

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



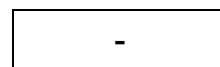
U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO
NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA
RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO

RELAZIONE GEOMECCANICA

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RC1C 03 R 69 RH GE0001 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	ARES	novembre 2021	A. SALVAGNINI	novembre 2021	I. D'AMORE	novembre 2021	M. COZZI 9 giugno 2022
B	Emissione a seguito di richiesta integrazioni CSLLPP Parere n°5/2022	ARES	giugno 2022	A. SALVAGNINI <i>A. Salvagnini</i>	giugno 2022	I. D'AMORE <i>I. D'Amore</i>	giugno 2022	ITALFERR Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Dott. Geol. Massimo Comedini Ordine dei Geologi del Lazio n° 2103 <i>[Signature]</i>

File: RC1C03R69RHGE0001001B.docx

n. Elab

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RILIEVI GEOMECCANICI	5
3	GNEISS DI COZZO LUPARELLO	8
3.1	RILIEVI SUI FRONTI	8
3.1.1	<i>Matrice rocciosa</i>	8
3.1.2	<i>Discontinuità</i>	8
3.1.3	<i>Ammasso roccioso</i>	9
3.2	SONDAGGI GEOGNOSTICI	10
3.2.1	<i>Sondaggio SGN05</i>	10
3.2.2	<i>Sondaggio SGN09</i>	11
4	SCISTI EPIDOTICI DI BOSCO DEI GESUITI	12
4.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI	12
4.1.1	<i>Sondaggio SGN12 GAL</i>	12
4.1.2	<i>Sondaggio SGN12</i>	13
5	SCISTI MUSCOVITICI DI GRECO	14
5.1	RILIEVI SUI FRONTI	14
5.1.1	<i>Matrice rocciosa</i>	14
5.1.2	<i>Discontinuità</i>	14
5.1.3	<i>Ammasso roccioso</i>	15
5.2	SONDAGGI GEOGNOSTICI	16
5.2.1	<i>Sondaggio SGN10</i>	16
5.2.2	<i>Sondaggio SGN11</i>	16
6	FILLADI DI SAN GIOVANNI	18
6.1	RILIEVI SUI FRONTI	18
6.1.1	<i>Matrice rocciosa</i>	18

6.1.2	<i>Discontinuità</i>	18
6.1.3	<i>Ammasso roccioso</i>	19
6.2	SONDAGGI GEOGNOSTICI	20
6.2.1	<i>Sondaggio SGN10 GAL</i>	20
7	SCHEDE DELLE STAZIONI GEOMECCANICHE	21
8	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	52

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione del progetto di fattibilità tecnica ed economica della "*Linea Cosenza-Paola/S.Lucido – Nuova linea AV Salerno – Reggio Calabria - Raddoppio Cosenza-Paola/S.Lucido*", sono stati effettuati rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomeccaniche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

In particolare, durante le fasi di approfondimento progettuale sono stati realizzati appositi rilievi geomeccanici volti alla definizione delle principali caratteristiche degli ammassi rocciosi affioranti. Tali rilievi di campo sono stati integrati con i risultati dei sondaggi geognostici, di superficie e in galleria, appositamente eseguiti per la definizione delle caratteristiche geologiche, litologiche e geomeccaniche degli ammassi rocciosi direttamente interessati dalla realizzazione delle opere in progetto.

2 RILIEVI GEOMECCANICI

Al fine di definire le caratteristiche geomeccaniche e il relativo stato di fratturazione dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in oggetto, nell'ambito dello studio sono stati effettuati n. 10 rilievi geostrutturali sulle diverse formazioni affioranti. I suddetti rilievi sono stati eseguiti secondo gli *standard* della International Society for Rock Mechanics (ISRM 1978, 1993) e sono riportati sulla cartografia geologica di riferimento (RC1C03R69N4GE0001001).

Per ogni punto di rilievo sono state determinate le principali caratteristiche dei giunti (spaziatura, apertura, persistenza, rugosità, riempimento), della roccia intatta (resistenza a compressione, grado di alterazione) e dell'ammasso (struttura, forma dei blocchi, condizioni idrauliche). Tutti i dati raccolti hanno così permesso di caratterizzare gli ammassi rocciosi investigati e di definire, per ogni singolo punto di rilievo, il *range* di variazione del *Geological Strength Index* (GSI).

Le schede di sintesi sono identificate da un codice numerico univoco. Nella tabella seguente è riportata una sintesi di ogni singola stazione, con indicazione dei principali dati tecnici (stazione, comune, località, coordinate nel sistema di riferimento UTM zona 33N (EPSG 32633) e unità geologica).

stazione	comune	località	WGS84/UTM zona 33N		unità geologica
			X	Y	
St01	Paola (CS)	T. Zio Petruzzo	590472	4356497	FSG
St02	Paola (CS)	Valle Ceraselle	591282	4355437	GCL
St03	Paola (CS)	Valle Ceraselle	591473	4355177	GCL
St04	Paola (CS)	T. Scirocco	591239	4354942	GCL
St05	Paola (CS)	Valle Ceraselle	591318	4355347	GCL
St06	Paola (CS)	Valle Ceraselle	591309	4355047	GCL
St07	Paola (CS)	T. Scirocco	591634	4355046	GCL
St08	Paola (CS)	Serra Perdirice	592130	4354853	GCL
St09	Paola (CS)	T. Varco le Chianche	592990	4354802	MGR
St10	Paola (CS)	T. Scirocco	591235	4354739	GCL

Tabella 1 - Sintesi degli stop geostrutturali effettuati nella presente fase progettuale.

Tali dati di superficie sono stati integrati con le risultanze delle indagini geognostiche appositamente condotte nell'area di studio e all'interno della galleria esistente. In particolare, dal punto di vista geomeccanico sono state considerate n. 7 sondaggi geognostici, di cui n. 5 realizzati in superficie e n. 2 in galleria. Nella tabella seguente è riportata una sintesi dei sondaggi geognostici su cui sono state determinate le condizioni geomeccaniche dell'ammasso, con indicazione dei principali dati tecnici (sigla, profondità, località, coordinate nel sistema di riferimento UTM zona 33N (EPSG 32633) e unità geologica).

sigla	profondità <i>m</i>	località	WGS84/UTM zona 33N		unità geologica
			X	Y	
SGN-05	68.0	Valle Ceraselle	590158	4355303	GCL
SGN09	37.0	Valle Ceraselle	591103	4355050	GCL
SGN12 GAL	16.8	Galleria	-	-	EBG
SGN12	40.0	Bosco dei Gesuiti	597440	4357608	EBG
SGN10	27.6	T. Zio Petruzzo	590506	4356470	MGR
SGN11	35.0	T. Varco le Chianche	593058	4354995	MGR
SGN10 GAL	16.8	Galleria	-	-	FSG

Tabella 2 - Sintesi dei sondaggi geognostici realizzati per definizione delle caratteristiche geologiche, litologiche e geomeccaniche degli ammassi rocciosi.

Il GSI degli ammassi rocciosi fratturati nei fori di sondaggio è stato determinato sulla scorta dell'approccio di Hoek et al. (2013), basato sullo stato di fratturazione dell'ammasso (RQD) e sulle condizioni dei giunti ($JCond_{89}$). L'approccio è sintetizzato in una carta di confronto con diverse classi di fratturazione (Figura 1).

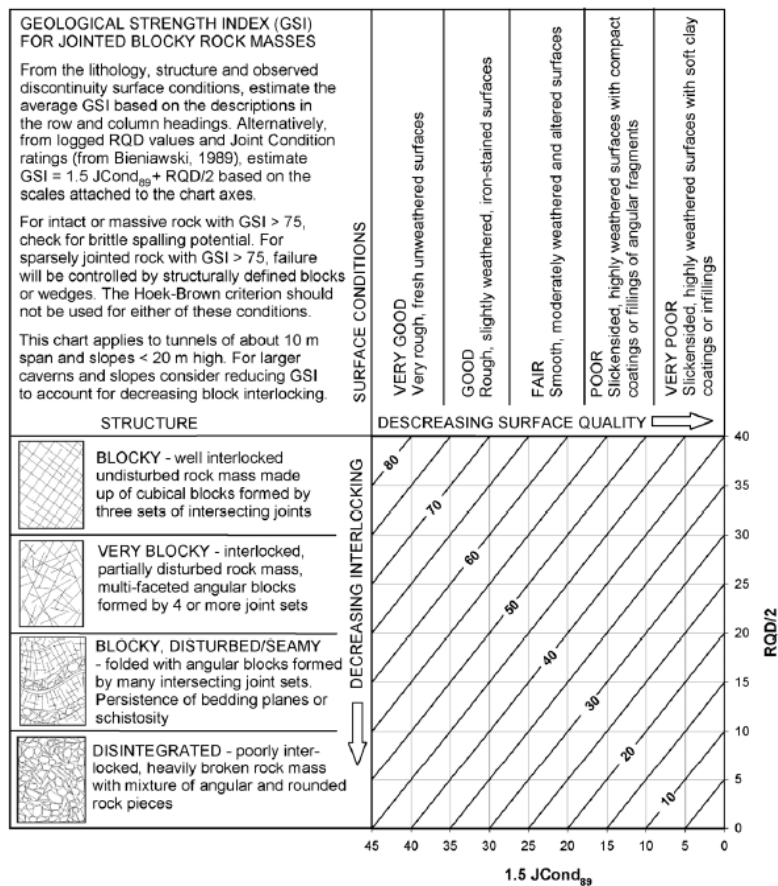


Figura 1 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi fratturati sulla scorta dei dati di sondaggio, quali stato di fratturazione (RQD) e condizioni dei giunti (JCond₈₉) (da Hoek et al. 2013).




LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO
NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA
RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	7 di 53

Nelle pagine che seguono vengono descritti, nel dettaglio, i principali risultati del rilevamento geomeccanico sui fronti e sulle carote di sondaggio, suddivisi in funzione dell'unità geologica di riferimento. Per i rilievi sui fronti sono descritte le caratteristiche della matrice, dei giunti e dell'ammasso. Tutti i dati esposti sono riportati in apposite tabelle di sintesi allegate alla presente relazione e sono integrati, inoltre, con ulteriori *plot* stereografici riportanti le principali famiglie di discontinuità individuate. Per le carote di sondaggio sono riportati i valori medi di *RQD* e *GSI*.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

3 GNEISS DI COZZO LUPARELLO

Di seguito vengono descritte le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso degli Gneiss di Cozzo Luparello (**GCL**). Dal punto di vista geologico tale ammasso è costituito da gneiss e scisti biotitico-granatiferi di colore grigio, grigio-rossastro e grigio-verdastro, occasionalmente con sillimanite ed andalusite, a tessitura scistosa e fortemente orientata; si rinvenivano vene e piccoli ammassi di pegmatite e materiale granitico, localmente tanto abbondanti da produrre zone migmatitiche (*Paleozoico*).

3.1 Rilievi sui fronti

In questa sezione sono descritti i risultati dei rilievi geomeccanici condotti lungo i fronti in roccia presenti all'interno dell'area di studio.

3.1.1 Matrice rocciosa

In assenza di specifiche prove di laboratorio, le caratteristiche fisico-meccaniche della matrice rocciosa costituente l'ammasso in esame sono state determinate utilizzando le fonti bibliografiche disponibili ed i risultati delle prove sclerometriche realizzate lungo i fronti. Tali prove, condotte tramite uno sclerometro tipo L, hanno evidenziato valori dell'indice di rimbalzo (R) variabili tra 43 e 59, preventivamente corretti per tenere in debita considerazione l'orientazione dello strumento al momento della prova. Tali valori risultano piuttosto eterogenei e dimostrano, quindi, la forte influenza esercitata dalla composizione mineralogica della roccia e dal relativo stato di alterazione sui risultati della prova sclerometrica.


Per quanto concerne il peso per unità di volume (γ_{nat}), le fonti bibliografiche disponibili suggeriscono l'utilizzo di un valore medio di circa 27.0 kN/m^3 (Goodman 1989; Gonzalez de Vallejo 2005), ben più elevato di quelli ricavati dalle misure sclerometriche con la correlazione di Katz et al. (2000), che sono risultati variabili tra 20.4 e 24.6 kN/m^3 . Le differenze tra i suddetti valori, come evidente, sono piuttosto marcate e vanno ricercate sia nel variabile stato di alterazione dei materiali analizzati che nella differente composizione mineralogica delle rocce.

3.1.2 Discontinuità

I risultati dei rilievi geomeccanici condotti hanno permesso di determinare, per ogni stazione di misura, le caratteristiche peculiari delle numerose discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso in esame. Come detto in precedenza, le analisi sono state svolte in conformità con gli *standard* ISRM (1993), determinando l'orientazione caratteristica di ogni sistema di discontinuità grazie ad una analisi soggettiva del fronte roccioso.

Le analisi eseguite hanno quindi permesso di individuare, per ciascuna delle otto stazioni geomeccaniche, le varie famiglie di discontinuità presenti e di associare ad ognuna di esse le caratteristiche peculiari più rappresentative dal punto di vista geomeccanico. Il numero di *set* di discontinuità è risultato variabile tra 4 e 5, a dimostrazione di un elevato grado di fratturazione e disturbo dell'ammasso. In tutte e otto le stazioni risultano chiaramente individuabili sia il sistema di giunti connesso con la scistosità (S_n) che i *set* di discontinuità dovuti alla tettonica ed ai fenomeni di detensionamento e deformazione dell'ammasso (J_n).

