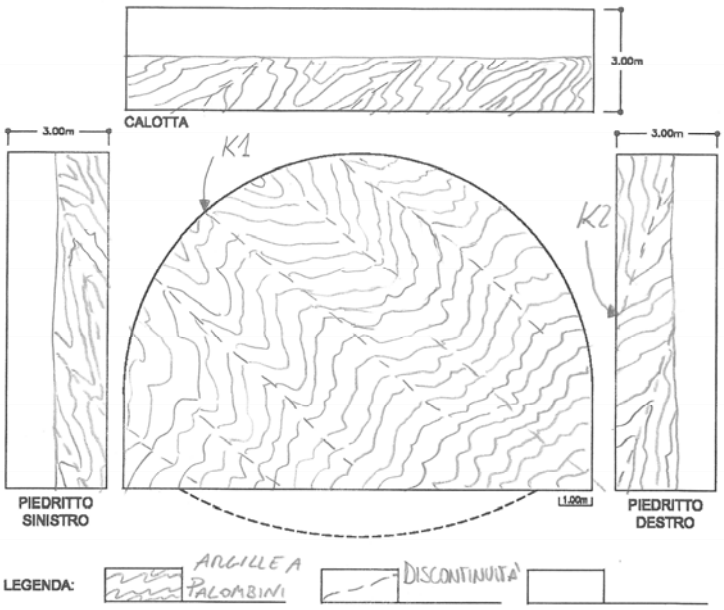
RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Bretella di Voltri**

GALLERIA	**GALLERIA BRETELLA DI VOLTRI**	SCHEDA DI RILIEVO N° 37 LATO BRIGNOLE	DATA ESECUZIONE 10/04/2014
IMBOCCO	**LEVANTE**	PROGRESSIVA Imbocco Pk 11+332	SEZIONE TIPO APPLICATA: C2

RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Resistenza a compressione	Molto Alta	
	Alta	
	Medio-Alta	
	Moderata	V
	Bassa	V
	Molto Bassa	
Fratturazione (Bieniawski '73)	Compatta S > 3m	
	Poco fratturata 1m < S < 3m	
	Moderatamente fratturata	V
	Intensamente fratturata 0,05m < S < 0,3m	
	Frantumato S < 0,05m	
Alterazione (ISRM '78)	Fresco	
	Leggermente alterata	
	Moderatamente alterata	V
	Fortemente alterata	
	Completamente alterata	
Assetto	Stratificazione (scistosità)	V
	Clivaggio	
	Giacitura	
Acqua	Assente (umidità)	V
	Stillicidio	
	Q < 1 l/s	
	Q > 1 l/s	
Distacchi	Assenti	V
	Fronte	
	Calotta	
	Rene Dx	
	Rene Sx	
	VOL < 0,5 m^3	
	0,5 < VOL < 1,0 m^3	
	VOL > 1,0 m^3	



DESCRIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

L'ammasso roccioso è costituito dagli argilloscisti di colore grigio scuro appartenenti alla *Formazione Argille a palombini,* gli strati hanno spaziatura stretta e sono intensamente piegati, la giacitura risulta variabile, il grado d'alterazione è generalmente moderato (più alto nella zona dei piedritti); riempimenti calcitici con orientamento preferenziale secondo la scistosità sono diffusi un po' su tutto il fronte.
La struttura dell'ammasso risulta fortemente piegata e scistosa; i principali set di discontinuità sono: K1(N055/50) e K2 (N295/70) persistenti su tutto il fronte, con spaziatura variabile da moderata a larga, il grado di alterazione dei giuntie è generalmente moderato.

Non si evidenziano distacchi di una certa entità; umidità nella zona dei piedritti in corrispondenza delle discontinuità.

Scavo mediante martellone
Sezione tipo applicata: C2

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Bretella di Voltri**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



RILIEVO DELLE PRINCIPALI DISCONTINUITA'

	DISCONTINUITA' : Tipologia	GIACITURA	APERTURA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE	JRC	JRS	PERSISTENZA	ACQUA	SPAZIATURA/ SPESSORE
1	Scistosità	N085/50	Mod.aperti	Nessuno/ compatto>5mm	Moderat.-Altam.	4-8		Alta	Asciutto	6-20 cm
2	K1	N055/50	Mod.aperti	Nessuno	moderat.	4-8		Alta	Asc.-Umid.	20-200 cm
3	K2	N295/70	Mod.aperti	Nessuno	moderat.	4-8		Alta	Asc.-Umid.	20-200 cm

NOTE

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

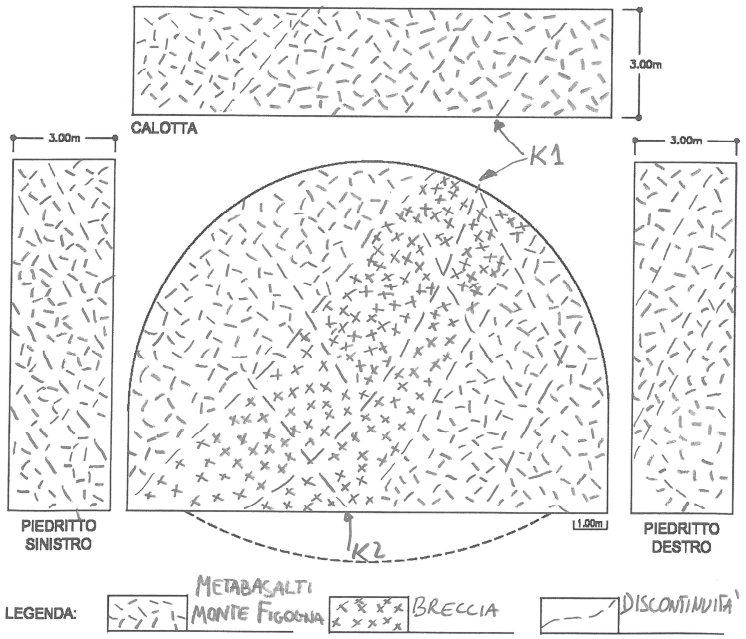
RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Bretella di Voltri**

