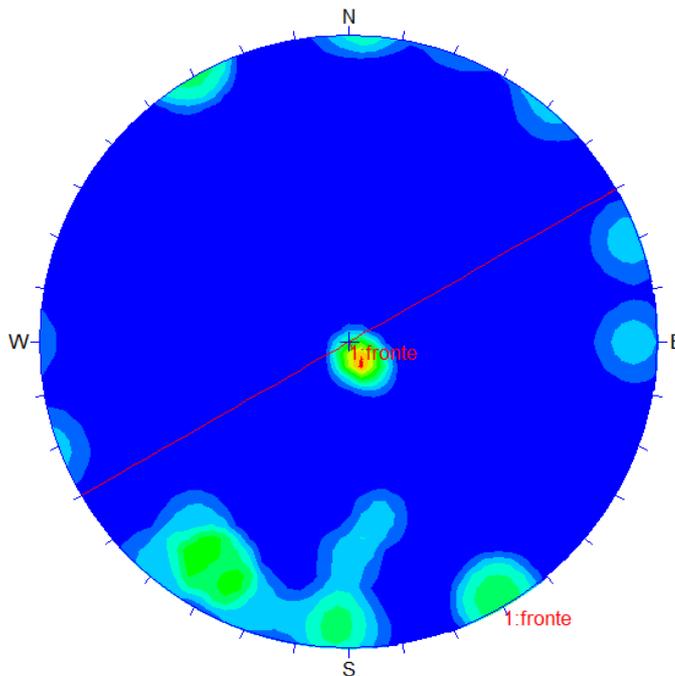
PROIEZIONI STEREOGRAFICHE STAZIONE GEOMECCANICA SG1



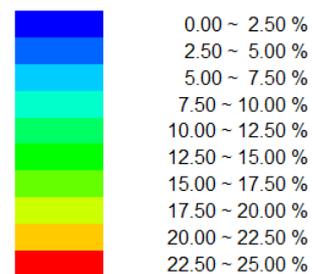
■ Poles

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 18 Poles
 18 Entries

PROIEZIONE POLI SG1.



Fisher
 Concentrations
 % of total per 1.0 % area



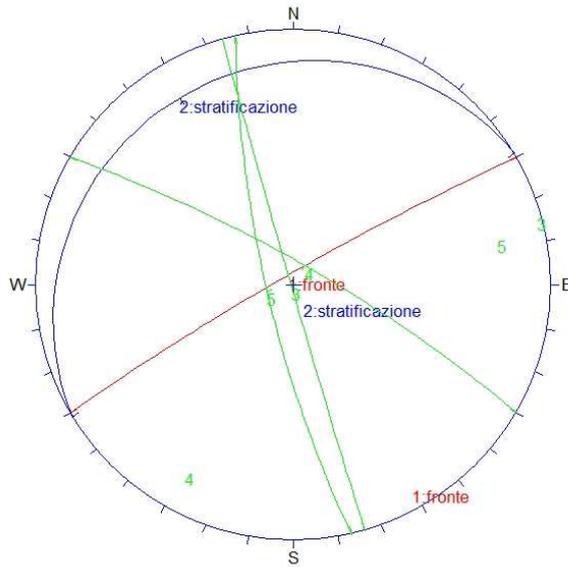
No Bias Correction
 Max. Conc. = 23.7530%

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 18 Poles
 18 Entries

DISTRIBUZIONE FAMIGLIE DI DISCONTIUITA'

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

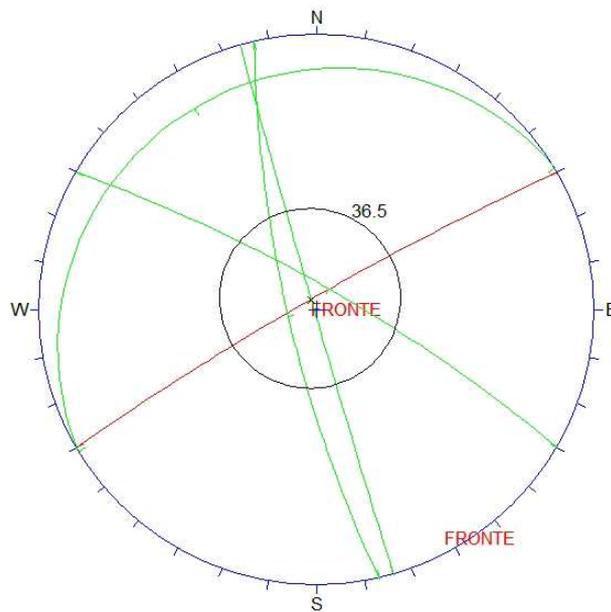
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	85 / 330
2	09 / 329
3	89 / 254
4	80 / 030
5	78 / 257