In generale, i diversi *set* di discontinuità individuati risultano ben correlabili allo schema strutturale dei settori di studio, in quanto mostrano orientazioni e inclinazioni generalmente compatibili con i principali allineamenti tettonici presenti nell'area. Infatti, nelle stazioni St04, St05, St10 è possibile riconoscere il sistema di giunti connesso con la faglia diretta che borda i rilievi montuosi della Catena Costiera, mentre nella stazione St06 si

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

riscontra la presenza di una famiglia di discontinuità connessa con le faglie ad alto angolo che tagliano trasversalmente i rilievi suddetti. In corrispondenza della stazione St04, inoltre, è possibile individuare una serie di piani a basso angolo correlabili con i principali fronti di sovrascorrimento che caratterizzano l'area.

Per quanto concerne le caratteristiche geometriche, le famiglie di discontinuità individuate mostrano valori di spaziatura generalmente variabili tra 5 e 65 cm, quindi ricadenti nelle classi da stretta a larga dell'ISRM (1993). Fa eccezione unicamente la famiglia connessa con la scistosità della roccia, che presenta valori medi di spaziatura variabile tra 5 e 25 cm, ricadenti quindi nelle classi stretta e moderata dell'ISRM (1993). Le aperture sono generalmente piuttosto basse e variabili tra 0 e 10 mm, anche se non mancano valori decisamente più elevati in corrispondenza dei sistemi correlabili con la tettonica. Il riempimento risulta spesso assente e solo di rado rappresentato da terriccio o da materiali detritici a grana medio-fine.

Le discontinuità risultano, quasi sempre, completamente asciutte e da moderatamente a fortemente alterate. La persistenza è in genere media, in quanto una parte dei giunti termina contro le altre discontinuità che interessano l'ammasso, altre, invece si estendono al di fuori dell'affioramento, anche se ciò potrebbe essere dovuto ancora una volta alla ridotta estensione del fronte analizzati e non ad una maggiore persistenza delle discontinuità.

Infine, le misure effettuate con il pettine di Barton sui fronti di rilievo hanno permesso di definire, in modo sistematico, la rugosità di ognuno dei *set* di giunti individuati. In analogia con quanto riportato negli *standard* ISRM (1993), i valori di rugosità sono stati espressi mediante il *Joint Roughness Coefficient (JRC)*, ricavato dal confronto visivo dei profili ottenuti con quelli *standard* riportati in letteratura. I valori medi di *JRC* determinati risultano generalmente compresi tra 8 e 12, ma talora variabili tra 6 e 16, a dimostrazione di una elevatissima variabilità di tale parametro con le singole famiglie individuate. Il sistema relativo alla scistosità, in particolare, presenta valori mediamente compresi tra 8 e 14.

3.1.3 Ammasso roccioso

I rilievi geomeccanici condotti hanno permesso, infine, di determinare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e di risalire alle sue caratteristiche fisico-meccaniche più importanti. Non sono altresì state effettuate misure relative all'indice di dimensione dei blocchi (I_b), in quanto l'elevata variabilità dei valori di spaziatura e persistenza dei giunti rendono praticamente inutilizzabile tale parametro se misurato su porzioni di ammasso di estensione ridotta, come nel caso dei fronti rocciosi analizzati.

Per quanto concerne lo stato di fratturazione, quindi, sono stati presi come riferimento due distinti parametri, entrambi ricavati dai valori di spaziatura dei sistemi di giunti individuati. Il primo, definito numero volumetrico di discontinuità (J_v), ha evidenziato valori compresi tra 13.9 e 28.1 giunti/m³, rappresentativi secondo gli *standard* ISRM (1993) di un ammasso molto fratturato con blocchi piccoli. Il secondo parametro, definito *Rock Quality Designation Index (RQD)* è stato determinato, in assenza dei dati di sondaggio, mediante la correlazione empirica fornita da Palmstrom (1997), basata sui valori di J_v calcolati per l'ammasso. L'RQD è risultato fortemente variabile nelle diverse stazioni analizzate, essendo compreso tra il 22.1 % e il 69.1 %.

Matrice rocciosa		Ammasso roccioso			
R	σ_c (MPa)	J_v (giunti/m ³)	RQD	RMR ₈₉	GSI
-	-	-	-	-	-
43÷59	69÷127	14÷28	22÷69	48÷53	43÷48

Tabella 3 - Sintesi delle principali caratteristiche fisico-meccaniche desunte dalle analisi condotte e riferibili ai litotipi ascritti all'unità di Gneiss Di Cozzo Luparello.

I parametri della matrice rocciosa e delle discontinuità precedentemente descritti hanno consentito, inoltre, di classificare l'ammasso roccioso secondo tre dei sistemi più utilizzati a livello internazionale. Il *Rock Mass Rating System (RMR)* di Bieniawski (1989) ha evidenziato una classe di ammasso sempre mediocre, con valori di RMR_b variabili tra 48 e 53. Inoltre, considerata la presenza di fronti rocciosi caratterizzati da discontinuità sempre asciutte, i valori di RMR_{89} coincidono con i valori di RMR_b . Il *Geological Strength Index (GSI)* di Hoek (Hoek & Marinos 2000), infine, è stato ricavato empiricamente dall'indice RMR_{89} ed ha fornito valori variabili tra 43 e 48, ancora una volta indicativi di ammassi rocciosi di qualità mediocre o scadente.

3.2 Sondaggi geognostici

In questa sezione sono descritte le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi intercettati nelle perforazioni di sondaggio. Per questa unità sono attualmente disponibili due sondaggi geognostici finalizzati alla verifica delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso in corrispondenza della Catena Costiera, entrambi realizzati in superficie (SGN05 e SGN09).

3.2.1 Sondaggio SGN-05

I primi 25.60 m di sondaggio hanno intercettato i depositi clastici terrazzati presenti lungo il margine occidentale della Catena Costiera, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Gneiss di Cozzo Luparello (GCL). Nel complesso, il materiale analizzato (Figura 2) presenta un RQD pari al 10.1 % e un GSI di circa 20.3 (± 14.3).



Figura 2 – Gneiss fratturati nel sondaggio SGN-05, tra 55.0 e 60.0 m.

3.2.2 Sondaggio SGN09

I primi 22.00 m di sondaggio hanno intercettato i detriti di frana e i depositi clastici terrazzati presenti lungo il margine occidentale della Catena Costiera, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Gneiss di Cozzo Luparello (**GCL**). In generale, il materiale analizzato (Figura 3) presenta un *RQD* pari al 12.3 % e un *GSI* di circa 24.9 (± 16.5).



Figura 3 – Gneiss fratturati nel sondaggio SGN09, tra 30.0 e 35.0 m.

4 SCISTI EPIDOTICI DI BOSCO DEI GESUITI

Nel seguito sono descritte le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso degli Scisti epidotici di Bosco dei Gesuiti (**EBG**). Sotto il profilo geologico tale ammasso è costituito da scisti con epidoto di colore verde, grigio e grigio-verdastro, a tessitura scistosa, con locali intercalazioni di scisti violetti e frequenti vene di quarzo parallele alla scistosità; a luoghi si rinvencono potenti orizzonti porfiroidi e calcari cristallini finemente zonati (*Paleozoico*).

4.1 Sondaggi geognostici

In questa sezione sono descritte le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi intercettati nelle perforazioni di sondaggio. Per questa unità sono attualmente disponibili due sondaggi geognostici finalizzati alla verifica delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso all'interno della dorsale della Catena Costiera, uno condotto all'interno della galleria esistente (SGN12 GAL) e uno condotto in superficie (SGN12).

4.1.1 Sondaggio SGN12 GAL

I primi 2.00 m di sondaggio hanno intercettato il materiale di rivestimento della galleria, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Scisti epidotici di Bosco dei Gesuiti (**EBG**). In generale, il materiale in esame (Figura 4) presenta un *RQD* pari al 59.5 % e un *GSI* di circa 49.3 (± 24.9).



Figura 4 – Scisti epidotici fratturati nel sondaggio SGN12 GAL, tra 10.0 e 15.0 m.

Fino a 5 m, il sondaggio ha intercettato un ammasso roccioso molto fratturato a causa del disturbo prodotto dalla realizzazione della galleria esistente. Tale orizzonte mostra un *RQD* pari al 0.0 % e un *GSI* di circa 7.5 (± 13.0). Il


resto del sondaggio risulta meno disturbato a seguito delle operazioni di scavo ed è caratterizzato da un RQD pari al 64.5 % e un GSI di circa 59.7 (± 12.7).

4.1.2 Sondaggio SGN12

I primi 15.25 m di sondaggio hanno intercettato le coltri di copertura e i termini argilloso-marnosi delle sequenze mioceniche, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Scisti epidotici di Bosco dei Gesuiti (EBG). I litotipi si presentano completamente destrutturati e tettonizzati a causa degli elementi tettonici che bordano il rilievo della Catena Costiera. Nel complesso, il materiale analizzato (Figura 5) mostra un RQD pari al 0.0 % e un GSI di circa 12.3 (± 0.8).



Figura 5 – Scisti epidotici tettonizzati nel sondaggio SGN12, tra 25.0 e 30.0 m.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO				
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001

5 SCISTI MUSCOVITICI DI GRECO

Nelle pagine che seguono sono descritte le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso degli Scisti muscovitici di greco (**MGR**). Tale ammasso è costituito da scisti e scisti muscovitici di colore grigio, marrone e grigio-verdastro, spesso a composizione granitica, a tessitura scistosa e fortemente orientata; sono presenti frequenti vene di quarzo parallele alla scistosità (*Paleozoico*).

5.1 Rilievi sui fronti

In questa sezione sono descritti i risultati dei rilievi geomeccanici condotti lungo i fronti in roccia presenti all'interno dell'area di studio.

5.1.1 Matrice rocciosa

In assenza di specifiche prove di laboratorio, le caratteristiche fisico-meccaniche della matrice rocciosa costituente l'ammasso in esame sono state determinate utilizzando unicamente le fonti bibliografiche disponibili. Infatti, a causa dello stato di fratturazione dell'ammasso e della diffusa presenza di suoli e vegetazione, non è stato possibile effettuare prove sclerometriche lungo il fronte in questione.

Per quanto concerne il peso per unità di volume (γ_{nat}), le fonti bibliografiche disponibili suggeriscono l'utilizzo di un valore medio di circa 27.0 kN/m³ (Goodman 1989; Gonzalez de Vallejo 2005).

5.1.2 Discontinuità

I risultati dei rilievi geomeccanici condotti hanno permesso di determinare, per ogni stazione di misura, le caratteristiche peculiari delle numerose discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso in esame. Come detto in precedenza, le analisi sono state svolte in conformità con gli *standard* ISRM (1993), determinando l'orientazione caratteristica di ogni sistema di discontinuità grazie ad una analisi soggettiva del fronte roccioso.

Le analisi eseguite hanno quindi permesso di individuare, per la stazione geomeccanica in esame, le varie famiglie di discontinuità presenti e di associare ad ognuna di esse le caratteristiche peculiari più rappresentative dal punto di vista geomeccanico. Il numero di *set* di discontinuità è risultato pari a 4 ed evidenzia, ancora una volta, un elevato grado di fessurazione dei litotipi. Come per l'ammasso gneissico e filladico, sono chiaramente individuabili sia il sistema di giunti connesso con la scistosità (*Sn*) che i *set* di discontinuità dovuti alla tettonica ed ai fenomeni di detensionamento e deformazione dell'ammasso (*Jn*).

Anche per questa stazione, i diversi *set* di discontinuità individuati risultano ben correlabili allo schema strutturale dei settori di studio, in quanto caratterizzati da orientazioni e inclinazioni generalmente compatibili con i principali allineamenti tettonici presenti nell'area. In tale stazione, infatti, sono ancora una volta individuabili di sistemi di discontinuità connessi con le principali faglie dirette e fronti di sovrascorrimento che interessano buona parte dei rilievi montuosi della Catena Costiera.

Per quanto concerne le caratteristiche geometriche, le famiglie di discontinuità individuate mostrano valori di spaziatura generalmente variabili tra 33 e 50 cm, ricadenti sempre nella classe moderata dell'ISRM (1993). Come per l'ammasso gneissico, fa eccezione unicamente la famiglia connessa con la scistosità della roccia, che presenta valori medi di spaziatura di circa 18 cm, ricadenti quindi nella classe stretta dell'ISRM (1993). Le aperture sono generalmente piuttosto basse e variabili tra 3 e 10 mm. Il riempimento risulta spesso assente e solo di rado rappresentato da terriccio.

Le discontinuità risultano, quasi sempre, completamente asciutte e moderatamente alterate. La persistenza è in genere media, in quanto una parte dei giunti termina contro le altre discontinuità che interessano l'ammasso, altre, invece si estendono al di fuori dell'affioramento, anche se ciò potrebbe essere dovuto ancora una volta alla ridotta estensione del fronte analizzati e non ad una maggiore persistenza delle discontinuità.

Infine, le misure effettuate con il pettine di Barton sui fronti di rilievo hanno permesso di definire, in modo sistematico, la rugosità di ognuno dei *set* di giunti individuati. In analogia con quanto riportato negli *standard* ISRM (1993), i valori di rugosità sono stati espressi mediante il *Joint Roughness Coefficient (JRC)*, ricavato dal confronto visivo dei profili ottenuti con quelli *standard* riportati in letteratura. I valori medi di *JRC* determinati risultano generalmente compresi tra 8 e 10.

5.1.3 Ammasso roccioso

I rilievi geomeccanici condotti hanno permesso, infine, di determinare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e di risalire alle sue caratteristiche fisico-meccaniche più importanti. Non sono altresì state effettuate misure relative all'indice di dimensione dei blocchi (I_b), in quanto l'elevata variabilità dei valori di spaziatura e persistenza dei giunti rendono praticamente inutilizzabile tale parametro se misurato su porzioni di ammasso di estensione ridotta, come nel caso dei fronti rocciosi analizzati.