GALLERIA	**GALLERIA BRETELLA DI VOLTRI**	SCHEDA DI RILIEVO N° 34 LATO VOLTRI	DATA ESECUZIONE 20/02/2013
IMBOCCO	**PONENTE**	PROGRESSIVA Imbocco Pk 09+019	SEZIONE TIPO APPLICATA: A0

RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Resistenza a compressione	Molto Alta	
	Alta	
	Medio-Alta	v
	Moderata	v
	Bassa	
	Molto Bassa	
Fratturazione (Bieniawski '73)	Compatta S > 3m	
	Poco fratturata 1m < S < 3m	
	Moderatamente fratturata	v
	Intensamente fratturata 0,05m < S < 0,3m	v
	Frantumato S < 0,05m	
Alterazione (ISRM '78)	Fresco	
	Leggermente alterata	
	Moderatamente alterata	v
	Fortemente alterata	v
	Completamente alterata	
Assetto	Stratificazione (scistosità)	v
	Clivaggio	
	Giacitura	
Acqua	Assente (umidità)	v
	Stillicidio	v
	Q < 1 l/s	
	Q > 1 l/s	
Distacchi	Assenti	v
	Fronte	
	Calotta	
	Rene Dx	
	Rene Sx	
	VOL < 0,5 m^3	
	0,5 < VOL < 1,0 m^3	
	VOL > 1,0 m^3	



DESCRIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Al fronte di scavo affiorano i metabasalti appartenenti alla formazione *Metabasalti del Monte Figogna,* di colore grigio scuro con patine di alterazione verdastre.
La porzione centrale del fronte è costituita da breccia tettonica mediamente cementata, nella restante parte del fronte si evidenzia una scistosità penetrativa (Sc) con giacitura media di N020/35, spaziatura stretta o moderata; le principali famiglie di discontinuità sono: K1 (N045/65) altamente persistente su tutto il fronte con spaziatura variabile da moderata a larga con giunti che sono chiusi o moderatamente aperti, il riempimento è argillitico e alto è il grado di alterazione; K2 (N150/50) ha persistenza medio-bassa e spaziatura moderata, i giunti sono chiusi e quando presente il riempimento è calcitico, alterazione variabile da moderata ad alta con fasce di ossidazione color ocra nella zona centrale e bassa del fronte.

Umidità diffusa su tutto il fronte, stillicidi in calotta e rene sinistro nei 10m antistanti; distacchi gravitativi assenti.

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Avanzamento con esplosivo
Sezione tipo applicata: A0

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Bretella di Voltri**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



RILIEVO DELLE PRINCIPALI DISCONTINUITA'

	DISCONTINUITA' : Tipologia	GIACITURA	APERTURA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE	JRC	JRS	PERSISTENZA	ACQUA	SPAZIATURA/ SPESSORE
1	Sc	N020/35	chiusi	Nessuno	Alt. alterata			Alta	Umidità	06-20 cm
2	K1	N045/60	Mod.aperti	Nessuno/sciolto	Alt. alterata			Alta	Bagnata	20-60 cm
3	K2	N150/50	Mod.aperti	Nessuno/calcite	Alt. alterata			Alta	Bagnata	20-60 cm

NOTE

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

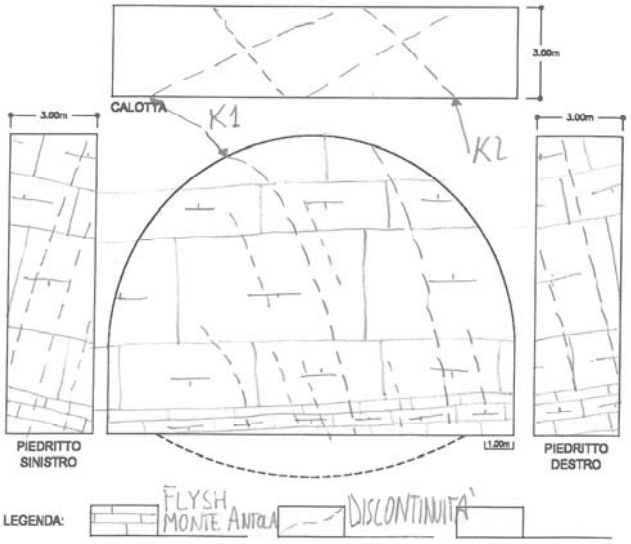
RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria San Tommaso**

GALLERIA	**SAN TOMMASO**	SCHEDA DI RILIEVO N°	**27**	DATA ESECUZIONE	16/01/2013
IMBOCCO	**GE - Principe**	PROGRESSIVA Imbocco Pk	**3+933**	SEZIONE TIPO APPLICATA	A0

RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Resistenza a compressione	Molto Alta	
	Alta	V
	Medio-Alta	V
	Moderata	
	Bassa	
	Molto Bassa	
Fratturazione (Bieniawski '73)	Compatta S > 3m	
	Poco fratturata 1m < S < 3m	V
	Moderatamente fratturata	V
	Intensamente fratturata 0,05m < S < 0,3m	
	Frantumato S < 0,05m	
Alterazione (ISRM '78)	Fresco	
	Leggermente alterata	V
	Moderatamente alterata	
	Fortemente alterata	
	Completamente alterata	
Assetto	Stratificazione	V
	Clivaggio	
	Giacitura	
Acqua	Assente	V
	Stillicidio	
	Q < 1 l/s	
	Q > 1 l/s	
Distacchi	Assenti	V
	Fronte	
	Calotta	
	Rene Dx	
	Rene Sx	
	VOL < 0,5 m^3	
	0,5 < VOL < 1,0 m^3	
	VOL > 1,0 m^3	



DESCRIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

L'ammasso roccioso è costituito dalla formazione *Flysch di Monte Antola* : alternanza irregolare di calcari di colore grigio e calcari marnosi di colore grigio scuro-nerastro, questi ultimi prevalenti rispetto ai primi.
Gli strati immergono a reggipoggio poco inclinato rispetto all'asse della galleria con giacitura N095/10, con spaziatura prevalente molto larga.
L'ammasso risulta poco disturbato e molto compatto; si possono distinguere due famiglie di discontinuità principali K1 con giacitura N285/80, spaziatura larga, persistenza alta, riempimento calcitico di spessore anche superiore a 5 cm e K2 N085/40 con spaziatura moderata o larga, persistenza bassa e riempimento calcitico.

