

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA RELAZIONI GEOLOGICHE

Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 0 0 G E 2 0 8 G I 0 1 Z R D 0 0 6 A

Scala:

-

F															
E															
D															
C															
B															
A	Aprile 2011	EMISSIONE				M. D'ANGELO	A. TURSO	M. LITI	P. PAGLINI						
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO						
Responsabile del procedimento:		Ing. MAURIZIO ARAMINI													

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



INDICE

PREMESSA	3
1. MODALITÀ ESECUTIVE DEI RILIEVI	4
2. PROCEDURA ADOTTATA	5
3. AFFIORAMENTI E DOMINI STRUTTURALI	8
3.1 DOMINIO STRUTTURALE 1	9
3.2 DOMINIO STRUTTURALE 2	12

ELENCO APPENDICI

APPENDICE 1 SCHEDE DELLE STAZIONI DI RILIEVO

APPENDICE 2 CLASSIFICAZIONI GEOMECCANICHE

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 2 di 15

PREMESSA

Il presente documento compendia i risultati dei rilievi geomeccanici e strutturali condotti sugli affioramenti rocciosi indicati dalla D.L. in seno al progetto esecutivo di ammodernamento ed adeguamento alla Cat. B D.M. 5/11/2001 della S.S. 640 Agrigento – Caltanissetta tratto dal Km 44+1000 allo svincolo con l'autostrada A19.

Il rilievo è stato condotto da geologi e tecnici rocciatori; le scarpate, dove necessario, sono state raggiunte mediante le tecniche di progressione su corda, nel pieno rispetto di tutte le norme di sicurezza.

L'indagine geomeccanico-strutturale ha permesso una buona discretizzazione degli ammassi in esame, finalizzata al corretto dimensionamento degli interventi in progetto.

In particolare si riportano i risultati ottenuti dai rilievi eseguiti in corrispondenza del tratto iniziale del tracciato compreso tra le progressive chilometriche 0+000 e 4+500.

A tale fine la presente relazione è stata suddivisa nei seguenti capitoli:

- 1) Modalità esecutive dei rilievi;
- 2) Procedura adottata;
- 3) Descrizione degli affioramenti e dei domini strutturali esaminati.

In appendice sono riportate:

- Le schede di ogni singola stazione rilevata;
- le classificazioni geomeccaniche risultanti.

Considerate le caratteristiche riscontrate e l'esigua estensione dell'ammasso roccioso esaminato, non è stato ritenuto opportuno produrre la cartografia che illustra la situazione geologico-strutturale riscontrata.

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 3 di 15

1. MODALITÀ ESECUTIVE DEI RILIEVI

L'esecuzione del rilievo geomeccanico permette la parametrizzazione degli ammassi rocciosi s.l., intesi come sistemi complessi di materiali litoidi, da analizzare statisticamente al fine di ottenere:

- ⇒ i parametri di resistenza dell'ammasso nel suo insieme, a partire da misure puntuali da eseguirsi secondo procedure standardizzate;
- ⇒ la conoscenza del grado di continuità dell'ammasso, e l'eventuale variazione spaziale di questo, per esempio al fine di dimensionare un valido programma di indagini puntuali o di interpretarne correttamente i risultati, nonché per il corretto dimensionamento di eventuali opere di sostegno e consolidamento, o per la progettazione di opere in sotterraneo.

Il presente rilievo è stato condotto secondo la seguente procedura:

- 1) ispezione preliminare del fronte roccioso;
- 2) caratterizzazione geologica preliminare: aspetti stratigrafici, tettonici e litologici;
- 3) rilievo delle caratteristiche geostrutturali generali dell'ammasso e dei sottodomini individuati, tramite esecuzione, ove possibile, di linee di scansione (*scanline*);
- 4) rilievo delle discontinuità principali presenti nell'area di stazione e non intercettate dalla *scan-line*; misura di discontinuità *random*;
- 5) misura delle caratteristiche di resistenza della matrice rocciosa intatta e della resistenza lungo le superfici di discontinuità: misure sclerometriche e prove di indice manuale;
- 6) prelievo di campioni di roccia dall'affioramento; determinazione dei pesi di volume apparente;
- 7) elaborazione dei dati acquisiti e restituzione.

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 4 di 15

2. PROCEDURA ADOTTATA

Il rilievo permette di riscontrare le caratteristiche fisico-meccanico-strutturali dell'ammasso roccioso esaminato, secondo quanto raccomandato dall'I.S.R.M. (1979-1981).

Per ciascuna delle discontinuità rilevate si misurano tutti i parametri fondamentali quali:

- posizione nello spazio;
- giacitura (direzione di immersione, angolo di inclinazione);
- tipo di discontinuità;
- persistenza e tipo di terminazione;
- rugosità a scala centimetrica (JRC);
- tipologia, lunghezza d'onda ed ampiezza dei profili a scala decimetrica e metrica;
- apertura e tipologia del materiale di riempimento delle discontinuità;
- prove di indice manuale sulle pareti delle discontinuità;
- condizioni idrauliche delle discontinuità.

I parametri puntualmente misurati in corrispondenza delle discontinuità sono integrati dalle misure relative alla matrice roccia ed all'ammasso nel suo insieme, quali:

- resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta tramite sclerometro da roccia (*Schmidt hammer*) e prove di indice manuale (*weak rocks*);
- grado di alterazione dell'ammasso roccioso;
- tipologia fratturativa;
- condizioni idrauliche generali dell'ammasso;

Nel caso di ammassi rocciosi continui e integri i parametri giacaturali misurati sono trattati statisticamente tramite l'utilizzo di elaborazioni specifiche quali:

- proiezione delle ciclografiche dei piani misurati;
- proiezioni stereografiche dei poli delle discontinuità (*contour plot*, con curve di isofrequenza) per singola stazione e cumulativi per le stazioni ricadenti nello stesso dominio strutturale, con ciclografiche dei piani rappresentativi dei *set* individuati;

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006_A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006_A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 5 di 15

Le intercette dei piani misurati con la linea di scansione permettono, unitamente con i dati giacitureali, di effettuare un'analisi univariata della distribuzione delle spazature apparenti e reali.

L'analisi statistica deve essere restituita attraverso:

- istogrammi di frequenza delle spazature apparenti (x_s) lungo le linee di scansione;
- istogrammi di frequenza cumulativa delle spazature apparenti misurate lungo la linea di scansione.
- istogrammi di frequenza delle spazature reali (x_f) per i set individuati più significativi;

L'insieme dei dati misurati e la loro elaborazione permette la determinazione dei parametri fondamentali dell'ammasso:

- numero ed orientazione dei set;
- resistenza della roccia intatta;
- JCS modale dei giunti;
- spazatura x_s ;
- frequenza I_s ;
- R.Q.D.;
- Indice di terminazione T_i ;
- Indice volumetrico delle discontinuità J_v ;
- Indice dei blocchi I_b .

Le caratteristiche fisico-meccaniche delle discontinuità misurate sono elaborate statisticamente e restituite per singolo set.

I dati ottenuti si raccolgono nelle schede relative a ciascuna stazione di misura; gli ammassi relativi si classificano secondo i seguenti standard:

- Geological Strength Index (GSI), Hoek, Kaiser & Baden, (1995), con determinazione numerica dei parametri in ingresso (Ulusay & Sonmez, 1999) e verifica secondo la classificazione di Marinos & Hoek (2001) per le successioni flyschoidi (ove assimilabili).
- Q System di Barton (1974 - 2002).

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 6 di 15

- Rock Mass Rating System (RMR), Bieniawski (1973-1989). La bassa resistenza a compressione della matrice rocciosa degli ammassi analizzati pone gli stessi ai limiti di applicabilità di detto sistema: si consiglia pertanto di utilizzare i valori di RMR con estrema cautela.
- Rock Mass Index (RMI) di Palmstrom (1995-2008); il valore dell'RMI può essere considerato equivalente alla resistenza a compressione dell'ammasso.

N.B.: i valori di compressione monoassiale utilizzati nelle classificazioni derivano da una stima derivante dalle prove di indice manuale, poiché inferiori ai minimi rilevabili dallo sclerometro; si consiglia di eseguire delle prove specifiche per determinare i valori reali. I valori di resistenza dell'ammasso ed i parametri geotecnici ottenibili dalle classificazioni geomeccaniche hanno un valore indicativo e vanno verificati e confrontati.

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 7 di 15

3. AFFIORAMENTI E DOMINI STRUTTURALI

Il presente rilievo è stato condotto in n. 4 affioramenti rocciosi presenti all'interno di n. 2 domini strutturali distinti.

A detti domini appartengono gli ammassi rocciosi che saranno attraversati dall'opera in progetto in corrispondenza delle progressive di progetto PK 0+475 e 25+900 ca. rispettivamente.

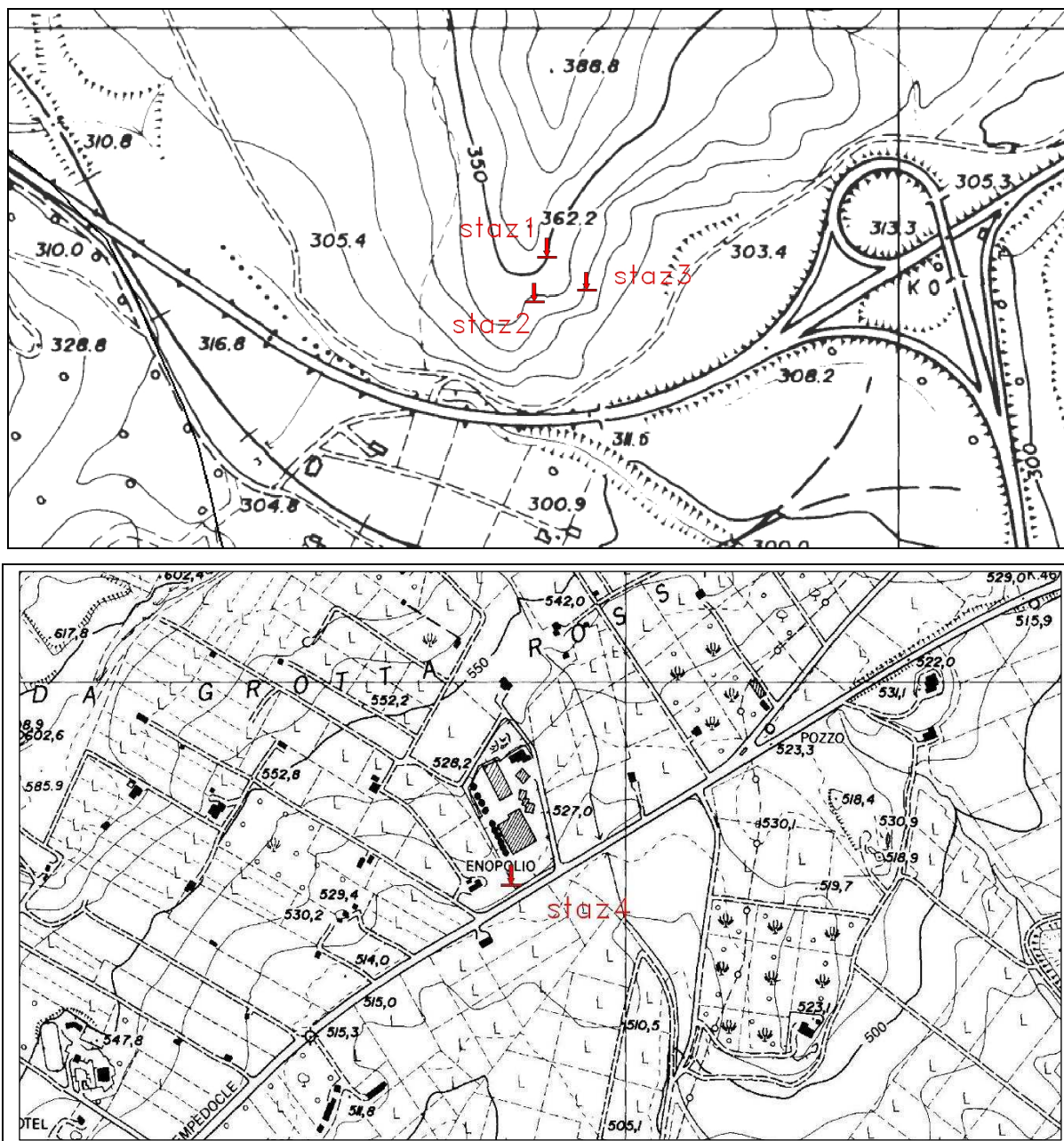


Figure 1 e 2 - Ubicazione delle stazioni 1, 2 e 3, presso la progressiva PK 25+900 (sopra) e della stazione 4, presso la progressiva PK 0+475 (sotto).