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 0 Poles
 0 Entries

PROIEZIONE STEREOGRAFICA DELLE GIACITURE MEDIE

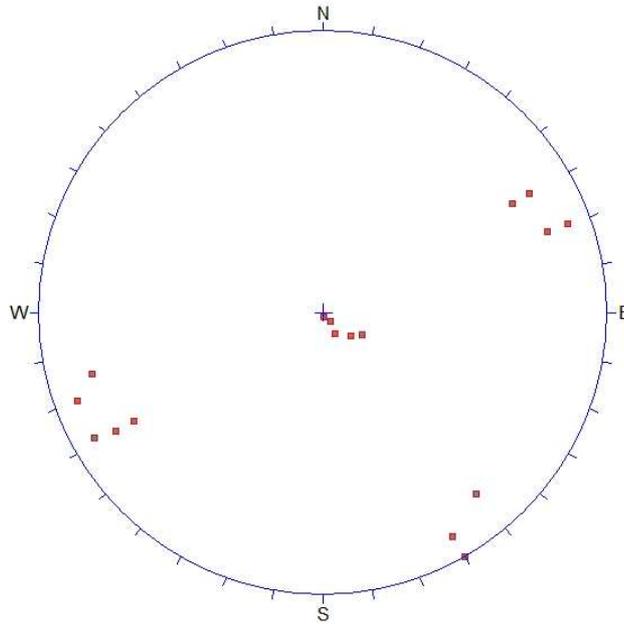


Orientations	
ID	Dip / Direction
1	85 / 330
2	09 / 329
3	89 / 254
4	80 / 030
5	78 / 257