Fronte stabile, umidità nella metà inferiore, non si evidenziano distacchi di una certa entità.

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Scavo mediante fresa puntuale
Sezione tipo applicata: A0

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

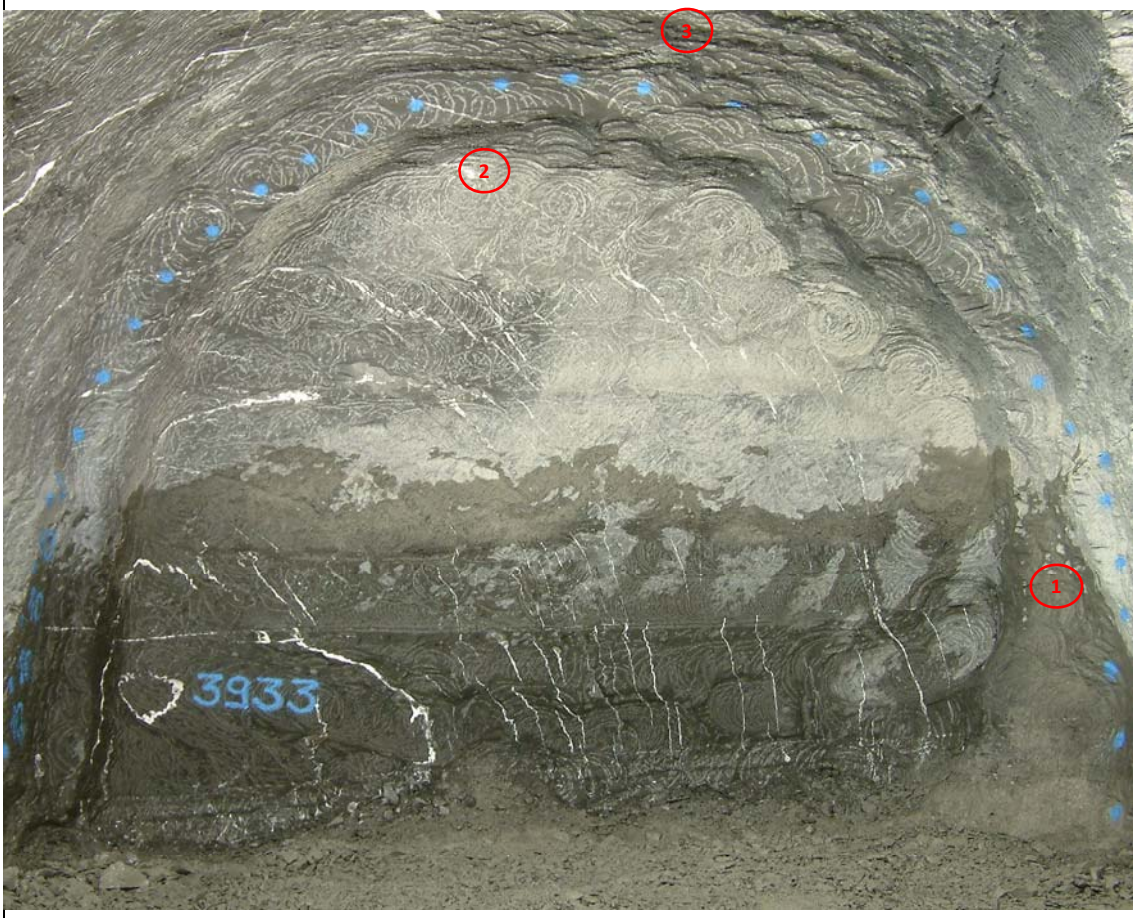
D.L.

tre esse ENGINEERING

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria San Tommaso**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



RILIEVO DELLE PRINCIPALI DISCONTINUITA'

	DISCONTINUITA' : Tipologia	GIACITURA	APERTURA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE	JRC	JRS	PERSISTENZA	ACQUA	SPAZIATURA/ SPESSORE
1	Stratificazione S1	N095/10	Mod. aperti	Nessuno	Non alterata	8-12		Alta	Asciut./umid.	0,10->2m
2	K1	N285/80	Mod. aperti	Compatto>5mm	Legg. Alterata	8-12		Alta	Asciutto	0,6-2m
3	K2	N085/40	Mod. aperti	Compatto>5mm	Legg. Alterata	8-12		Bassa	Asciutto	0,6-2m

NOTE

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE **RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA
COMMESSA **Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA **Galleria San Tommaso**

R1 - RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

Classe	R	σc (MPa)	is 50 PLT		Coeff.	
Molto alta	> 59	> 250	> 10		15	
Alta	43-58	100-250	4-10		12	
Medio - alta	30-42	50 - 100	2-4	V	7	7
Moderata	16-29	25 - 50	1-2		4	
Bassa	0-15	5-25	<1		2	
Molto bassa	0	1-5			1	

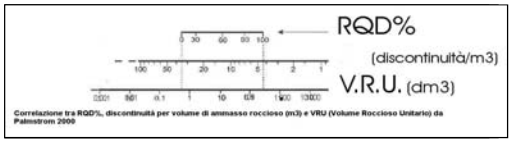
prove sclerometriche

LITO.	orient.	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	MPa

R2 - RQD

Qualità	%	s (cm)*		Coeff.	
Eccellente	90-100	60-200	V	20	
Buona	75-90	20-60		17	
Discreta	50-75	10-20		13	20
Bassa	25-50	6-10		8	
Molto bassa	<25	<6		3	

* Priest & Hudson (1976)



Correlazione tra RQD%, discontinuità per volume di ammasso roccioso (m3) e VRU (Volume Roccioso Unitario) da Palmstrom 2000

VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (V.R.U.)