Per quanto concerne lo stato di fratturazione, quindi, sono stati presi come riferimento due distinti parametri, entrambi ricavati dai valori di spaziatura dei sistemi di giunti individuati. Il primo, definito numero volumetrico di discontinuità (J_v), ha evidenziato un valore di 13.2 giunti/m³, rappresentativi secondo gli *standard* ISRM (1993) di un ammasso fratturato con blocchi piccoli. Il secondo parametro, definito *Rock Quality Designation Index (RQD)* è stato determinato, in assenza dei dati di sondaggio, mediante la correlazione empirica fornita da Palmstrom (1997), basata sui valori di J_v calcolati per l'ammasso. Per le stazioni geomeccaniche effettuate, il valore di RQD risulta pari a 71.4%, e sono quindi rappresentativi di ammassi rocciosi fratturati, in analogia con quanto emerso dai valori caratteristici di J_v .

Matrice rocciosa		Ammasso roccioso			
R	σ_c (MPa)	J_v (giunti/m ³)	RQD %	RMR ₈₉	GSI
-	-	13	71	47÷52	42÷47

Tabella 4 - Sintesi delle principali caratteristiche fisico-meccaniche desunte dalle analisi condotte e riferibili ai litotipi ascritti all'unità degli Scisti muscovitici di Greco. Il calcolo del parametro A1 (resistenza a compressione uniassiale) del RMR_b è stato effettuato attraverso prove speditive, osservando la risposta della roccia alla sua percussione con il martello da geologo (Standard ISRM).

I parametri della matrice rocciosa e delle discontinuità precedentemente descritti hanno consentito, inoltre, di classificare l'ammasso roccioso secondo tre dei sistemi più utilizzati a livello internazionale. Il *Rock Mass Rating System (RMR)* di Bieniawski (1989) ha evidenziato una classe di ammasso sempre mediocre, con valori di RMR_b , variabili tra 47 e 52. Inoltre, considerata la presenza di fronti rocciosi caratterizzati da discontinuità sempre asciutte, i valori di RMR_{89} coincidono con i valori di RMR_b . Il *Geological Strength Index (GSI)* di Hoek (Hoek & Marinos 2000), infine, è stato ricavato empiricamente dall'indice RMR_{89} ed ha fornito valori variabili tra 42 e 47, ancora una volta indicativi di ammassi rocciosi di qualità mediocre o scadente.

5.2 Sondaggi geognostici

In questa sezione sono descritte le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi intercettati nelle perforazioni di sondaggio. Per questa unità sono attualmente disponibili due sondaggi geognostici finalizzati alla verifica delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso in corrispondenza della Catena Costiera, entrambi realizzati in superficie (SGN10 e SGN11).

5.2.1 Sondaggio SGN10

I primi 5.50 m di sondaggio hanno intercettato le coltri di copertura presenti alla base del versante, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Scisti muscovitici di Greco (**MGR**). Nel complesso, il materiale analizzato (Figura 6) è caratterizzato da un *RQD* pari al 18.8 % e un *GSI* di circa 31.9 (± 13.6).



Figura 6 – Scisti muscovitici fratturati nel sondaggio SGN10, tra 10.0 e 15.0 m.

5.2.2 Sondaggio SGN11

I primi 0.60 m di sondaggio hanno intercettato la massicciata della strada su cui è stata eseguita la perforazione, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso degli Scisti muscovitici di Greco (**MGR**). In generale, il materiale analizzato (Figura 7) mostra un *RQD* pari al 23.9 % e un *GSI* di circa 39.4 (± 14.4).

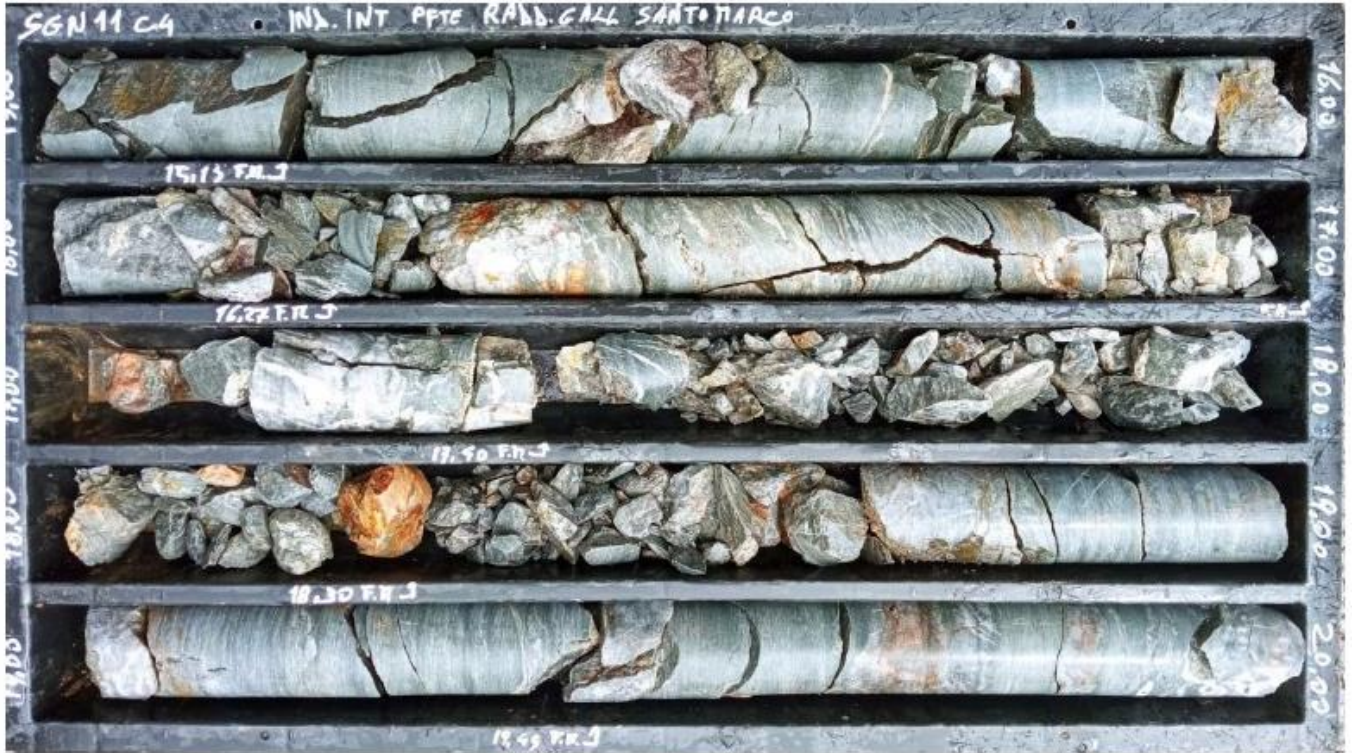


Figura 7 – Scisti muscovitici fratturati nel sondaggio SGN11, tra 15.0 e 20.0 m.

6 FILLADI DI SAN GIOVANNI

Di seguito vengono descritte le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso delle Filladi di San Giovanni (FSG). Sotto il profilo geologico, questo ammasso è formato da filladi e scisti filladici di colore grigio e nerastro, rossastro per alterazione, lucenti e a tessitura finemente scistosa, con locali intercalazioni di metarenarie e metacalcari cristallini; sono presenti frequenti vene di quarzo parallele alla scistosità (*Paleozoico*).

6.1 Rilievi sui fronti

In questa sezione sono descritti i risultati dei rilievi geomeccanici condotti lungo i fronti in roccia presenti all'interno dell'area di studio.

6.1.1 Matrice rocciosa

Anche in questo caso, in assenza di specifiche prove di laboratorio, le caratteristiche fisico-meccaniche della matrice rocciosa costituente l'ammasso oggetto di studi sono state determinate utilizzando le fonti bibliografiche disponibili ed i risultati delle prove sclerometriche realizzate lungo i fronti. Tali prove, condotte tramite uno sclerometro tipo L, hanno evidenziato un valore dell'indice di rimbalzo (R) pari a 60, preventivamente corretto per tenere in debita considerazione l'orientazione dello strumento al momento della prova.

Per quanto concerne il peso per unità di volume (γ_{nat}), le fonti bibliografiche disponibili suggeriscono l'utilizzo di un valore medio di circa 25.0 kN/m³ (Goodman 1989; Gonzalez de Vallejo 2005), ben correlabile con quello ricavato dalle misure sclerometriche con la correlazione di Katz et al. (2000), che è risultato pari a 24.8 kN/ m³. Contrariamente alle rocce gneissiche, le differenze tra i valori bibliografici e quelli misurati sono piuttosto modeste, probabilmente a causa del basso grado di alterazione dei litotipi lungo il fronte roccioso analizzato.


6.1.2 Discontinuità

I risultati dei rilievi geomeccanici condotti hanno permesso di determinare, per ogni stazione di misura, le caratteristiche peculiari delle numerose discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso in esame. Come detto in precedenza, le analisi sono state svolte in conformità con gli *standard* ISRM (1993), determinando l'orientazione caratteristica di ogni sistema di discontinuità grazie ad una analisi soggettiva del fronte roccioso.

Le analisi eseguite hanno quindi permesso di individuare, per la stazione geomeccanica in esame, le varie famiglie di discontinuità presenti e di associare ad ognuna di esse le caratteristiche peculiari più rappresentative dal punto di vista geomeccanico. Il numero di *set* di discontinuità è risultato pari a 5 ed evidenzia, ancora una volta, un elevato grado di fessurazione dei litotipi. Come per l'ammasso gneissico, sono chiaramente individuabili sia il sistema di giunti connesso con la scistosità (S_n) che i *set* di discontinuità dovuti alla tettonica ed ai fenomeni di detensionamento e deformazione dell'ammasso (J_n). Inoltre, è presenta un sistema riferibile ad una faglia ($F1$).

Anche per questa stazione, i diversi *set* di discontinuità individuati risultano ben correlabili allo schema strutturale dei settori di studio, in quanto caratterizzati da orientazioni e inclinazioni generalmente compatibili con i principali allineamenti tettonici presenti nell'area. In tale stazione, infatti, sono ancora una volta individuabili di sistemi di discontinuità connessi con le principali faglie dirette e fronti di sovrascorrimento che interessano buona parte dei rilievi montuosi della Catena Costiera.

Per quanto concerne le caratteristiche geometriche, le famiglie di discontinuità individuate mostrano valori di spaziatura generalmente variabili tra 18 e 55 cm, ricadenti sempre nella classe moderata dell'ISRM (1993). Come

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO				
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001

per l'ammasso gneissico, fa eccezione unicamente la famiglia connessa con la scistosità della roccia, che presenta valori medi di spaziatura di circa 7 cm, ricadenti quindi nella classe stretta dell'ISRM (1993).

Le aperture sono generalmente piuttosto basse e variabili tra 1 e 4 mm. Il riempimento risulta spesso assente e solo di rado rappresentato da terriccio.

Le discontinuità risultano, quasi sempre, completamente asciutte e fortemente alterate. La persistenza è in genere media, in quanto una parte dei giunti termina contro le altre discontinuità che interessano l'ammasso, altre, invece si estendono al di fuori dell'affioramento, anche se ciò potrebbe essere dovuto ancora una volta alla ridotta estensione del fronte analizzati e non ad una maggiore persistenza delle discontinuità.

Infine, le misure effettuate con il pettine di Barton sui fronti di rilievo hanno permesso di definire, in modo sistematico, la rugosità di ognuno dei *set* di giunti individuati. In analogia con quanto riportato negli *standard* ISRM (1993), i valori di rugosità sono stati espressi mediante il *Joint Roughness Coefficient (JRC)*, ricavato dal confronto visivo dei profili ottenuti con quelli *standard* riportati in letteratura. I valori medi di *JRC* determinati risultano generalmente compresi tra 6 e 8, mentre si registra una sola famiglia di discontinuità con *JRC* medio pari a 16. In questo caso, contrariamente a quanto registrato per l'ammasso roccioso gneissico, la scistosità presenta dei valori di rugosità mediamente piuttosto bassi, probabilmente a causa della tessitura estremamente fine dei materiali rocciosi analizzati.

6.1.3 Ammasso roccioso


I rilievi geomeccanici condotti hanno permesso, infine, di determinare lo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e di risalire alle sue caratteristiche fisico-meccaniche più importanti. Non sono altresì state effettuate misure relative all'indice di dimensione dei blocchi (I_b), in quanto l'elevata variabilità dei valori di spaziatura e persistenza dei giunti rendono praticamente inutilizzabile tale parametro se misurato su porzioni di ammasso di estensione ridotta, come nel caso dei fronti rocciosi analizzati.

Per quanto concerne lo stato di fratturazione, quindi, sono stati presi come riferimento due distinti parametri, entrambi ricavati dai valori di spaziatura dei sistemi di giunti individuati. Il primo, definito numero volumetrico di discontinuità (J_v), ha evidenziato un valore di 29.5 giunti/m³, rappresentativo secondo gli *standard* ISRM (1993) di un ammasso molto fratturato con blocchi piccoli. Il secondo parametro, definito *Rock Quality Designation Index (RQD)* è stato determinato, in assenza dei dati di sondaggio, mediante la correlazione empirica fornita da Palmstrom (1997), basata sui valori di J_v calcolati per l'ammasso. Il valore di *RQD* determinato per la stazione in esame è risultato pari al 17.6 %.