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 5 Poles
 5 Entries

TEST DI MARKLAND SG1

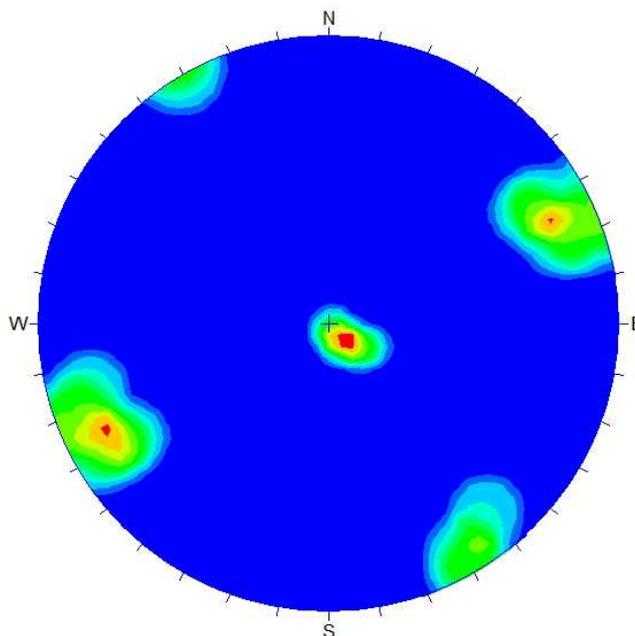
PROIEZIONI STEREOGRAFICHE STAZIONE GEOMECCANICA SG2A



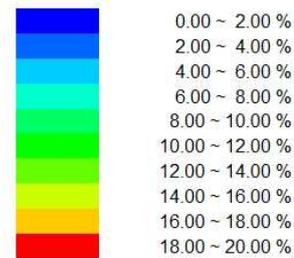
■ Poles

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 17 Poles
 17 Entries

PROIEZIONE POLI SG2A



Fisher
 Concentrations
 % of total per 1.0 % area



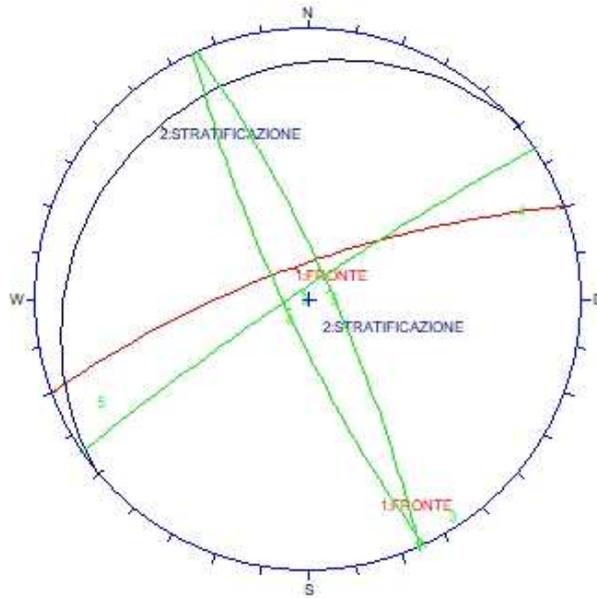
No Bias Correction
 Max. Conc. = 19.3765%

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 17 Poles
 17 Entries

DISTRIBUZIONE FAMIGLIE DI DISCONTIUITA'

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

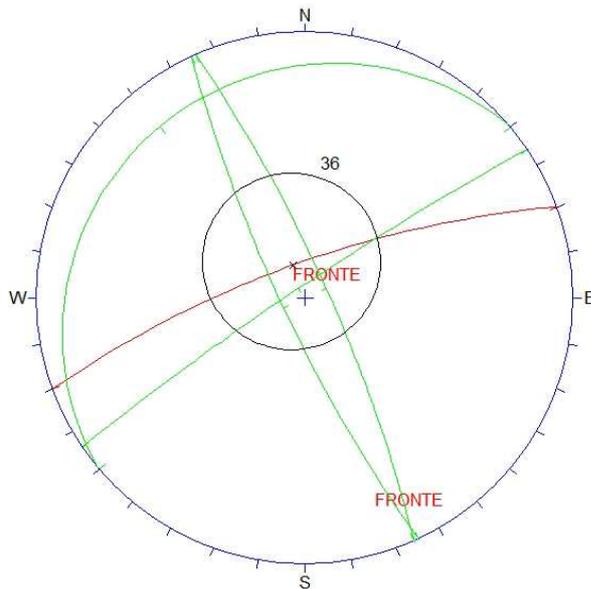
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	75 / 340
2	10 / 320
3	85 / 326
4	80 / 245
5	80 / 066

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

PROIEZIONE STEREOGRAFICA DELLE GIACITURE MEDIE

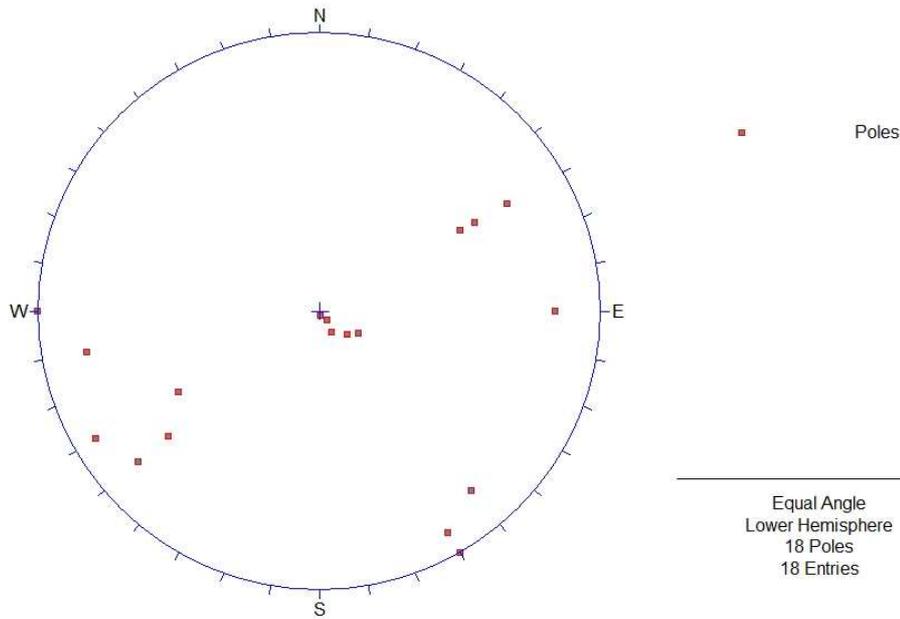


Orientations	
ID	Dip / Direction
1	75 / 340
2	10 / 320
3	85 / 326
4	80 / 245
5	80 / 066