		0,2-8 dm3 (sp 6-20 cm)
> 200 m3 (sp >dcm)	V	0,2-8 m3 (sp 60-200 cm)
0,08-0,2 dm3 (sp 2-6 cm)		
8-200 m3 (sp 200-600 cm)	V	8-200 dm3 (sp 20-60 cm)
< 8 cm3 (sp < 2 cm)		

R3 - SPAZIATURA DELLE DISCONTINUITA'

		Strat.	Fam. 1	Fam. 2	Fam. 3	Fam. 4	Coeff.	
Molto larga	sopra 2 m						20	
Larga	0.6 - 2 m		V	V			15	
Moderata	20 - 60 cm	V	V				10	12
Stretta	6-20 cm						8	
Molto stretta	< 6 cm						5	

R4 - CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

			Strat.	Fam. 1	Fam. 2	Fam. 3	Fam. 4	Coeff.	
PERSISTENZA	Molto bassa	< 1 m						6	
	Bassa	1 - 3 m			V			4	
	Media	3 - 10 m		V				2	2
	Alta	10 - 20 m	V					1	
	Molto alta	> 20 m						0	
x = si estende oltre la parte visibile - r = termina in roccia - d = termina contro un'altra discontinuità									
APERTURA	molto chiusi	nessuna						6	
	chiusi	< 0.1 mm						5	
	moderat. aperti	0.1 -1.0 mm	V	V	V			4	4
	aperti	1 - 5 mm						1	
	molto aperti	> 5 mm						0	
RUGOSITA'	molto rugose	16-18 18-20						6	
	rugose	12-14 14-16						5	
	legg. rugose	8-10 10-12	V	V	V			3	3
	piane	4-6 6-8						1	
	levigate	0-2 2-4						0	
RIEMPIMENTO	Nessuno		V					6	
	Compatto < 5mm							5	
	Compatto > 5mm			V	V			3	5
	Sciolto < 5mm							1	
	Sciolto > 5mm							0	
ALTERAZ.	Non alterata							6	
	Leggermente alterata		V	V	V			5	
	Moderatamente alterata							3	5
	Altamente alterata							1	
	Suolo residuale							0	

R5 - CONDIZIONI IDRICHE AMMASSO

Condizioni generali	Venute d'acqua per 10 m di lunghezza (l/min)	σw/σh		Coeff.	
Asciutta	nessuna	0	V	15	
Umida	<10	<0.1	V	10	
Bagnata	10-25	0,1-0,2		7	13
Stillicidio	25-125	0,2-0,5		4	
Venute	>125	>0,5		0	

R6 - CORREZIONE PER L'ORIENTAZIONE

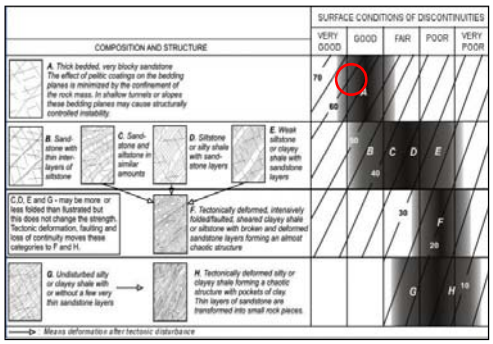
Immersione		Inclinazione		Coeff.	
parallela all'asse galleria	reggipoggio	45-90		0	
		20-45		-2	
	franapoggio	45-90		-5	
		20-45		-10	-5
perpendicolare all'asse galleria		45-90		-12	
		20-45		-5	
Qualsiasi		<20	V	-5	

RMR - BIENIAWSKI (1989)

PARAMETRI		COEFF.
Resistenza roccia intatta	R1	7
Rock Quality Designation (R.Q.D.)	R2	20
Spaziatura discontinuità	R3	12
Condizioni delle discontinuità	R4	19
Presenza di acqua nella roccia	R5	13
Compensazione orientazione	R6	-5
RMR Corretto		66
CLASSE DI BIENIAWSKI		II

I ottima	II buona	III discreta	IV scadente	V molto scad.
100-81	80-61	60-41	40-21	< 20

Abaco per la stima di GSI



RMR base	71
GSI = RMR base (secco) - 5 =	**68**

TIPO DI SCAVO	Fresa puntuale - Martellone

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

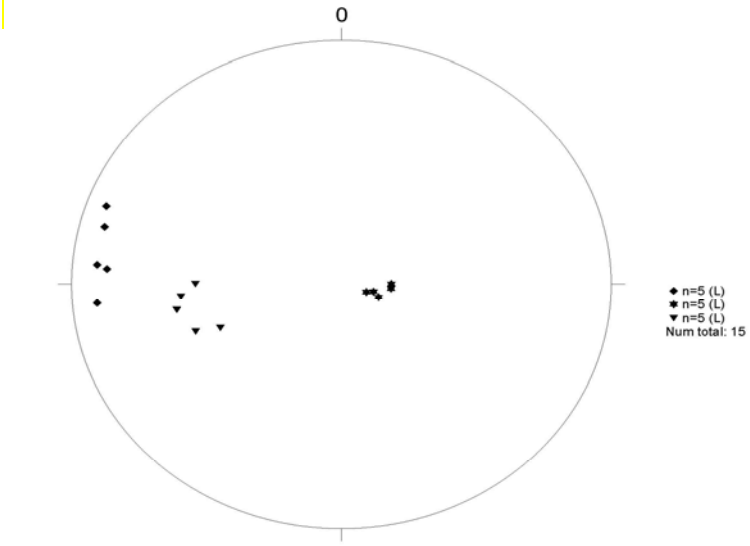
COMMITTENTE **RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA
COMMESSA **Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA **Galleria San Tommaso**