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-006_A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 24/01/11
Nome file: GE208-GI01ZRD-006_A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 8 di 15

3.1 DOMINIO STRUTTURALE 1

Al primo dominio strutturale appartengono gli affioramenti sede delle stazioni 1, 2 e 3.

L'ammasso roccioso è costituito da calcareniti, sabbie e conglomerati in strati, spessi mediamente da 20 a 60 cm, fino ad un massimo di 170 cm ca., separati da partimenti prevalentemente argilloso - limoso - sabbiosi. La facies sabbiosa, appartenente alla Formazione "Terravecchia", è ascrivibile al Tortoniano ed è costituita da sabbie di colore giallastro, talora ben classate, e con una composizione quasi esclusivamente quarzosa, e dalle arenarie (**TRVA**), di colore giallastro, in banconi separati da interstrati marnoso - sabbiosi poco compatti; a luoghi sono anche presenti affioramenti calciruditi e calcarenitici a stratificazione incrociata relazionabile a correnti *trattive* che testimoniano un ambiente di deposizione fluvio – deltizio

I livelli prettamente calcarenitici, spesso duri e compatti, si alternano più o meno ritmicamente alle sabbie ed ai conglomerati, ma presentano spessori più esigui delle componenti incoerenti.

A grande scala, il comportamento dell'ammasso è da considerare al passaggio tra una roccia debole (weak rock) ed un terreno.

Le misure condotte presso le stazioni sono state restituite nelle singole schede; i dati complessivi sono stati riportati, infine, in diagrammi di frequenza, rappresentativi del dominio di appartenenza.

STAZIONE 1



Figura 13.2 - Panoramica della stazione 1, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-006 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 24/01/11
Nome file: GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 9 di 15

Nella fig. 13.2 è riportata la panoramica della stazione 1, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità: in blu la ciclografica del set n.1, in rosso quella del set n.2, in giallo quella del set n.3. La ciclografica in verde fitta la giacitura media di strato. N. dati: 58; intervalli di frequenza: 2, 4, 8, 16%; frequenza massima: 32,76%.

La descrizione strutturale dell'affioramento litoide della stazione 1 è la seguente:

Sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 30/60 cm fino ad un massimo di 170 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-ghiaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La parte superiore dell'affioramento sembra interessata da un thrust, ma le caratteristiche di fratturazione sopra e sotto si mantengono pressochè costanti. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa tra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione.

STAZIONE 2

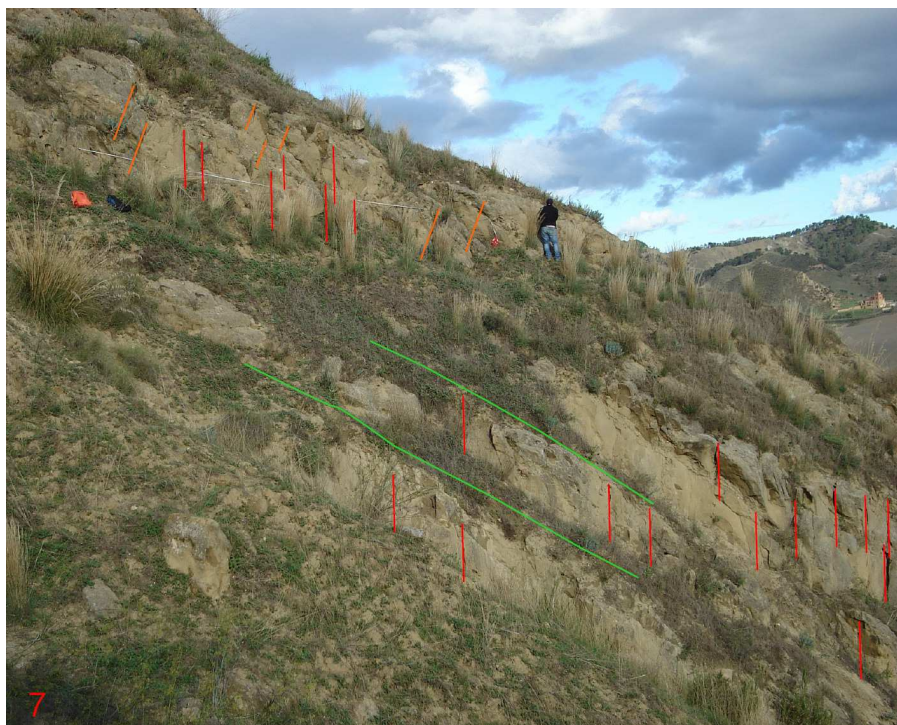


Figura 13.3 - Panoramica della stazione 2, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-006 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 24/01/11
Nome file: GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 10 di 15

Nella fig. 13.3 è riportata la panoramica della stazione 2, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità: in rosso la ciclografica del set n.2, in arancio quella del set n.4. La ciclografica in verde fitta la giacitura media di strato. N. dati: 58; intervalli di frequenza: 2, 4, 8, 16, 32 %; frequenza massima: 41,38%.

La descrizione strutturale dell'affioramento litoide della stazione 2 è la seguente:

Strati e banchi costituiti da arenarie, sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 30/60 cm fino ad un massimo di 170 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-ghiaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa tra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione. Determinazione del peso di volume di un campione di calcarenite tenera prelevato in affioramento: $g = 2,102 \text{ t/mc}$.

STAZIONE 3



Figura 13.4 - Panoramica della stazione 3, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità.

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-006 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 24/01/11
Nome file: GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 11 di 15

Nella fig. 13.4 è riportata la panoramica della stazione 3, con rappresentazione schematica delle principali discontinuità: in rosso la ciclografica del set n. 2, in viola quella del set n.5, in celeste del n. 6. La ciclografica in verde fitta la giacitura media di strato. N. dati: 34; intervalli di frequenza: 3, 6, 8, 12, 24%; frequenza massima: 29,41%.

La descrizione strutturale dell'affioramento litoide della stazione 3 è la seguente:

Strati e banchi costituiti da arenarie, sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 20/35 cm fino ad un massimo di 100 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-ghiaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa tra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione. L'ammasso presenta nel complesso un grado d'alterazione maggiore rispetto alle altre due stazioni: III-IV (ISRM, 1979-1981).

3.2 DOMINIO STRUTTURALE 2

Al secondo dominio strutturale appartiene l'affioramento sede della stazione 4.

L'ammasso roccioso è costituito da una breccia di calcare a blocchi eterometrici mediamente cementati, immersi in una matrice brecciata ghiaioso sabbiosa. La natura della matrice rocciosa originaria, costituita da calcare evaporitico vacuolare, unitamente alla tessitura brecciata dell'ammasso e all'alto grado di alterazione, determinano, anche in questo caso, un comportamento meccanico assimilabile più a quello di un terreno piuttosto che di una roccia debole.

La matrice è notevolmente alterata e a bassa resistenza (classe alterazione IV; resistenza R1; ISRM). Il peso di volume della matrice, calcolato su di un campione prelevato in affioramento, è pari a 1,78 t/m³.

I blocchi di maggiori dimensioni, dell'ordine di pochi decimetri, hanno una resistenza a compressione monoassiale maggiore. Le prove sclerometriche hanno restituito i seguenti valori di resistenza (MPa):

Cod. elab.: GE208-GI01ZRD-006 _A	Titolo: RELAZIONI GEOLOGICHE	Data: 24/01/11
Nome file: GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 12 di 15

min	max	medio	modale	dev. std.	γ presunto (t/m³)
20,64	48,95	29,60	33,53	4,36	2,02

Non si osservano evidenze di isorientazione.

I blocchi maggiori non sono nel complesso in aderenza, ma separati dalla matrice brecciata.

Instabilità in atto in atto per crolli, potenziale per scorrimento roto-traslazionale.

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	Pagina 13 di 15

APPENDICE 1

SCHEDE DELLE STAZIONI DI RILIEVO

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 14 di 15

Schede
STAZIONE1

Num. progr.	Progr. cm	Dir. di immersione	Inclinazione	Tipo (1)	Set	spaz. rel.	Persistenza (2)		JRC		tipol. profilo (3)	L d'onda (3)	amp. rugosità cm	apertura mm		Riempimento (4)			Acqua (5)	
							Lunghezza cm	Termin. 1	Termin. 2	da				a	da	a	tipologia	Prove IM		P.Penetr
1	0	328	80	G	3	0	130	I	O	10	12	O	Dm	2	13,0	13,0	X			W2
2	15	9	82	G	R	15	55	I	I	8	10	O	Dm	1,2	9,0	9,0	I	R1		W2
3	19	61	83	g?	R	4	>150	O	O	8	10	O	Dm	2,5	APERTA	APERTA	X			W2
4	29	1	85	g	2	10	>150	O	O	8	10	O	Dm	2	APERTA	APERTA	X			W2
5	43	128	53	V	R	14	>150	I	O	2	4	O	M	0,8	3,0	3,0	Ca			W1
6	52	196	88	g	1	9	52	A	A	10	12	O	Cm	0,6	5,0	5,0	I	R1		W2
7	70	202	85	g	1	18	40	I	I	8	10	O	Dm	0,8	APERTA	APERTA	X			W2
8	78	202	87	g	1	8	60	I	A	8	10	O	Dm	1,5	7,0	7,0	X			W2
9	97	198	76	g	1	19	46	A	A	10	12	O	Dm	1,8	7,0	7,0	X			W2
10	116	202	83	G	1	19	35	A	A	8	10	O	Dm	0,4	5,0	5,0	X			W2
11	123	202	84	G	1	7	105	A	I	8	10	O	Dm	0,4	6,0	6,0	X			W2
12	129	210	82	G	1	6	35	A	A	12	14	O	Dm	2	5,0	5,0	X			W2
13	177	196	86	G	1	48	35	A	A	10	12	O	Dm	2	2,0	3,0	X			W2
14	178	192	84	G	1	1	40	A	I	8	10	O	Dm	0,7	7,0	7,0	X			W2
15	193	2	30	GS?	R	15	25	A	A	8	10	O	Cm	0,25	2,0	2,0	X			W2
16	226	208	80	G	1	33	23	A	A	10	12	O	Dm	1	APERTA	APERTA	X			W2
17	230	242	87	G	R	4	>120	A	O	10	12	O	Dm	1	50,0	50,0	I	R1		W2
18	254	202	85	G	1	24	130	I	I	8	10	O	M	1	5,0	5,0	X			W2
19	259	208	88	G	1	5	130	I	A	10	12	O	M	1	7,0	7,0	X			W2
20	300	245	82	G	R	41	35	A	I	8	10	O	Dm	1	3,0	3,0	X			W2
21	305	220	83	G	R	5	72	A	A	10	12	O	Dm	1,2	12,0	12,0	X			W2
22	323	194	86	G	1	18	32	A	A	6	8	O	Dm	3	2,0	2,0	X			W2
23	351	221	84	G	R	28	72	A	A	10	12	O	Dm	1,2	11,0	11,0	X			W2
24	362	108	34	S	S	11	>600	O	O	14	16	O	Dm	6	200,0	200,0	I	R1		W2
25	370	246	83	G	R	8	70	A	A	8	10	O	Dm	1	3,0	3,0	X			W2
26	394	208	86	G	1	24	72	A	A	10	12	O	Dm	1,3	10,0	10,0	X			W2
27	430	252	69	G	R	36	190	A	A	6	8	O	Dm	2	40,0	40,0	I	R1		W2
28	447	206	88	G	1	17	65	A	A	12	14	O	Dm	1	12,0	12,0	X			W2
29	460	25	89	G	1	13	66	A	A	12	14	O	Dm	1	10,0	10,0	I	R1		W2
30	460	358	80	G	2	0	40	A	A	8	10	O	Dm	0,4	3,0	3,0	X			W2
31	462	336	82	G	R	2	50	I	A	12	14	O	Cm	1	4,0	4,0	X			W2
32	468	357	82	G	2	6	25	A	A	8	10	O	Dm	0,4	3,0	3,0	I	R1		W2
33	499	332	81	G	R	31	70	I	I	14	16	O	Dm	1,5	4,0	4,0	I	R1		W2
34	524	205	83	G	1	25	42	A	A	8	10	O	Dm	0,6	20,0	20,0	X			W2
35	533	148	82	G	3	9	55	I	A	12	14	O	Dm	2	12,0	12,0	I	R1		W2
36	577	142	84	G	3	44	60	A	A	16	18	O	Cm	2,5	APERTA	APERTA	X			W2
37	592	3	87	G	2	15	35	A	A	12	14	O	Cm	5	4,0	4,0	I	R1		W2
		random																		
38		354	76	g	2		125	A	O	8	10	O	Dm	1	20,0	20,0	X			W2
39		134	74	g	3		100	A	O	4	6	O	M	0,6	12,0	12,0	X-I	R1		W2
40		144	72	g	3		80	A	O	8	10	O	Dm	0,2	8,0	8,0	X-I	R1		W2
41		352	82	G	2		65	A	I	6	8	O	Cm	0,3	6	6	X			W2
42		348	80	g	2		38	A	A	10	12	O	Dm	0,25	1	1	X-I	R1		W2
43		268	66	g	R		47	A	A	6	8	O	M	0,7	0,5	0,6	X			W2
44		116	56	g	R		78	A	O	6	8	O	Dm	0,2	0	1	X			W2
45		202	67	g	R		35	I	I	6	8	O	Cm	1,5	2,5	2,6	X			W2
46																				
47		313	87	g	R		55	A	A	10	12	O	Dm	2	12	12	I	R1		W2
48		330	90	g	R		60	A	A	6	8	O	Dm	0,5	8	8	C	S3		W2
49		260	83	g	R		>90	O	O	16	18	O	Dm	4	20	20	I-C	S4		W2
50		224	87	g	R		40	A	A	6	8	O	Dm	1	10	10	I			W2
51		152	38	s	S		>100	O	O	14	16	O	Dm	4	30	30	I-C	S4		W2
52		233	77	g	R		>150	O	O	10	12	O	Dm	3	200	200	I	R1		W2
53		356	87	g	2		70	A	A	8	10	O	Dm	2	4	5	I-X	R1		W2
54		3	88	g	R		40	A	I	8	10	O	Dm	2	APERTA		X			W2
55		357	88	g	2		90	A	A	10	12	O	Dm	2	6	7	I	R1		W2
56		201	81	g	1		35	A	I	8	10	O	Dm	1	APERTA		X			W2
57		356	86	g	2		110	A	I	14	16	O	Dm	3	3	3	I	R1		W2
58		344	80	g	2		55	I	I	12	14	O	Dm	2	4	4	I	R1		W2
59		15	90	g	1		90	A	A	12	14	O	Dm	3	20	20	I-C	S4		W2