Matrice rocciosa		Ammasso roccioso			
R	σ_c (MPa)	J_v (giunti/m ³)	RQD %	RMR ₈₉ -	GSI -
60	97	29	18	37-41	32-36

Tabella 5 - Sintesi delle principali caratteristiche fisico-meccaniche desunte dalle analisi condotte e riferibili ai litotipi ascritti all'unità delle Filladi di San Giovanni.

I parametri della matrice rocciosa e delle discontinuità precedentemente descritti hanno consentito, inoltre, di classificare l'ammasso roccioso secondo tre dei sistemi più utilizzati a livello internazionale. Il *Rock Mass Rating System (RMR)* di Bieniawski (1989) ha evidenziato una classe di ammasso mediocre, connessa a valori variabili tra 37 e 41. Inoltre, considerata la presenza di fronti rocciosi caratterizzati da discontinuità sempre asciutte, i valori di RMR_{89} coincidono con i valori di RMR_b . Il *Geological Strength Index (GSI)* di Hoek (Hoek & Marinos 2000),

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

infine, è stato ricavato empiricamente dall'indice RMR_{89} ed ha fornito valori compresi tra 32 e 36, ancora una volta indicativi di ammassi rocciosi di qualità tra mediocre e scadente.

6.2 Sondaggi geognostici

In questa sezione sono descritte le caratteristiche geomeccaniche degli ammassi rocciosi intercettati nelle perforazioni di sondaggio. In corrispondenza di questa unità è attualmente disponibile un sondaggio geognostico finalizzato alla verifica delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso all'interno della dorsale della Catena Costiera, condotto all'interno della galleria esistente (SGN10 GAL).

6.2.1 Sondaggio SGN10 GAL

I primi 0.42 m di sondaggio hanno intercettato il materiale di rivestimento della galleria, mentre i restanti metri hanno interessato l'ammasso roccioso delle Filladi di San Giovanni (**FSG**). Nel complesso, il materiale analizzato (Figura 8) presenta un RQD pari al 37.4 % e un GSI di circa 35.2 (± 14.2). Da questa analisi sono state escluse le porzioni perforate a distruzione di nucleo (tra 8.00 e 11.50 m da boccaforo).



Figura 8 – Filladi fratturate nel sondaggio SGN10 GAL, tra 10.0 e 15.0 m.

Fino a 5 m, il sondaggio ha intercettato un ammasso roccioso molto fratturato a causa del disturbo prodotto dalla realizzazione della galleria esistente. Tale orizzonte presenta un RQD pari al 14.5 % e un GSI di circa 23.0 (± 4.9). Il resto del sondaggio risulta meno disturbato a seguito delle operazioni di scavo ed è caratterizzato da un RQD pari al 47.6 % e un GSI di circa 40.6 (± 13.7).

7 SCHEDE DELLE STAZIONI GEOMECCANICHE

codice

St01

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

590472 E - 4356497 N

località

T. Zio Petruzzo

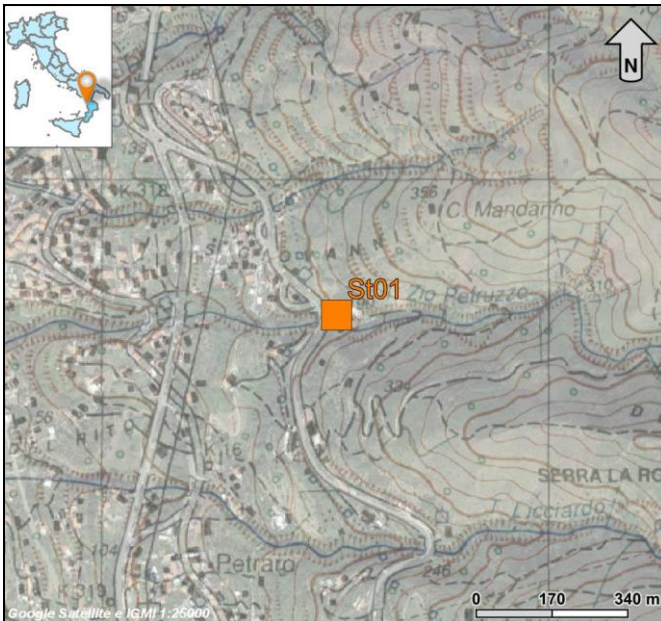
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

FSG

litologia

Filladi

area (m²)

560

caratteristiche dell'affioramento

orientazione (°)

100

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

Irregolare

RMRb

37 - 41

GSI

32 - 36

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Aperta/Moderatamente
larga

alterazione

Molto alterata

terminazione

XX-XD-DD

JRC

6-16

numero sistemi di giunti

5

resistenza alterato (MPa)

-

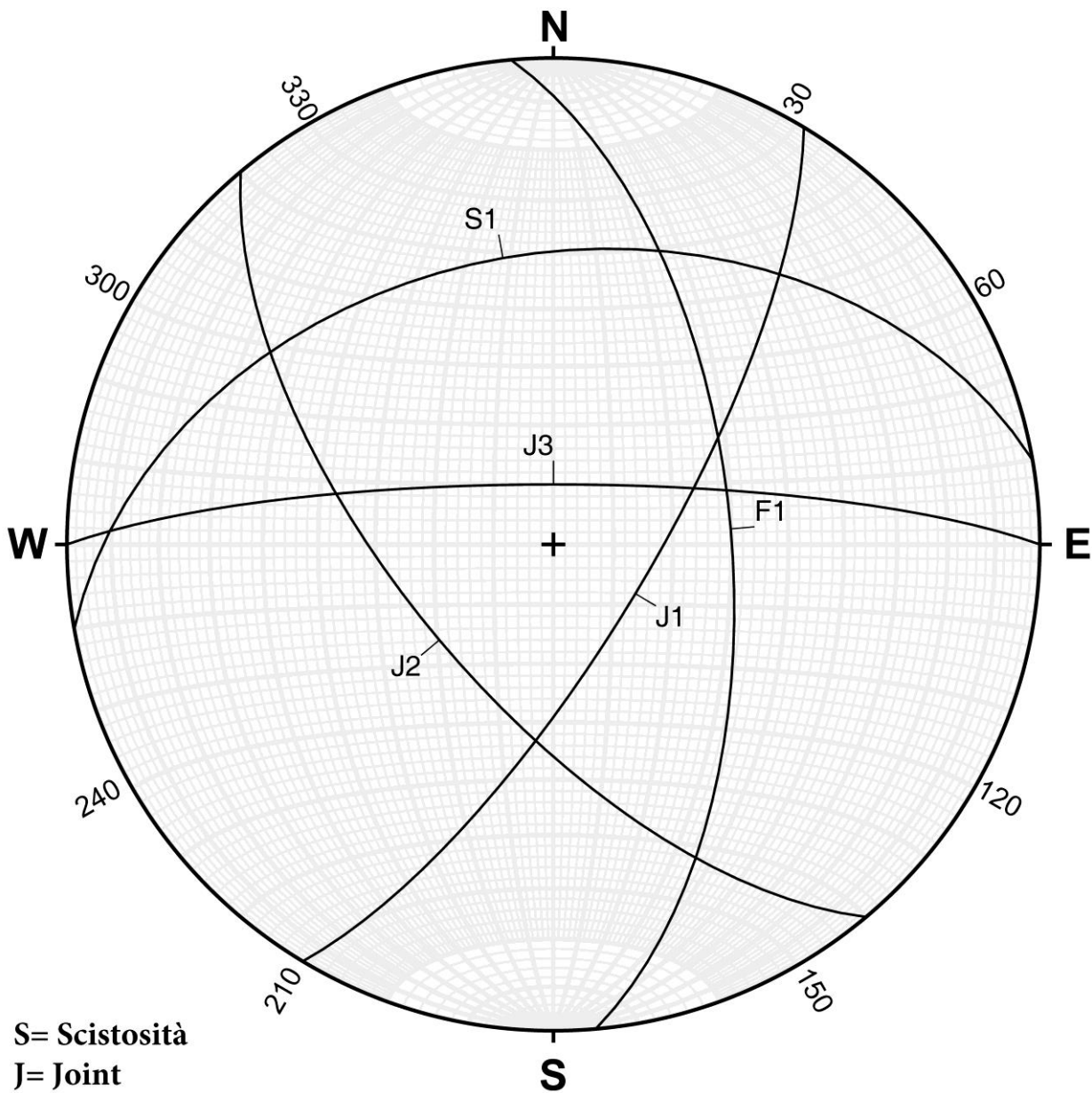
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St01

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



S= Scistosità
J= Joint
F=Faglia

codice

St01

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	31	121	74	18	2	Nessuno
2	Frattura	J2	140	230	65	35	2	Nessuno
3	Frattura	J3	270	0	80	20	1	Nessuno
4	Scistosità	S1	260	350	40	7	1	Nessuno
5	Faglia	F1	355	85	60	55	4	Terra

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	6
2	Frattura	J2	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	8
3	Frattura	J3	Fortemente Alterata	DD	Asciutta	16
4	Scistosità	S1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	6
5	Faglia	F1	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	8

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	24 di 53

codice

St02

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

591282 E - 4355437 N

località

Valle Ceraselle

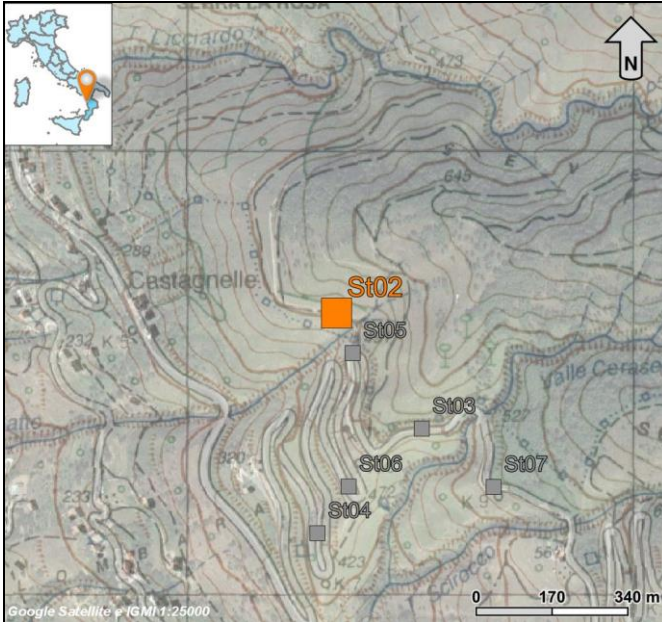
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

area (m²)

60

orientazione (°)

110

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Aperta/Moderatamente
larga

alterazione

Mediamente alterata

terminazione

XD-DD

JRC

6-10

numero sistemi di giunti

4

resistenza alterato (MPa)

-

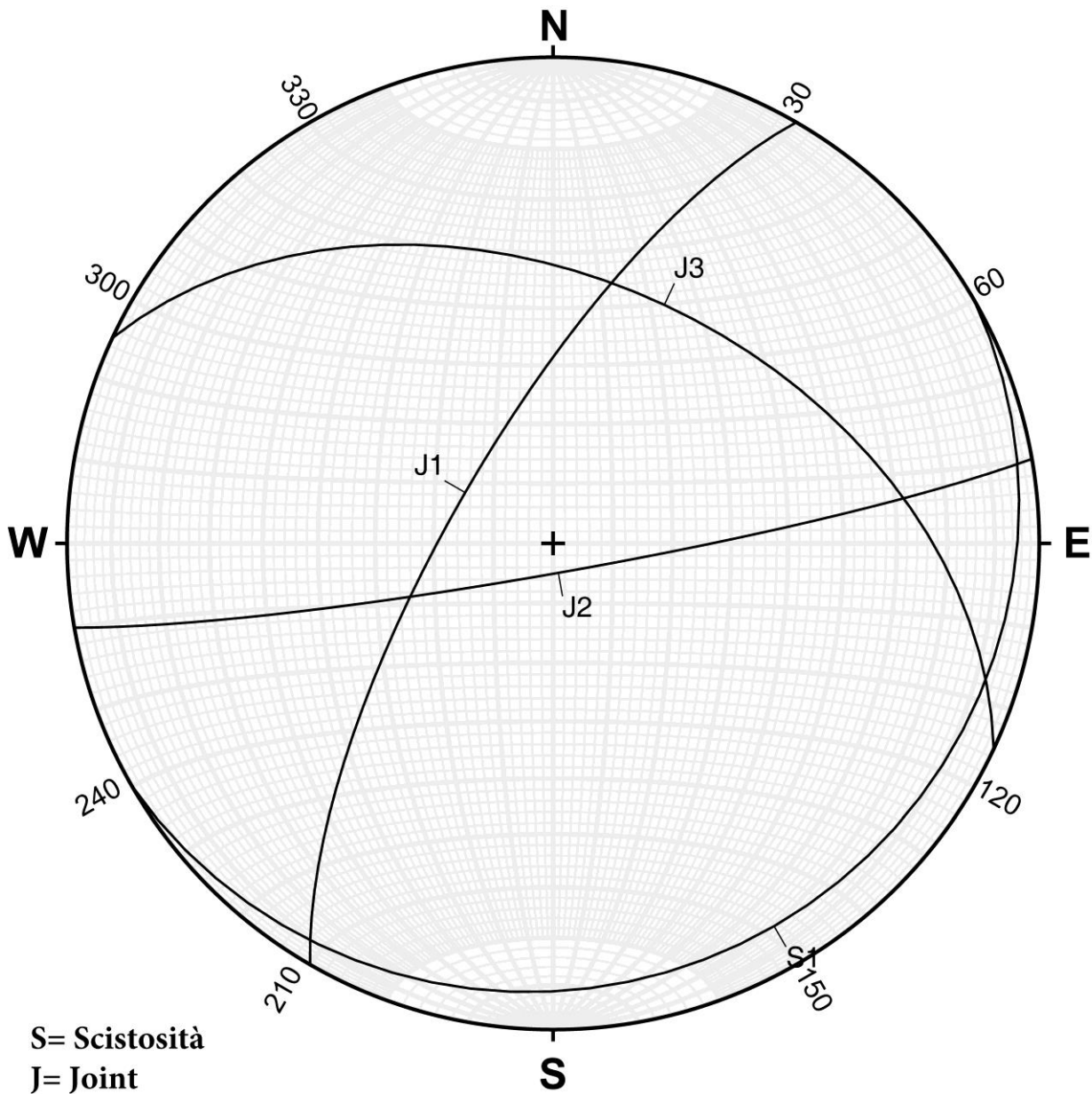
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St02