CLASSIFICAZIONE DI RABCEWICZ

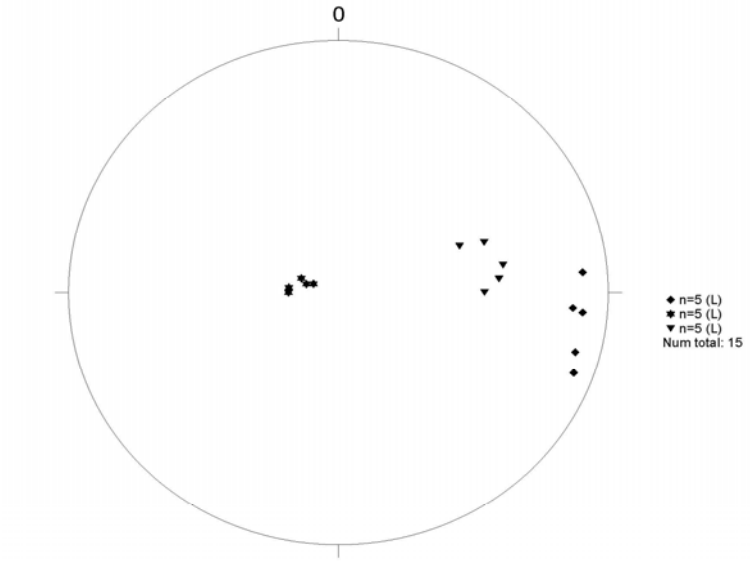
Classi di Roccia	Descrizione del comportamento della roccia	Scavo				Misure di Sicurezza o di Sostegno		CORRELAZIONE CON GSI
		Sezione	Lunghezza Volate	Metodo	Tempo di Autosostegno	Intervento	Tempo di posa in opera	
I - STABILE	Roccia sana massiva. Lo scavo si autosostiene e le tensioni al contorno non superano la resistenza della roccia	Sezione Piena	Dipende dalle condizioni locali	Con esplosivo	Settimana in calotta, illimitato in parete	Ancoraggi locali + rete in calotta e calcestruzzo proiettato	Senza limiti a scavo avvenuto in caso di rilasci locali	GSI > 87
II - LEGGERMENTE FRATTURATA	Roccia stratificata e leggermente fratturata. Nella fase di decompressione le tensioni tangenziali in calotta superano la resistenza della roccia con conseguenti distacchi. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche in calotta. Le pareti dello scavo si mantengono stabili, salvo possibili distacchi locali.	Sezione Piena	Massimo 3 m	Con esplosivo	Giorni in calotta, settimane in parete	Ancoraggi sistematici in calotta + rete + calcestruzzo proiettato (anche in parete per bloccare rilasci locali)	Ultimazione a 40 m massimo dal fronte di scavo	66 < GSI < 86
IIIa - FRATTURATA IIIb - POCO SPINGENTE	Roccia da fratturata a molto fratturata. Il limite di resistenza della roccia viene raggiunto in parete e superato in calotta. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche e l'inserimento dell'arco rovescio per la possibilità di rottura del fondo dello scavo.	Sezione Piena con volate brevi. Preferibilmente sezione parzializzata (calotta più uno strozzo)	Massimo 1,5 m per scavo a sezione piena. Massimo 3 m per scavo a sezione parzializzata	Esplosivi con cautela, localmente a macchina	Ore in calotta, giorni in parete	Ancoraggi sistematici in calotta + rete + calcestruzzo proiettato in calotta e in parete. Arco Rovescio	Inizio subito dopo lo scavo e completamento a 20 m massimo dal fronte di scavo	46 < GSI < 65
IV - SPINGENTE	Roccia alterata, scistosa, fagliata. La resistenza della roccia viene superata su tutto il contorno dello scavo. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche, l'inserimento dell'arco rovescio e la protezione del fronte dello scavo.	Sezione parzializzata (calotta con più di uno strozzo)	Da 1 m a 1,5 m in calotta	A macchina	Molto breve in calotta, alcune ore in parete	Ancoraggi sistematici + rete + calcestruzzo proiettato + centine metalliche in calotta e in parete. Arco Rovescio e protezioni del fronte di scavo con calcestruzzo proiettato.	Inizio subito dopo lo scavo parziale. Il getto dell'arco rovescio a breve distanza dal fronte in funzione delle condizioni locali (misure in sito)	29 < GSI < 45
V - MOLTO SPINGENTE	Roccia molto alterata completamente milonizzata. L'apertura dello scavo provoca l'insorgere di forti pressioni in tutte e direzioni. L'anello di roccia intorno allo scavo è completamente plasticizzato o tende verso l'interno con sensibile riduzione della sezione	E' necessaria una suddivisione in diverse sezioni parziali in funzione anche della stabilità del fronte dello scavo	Da 0,5 m a 1 m in calotta	A macchina	Nessuno in calotta, fino a poche ore in parete e sul fronte	Ancoraggi sistematici + rete + calcestruzzo proiettato + centine metalliche in calotta e in parete. Arco Rovescio e protezioni del fronte di scavo con calcestruzzo proiettato.	Tutte le superfici devono essere sostenute non appena aperto lo scavo. La successione delle operazioni di inserimento dell'arco rovescio devono essere definite in funzione delle condizioni locali (msure in sito)	16 < GSI < 28
VI - MATERIALE SCIOLTO	Questa classe comprende tutti i terreni sciolti, franosi, per i quali lo scavo non può essere affrontato con i metodi convenzionali	Lo scavo si regola in funzione dei metodi di sostegno				Misure speciali quali congelamento, iniezioni di miscele chimiche ecc.		GSI < 15