(1) - F Faglia; G Giunto; GT Giunto di trazione; GS Giunto di taglio; GR Giunto di raffreddamento; C Clivaggio; SC Scistosità; V Vena; F Foliiazione; S Stratificazione; St Stilolite; FD Faglia diretta; FI Faglia inversa.

(2) - Terminazione: I in roccia intatta; A contro altra frattura; O fuori affioramento

(3) - S Segmentata; O Ondulata; P Piana; Lunghezza d'onda: Cm Centimetrica; Dm Decimetrica; M Metrica

(4) - Tipologia riemp.: X nessuno; I incoerente; C coesivo inattivo; S coesivo rigonfiante; Cm cementato; Ca calcite; Qz quarzo; Ge gesso; Z sali.

Tabella 1 - Discontinuità misurate in corrispondenza della scanline e in prossimità della stessa.

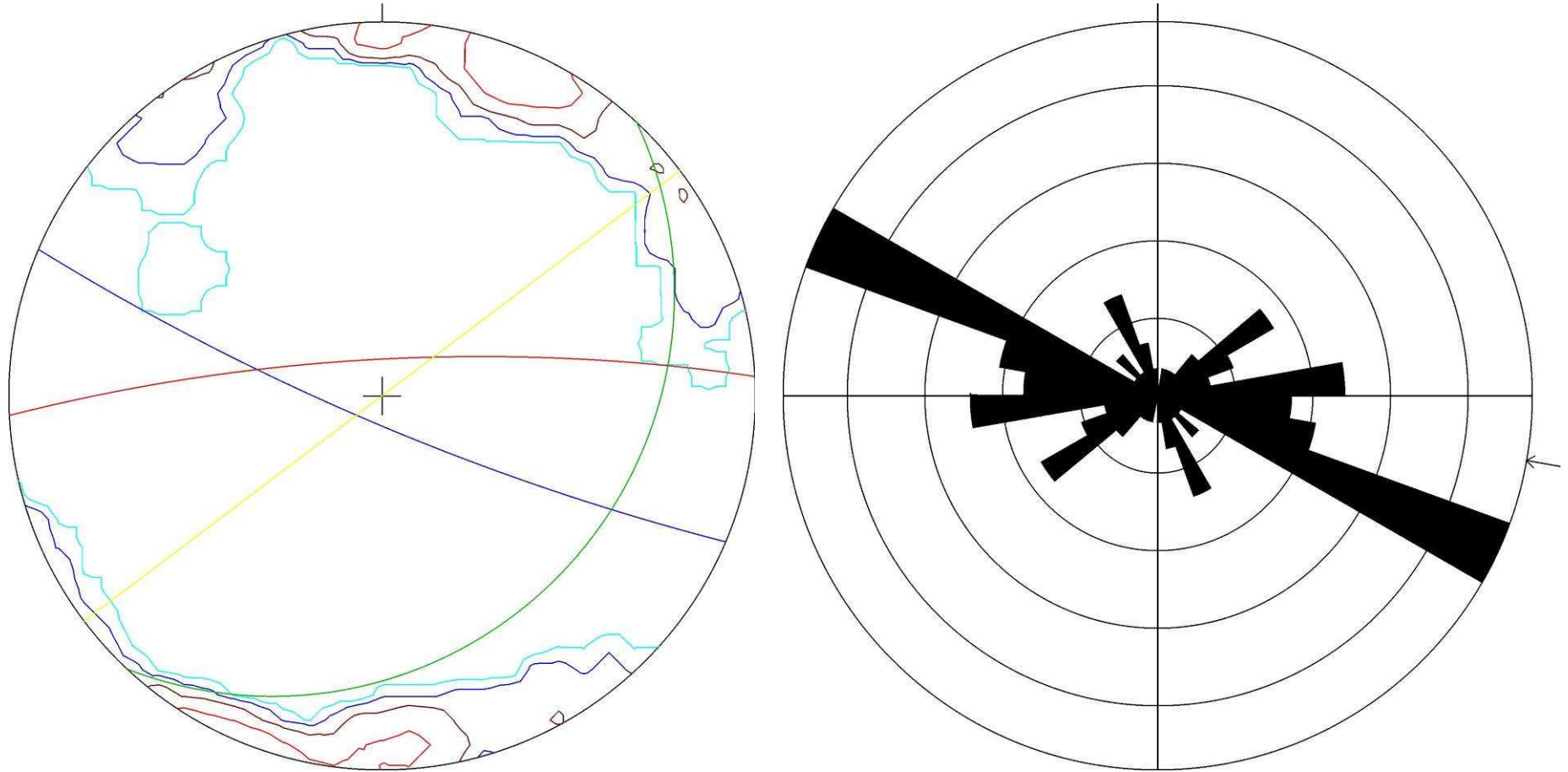


Figura 3 - Contour plot (a sinistra) delle aree di isofrequenza dei poli delle discontinuità misurate, per intervalli di frequenza pari a 2-4-8-16% (max: 32,76%; n. misure: 58); le ciclografiche rappresentano il best fit dei piani dei set individuati: set1: blu; set2: rosso; set3: giallo; stratificazione: verde. Rose diagram (a destra) della distribuzione di frequenza delle discontinuità a pari orientazione (strike) per intervalli pari a 10° (max: 24,1%).

Progetto	CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N°640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 4+000 allo svincolo con l'A19															
Località	Caltanissetta	Comittente	Dott. Geol. Maurizio D'Angelo													
Stazione	1	Data rilievo	27/10/2010													
Giacitura Scan Line	158/12	Giacitura piano affioramento	ca. 252/73													
Resistenza della roccia (SHR, kg/cmq)	min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	γ presunto (g/cm³)									
Calcarenita dura e cementata	477,25	603,24	555,11	603,24	/	4,57	2,34									
Calcarenita dura e cementata: JCS	162,66	439,54	315,83	439,54	/	5,76	/									
Spaziatura totale apparente lungo la Scan Line	num. di dati	min (cm)	max (cm)	media (cm)	moda (cm)	dev. std.										
	37	0,00	48,00	16,00	15,00	12,66										
	giacitura piano modale dipdir/dip (°)	Frequenza reale Δs	Spaziatura reale Xf (cm)				apertura (mm)		JRC	profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità				
			min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	media	moda	media	moda	media	moda		
Set 1	203/84 +/- 180°	8,33	0,67	47,30	20,53	12,66	12,00	16,13	7,1354167	5	10,37	10,00	Ondulato	Decimetrica	1,3	1,0
Set 2	357/82 +/- 180°	1,18	7,56	407,21	139,83	/	85,00	184,52	7,5	3	10,45	10,00	Ondulato	Decimetrica	1,7	2,0
Set 3	143/90 +/- 180°	0,38	41,57	503,59	272,58	/	260,00	326,69	11,25	12	11,00	12,00	Ondulato	Decimetrica	2,2	2,0
Piani di strato	133/33	1,67	30,00	170,00	40,00	60	/	/	200	200	15,00	14,00	Ondulato	Decimetrica	5,0	6,0
Random	apertura (mm)		JRC		profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità									
	media	moda	media	moda	moda	moda	media	moda								
	12,82	3,00	9,48	8,00	ondulato	Decimetrica	1,41	1,00								
Caratteristiche generali	Freq. apparente lungo scan line λs	6,25	giunti/m													
Spaz. media del campione	0,16	metri														
RQD (Priest & Hudson; 1976)	86%															
RQD (Palmstrom, 1982)	66%															
Indice di terminazione Ti (ISRM, 1978)	21,55															
Indice volumetrico delle disc. Jv	14,56	giunti/mc														
Indice dei blocchi lb	34,34	cm														
Note	Strati e banchi costituiti da arenarie, sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 30/60 cm fino ad un massimo di 170 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-ghiaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La parte superiore dell'affioramento sembra interessata da un thrust, ma le caratteristiche di fratturazione sopra e sotto si mantengono pressochè costanti. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa tra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione.															

Numero di set individuati	3	
	dip direction*/dip angle*	range dip dir*/dip angle*
Set 1	203/84 +/- 180°	da 192 a 212; da 12 a 32 da 69 a 90
Set 2	357/82 +/- 180°	da 343 a 7; da 163 a 187 da 74 a 90
Set 3	143/90 +/- 180°	da 134 a 149; da 314 a 329 da 71 a 90

Tabella 2 - Dati stazione1.