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St02

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	210	300	73	28	10	Terra
2	Frattura	J2	80	170	85	26	2	Nessuno
3	Frattura	J3	295	25	45	40	1	Nessuno
4	Scistosità	S1	60	150	10	25	1	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	10
2	Frattura	J2	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	6
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	8

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	27 di 53

codice

St03

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

591473 E - 4355177 N

località

Valle Ceraselle

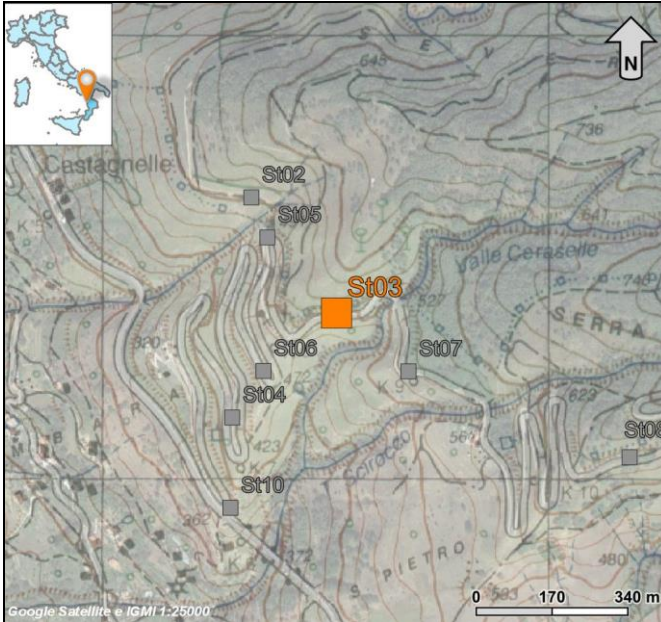
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

area (m²)

120

orientazione (°)

80

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Molto stretta/moderatamente larga

alterazione

Mediamente alterata

terminazione

DD-XD

JRC

8-10

numero sistemi di giunti

4

resistenza alterato (MPa)

-

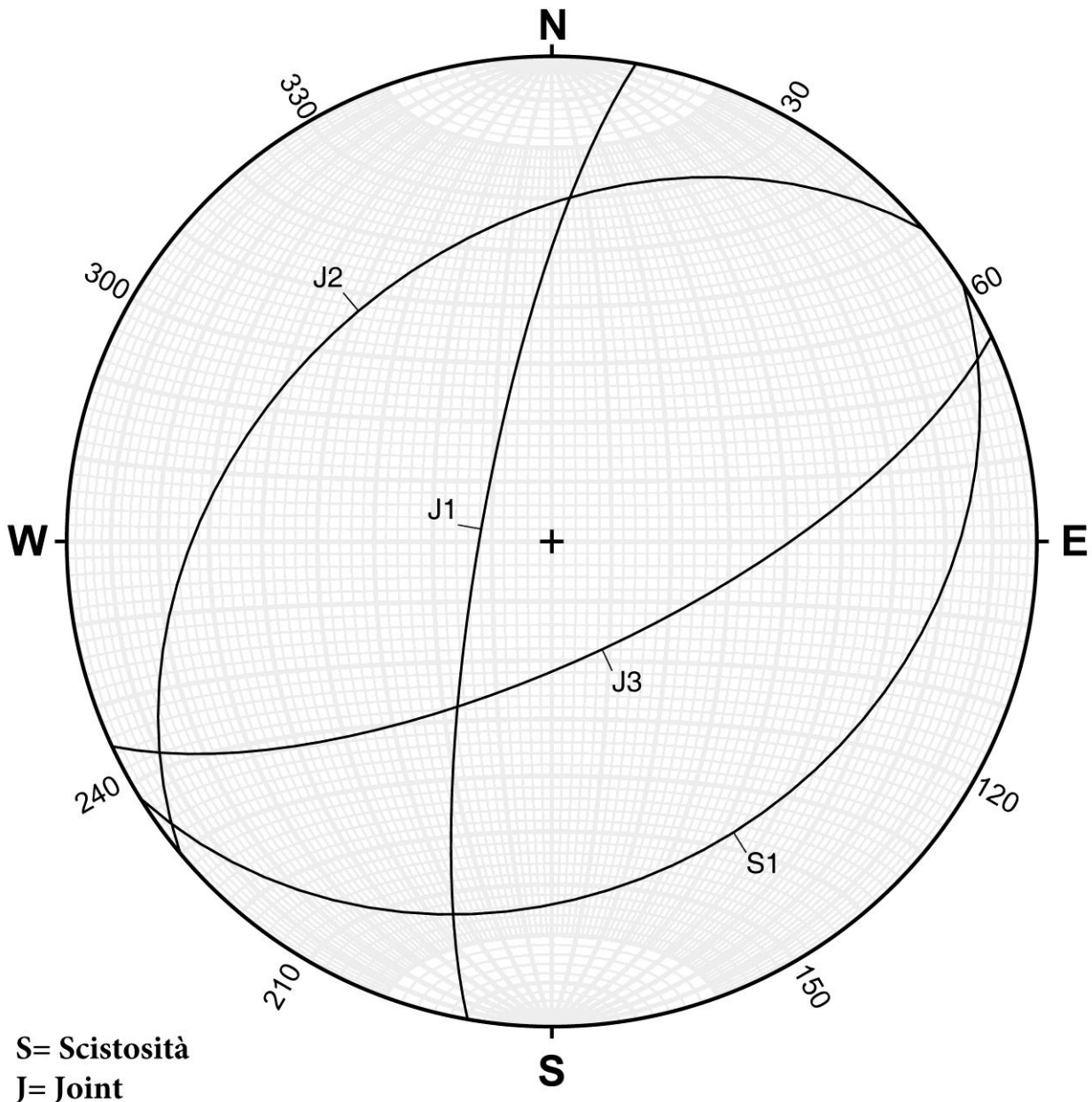
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St03

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St03

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	190	280	78	27	8	Detrito/Nessuno
2	Frattura	J2	230	320	38	48	1	Nessuno
3	Frattura	J3	65	155	70	23	1	Nessuno
4	Scistosità	S1	58	148	30	9	0	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	10
2	Frattura	J2	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	30 di 53

codice

St04

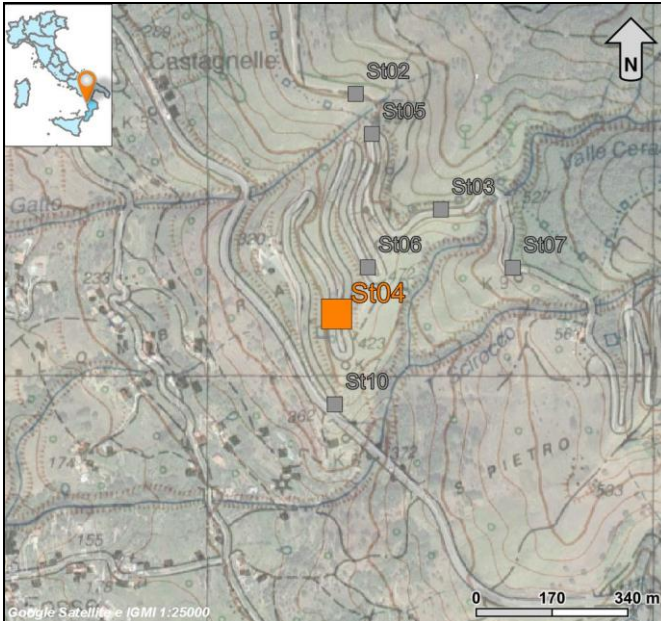
comune

Paola (CS)

località

T. Scirocco

ubicazione



coordinate WGS84/UTM zone 33N

591239 E - 4354942 N

progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Molto stretta/aperta

JRC

6-14

numero sistemi di giunti

4

caratteristiche dell'affioramento

area (m²)

90

orientazione (°)

145

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

alterazione

Molto alterata

terminazione

XD-XX-XR

resistenza alterato (MPa)

-

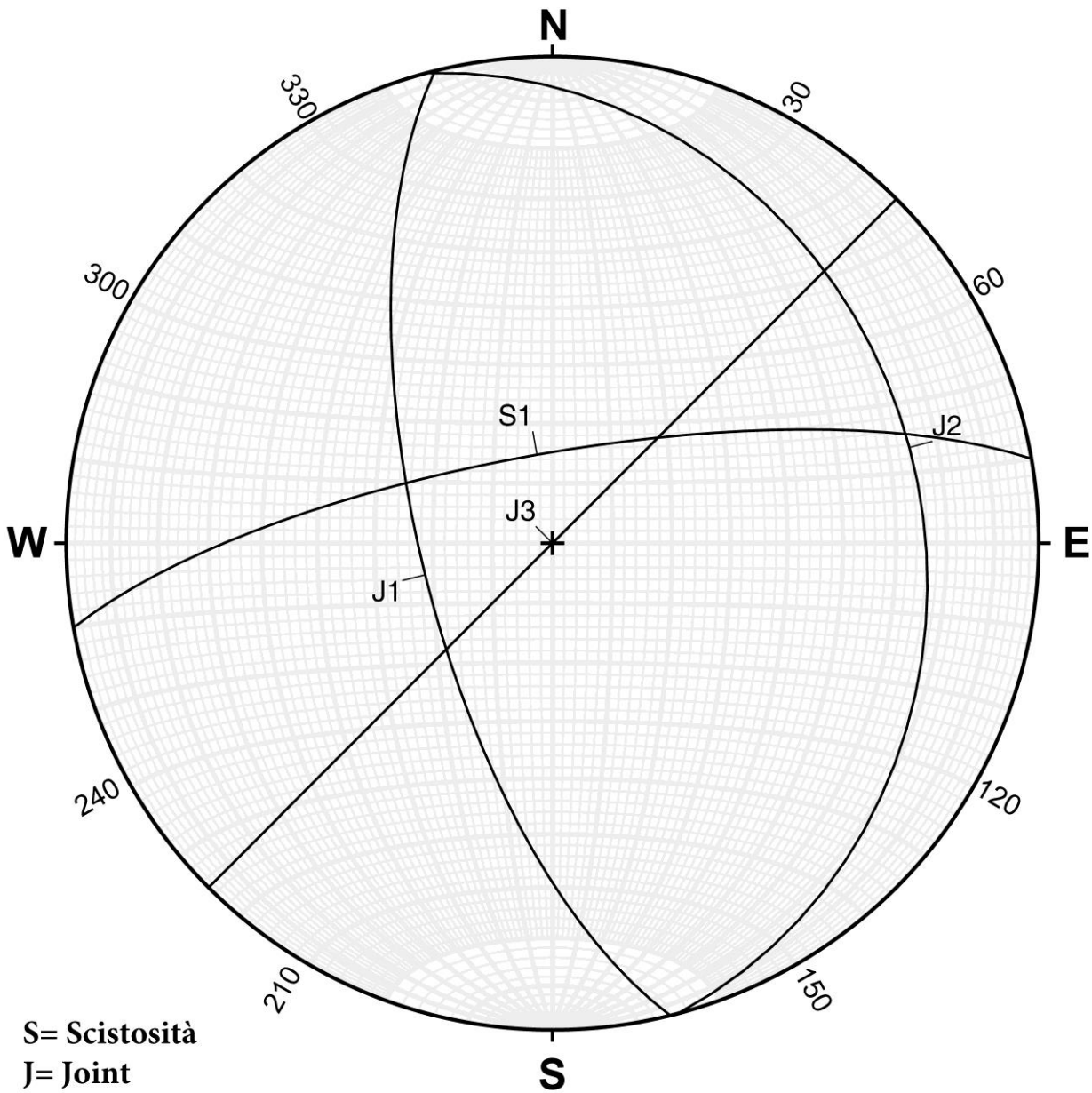
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St04

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St04

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	166	256	68	26	1	Nessuno
2	Frattura	J2	345	75	25	53	2	Nessuno
3	Frattura	J3	225	315	90	23	1	Nessuno
4	Scistosità	S1	260	350	75	9	0	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	6
2	Frattura	J2	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	12
3	Frattura	J3	Fortemente Alterata	XR	Asciutta	14
4	Scistosità	S1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	14