CLASS. DI RABCEWICZ	II a

NOTE



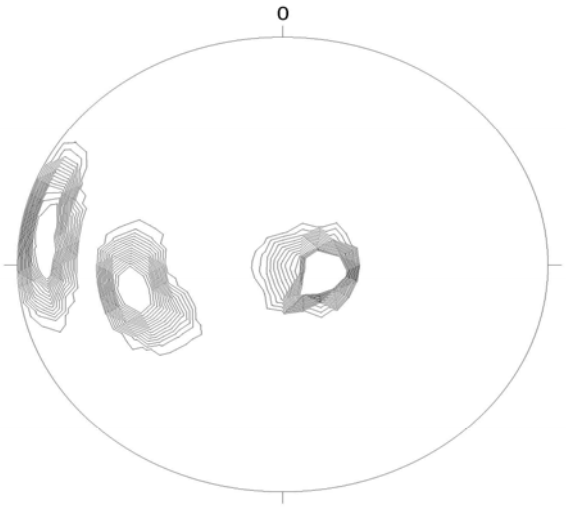
Equal area projection, upper hemisphere



Equal area projection, lower hemisphere

NOTE

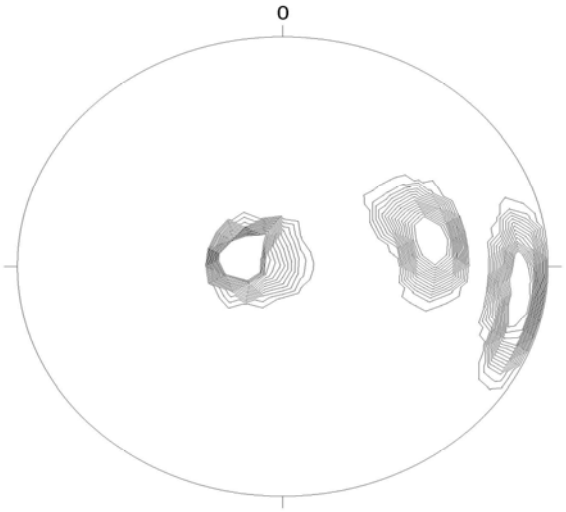
PROIEZIONI STEREOGRAFICHE



n=15
max. dens.=30.55 (at 300/ 78)
min. dens.=0.00
Contours at:
0.00,1.00,2.00,3.00,
4.00,5.00,6.00,7.00,
8.00,9.00,10.00,11.00,
12.00,13.00,14.00,15.00,

(Multiples of random distribution)

Equal area projection, upper hemisphere



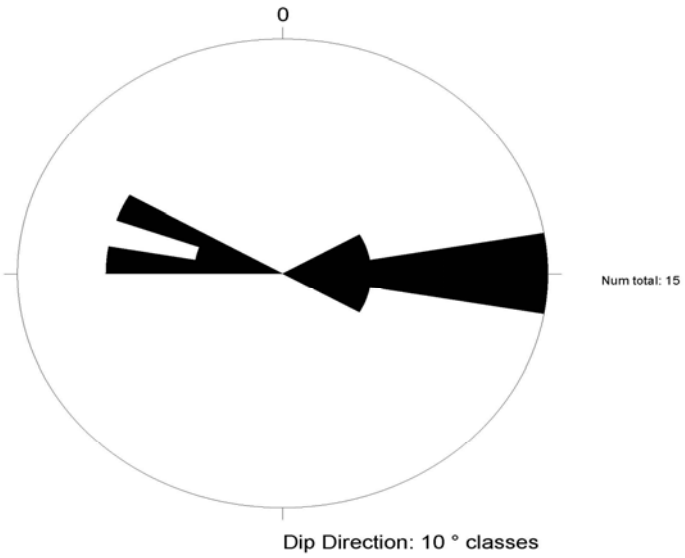
n=15
max. dens.=30.55 (at 300/ 78)
min. dens.=0.00
Contours at:
0.00,1.00,2.00,3.00,
4.00,5.00,6.00,7.00,
8.00,9.00,10.00,11.00,
12.00,13.00,14.00,15.00,

(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

NOTE

PROIEZIONI STEREOGRAFICHE



StereoNett: Untitled1 Page 1 of 1

1:	95,0	10,0	L	◆
2:	94,0	14,0	L	◆
3:	110,0	8,0	L	◆
4:	105,0	10,0	L	◆
5:	85,0	10,0	L	◆
6:	290,0	82,0	L	✸
7:	276,0	75,0	L	✸
8:	292,0	78,0	L	✸
9:	270,0	75,0	L	✸
10:	285,0	80,0	L	✸
11:	85,0	40,0	L	▼
12:	80,0	38,0	L	▼
13:	68,0	50,0	L	▼
14:	70,0	42,0	L	▼
15:	90,0	45,0	L	▼

NOTE

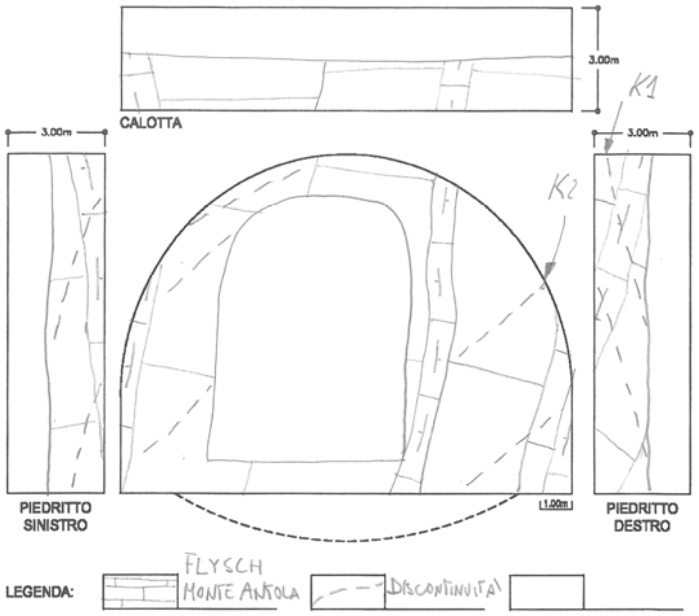
RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria San Tommaso**

GALLERIA	**SAN TOMMASO**	SCHEDA DI RILIEVO N°	**45**	DATA ESECUZIONE	10/04/2014
IMBOCCO	**GE - Brignole**	PROGRESSIVA Imbocco Pk	**5+065**	SEZIONE TIPO APPLICATA	A1

RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Resistenza a compressione	Molto Alta	
	Alta	
	Medio-Alta	V
	Moderata	V
	Bassa	
	Molto Bassa	
Fratturazione (Bieniawski '73)	Compatta S > 3m	
	Poco fratturata 1m < S < 3m	V
	Moderatamente fratturata	V
	Intensamente fratturata 0,05m < S < 0,3m	
	Frantumato S < 0,05m	
Alterazione (ISRM '78)	Fresco	
	Leggermente alterata	
	Moderatamente alterata	V
	Fortemente alterata	
	Completamente alterata	
Assetto	Stratificazione	V
	Clivaggio	
	Giacitura	
Acqua	Assente	V
	Stillicidio	
	Q < 1 l/s	
	Q > 1 l/s	
Distacchi	Assenti	V
	Fronte	
	Calotta	
	Rene Dx	
	Rene Sx	
	VOL < 0,5 m^3	
	0,5 < VOL < 1,0 m^3	
	VOL > 1,0 m^3	



DESCRIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

L'ammasso roccioso e costituto dalla *Formazione Flysch di Monte Antola:* alternanza di marne calcaree grigio scuro-nerastre e strati calcarei grigi in prevalenza sui primi.
La stratificazione è a traversipoggio molto inclinato con giacitura media N280/75, la spaziatura è larga o molto larga, nella zona centrale e destra dove prevalgono i calcari grigi, il grado d'alterazione è generalmente basso. Le discontinuità principali sono classificabili in due famiglie principali: K1 (N090/80) e K2 (N200/40) caratterizzate da persistenza media, spaziatura larga, giunti chiusi o moderatamente aperti, riempimento assente o calcitico, grado di alterazione basso.

Fronte stabile, non si evidenziano distacchi di una certa entità; leggera umidità nella parte bassa del fronte in corrispondenza delle discontinuità.

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Scavo mediante martellone
Sezione tipo applicata: A1

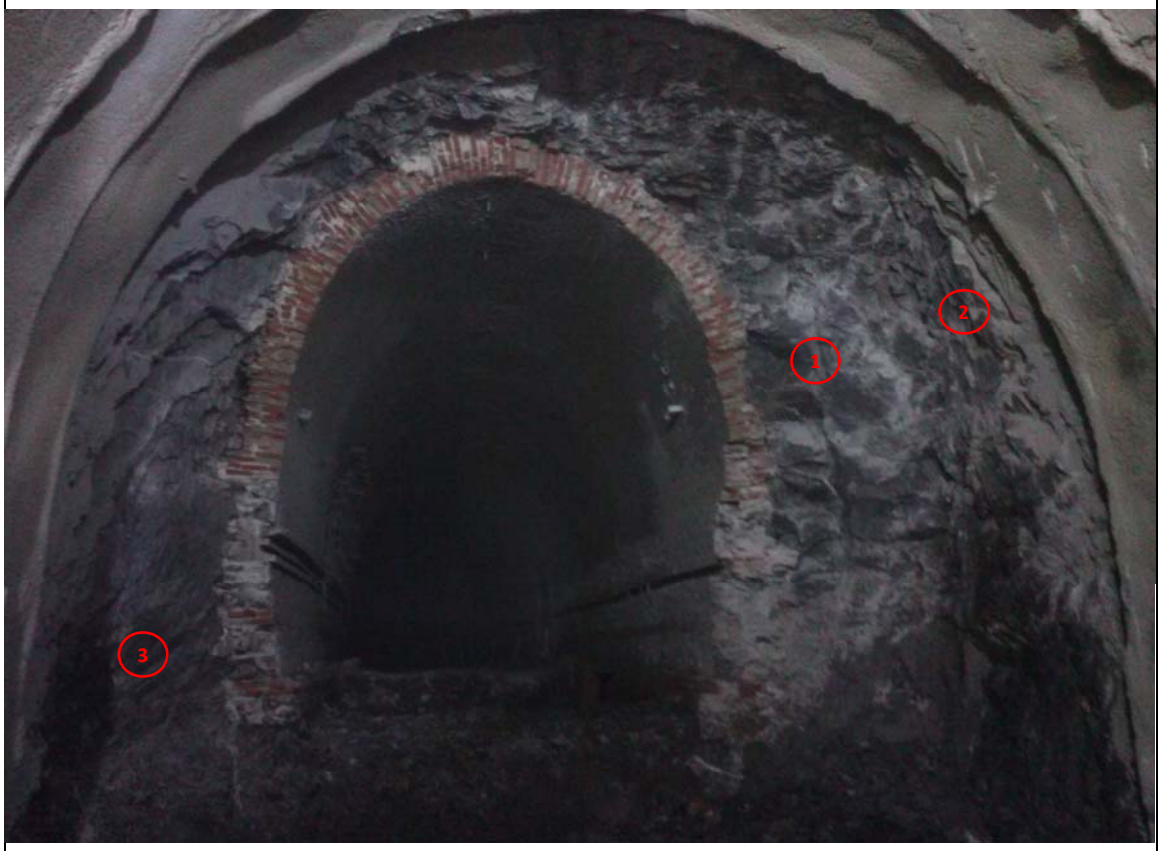
Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria San Tommaso**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



RILIEVO DELLE PRINCIPALI DISCONTINUITA'

	DISCONTINUITA' : Tipologia	GIACITURA	APERTURA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE	JRC	JRS	PERSISTENZA	ACQUA	SPAZIATURA/ SPESSORE
1	Stratificazione	N280/75	Mod. aperti	assente-sciolto	Mod.-Alter.			Alta	asciutto	60-200 cm
2	K1	N090/80	Chiusi	compatto-sciolto	Mod.-Alter.			media	Asciut. umid.	60-200 cm
3	K2	N200/40	Chiusi	compatto-sciolto	Mod.-Alter.			media	Asciut. umid.	60-200 cm