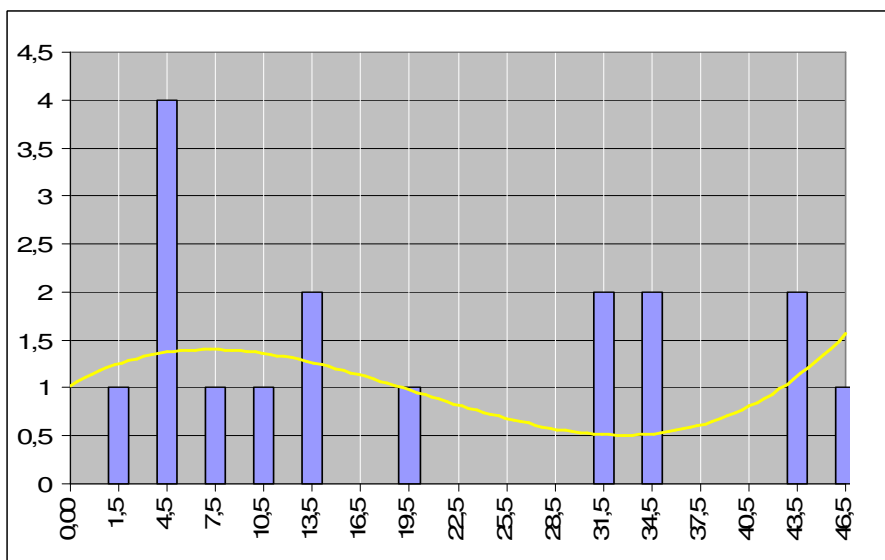
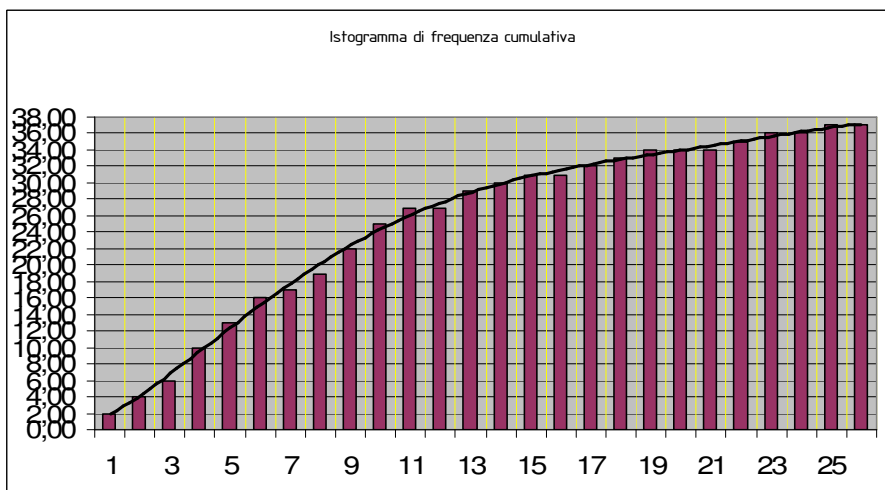
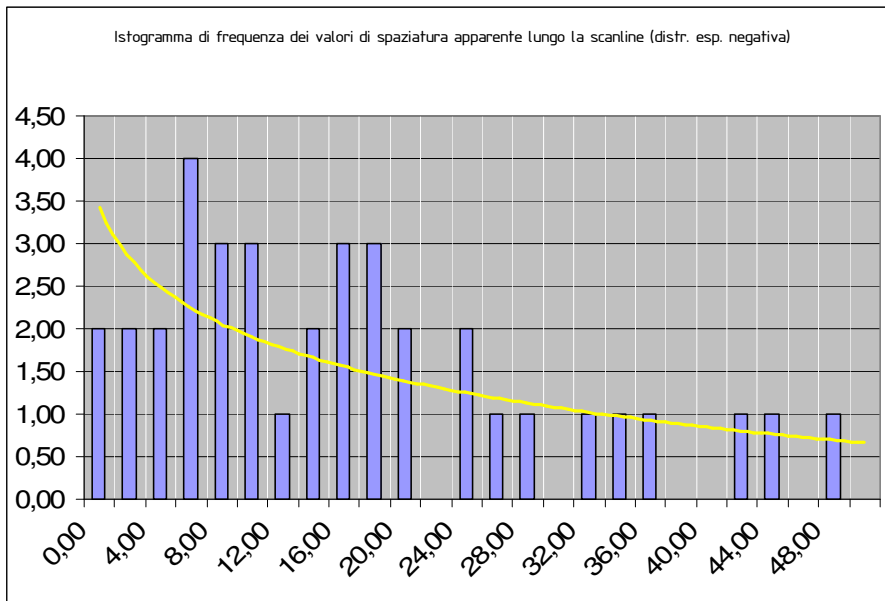


Figure 4, 5 e 6 - Istogramma di frequenza (in alto) delle spaziature apparenti tra le discontinuità rilevate lungo la linea di scansione; in ascisse le spaziature in cm, in ordinate la frequenza relativa. Istogramma di frequenza cumulativa di tutte le spaziature apparenti (al centro). Istogramma di frequenza delle spaziature reali tra i giunti del set1 (sotto); in ascisse le spaziature in cm, in ordinate la frequenza relativa.



Figure 7 e 8 - Panoramica stazione1 e scanline (sopra); dettaglio (sotto).

Schede
STAZIONE 2

Num. progr.	Progr. cm	Dir. di immersione	Inclinazione	Tipo (1)	Set	spaz. rel.	Persistenza (2)		JRC		tipol. profilo (3)	L d'onda (3)	amp. rugosità cm	apertura mm		Riempimento (4)			Acqua (5)	
							Lunghezza cm	Termin. 1	Termin. 2	da				a	da	a	tipologia	Prove IM		P.Penetr
1	30	1	77	g	2	30	160	A	O	12	14	O	Dm	3	20,0	20,0	I	R1		W2
2	75	92	34	s	s	45	>300	O	O	10	12	O	Dm	1	20,0	20,0	C	S3		W2
3	128	330	75	g	R	53	100	A	I	14	16	S	Dm	4	APERTA		X			W2
4	135	183	84	g	2	7	>120	I	O	12	14	O	Dm	1	10,0	10,0	I	R1		W2
5	149	284	77	g	4	14	55	I	I	12	14	O	Dm	0,8	0,5	0,5	X			W2
6	155	278	69	g	4	6	>40	A	O	8	10	O	Dm	0,4	10,0	10,0	X			W2
7	160	294	77	g	4	5	35	I	I	10	12	O	Cm	0,6	0,5	0,5	X			W2
8	174	8	84	g	R	14	>120	I	O	12	14	O	Dm	1	5,0	5,0	X			W2
9	207	282	66	g	4	33	>40	A	O	12	14	O	Cm	1,5	APERTA		X			W2
10	230	179	87	g	2	23	>120	I	O	12	14	O	Dm	1	10,0	10,0	I	R1		W2
11	242	180	90	g	2	12	>120	I	O	12	14	O	Dm	1	7,0	7,0	I	R1		W2
12	255	2	83	g	2	13	>120	A	A	12	14	O	Dm	0,8	4,0	4,0	I	R1		W2
13	318	354	81	g	2	63	70	I	I	12	14	O	Dm	0,8	1,0	1,0	X			W2
14	368	349	80	g	2	50	40	A	A	14	16	O	Dm	1	8,0	8,0	I	R1		W2
15	410	105	32	g	R	42	>200	A	O	10	12	O	Dm	1	25,0	25,0	C	S3		W2
16	444	144	78	g	R	34	60	A	A	16	18	O	Dm	1,5	APERTA		X			W2
17	478	342	82	g	R	34	85	A	A	12	14	O	Dm	3	20,0	20,0	I-X	R1		W2
18	525	33	76	g	R	47	>300	O	O	14	16	O	Dm	2	30,0	30,0	I-C	S4		W2
19	542	247	77	g	R	17	90	A	A	8	10	O	M	0,8	APERTA		X			W2
20	543	347	60	g	R	1	70	I	I	8	10	O	Dm	0,6	2,0	2,0	Cm-I	R1		W2
21	550	358	72	g	R	7	>100	A	O	12	14	O	Dm	2	10,0	10,0	I-X	R1		W2
22	590	240	80	g	R	40	75	A	A	14	16	O	Dm	1,5	6,0	6,0	X			W2
23	634	354	86	g	2	44	60	A	I	12	14	O	M	2	7,0	7,0	X			W2
24	642	6	71	g	R	8	35	A	I	14	16	S	Cm	1,5	3,0	3,0	X			W2
25	652	354	82	g	2	10	>35	O	O	14	16	O	Dm	1	APERTA		X			W2
26	661	10	77	g	R	9	>40	A	O	12	14	O	Dm	1	12,0	12,0	X			W2
27	735	1	83	g	2	74	37	A	I	14	16	O	Dm	0,8	10,0	10,0	I	R1		W2
28	762	1	82	g	2	27	>200	O	O	12	14	O	Dm	2	23,0	23,0	I	R1		W2
29	780	285	13	F?	R	18	>300	O	O	10	12	O	Dm	1	10,0	10,0	Cm	R3		W2
30	803	128	24	s	s	23	>500	O	O	12	14	O	Dm	3	20,0	20,0	I-C	S4		W2
31	835	7	74	g	2	32	>250	O	O	10	12	O	Dm	1,5	12,0	12,0	I-X	R1		W2
32	881	11	83	g	R	46	>250	A	O	10	12	O	Dm	2,5	20,0	20,0	I-X	R1		W2
33	905	10	75	g	R	24	>200	O	O	10	12	O	Dm	0,5	5,0	5,0	I-X	R1		W2
34	951	6	75	g	2	46	90	I	I	14	16	O	Dm	2	APERTA		X			W2
35	998	4	82	g	2	47	>120	I	O	12	14	O	Dm	1,5	15,0	15,0	I-X	R1		W2
36	1025	1	76	g	2	27	90	A	A	10	12	O	Dm	1	10,0	10,0	I-X	R1		W2
37	1050	348	68	g	R	25	70	A	I	14	16	O	Dm	0,8	6,0	6,0	I-X	R1		W2
38	1054	124	42	s	s	4	>300	O	O	12	14	O	Dm	3	230,0	230,0	I-C	S4		W2
39	1125	352	74	g	2	71	80	I	I	8	10	O	Dm	0,6	0,5	0,5	Cm	R3		W2
40		random																		
40	108		28	s	s		>300	O	A	10	12	O	Dm	1,5	30,0	30,0	I-C	S4		W2
41	164		82	g	2		115	A	O	8	10	O	Dm	0,5	7,0	7,0	X-I	R1		W2
42	166		84	g	2		45	A	I	10	12	O	Dm	0,5	1,5	1,5	X-I	R1		W2
43	346		6	G?	R		50	O	A	6	8	O	Dm	0,3	0,5	0,5	X-I	R1		W2
44	248		46	g	R		45	A	O	8	10	O	Dm	0,2	APERTA		X			W2
45	276		54	g	4		82	A	A	4	6	O	Dm	0,2	1,5	1,5	X-I	R1		W2
46	166		88	g	2		35	A	A	6	8	O	Dm	0,1	1	1,0	X-I	R1		W2
47	168		84	g	2		60	A	A	6	8	O	Dm	0,2	APERTA		X			W2
48	156		82	g	R		60	A	A	8	10	O	Dm	0,5	25	25,0	X-I	R1		W2
49	164		78	g	2		55	A	A	6	8	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
50	272		49	g	4		35	A	A	8	10	O	Dm	1	APERTA		X			W2
51	6		82	g	R		50	A	A	8	10	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
52	8		76	g	R		45	A	A	8	10	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
53		358	87	g	2		200	A	A	12	14	O	Dm	2,5	35	35,0	X			W2
54	129		42	s	s		>300	O	O	12	14	O	Dm	3	60	60,0	I-C	S4		W2
55	261		86	g	R		55	A	A	12	14	O	Dm	2	50	50,0	X			W2
56	268		90	g	R		>500	A	O	10	12	O	Dm	3	45,0	45,0	X			W2
57	182		90	g	2		80	A	A	12	14	O	Dm	1,5	1	1,0	Cm	R3		W2
58	321		42	g	R		85	A	I	8	10	O	Dm	0,5	1	1,0	C	S3		W2

- (1) - F Faglia; G Giunto; GT Giunto di trazione; GS Giunto di taglio; GR Giunto di raffreddamento; C Clivaggio; SC Scistosità; V Vena; F Foliiazione; S Stratificazione; St Stilolite; PD Faglia diretta; FI Faglia inversa.
- (2) - Terminazione: I in roccia intatta; A contro altra frattura; O fuori affioramento
- (3) - S Segmentata; O Ondulata; P Piana; Lunghezza d'onda: Cm Centimetrica; Dm Decimetrica; M Metrica
- (4) - Tipologia riemp.: X nessuno; I incoerente; C coesivo inattivo; S coesivo rigonfiante; Cm cementato; Ca calcite; Qz quarzo; Ge gesso; Z sali.