Equal Angle
Lower Hemisphere
5 Poles
5 Entries

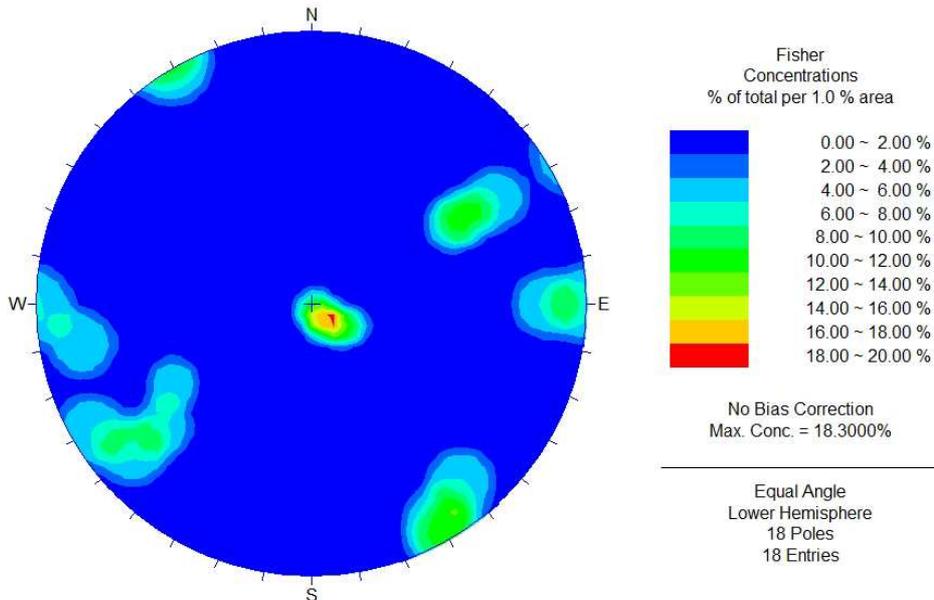
TEST DI MARKLAND SG2A

PROIEZIONI STEREOGRAFICHE STAZIONE GEOMECCANICA SG2B



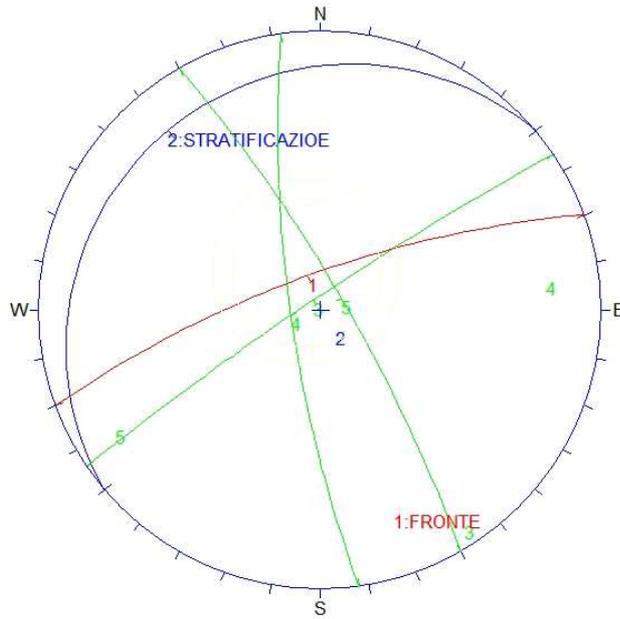
Equal Angle
 Lower Hemisphere
 18 Poles
 18 Entries

PROIEZIONE POLI SG2B



Equal Angle
 Lower Hemisphere
 18 Poles
 18 Entries

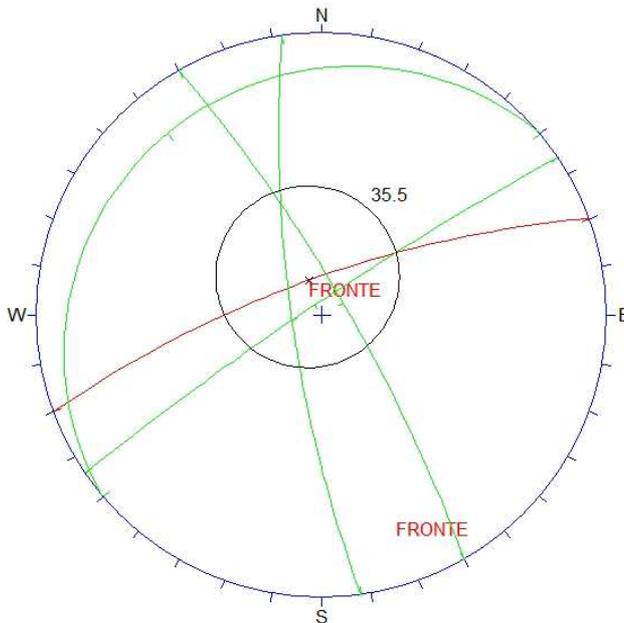
DISTRIBUZIONE FAMIGLIE DI DISCONTIUITA'