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	33 di 53

codice

St05

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

591318 E - 4355347 N

località

Valle Ceraselle

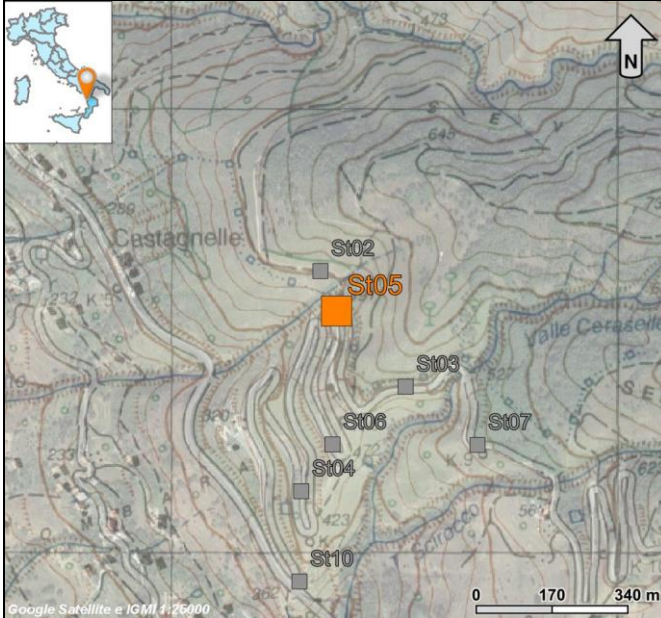
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

area (m²)

75

caratteristiche dell'affioramento

orientazione (°)

140

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Molto stretta/larga

apertura

Molto stretta/aperta

alterazione

Mediamente alterata/molto alterata

terminazione

XD-XX-DD

JRC

6-14

numero sistemi di giunti

5

resistenza alterato (MPa)

-

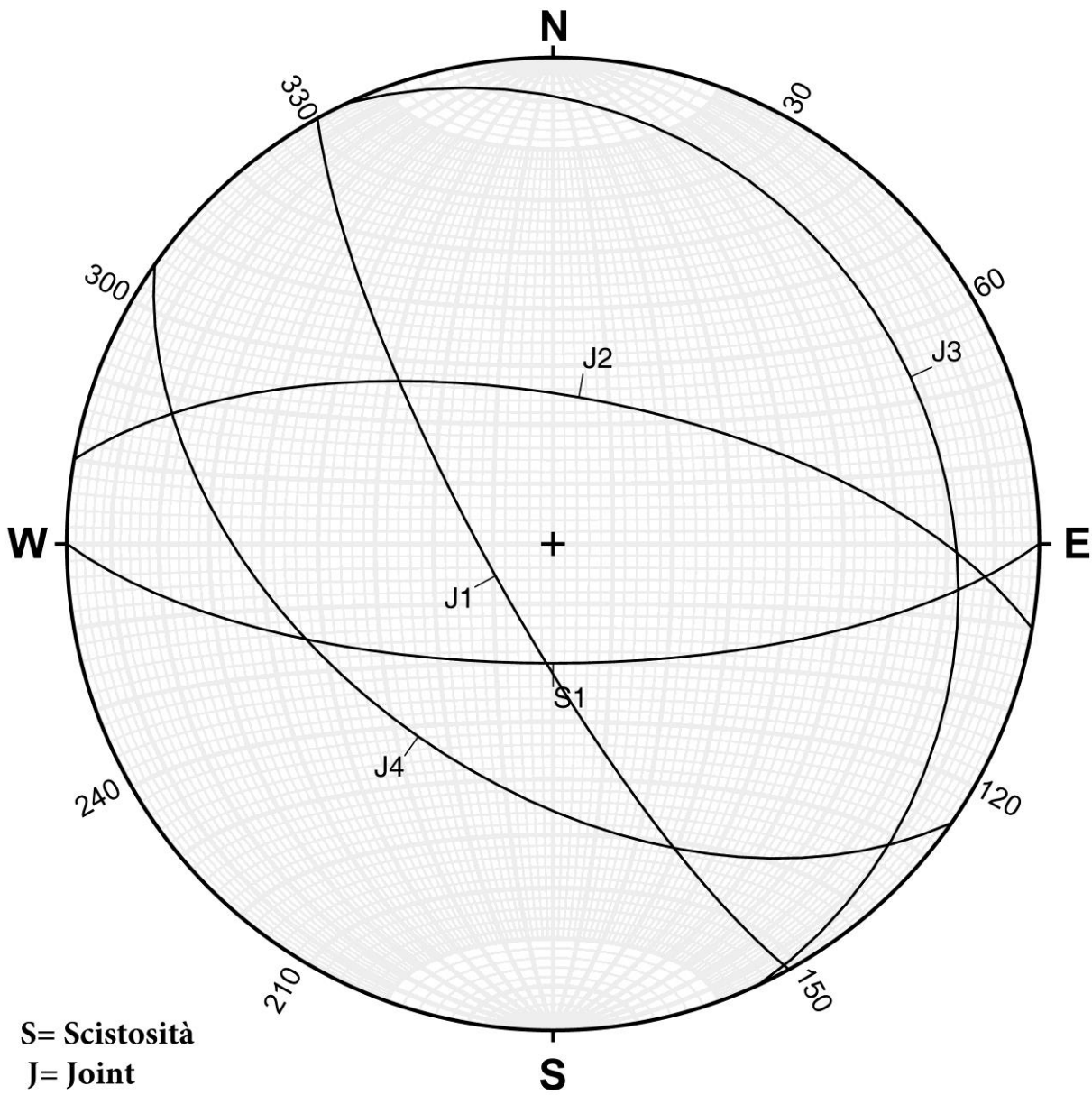
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St05

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St05

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	151	241	79	50	0	Nessuno
2	Frattura	J2	280	10	65	50	2	Nessuno
3	Frattura	J3	335	65	20	61	0	Nessuno
4	Frattura	J4	125	215	50	40	0	Nessuno
5	Scistosità	S1	90	180	70	5	0	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	6
2	Frattura	J2	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	8
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	10
4	Frattura	J4	Fortemente Alterata	DD	Asciutta	14
5	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	10

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	36 di 53

codice

St06

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

591309 E - 4355047 N

località

Valle Ceraselle

progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

area (m²)

70

caratteristiche dell'affioramento

orientazione (°)

14

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Moderata/larga

apertura

Molto stretta/moderatamente larga

alterazione

Molto alterata

terminazione

XD-XX

JRC

9-16

numero sistemi di giunti

5

resistenza alterato (MPa)

-

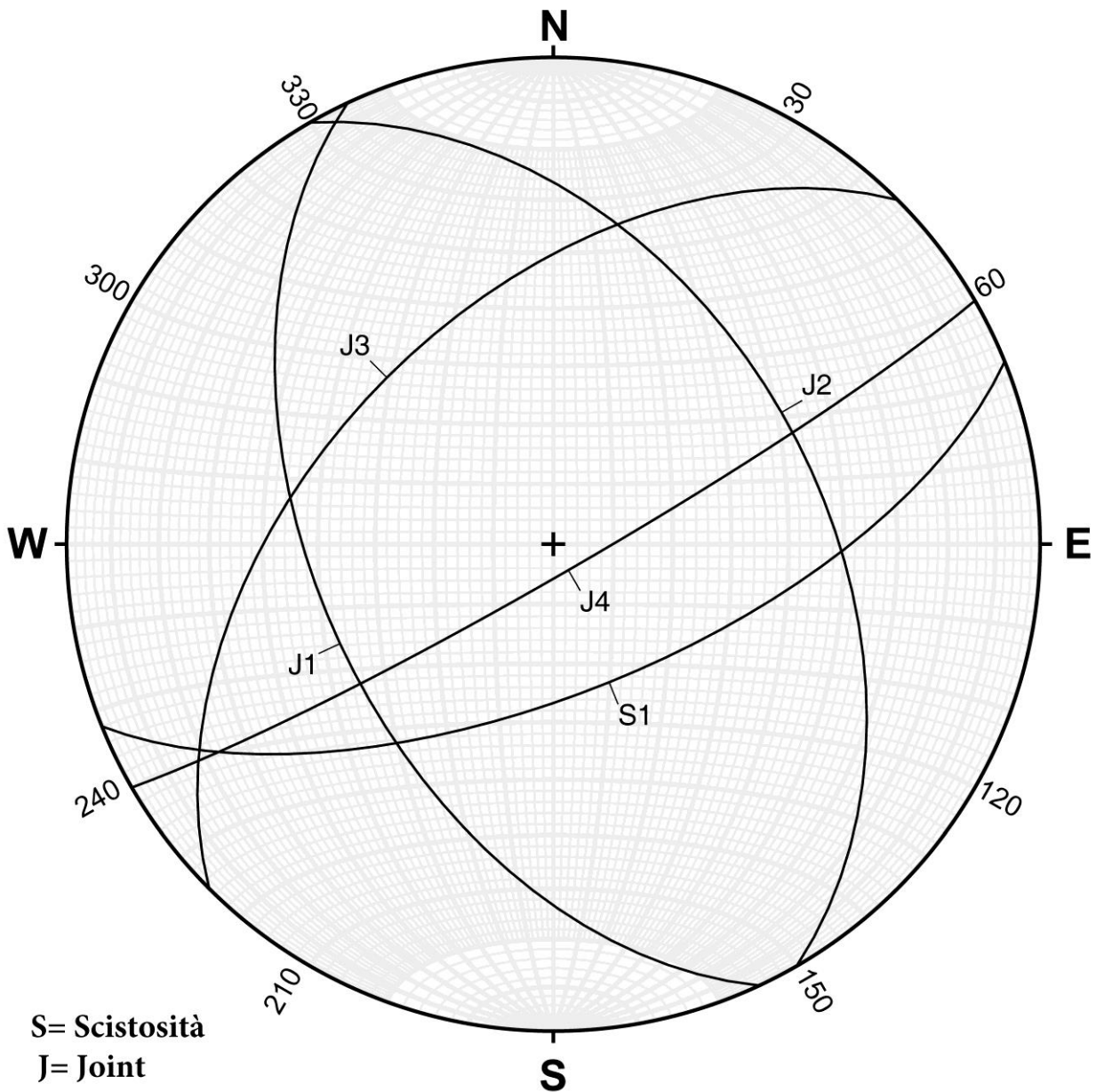
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St06

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St06

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	155	245	50	17	3	Nessuno
2	Frattura	J2	330	60	45	44	2	Nessuno
3	Frattura	J3	225	315	50	49	4	Nessuno
4	Frattura	J4	60	150	85	63	8	Terra
5	Scistosità	S1	68	158	65	15	0	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	6
2	Frattura	J2	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	10
3	Frattura	J3	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	8
4	Frattura	J4	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	8
5	Scistosità	S1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	16

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	39 di 53

codice

St07

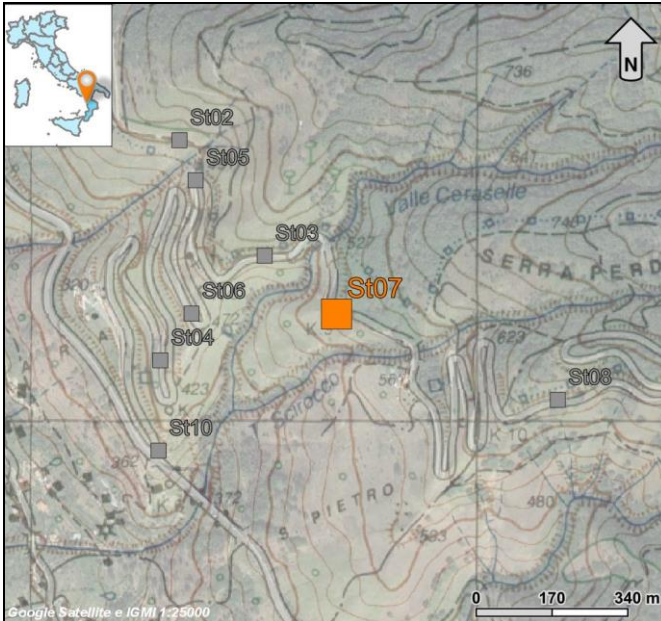
comune

Paola (CS)

località

T. Scirocco

ubicazione



coordinate WGS84/UTM zone 33N

591634 E - 4355046 N

progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Aperta/Moderatamente larga

JRC

6-10

numero sistemi di giunti

4

caratteristiche dell'affioramento

area (m²)

8

orientazione (°)

40

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

alterazione

Mediamente alterata

terminazione

DD-XX

resistenza alterato (MPa)