Tabella 3 - Discontinuità misurate in corrispondenza della scanline e in prossimità della stessa.

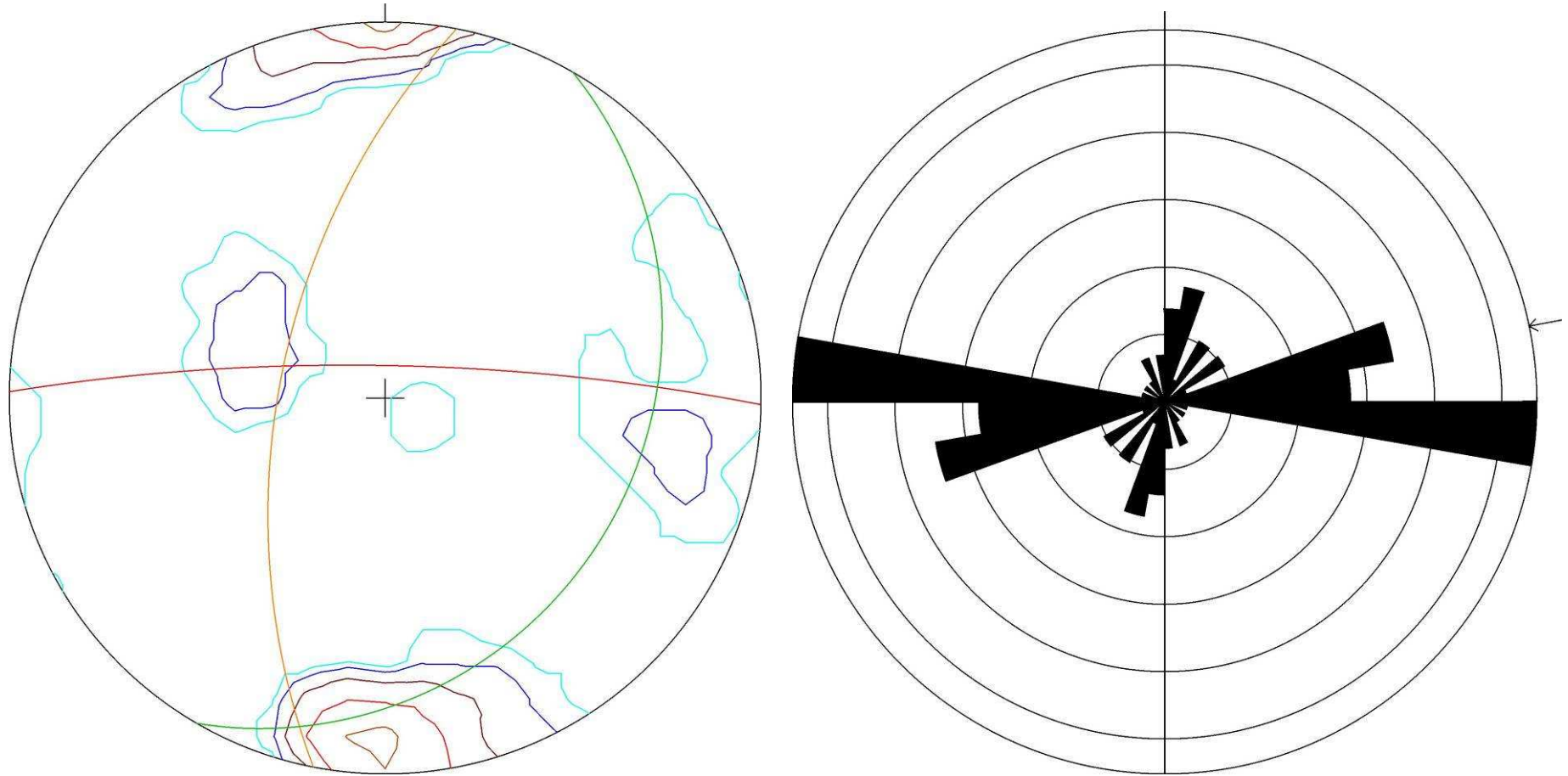


Figura 9 - Contour plot (a sinistra) delle aree di isofrequenza dei poli delle discontinuità misurate, per intervalli di frequenza pari a 2-4-8-16-32% (max: 41,38%; n. misure: 58); le ciclografiche rappresentano il best fit dei piani dei set individuati: set2: rosso; set4: arancio; stratificazione: verde. Rose diagram (a destra) della distribuzione di frequenza delle discontinuità a pari orientazione (strike) per intervalli pari a 10° (max: 27,6%).

Progetto	CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N°640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19															
Località	Caltanissetta	Committente	Dott. Geol. Maurizio D'Angelo													
Stazione	2	Data rilievo	27/10/2010													
Giacitura Scan Line	114/7	Giacitura piano affioramento	ca. 212/81													
Resistenza della roccia (SHR, kg/cmq)	min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	γ presunto (g/cm³)									
Spaziatura totale apparente lungo la Scan Line	num. di dati	min (cm)	max (cm)	media (cm)	moda (cm)	dev. std.										
	39	1,00	74,00	28,85	7,00	19,26										
giacitura piano modale dipdir/dip (°)	Frequenza reale Δs	Spaziatura reale Xf (cm)				apertura (mm)		JRC	profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità					
		min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	media	moda	media	moda	media	moda			
Set 2	1/83 +/- 180°	6,67	4,80	106,34	28,11	10,79	15,00	25,08	8,54	10,00	11,96	14,00	Ondulato	Decimetrica	1,23	1
Set 4	281/67	2,08	4,69	139,74	48,53	/	48,00	63,51	2,88	0,50	10,00	10,00	Ondulato	Decimetrica	0,75	0,8
Piani di strato	120/32	1,54	25,00	160,00	50,00	65	/	/	73,5	20	12,20	12,00	Ondulato	Decimetrica	2,5	3
Random	apertura (mm)		JRC		profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità									
	media	moda	media	moda	moda	moda	media	moda								
	12,85	/	11,75	10,00	ondulato	Decimetrica	1,34	0,50								
Caratteristiche generali			Note													
Freq. apparente lungo scan line λs	3,47	giunti/m	Strati e banchi costituiti da arenarie, sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 30/60 cm fino ad un massimo di 170 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-gliaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa fra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione. Determinazione del peso di volume di un campione di calcarenite tenera prelevato in affioramento: $\gamma = 2,102 \text{ t/mc}$.													
Spaz. media del campione	0,29	metri														
RQD (Priest & Hudson, 1976)	95%															
RQD (Palmstrom, 1982)	77%															
Indice di terminazione Ti (ISRM, 1978)	20,69															
Indice volumetrico delle disc. Jv	11,29	giunti/mc														
Indice dei blocchi Ib	35,43	cm														

Tabella 4 - Dati stazione 2

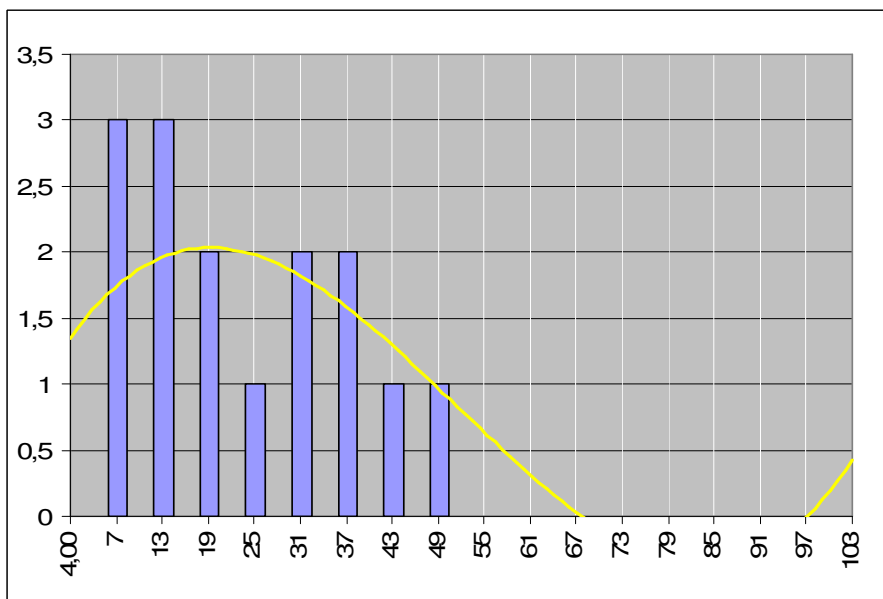
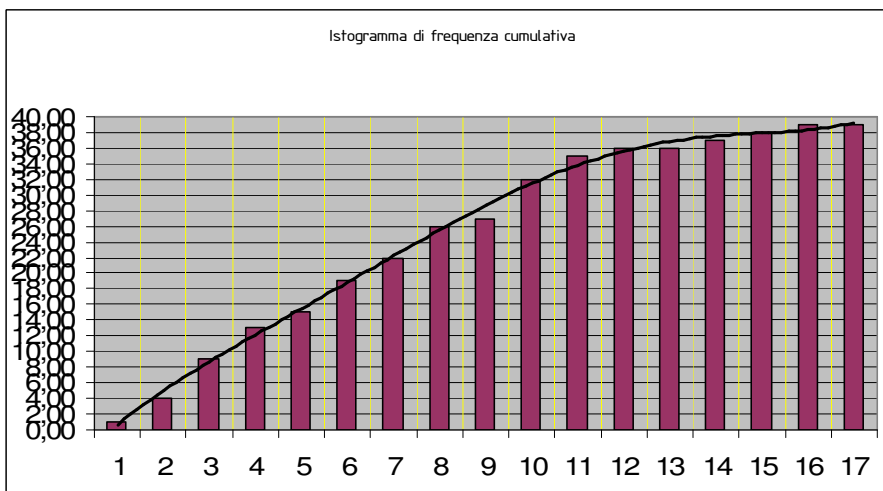
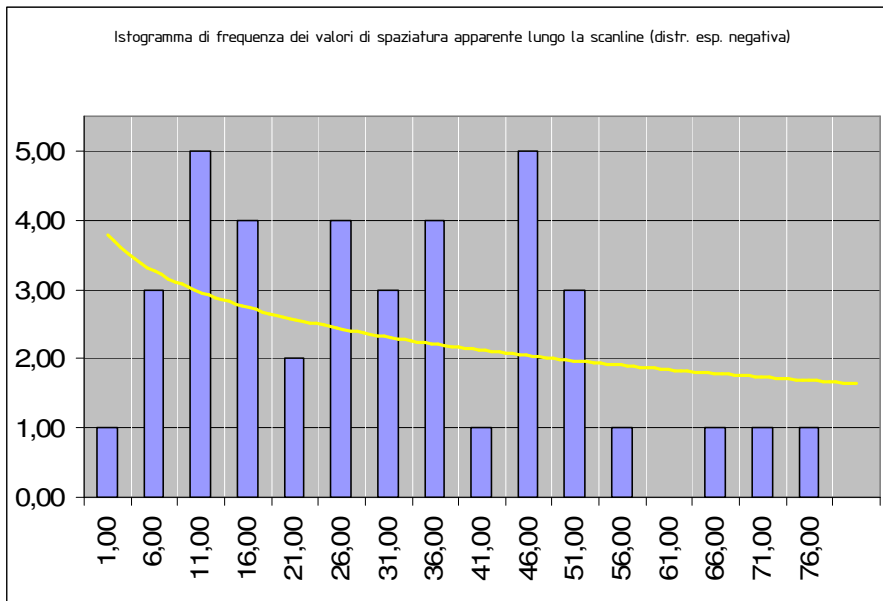


Figure 10, 11 e 12 - Istogramma di frequenza (in alto) delle spaziature apparenti tra le discontinuità rilevate lungo la linea di scansione; in ascisse le spaziature in cm, in ordinate la frequenza relativa. Istogramma di frequenza cumulativa di tutte le spaziature apparenti (al centro). Istogramma di frequenza delle spaziature reali tra i giunti del set2 (sotto); in ascisse le spaziature in cm, in ordinate la frequenza relativa.