Orientations	
ID	Dip / Direction
2	10 / 320
3	85 / 326
4	78 / 262
5	80 / 060
1	75 / 340

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 0 Poles
 0 Entries

PROIEZIONE STEREOGRAFICA DELLE GIACITURE MEDIE

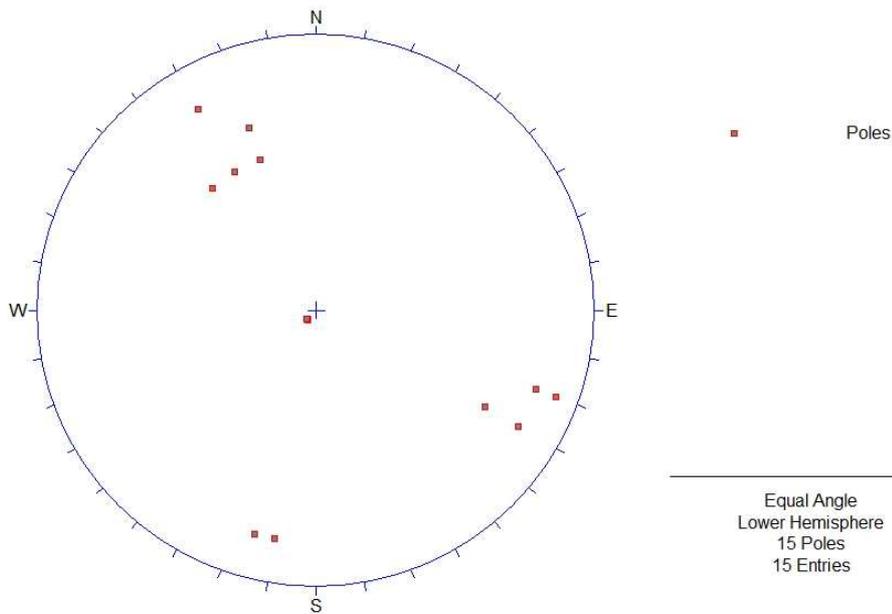


Orientations	
ID	Dip / Direction
1	75 / 340
2	10 / 320
3	85 / 326
4	78 / 262
5	80 / 060