-

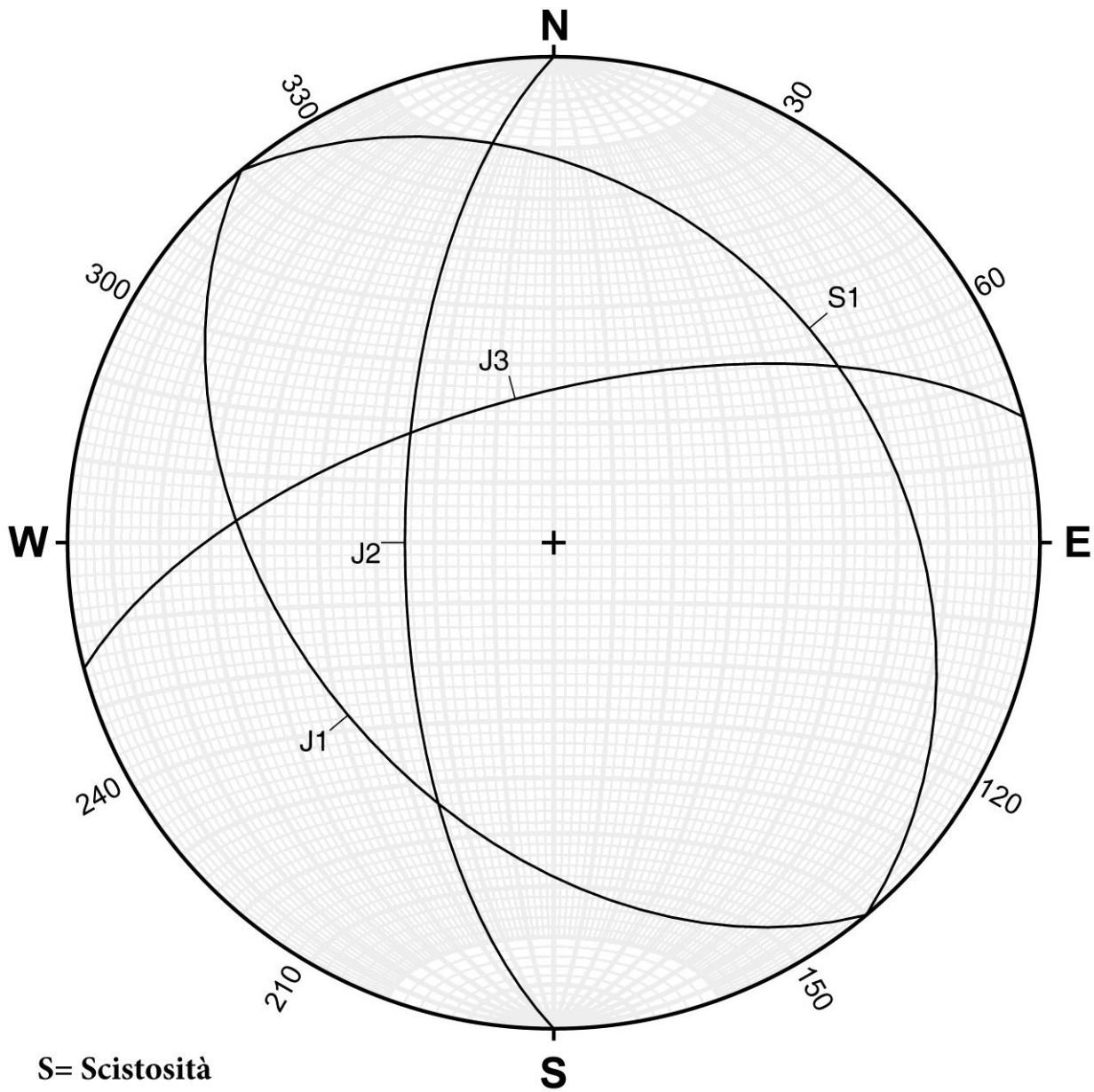
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St07

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



S= Scistosità
J= Joint



LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO
NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA
RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	41 di 53

—— **Piani di discontinuità**

codice

St07

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	140	230	44	20	1	Nessuno
2	Frattura	J2	180	270	65	31	3	Nessuno
3	Frattura	J3	255	345	65	25	1	Nessuno
4	Scistosità	S1	320	50	32	20	1	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
2	Frattura	J2	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	10
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	6

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	43 di 53

codice

St08

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

592130 E - 4354853 N

località

Serra Perdirice

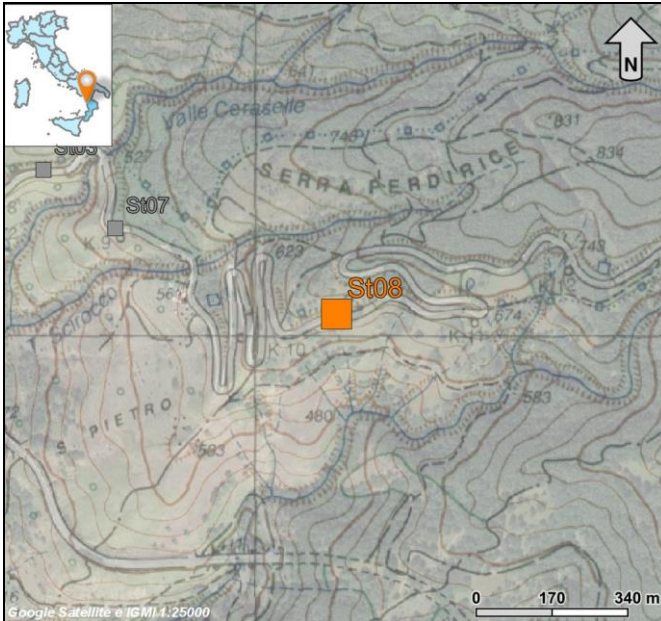
progressiva (km)

-

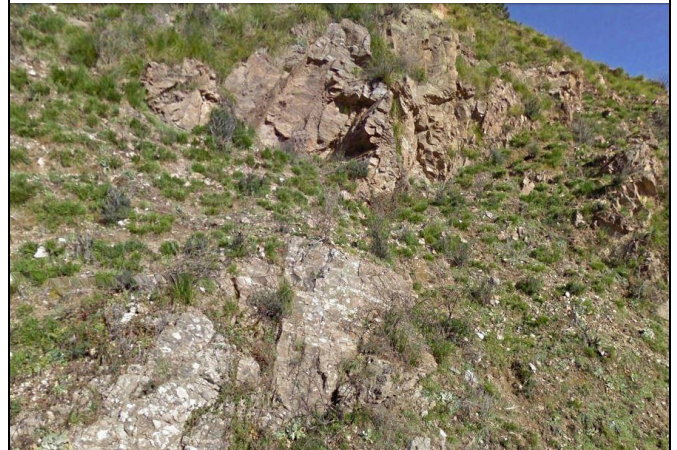
distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

caratteristiche dell'affioramento

area (m²)

48

orientazione (°)

80

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Molto stretta-
estremamente larga

alterazione

Mediamente alterata

terminazione

XX-DD-XD

JRC

6-10

numero sistemi di giunti

4

resistenza alterato (MPa)

-

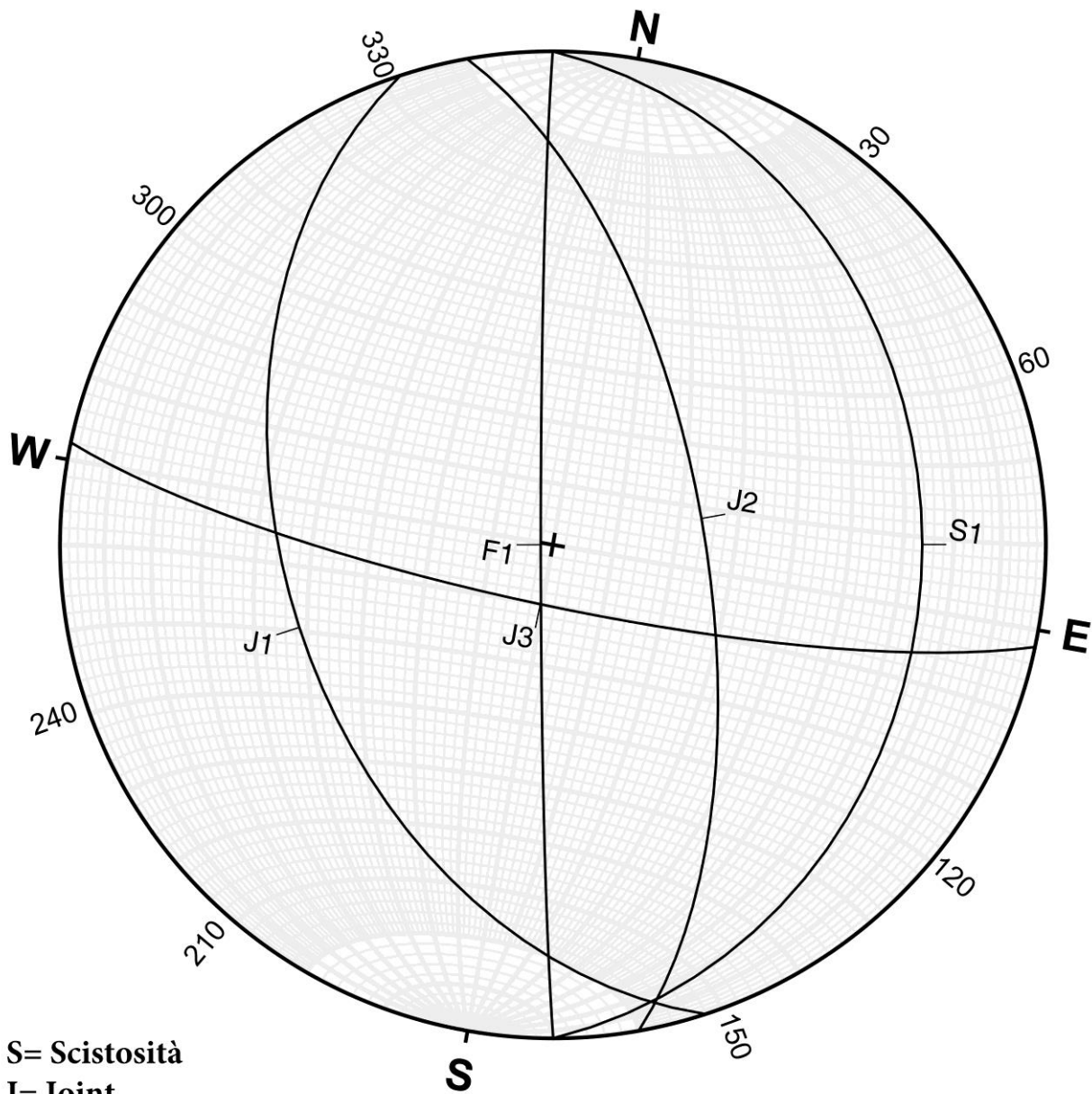
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St08

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



S= Scistosità
J= Joint
F=Faglia

codice

St08

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	152	242	45	26	5	Nessuno
2	Frattura	J2	340	70	65	24	3	Nessuno
3	Frattura	J3	92	182	80	25	8	Nessuno/Terra
4	Scistosità	S1	350	80	26	14	0	Nessuno
5	Faglia	F1	170	260	88	-	35	Terra

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	8
2	Frattura	J2	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	DD	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	10
5	Faglia	F1	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	6

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	46 di 53

codice

St09

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

592990 E - 4354802 N

località

T. Varco le Chianche

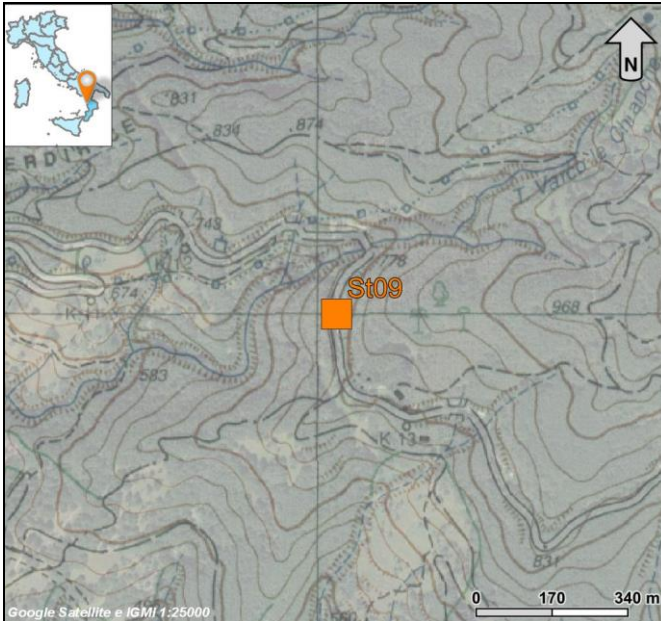
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

MGR

litologia

Scisti muscovitici di Greco

caratteristiche dell'affioramento

area (m²)

60

orientazione (°)

200

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

47 - 52

GSI

47 - 52

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Aperta/Moderatamente larga

alterazione

Mediamente alterata

terminazione

XX-XD-DD

JRC

8-10

numero sistemi di giunti

4

resistenza alterato (MPa)

-

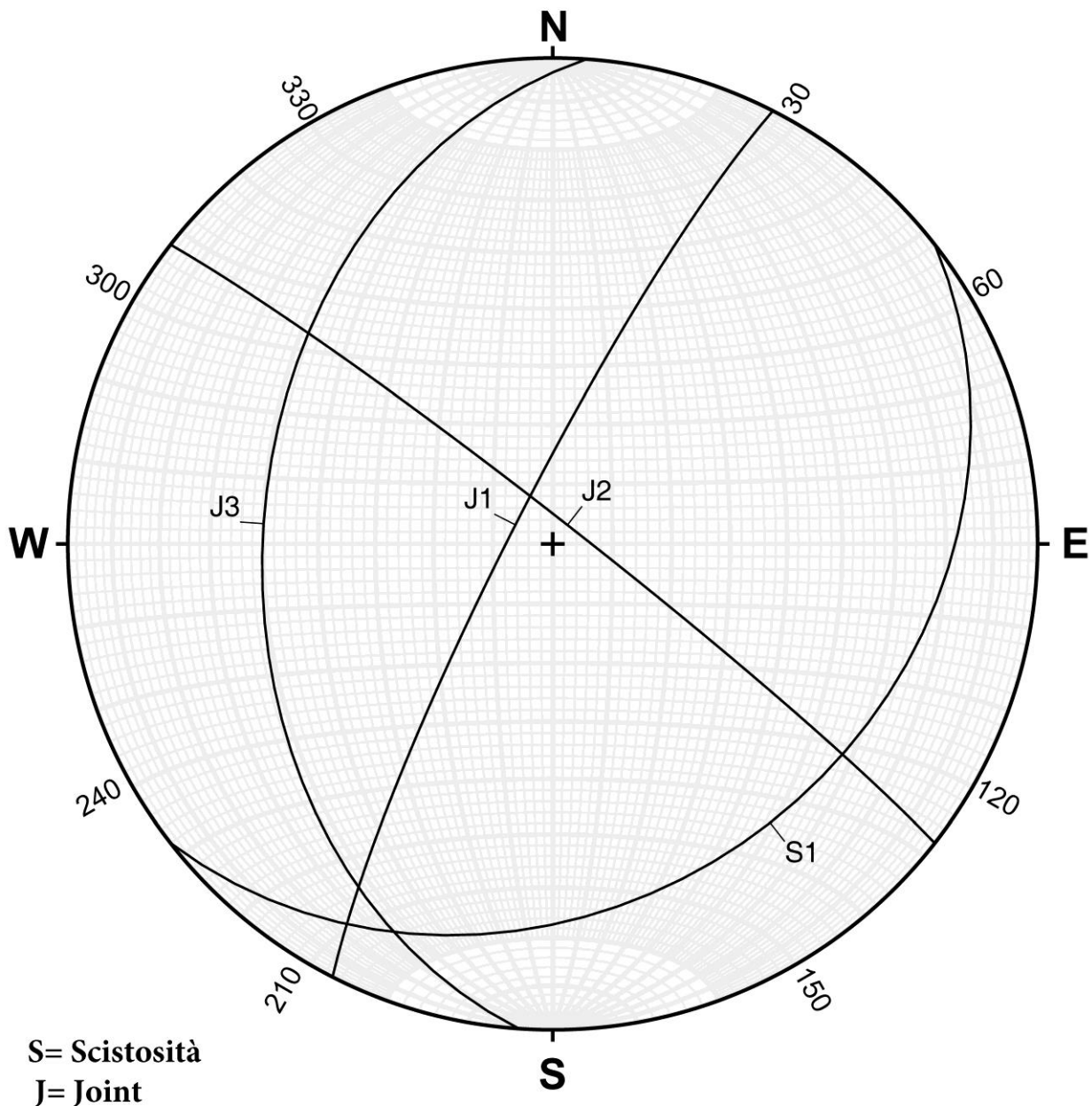
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St09