Figure 13 e 14 - Panoramica Stazione2 e scanline (sopra); dettaglio (sotto).

Schede
STAZIONE 3

Num. progr.	Progr. cm	Dir. di immersione	Inclinazione	Tipo (1)	Set	spaz. rel.	Persistenza (2)			JRC		tipol. profilo (3)	L d'onda (3)	amp. rugosità cm	apertura mm		Riempimento (4)			Acqua (5)
							Lunghezza cm	Termin. 1	Termin. 2	da	a				da	a	tipologia	Prove IM	P.Penetr	
1		275	73	G?	3		>110	O	O	6	8	O	Dm	0,8	APERTA					W2
2		112	37	S	S		>500	O	O	14	16	O	Dm	4	APERTA					W2
3		210	82	G	2		105	A	A	10	12	O	M	1,5	APERTA					W2
4		260	83	G	3		65	A	I	14	16	O	Cm	1,5	2,0	2,0	X-I	R1		W2
5		331	29	GS	R		>120	O	O	6	8	O	Dm	1,5	8,0	8,0	C	S3		W2
6		228	87	G	2		>70	I	O	10	12	O	Dm	1,2	APERTA					W2
7		226	86	G	2		>60	I	O	8	10	O	Dm	1,5	APERTA					W2
8		112	78	G	R		55	I	A	14	16	O	Dm	2,8	8,0	8,0	X			W2
9		108	83	G	R		50	A	A	14	16	O	Dm	2,2	18,0	18,0	X-I	R1		W2
10		69	86	G	R		65	A	I	14	16	O	Dm	3,3	5,0	5,0	I	R2		W2
11		91	88	G	3		>250	O	O	10	12	O	Dm	2	38,0	38,0	I	R1		W2
12		212	82	G	2		42	A	A	14	16	O	Cm	0,8	6,0	6,0	I	R2		W2
13		353	79	G	1		23	A	A	10	12	O	Cm	0,6	8,0	8,0	X-I	R1		W2
14		351	80	G	1		18	A	A	10	12	O	Cm	0,4	3,0	3,0	X-I	R1		W2
15		329	67	G	R		85	A	O	10	12	O	Dm	1,2	APERTA					W2
16		211	88	G	2		55	A	I	8	10	O	Dm	0,7	APERTA					W2
17		90	90	G	3		>120	O	O	8	10	O	M	1,2	APERTA					W2
18		42	86	G	2		>320	O	O	14	16	O	M	2,5	15,0	15,0	X-I	R1		W2
19		83	90	G	3		75	I	A	16	18	O	Dm	2,1	10,0	10,0	X-I	R1		W2
20		66	89	G	R		>55	A	O	10	12	O	Dm	0,8	3,0	3,0	X-I	R2		W2
					R															
21		188	67	G	1		>300	A	O	8	10	O	Dm	5	APERTA		X			W2
22		98	46	S	S		>500	O	O	12	14	O	Dm	4	6,0	6,0	I-C	S4		W2
23		2	84	G	R		>300	A	O	10	12	O	M	2	APERTA		X			W2
24		348	82	G	1		50	A	O	8	10	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
25		246	69	G	R		80	A	O	14	16	O	Dm	1,2	APERTA		X			W2
26		190	72	G	R		>200	A	O	8	10	O	Dm	5	35,0	35,0	I	R1		W2
27		8	82	G	R		18	A	O	6	8	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
28		182	84	G	1		75	A	I	10	12	O	Dm	0	18,0	18,0	I	R1		W2
29		184	82	G	1		45	I	A	12	14	O	Cm	0,4	3,0	3,0	X-I	R1		W2
30		272	78	G	3		85	A	O	10	12	O	Dm	0,7	APERTA		X			W2
31		256	84	G	3		45	A	A	8	10	O	Dm	0,5	APERTA		X			W2
32		248	26	FI?	R		150	A	O	10	12	O	Dm	1,5	4,0	4,0	I-C	S4		W2
33		186	84	G	1		23	A	A	8	10	O	Dm	0,6	2,0	2,0	X-I	R1		W2
34		188	82	G	1		25	A	A	8	10	O	Dm	0,6	2,0	2,0	X-I	R1		W2

(1) - F Faglia; G Giunto; GT Giunto di trazione; GS Giunto di taglio; GR Giunto di raffreddamento; C Clivaggio; SC Scistosità; V Vena; F Foliazione; S Stratificazione; St Stilolite; FD Faglia diretta; FI Faglia inversa.

(2) - Terminazione: I in roccia intatta; A contro altra frattura; O fuori affioramento

(3) - S Segmentata; O Ondulata; P Piana; Lunghezza d'onda: Cm Centimetrica; Dm Decimetrica; M Metrica

(4) - Tipologia riemp.: X nessuno; I incoerente; C coesivo inattivo; S coesivo rigonfiante; Cm cementato; Ca calcite; Qz quarzo; Ge gesso; Z sali.

Tabella 5 - Discontinuità misurate in corrispondenza della scanline e in prossimità della stessa.

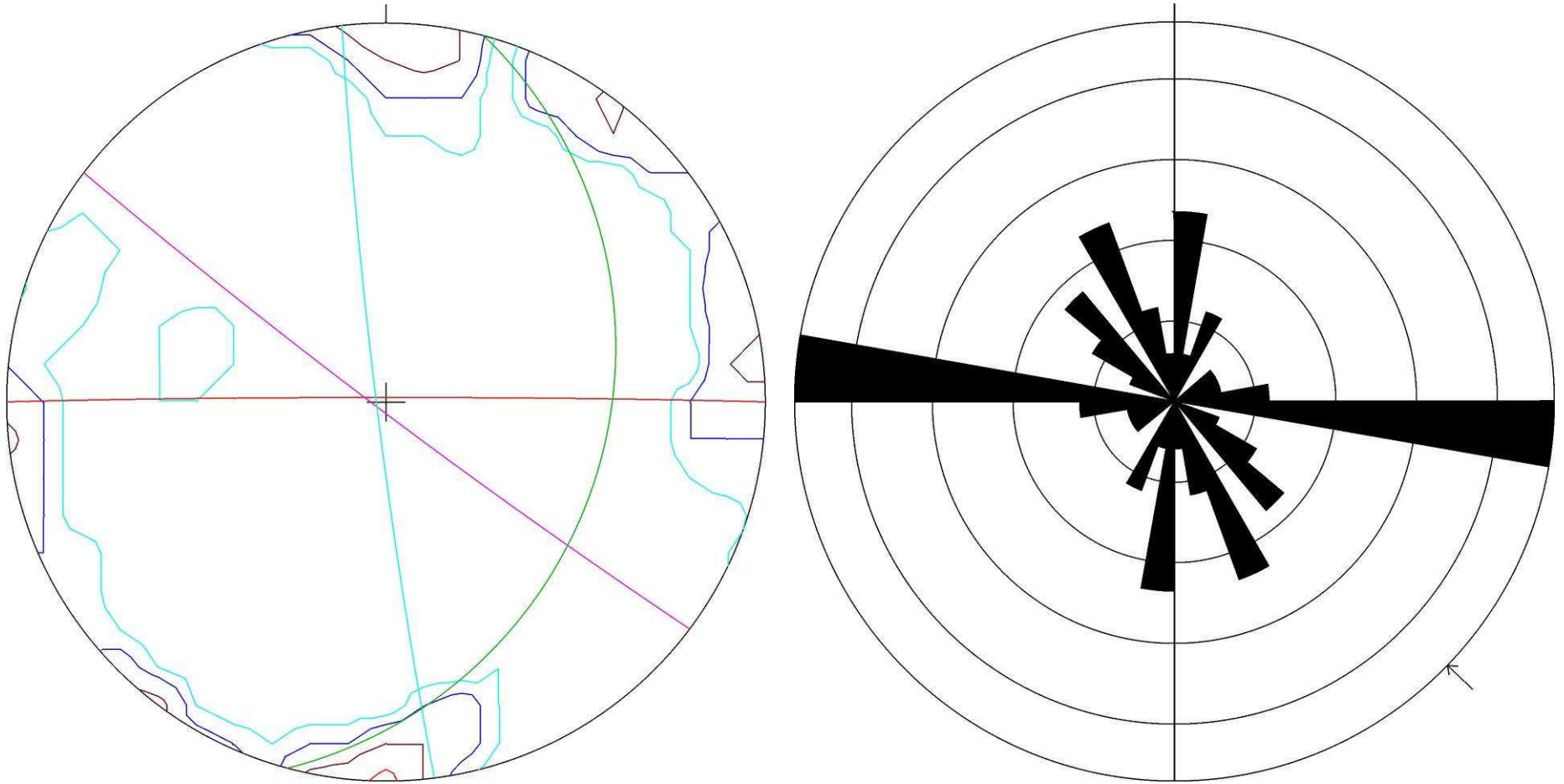


Figura 15 - Contour plot (a sinistra) delle aree di isofrequenza dei poli delle discontinuità misurate, per intervalli di frequenza pari a 3-6-12-24% (max: 29,41%; n. misure: 34); le ciclografiche rappresentano il best fit dei piani dei set individuati: set2: rosso; set5: viola; set6: celeste; stratificazione: verde. Rose diagram (a destra) della distribuzione di frequenza delle discontinuità a pari orientazione (strike) per intervalli pari a 10° (max: 23,5%).

Progetto	CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N°640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19						
Località	Caltanissetta		Committente	Dott. Geol. Maurizio D'Angelo			
Stazione	3		Data rilievo	28/10/2010			
Giacitura Scan Line	/		Giacitura piano affioramento	ca. 100/56			

Numero di set individuati	3	
----------------------------------	---	--

	dip direction°/dip angle°	range dip dir°/dip angle°
Set 2	0/89 +/- 180°	da 347 a 9; da 167 a 189
		da 66 a 90
Set 5	217/88 +/- 180°	da 206 a 229; da 26 a 49
		da 80 a 90
Set 6	263/88 +/- 180°	da 254 a 276; da 74 a 96
		da 67 a 90

Resistenza della roccia (SHR, kg/cm²)	min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	γ presunto (g/cm ³)
Calcarenita dura e cementata	325,15	580,33	412,27	440,22	/	7,44	2,25
Calcarenita dura e cementata: JCS	144,76	331,43	282,15	368,34	/	8,67	/

Spaziatura totale apparente lungo la Scan Line	num. di dati	min (cm)	max (cm)	media (cm)	moda (cm)	dev. std.
	/	/	/	/	/	/

	giacitura piano modale dipdir/dip (°)	Frequenza stimata	Spaziatura reale Xf (cm)				apertura (mm)		JRC		profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità			
			min	max	media	moda	picco interpolato	dev. std.	media	moda			media	moda		
Set 2	0/89 +/- 180°	2,50	/	/	/	/	40,00	/	6,00	2,00	10,25	10,00	Ondulato	Decimetrica	1,16	0,60
Set 5	217/88 +/- 180°	1,43	/	/	/	/	70,00	/	10,50	6,00	11,67	10,00	Ondulato	Decimetrica	1,37	1,50
Set 6	263/88 +/- 180°	4,00	/	/	/	/	25,00	/	16,67	2,00	11,29	10,00	Ondulato	Decimetrica	1,26	0,80
Piani di strato	105/41	2,00	25,00	100,00	50,00	/	50,00	/	6,00	6,00	14,00	14,00	Ondulato	Decimetrica	4,00	4,00