Equal Angle
 Lower Hemisphere
 0 Poles
 0 Entries

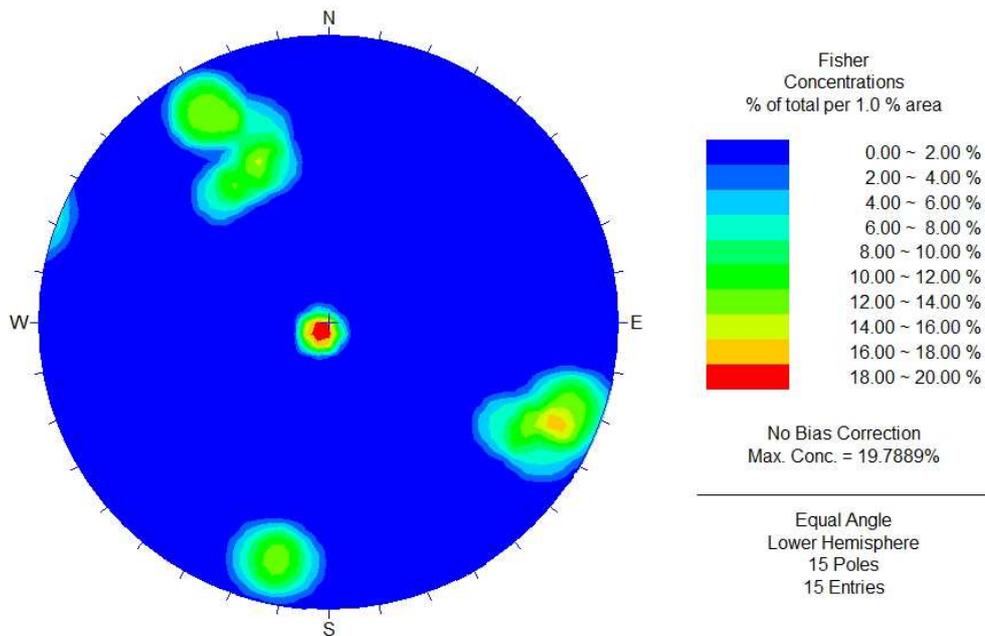
TEST DI MARKLAND SG2B

PROIEZIONI STEREOGRAFICHE STAZIONE GEOMECCANICA SG3

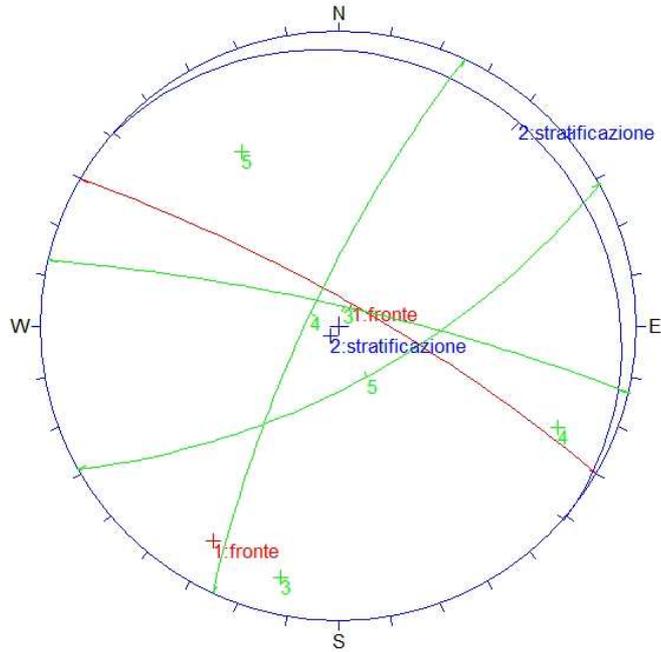


Equal Angle
 Lower Hemisphere
 15 Poles
 15 Entries

PROIEZIONE POLI SG3



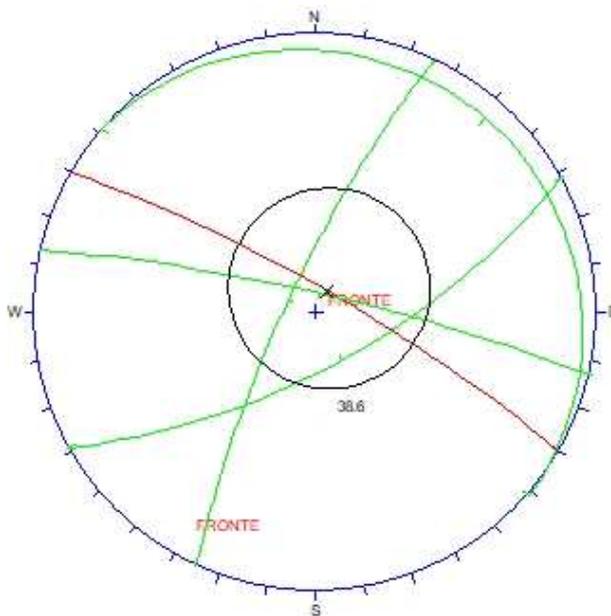
DISTRIBUZIONE FAMIGLIE DI DISCONTIUITA'



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	80 / 030
2	05 / 041
3	82 / 013
4	78 / 295
5	68 / 151

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

PROIEZIONE STEREOGRAFICA DELLE GIACITURE MEDIE.



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	80 / 030
2	05 / 041
3	82 / 013
4	78 / 295
5	68 / 151

Equal Angle
Lower Hemisphere
0 Poles
0 Entries

TEST DI MARKLAND SG3.