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St09

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	207	297	83	33	10	Terra
2	Frattura	J2	308	38	86	38	9	Nessuno
3	Frattura	J3	184	274	40	50	3	Nessuno
4	Scistosità	S1	52	142	28	18	3	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Moderatamente Alterata	XD	Asciutta	8
2	Frattura	J2	Moderatamente Alterata	DD/XD/	Asciutta	10
3	Frattura	J3	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Moderatamente Alterata	XX	Asciutta	8

RELAZIONE GEOMECCANICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RC1C	03	R69RH	GE 00 01 001	B	49 di 53

codice

St10

comune

Paola (CS)

coordinate WGS84/UTM zone 33N

591235 E - 4354739 N

località

T. Scirocco

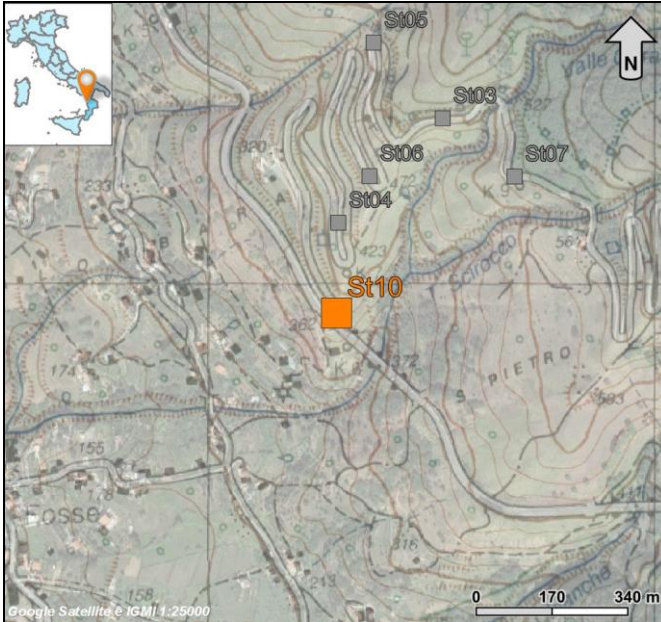
progressiva (km)

-

distanza dal tracciato (m)

-

ubicazione



documentazione fotografica



sigla unità geologica

GCL

litologia

Gneiss

area (m²)

75

orientazione (°)

15

tipologia

Ammasso roccioso

struttura

Fratturata

forma dei blocchi

A blocchi

RMRb

48 - 53

GSI

43 - 48

spaziatura

Stretta/moderata

apertura

Aperta/Moderatamente
larga

alterazione

Molto alterata

terminazione

XD-XX

JRC

8-10

numero sistemi di giunti

4

resistenza alterato (MPa)

-

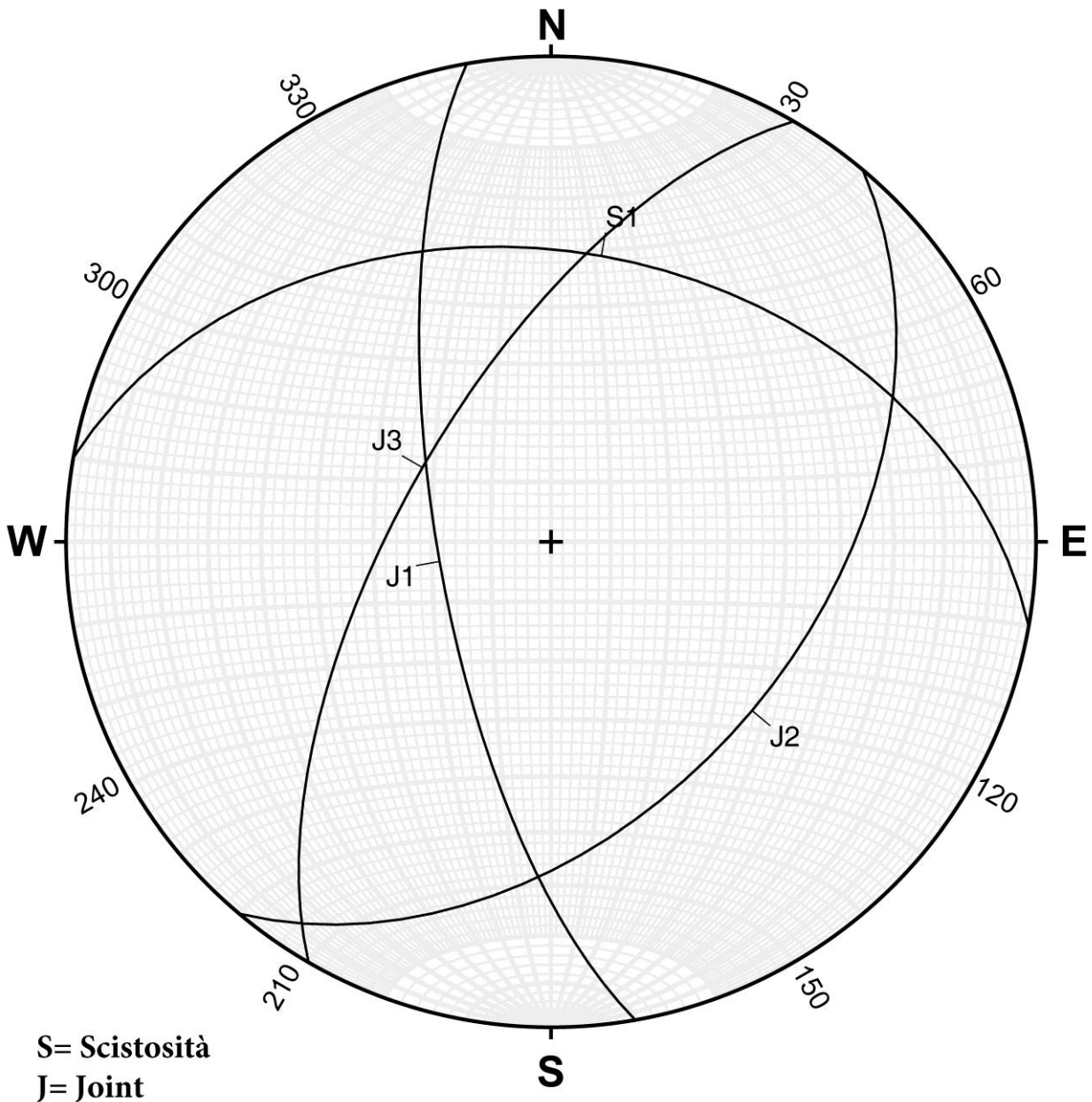
resistenza intatto (MPa)

-

codice

St10

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ



codice

St10

FAMIGLIE DI DISCONTINUITÀ

N.	Tipo	Famiglia	Direzione	Immersione	Pendenza	Spaziatura	Apertura	Riempimento
-	-	-	-	-	-	S	A	-
-	-	-	(°)	(°)	(°)	(cm)	(mm)	-
1	Frattura	J1	170	260	71	10	3	Nessuno
2	Frattura	J2	40	130	45	39	3	Nessuno/Terra
3	Frattura	J3	210	300	65	33	2	Nessuno
4	Scistosità	S1	280	10	40	15	1	Nessuno

N.	Tipo	Famiglia	Alterazione	Persistenza	Condizioni idrauliche	Rugosità
-	-	-	-	P	-	JRC
-	-	-	-	(m)	-	-
1	Frattura	J1	Fortemente Alterata	XX	Asciutta	8
2	Frattura	J2	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	10
3	Frattura	J3	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	8
4	Scistosità	S1	Fortemente Alterata	XD	Asciutta	10

8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Associazione Geotecnica Italiana, 1994. Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio. Servizi Grafici Editoriali, Padova.

Atkinson J., 1997. Geotecnica. Meccanica delle terre e fondazioni. McGraw-Hill, Milano.

Bieniawski Z.T., 1989. Engineering rock mass classification. John Wiley and Sons.

Bruschi A., 2004. Meccanica delle rocce nella pratica geologica ed ingegneristica. Dario Flaccovio Editore.

Casagrande A., 1948. Classification and identification of soils. Transactions of the American Society of Civil Engineers 113: 901-930.

Colombo P., Colleselli F., 1996. Elementi di geotecnica (seconda edizione). Zanichelli Editore, Bologna.

Deere D.U., 1964. Technical description of rock cores for engineering purpose. Rock Mechanics and Rock Engineering 1: 17-22.

Fabbri M., Garbin F., Lanzini M., Scarapazzi M., 2007. Interpretazione dei parametri geotecnici di laboratorio. Di Virgilio Editore, Roma.

Gonzalez De Vallejo L.I., 2005. Geoingegneria. Pearson Education Italia, Milano.

Goodman R.E., 1989. Introduction to rock mechanics. John Wiley and Sons.

Griffith A.A., 1920. The phenomena of rupture and flow in soils. Philosophical Transactions for the Royal Society of London 221: 163-198.

Hoek E. Carte T.G., Diederichs M.S., 2013. Quantification fo the Geological Strength Index chart. American Rock Mechanics Association 13-672.

Hoek E., 1983. Strength of jointed rock masses. Géotechnique 33: 187-223.

Hoek E., Brown E.T., 1997. Practical estimates of rock mass strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 34: 1165-1186.

Hoek E., Marinos P., 2000. GSI: a geologically friendly tool for mass strength estimation. Proceeding of GeoEng 2000 Conferece, Melbourne, Australia.

ISRM, 1975. Suggested methods for determining shear strength. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstract 12: A35.

ISRM, 1978. Suggested methods for determining tensile strength of rock materials. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstract 15: 99-103.

ISRM, 1978. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 15: 319-368.

ISRM, 1979. Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 16: 135-140.

	LINEA COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO NUOVA LINEA AV SALERNO-REGGIO CALABRIA RADDOPPIO COSENZA – PAOLA / S. LUCIDO					
	RELAZIONE GEOMECCANICA	COMMESSA RC1C	LOTTO 03	CODIFICA R69RH	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. B

ISRM, 1979. Suggested methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties and swelling and slake-durability index properties. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstract* 16: 141-156.

ISRM, 1983. Suggested methods for determining the strength of rock materials in triaxial compression: revised version. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 20: 283-290.

ISRM, 1985. Suggested methods for determining point load strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstract* 22: 51-60.

ISRM, 1993. Metodologie per la descrizione quantitativa delle discontinuità nelle masse rocciose. *Rivista Italiana di Geotecnica* 2: 151-197.

ISRM, 1994. Raccomandazioni ISRM per la misura della resistenza al punzonamento. *Rivista Italiana di Geotecnica* 1: 63-71.

ISRM, 1994. Raccomandazioni per determinare la resistenza a compressione monoassiale e la deformazione dei materiali rocciosi. *Rivista Italiana di Geotecnica* 3: 248-251.

ISRM, 1995. Raccomandazioni per la determinazioni della velocità delle onde acustiche in provini di roccia. *Rivista Italiana di Geotecnica* 3: 231-236.

Katz O., Reches Z., Roegiers J.C., 2000. Evaluation of mechanical rock properties using a Schmidt hammer. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 37: 723-728.

Ladd C.C., Foott R., Ishihara K., Schlosser F., Poulos H.G., 1977. Stress-deformation and strength characteristics. SOA Report, *Proceedings of IX ICSMFE, Tokyo* 2: 421-494.

Lambe T.W., Whitman R.V., 1997. *Meccanica dei terreni*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Lancellotta R., 2004. *Geotecnica (terza edizione)*. Zanichelli Editore, Bologna.

Lindeburg M.R., 1989. *Civil Engineering Reference Manual*. Belmont: Professional Publications.

Palmstrom A., 1997. Collection and use of geological data in rock engineering. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*.

Poulos H.G., Davis E.H., 1974. *Elastic solutions for soil and rock mechanics*. John Wiley and Sons, New York.

Scesi L., Papini M., Gattinoni P., 2003. *Geologia applicata*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

Terzaghi K., 1943. *Theoretical soil mechanics*. John Wiley and Sons, New York.