Random	apertura (mm)		JRC		profilo	lunghezza d'onda	ampiezza rugosità	
	media	moda	media	moda	moda	moda	media	moda
	11,57	8	11,55	10,00	ondulato	Decimetrica	2	1,5

Caratteristiche generali		
Freq. apparente lungo scan line λs	/	giunti/m
Spaz. media del campione	/	metri
RQD (Priest & Hudson; 1976)	/	
RQD (Palmstrom, 1982)	76%	
Indice di terminazione Ti (ISRM, 1978)	13,24	
Indice volumetrico delle disc. Jv	11,60	giunti/mc
Indice dei blocchi Ib	43,12	cm

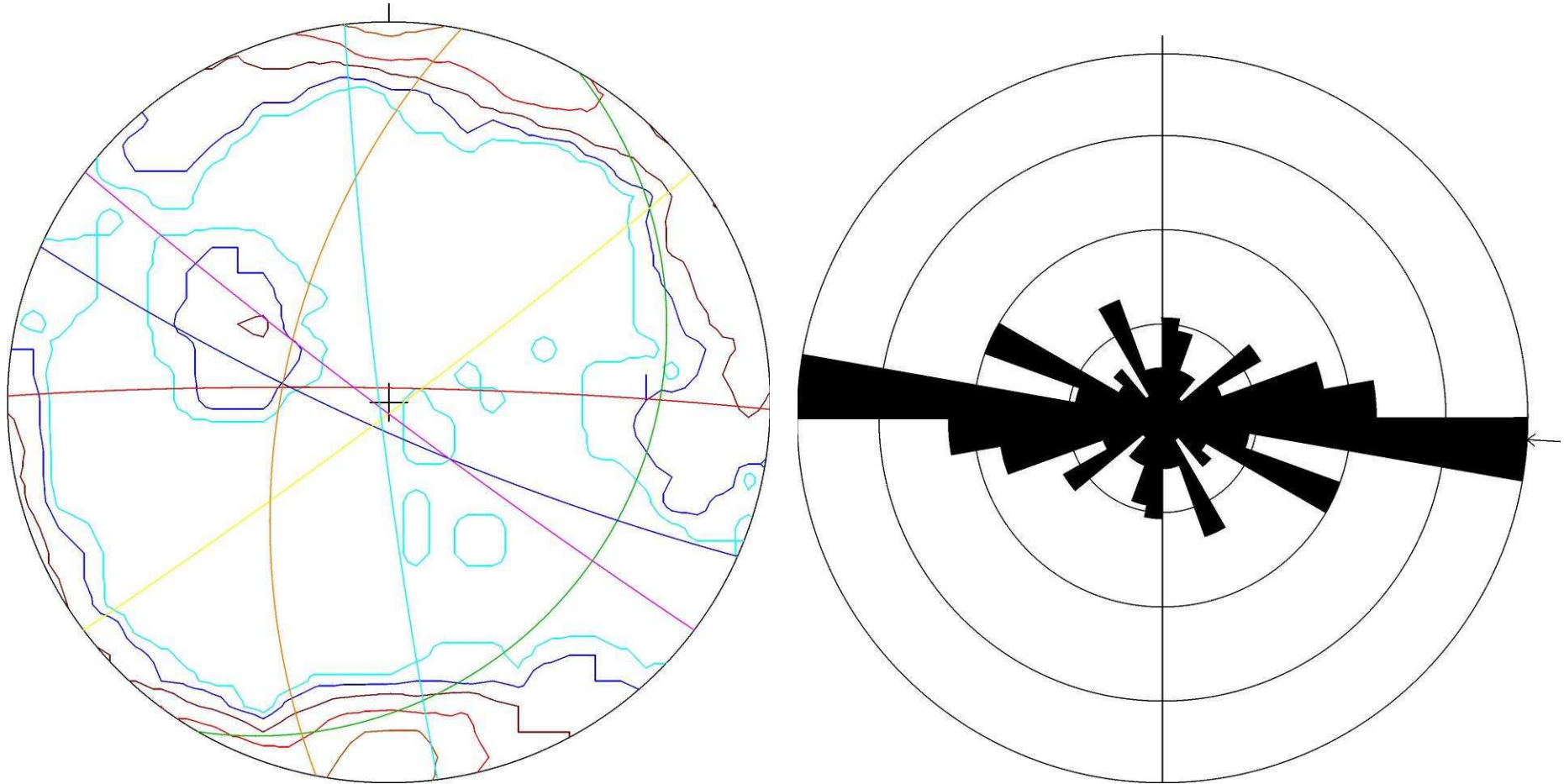
Note
Strati e banchi costituiti da arenarie, sabbie e conglomerati a ciottoli eterometrici arrotondati, spessi da 20/35 cm fino ad un massimo di 100 cm ca., separati da livelletti di sabbie limose, limi e argille grigiastre spessi mediamente 8/12 cm. Gli strati sabbioso-ghiaiosi presentano variazioni considerevoli di competenza al loro interno: le sabbie addensate passano ad arenarie più o meno cementate. La sabbia addensata e la ghiaia sono classificabili come R1 (ISRM); i partimenti argillosi hanno resistenza compresa tra S3 ed S4. Instabilità potenziale a piccola e media scala per crolli e ribaltamenti; instabilità potenziale a media-grande scala per scorrimenti rotazionali, a causa della bassa resistenza della roccia intatta e del grado di fratturazione. L'ammasso presenta nel complesso un grado d'alterazione maggiore rispetto alle altre due stazioni: III-IV (ISRM, 1979-1981).

Tabella 6 - Dati Stazione 3.



Figure 16 e 17 - Panoramica stazione3 (sopra) e dettaglio (sotto).

MISURE TOTALI STAZIONI 1, 2, 3.



**Figura 18 - Contour plot (a sinistra) delle aree di isofrequenza dei poli di tutte le discontinuità misurate nelle tre stazioni, per intervalli di frequenza pari a 1-2-4-8-16-32% (max: 33,33%; n. misure: 150); le ciclografiche rappresentano il best fit dei piani dei set individuati: set1: blu; set2: rosso; set3: giallo; set4: arancio; set5: viola; set6: celeste; stratificazione: verde.
Rose diagram (a destra) della distribuzione di frequenza delle discontinuità a pari orientazione (strike) per intervalli pari a 10° (max: 19,3%).**

Schede
STAZIONE 4



Figure 19 e 20 - Panoramica Stazione 4 (sopra) e dettaglio (sotto).

APPENDICE 2

CLASSIFICAZIONI GEOMECCANICHE

<i>Cod. elab.:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A	<i>Titolo:</i> RELAZIONI GEOLOGICHE	<i>Data:</i> 24/01/11
<i>Nome file:</i> GE208-GI01ZRD-006 _A.doc	Relazione sui rilievi geologico-strutturali di dettaglio	<i>Pagina</i> 15 di 15

Stazione1

GSI (Hoek, Kaiser & Baden, 1995 e segg.) con determinazione numerica dei parametri in ingresso (Ulusay & Sonmez, 1999).



SR 41

Parametro Rr: rugosità dei giunti

Molto rugosi	Rugosi	Fiati	Lisci	Levigati
6	5	3	1	0

Parametro Rw: alterazione dei giunti

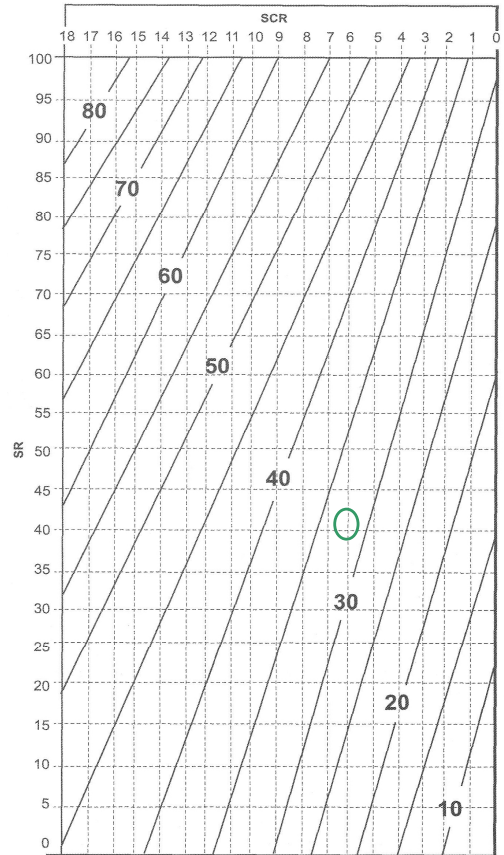
Assente	Leggermente alterati	Mediamente alterati	Molto alterati	Decomposti
6	5	3	1	0

Parametro Rf: riempimento dei giunti

Assente	Compatto < 5 mm	Compatto > 5 mm	Tenero < 5 mm	Tenero > 5 mm
6	4	2	2	0

SCR = Rr + Rw + Rf 6

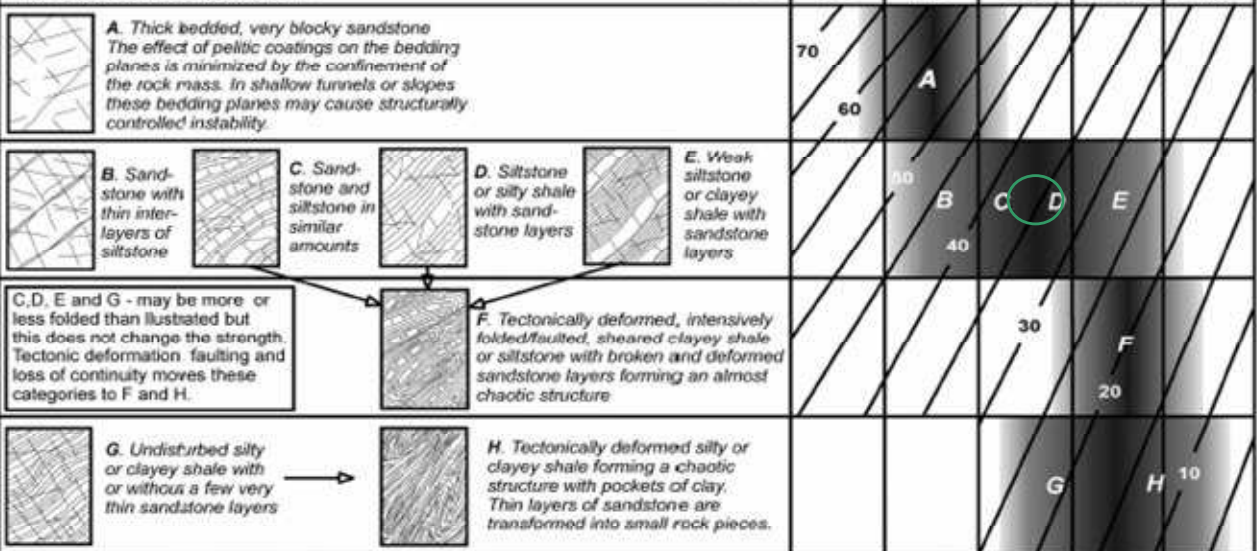
GSI (Ulusay & Sonmez, 1999) 32



GSI FOR HETEROGENEOUS ROCK MASSES SUCH AS FLYSCH (Marinos P and Hoek, E., 2000)

From a description of the lithology, structure and surface conditions (particularly of the bedding planes), choose a box in the chart. Locate the position in the box that corresponds to the condition of the discontinuities and estimate the average value of GSI from the contours. Do not attempt to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than giving GSI = 35. Note that the Hoek-Brown criterion does not apply to structurally controlled failures. Where unfavourably oriented continuous weak planar discontinuities are present, these will dominate the behaviour of the rock mass. The strength of some rock masses is reduced by the presence of groundwater and this can be allowed for by a slight shift to the right in the columns for fair, poor and very poor conditions. Water pressure does not change the value of GSI and it is dealt with by using effective stress analysis.