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
 Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR) - Tel 0776.863464
 P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea Frosinone n. 183851
www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



RILIEVO GEOMECCANICO - Scheda di rilievo sec. Normativa ISRM

Data e ora:	XXX		N. Stazione:	SG1		DIP DIR Fronte:	330		Lunghezza stesa (m):					20				
Litotipo:	BASALTO/ANDESITE					DIP Fronte:	85											
Stato ammasso:	FRATTURATO E ALTERATO		N. Discontinuità:	4		GSI:	65		JV Palmstrom:					4,412334086				
Note:						% Arenaria:	XX											
						% Marna:	XX											
Sistema 1	Tipologia giunto: STRATIFICAZIONE				DIP media:			8,6		DIP DIR media:		329		Spaziatura media (m):		0,56		
DIP:	3	5	10	10	15													
DIP DIR:	330	335	310	350	320													
Spaziatura (cm):	XXX	46	57	37	84													
Apertura (cm):	∞	∞	0,5	0,8	15													
Riempimento:	/	/	/	/	/													
Cond. Idriche:	Umido	Umido	Umido	Umido	Umido													
Rimbalzo	Superficie alterata:		38	39	41	40	38	37	36	38	36	39	Media:	38,2	80	φresiduo=	27,16666667	
JRC:	14-16	14-16	12-14	10-12	8-10													
Estensione:	RX	RX	DD	DR	XD													
Superficie fresca:			50	51	49	49	48	50	49	47	48	51	Media:	49,2	150	φbase=	36,5	
Sistema 2	Tipologia giunto: joint				DIP media:			88,5		DIP DIR media:		253,75		Spaziatura media (m):		0,743333333		
DIP:	89	85	90	90														
DIP DIR:	330	330	5	350														
Spaziatura (cm):	XXX	39	96	88														
Apertura (cm):	∞	∞	∞	∞														
Riempimento:	/	/	/	/														
Cond. Idriche:	Umido	Umido	Umido	Umido														
Rimbalzo	Superficie alterata:		24	26	28	21	25	23	26	25	24	23	Media:	24,5	40	φresiduo=	27,92857143	
JRC:	18-20	14-16	16-18	14-16														
Estensione:	DX	DD	DD	DD														
Superficie fresca:			36	33	32	39	33	35	38	37	33	38	Media:	35,4	70	φbase=	36,5	
Sistema 3	Tipologia giunto: joint				DIP media:			77,66666667		DIP DIR media:		256,6666667		Spaziatura media (m):		3,04		
DIP:	60	85	88															
DIP DIR:	250	270	250															
Spaziatura (cm):	XXX	93	515															
Apertura (cm):	0,5	0,1	4															
Riempimento:	/	/	/															
Cond. Idriche:	Umido	Umido	Umido															
Rimbalzo	Superficie alterata:		28	29	33	31	29	33	32	34	31	30	Media:	31	55	φresiduo=	25,66666667	
JRC:	14-16	/	14-16															
Estensione:	DD	DR	DD															
Superficie fresca:			45	46	47	44	45	46	43	48	47	46	Media:	45,7	120	φbase=	36,5	
Sistema 4	Tipologia giunto: joint				DIP media:			79,66666667		DIP DIR media:		30		Spaziatura media (m):		1,05		
DIP:	80	70	75	xxx	80	85	88											
DIP DIR:	30	20	40	xxx	30	20	40											
Spaziatura (cm):	XXX	46	44	64	188	160	128											
Apertura (cm):	∞	0	0,9	0,4	5	7	3											
Riempimento:	/	/	/	/	/	sabbia	/											
Cond. Idriche:	Umido	Umido	Umido	Umido	Umido	Umido	Umido											
Rimbalzo	Superficie alterata:		28	29	33	31	30	33	32	34	31	32	Media:	31,3	55	φresiduo=	25,66666667	
JRC:	14-10	12-14	/	/	14-16	12-14	/											
Estensione:	RX	RD	DX	DD	DD	DR	DD											
Superficie fresca:			45	46	45	44	45	46	43	44	47	46	Media:	45,1	120	φbase=	36,5	



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)- Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea Frosinone n. 183851
www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



n. stazione	compressione monoassiale (MPa)	A	RQD	B	spaziatura	C	D	E	RMRb	RMRc	coesione (Kpa)	attrito (°)	deformabilità (Gpa)
SG1	86,25	8	100	20	1,34	16	12	7	63	38	315	36,5	26
SG2A	41,80	5	100	20	1,26	15	12	10	62	37	310	36	24
SG2B	41,85	5	100	20	1,18	14	12	10	61	36	305	35,5	22
SG3	73,125	7	100	20	2,65	20	13	7	67	42	335	38,5	34

Legenda:

A= resistenza a compressione monoassiale in Mpa, contribuisce al calcolo di RMRb con un valore minimo di 1 per JCS<10 MPa e un valore massimo di 20 per JCS>250MPa;

B= RQD, calcolato a partire da JV, contribuisce a RMRb con un valore di 15 per RQD=100 e un valore di 3 per RQD<25;

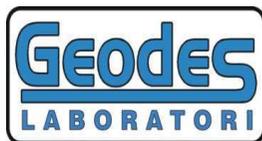
C= la spaziatura misurato tra i giunti, contribuisce alla stima di RMRb con massimo di 20 punti e un minimo di 3;

D= condizioni delle discontinuità, contribuisce con un minimo di 0 punti a un massimo di 30 punti, divisa in 5 sottocategorie nelle quali sono valutati persistenza, apertura, scabrezza, riempimento e alterazione dei giunti, tali parametri contribuiscono tutti con un minimo di 0 punti e un massimo di 6 punti ciascuno alla valutazione di D;

E=tale parametro varia da un massimo di 15 punti per giunti in cui non c'è presenza di acqua a un minimo di 0 in cui scorre acqua in maniera fluente;

RMRb= Rock Mass Rating benianswki

RMRc= Rock Mass Rating corretto



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)- Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K Rea Frosinone n. 183851

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660



Colonna1	RMR Benianski	F1	F2	F3	F4	SMR	SMR minore
SG1							
F1	63	1	0,15	-60	15	87	78,9
F2	63	0,15	1	-6	15	78,9	
F3	63	0,15	1	-50	15	85,5	
F4	63	0,15	1	-50	15	85,5	
SG2A							
F1	62	1	0,15	-60	15	86	77,9
F2	62	0,15	1	-6	15	77,9	
F3	62	0,15	1	-25	15	80,75	
F4	62	0,15	1	-25	15	80,75	
SG2B							
F1	61	1	0,15	-60	15	85	76,9
F2	61	0,15	1	-6	15	76,9	
F3	61	0,15	1	-25	15	79,75	
F4	61	0,15	1	-25	15	79,75	
SG3							
F1	67	1	0,15	-60	15	91	82,9
F2	67	0,15	1	-6	15	82,9	
F3	67	0,15	1	-50	15	89,5	
F4	67	0,15	1	-50	15	89,5	

Legenda:

F1=fattore che tiene conto del parallelismo tra dip direction del versante e dip direction del giunto, varia da 1 a 0.15;

F2=fattore che tiene conto dell'inclinazione del singolo giunto, valutata in funzione dello scivolamento e del ribaltamento, varia tra 1 e 0.15;

F3=fattore che mette in rapporto l'inclinazione del singolo giunto con quella del versante, varia tra 0 e -60;

F4=fattore che tiene conto se il versante è in condizioni naturali o ha subito lavorazioni, e eventualmente il tipo di lavorazione, varia da 15 a -8;

SMR= Slope Mass Rating

COMMITTENTE: INVITALIA S.p.A.
SITO DI PROVA: SCALO DELLA MARINELLA-SCALO 4
ISOLA DI SANTO STEFANO - VENTOTENE (LT)

**PROGETTO: SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA A MARE A
SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE NELL'AMBITO DEL
"CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO - RECUPERO E
RIFUNZIONALIZZAZIONE EX CARCERE BORBONICO DELL'ISOLA
DI SANTO STEFANO VENTOTENE - CIG 8397093C58**



FASCICOLO PROVE IN SITO - REPORT FOTOGRAFICO

COMMESSA	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
12/20C SIT	24/09/2020	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa E. Maiuri	Dott.ssa M.G.Bevilacqua



Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°
2357 ISO 9001

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

STAZIONE GEOMECCANICA SG1





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°
2357 ISO 9001

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°
2357 ISO 9001

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

STAZIONE GEOMECCANICA SG2



Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°
2357 ISO 9001

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

STAZIONE GEOMECCANICA SG3





Geodes Laboratori di Bevilacqua Maria Gabriella
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel 0776.863464
P. Iva 02869600607 C.F. BVLMGB64S63D440K
Rea Frosinone n. 183851



*Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti*



CERTIFICATO N°
2357 ISO 9001

Laboratorio geotecnico - Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre Decreto n. 9596 - Prove in Sito Decreto n. 3660

www.geodeslaboratori.eu mail: info@geodeslaboratori.it Pec: geodeslab@pec.it