COMPOSITION AND STRUCTURE



→ : Means deformation after tectonic disturbance

Stazione2

GSI (Hoek, Kaiser & Baden, 1995 e segg.) con determinazione numerica dei parametri in ingresso (Ulusay & Sonmez, 1999).



SR 48

Parametro Rr: rugosità dei giunti

Molto rugosi	Rugosi	Finii	Lisci	Levigati
6	5	3	1	0

Parametro Rw: alterazione dei giunti

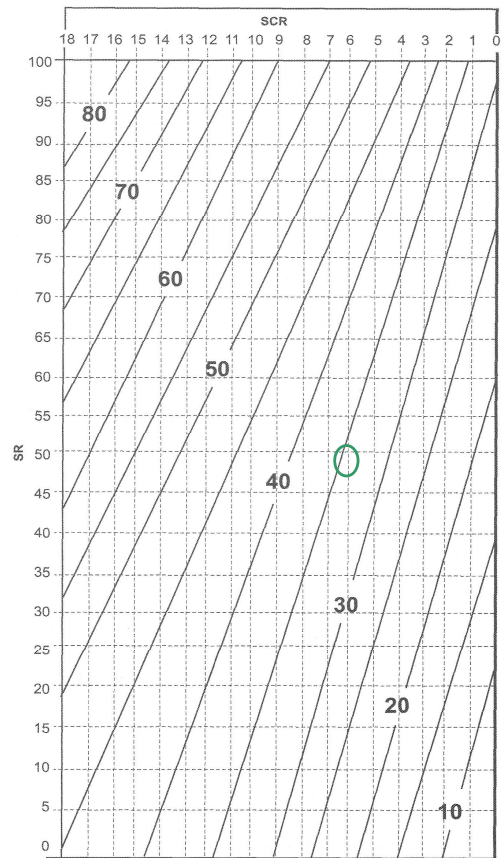
Assente	Leggermente alterati	Mediamente alterati	Molto alterati	Decomposti
6	5	3	1	0

Parametro Rf: riempimento dei giunti

Assente	Compatto < 5 mm	Compatto > 5 mm	Tenero < 5 mm	Tenero > 5 mm
6	4	2	2	0

SCR = Rr + Rw + Rf 6

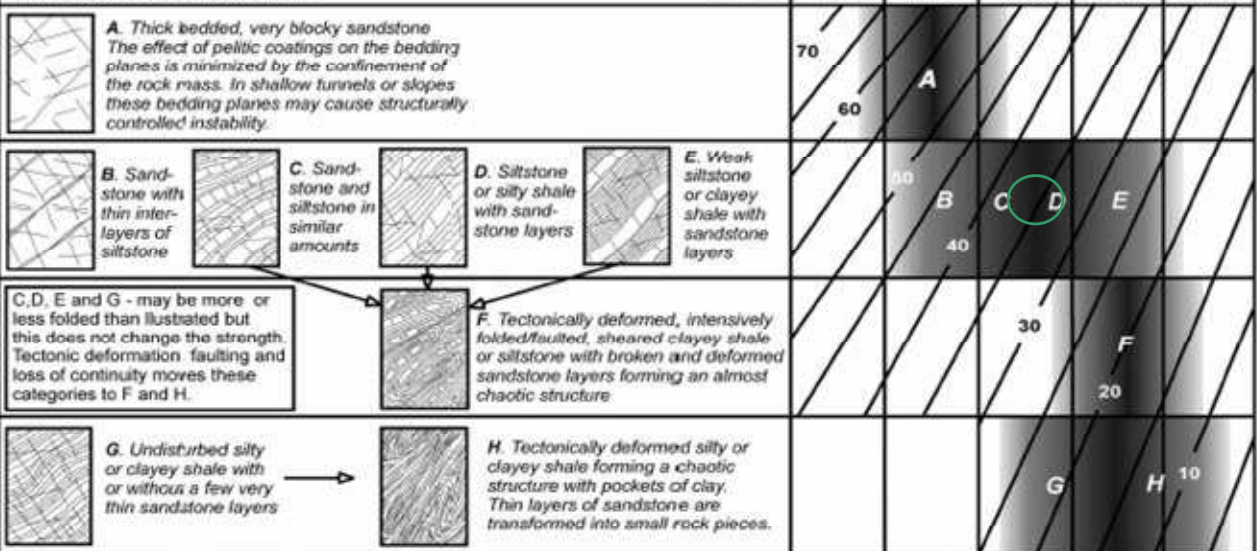
GSI (Ulusay & Sonmez, 1999) 34



GSI FOR HETEROGENEOUS ROCK MASSES SUCH AS FLYSCH (Marinos P and Hoek, E., 2000)

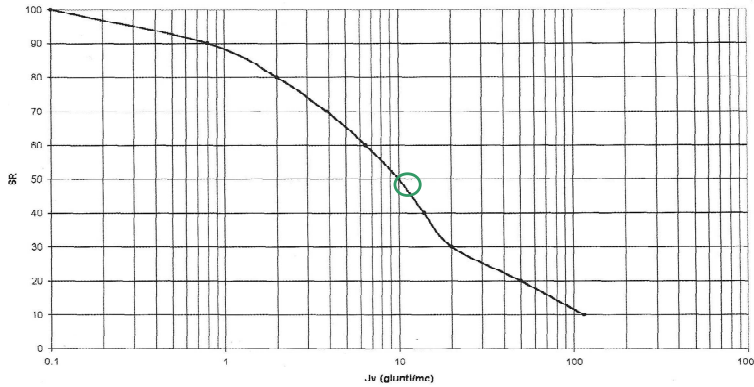
From a description of the lithology, structure and surface conditions (particularly of the bedding planes), choose a box in the chart. Locate the position in the box that corresponds to the condition of the discontinuities and estimate the average value of GSI from the contours. Do not attempt to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than giving GSI = 35. Note that the Hoek-Brown criterion does not apply to structurally controlled failures. Where unfavourably oriented continuous weak planar discontinuities are present, these will dominate the behaviour of the rock mass. The strength of some rock masses is reduced by the presence of groundwater and this can be allowed for by a slight shift to the right in the columns for fair, poor and very poor conditions. Water pressure does not change the value of GSI and it is dealt with by using effective stress analysis.

COMPOSITION AND STRUCTURE



Stazione3

GSI (Hoek, Kaiser & Baden, 1995 e segg.) con determinazione numerica dei parametri in ingresso (Ulusay & Sonmez, 1999).



SR 47

Parametro Rr: rugosità dei giunti

Molto rugosi	Rugosi	Piani	Lisci	Levigati
6	5	3	1	0

Parametro Rw: alterazione dei giunti

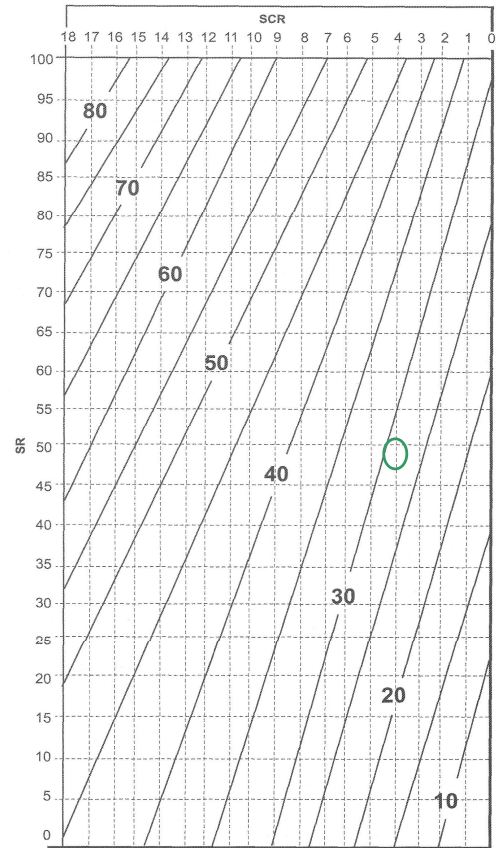
Assente	Leggermente alterati	Mediamente alterati	Molto alterati	Decomposti
6	5	3	1	0

Parametro Rf: riempimento dei giunti

Assente	Compatto < 5 mm	Compatto > 5 mm	Tenero < 5 mm	Tenero > 5 mm
6	4	2	2	0

SCR = Rr + Rw + Rf 4

GSI (Ulusay & Sonmez, 1999) 27



GSI FOR HETEROGENEOUS ROCK MASSES SUCH AS FLYSCH (Marinos, P and Hoek, E, 2000)

From a description of the lithology, structure and surface conditions (particularly of the bedding planes), choose a box in the chart. Locate the position in the box that corresponds to the condition of the discontinuities and estimate the average value of GSI from the contours. Do not attempt to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than giving GSI = 35. Note that the Hoek-Brown criterion does not apply to structurally controlled failures. Where unfavourably oriented continuous weak planar discontinuities are present, these will dominate the behaviour of the rock mass. The strength of some rock masses is reduced by the presence of groundwater and this can be allowed for by a slight shift to the right in the columns for fair, poor and very poor conditions. Water pressure does not change the value of GSI and it is dealt with by using effective stress analysis.

COMPOSITION AND STRUCTURE



A. Thick bedded, very blocky sandstone
The effect of pelitic coatings on the bedding planes is minimized by the confinement of the rock mass. In shallow tunnels or slopes these bedding planes may cause structurally controlled instability.



B. Sandstone with thin inter-layers of siltstone



C. Sandstone and siltstone in similar amounts



D. Siltstone or silty shale with sandstone layers



E. Weak siltstone or clayey shale with sandstone layers

C, D, E and G - may be more or less folded than illustrated but this does not change the strength. Tectonic deformation, faulting and loss of continuity moves these categories to F and H.



F. Tectonically deformed, intensively folded/faulted, sheared clayey shale or siltstone with broken and deformed sandstone layers forming an almost chaotic structure



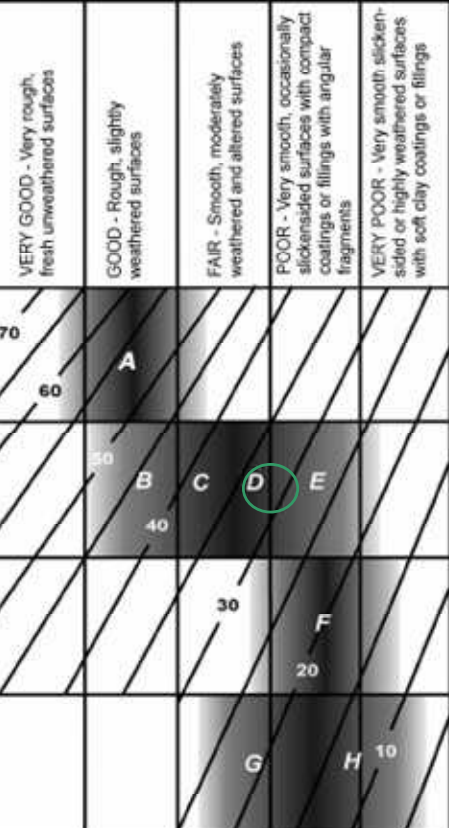
G. Undisturbed silty or clayey shale with or without a few very thin sandstone layers









H. Tectonically deformed silty or clayey shale forming a chaotic structure with pockets of clay. Thin layers of sandstone are transformed into small rock pieces.

→ : Means deformation after tectonic disturbance

SURFACE CONDITIONS OF DISCONTINUITIES (Predominantly bedding planes)



Stazione4

<p>GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)</p> <p>From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.</p>		<p>SURFACE CONDITIONS</p> <p>VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces</p> <p>GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces</p> <p>FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces</p> <p>POOR Slackensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings of angular fragments</p> <p>VERY POOR Slackensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings</p>				
<p>STRUCTURE</p>		<p>DECREASING SURFACE QUALITY →</p>				
 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90			N/A	N/A	
 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	70				
 <p>VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>		60				
 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>			50			
 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>				40		
 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>					30	
					20	
					10	
		N/A	N/A			