NOTE

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

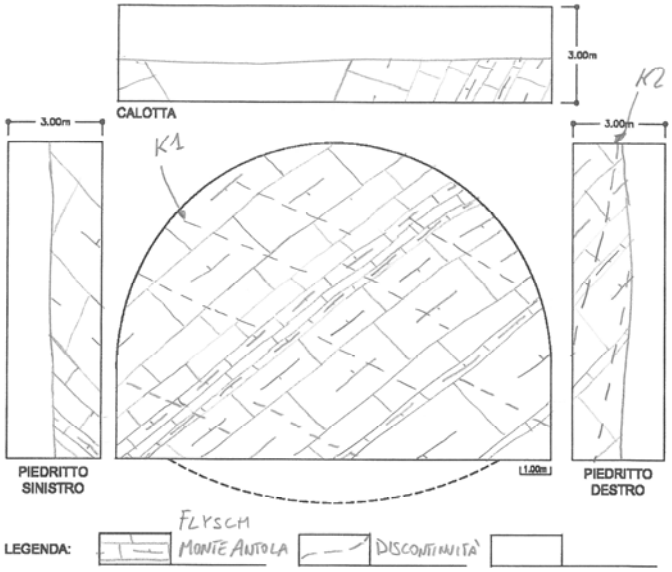
RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Nuova Colombo**

GALLERIA	**NUOVA COLOMBO**	SCHEDA DI RILIEVO N°	**6**	DATA ESECUZIONE	10/04/2014
IMBOCCO	**GE - Brignole**	PROGRESSIVA Imbocco pK	**5+358**	SEZIONE TIPO APPLICATA	B1 ribassata

RILIEVO GEOSTRUTTURALE

Resistenza a compressione	Molto Alta	
	Alta	
	Medio-Alta	V
	Moderata	V
	Bassa	V
	Molto Bassa	
Fratturazione (Bieniawski '73)	Compatta S > 3m	
	Poco fratturata 1m < S < 3m	
	Moderatamente fratturata	V
	Intensamente fratturata 0,05m < S < 0,3m	
	Frantumato S < 0,05m	
Alterazione (ISRM '78)	Fresco	
	Leggermente alterata	
	Moderatamente alterata	V
	Fortemente alterata	V
	Completamente alterata	
Assetto	Stratificazione	V
	Clivaggio	
	Giacitura	
Acqua	Assente (umidità)	V
	Stillicidio	
	Q < 1 l/s	
	Q > 1 l/s	
Distacchi	Assenti	V
	Fronte	
	Calotta	
	Rene Dx	
	Rene Sx	
	VOL < 0,5 m^3	
	0,5 < VOL < 1,0 m^3	
	VOL > 1,0 m^3	



DESCRIZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

L'ammasso roccioso è costituito da alternanze di calcari e marne calcaree appartenti alla *formazione Flysch di Monte Antola* .
Gli strati sono molto inclinati con giacitura a traversipoggio ST(N310/60), la spaziatura è variabile da moderata (nella zona centrale del fronte) a larga o molto larga (rene sinistro e piedritto destro).
L'assetto strutturale dell'ammasso è caratterizzato dalla presenza di due famiglie di discontinuità principali: K1 (N055/30), caratterizzata da media persistenza, spaziatura moderata con giunti che sono fortemente alterati e caratterizzati da riempimento argillitico color ocra; K2 (N010/75) ha persistenza media, spaziatura moderata, giunti moderatamente aperti e fortemente alterati con riempimento argillitico color ocra soprattutto nella zona centrale e della calotta.
Fronte stabile, non si evidenziano distacchi di una certa entità; umidità in corrispondenza delle discontinutà nella zona del piedritto destro.

DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Scavo mediante fresa puntuale
Sezione tipo applicata: B1 ribassata

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

tre esse ENGINEERING

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE	**RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA	
COMMESSA	**Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA	**Galleria Nuova Colombo**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



RILIEVO DELLE PRINCIPALI DISCONTINUITA'

	DISCONTINUITA' : Tipologia	GIACITURA	APERTURA	RIEMPIMENTO	ALTERAZIONE	JRC	JRS	PERSISTENZA	ACQUA	SPAZIATURA/ SPESSORE
1	Stratificazione	N310/60	Mod. aperti	nessuno o sciolto	Alt-Mod alt.			Alta	Asciutto	6-200 cm
2	K1	N055/30	Mod. aperti	Sciol. < 5mm	Alt-Mod alt.			media	Asc.-Umid.	20-60 cm
3	K2	N010/75	Mod. aperti	Sciol. < 5mm	Alt-Mod alt.			media	Asc.-Umid.	20-60 cm

NOTE

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

D.L.

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE **RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA
COMMESSA **Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA **Galleria Nuova Colombo**

R1 - RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

Classe	R	σc (MPa)	is 50 PLT		Coeff.	
Molto alta	> 59	> 250	> 10		15	6
Alta	43-58	100-250	4-10		12	
Medio - alta	30-42	50 - 100	2-4	V	7	
Moderata	16-29	25 - 50	1-2	V	4	
Bassa	0-15	5-25	<1		2	
Molto bassa	0	1-5			1	

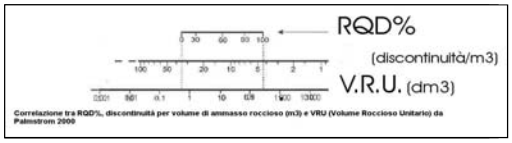
prove sclerometriche

LITO.	orient.	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	MPa

R2 - RQD

Qualità	%	s (cm)*		Coeff.	
Eccellente	90-100	60-200		20	12
Buona	75-90	20-60		17	
Discreta	50-75	10-20	V	13	
Bassa	25-50	6-10	V	8	
Molto bassa	<25	<6		3	

* Priest & Hudson (1976)



Correlazione tra RQD%, discontinuità per volume di ammasso roccioso (m3) e VRU (Volume Roccioso Unitario) da Palmstrom 2000

VOLUME ROCCIOSO UNITARIO (V.R.U.)

	> 200 m3 (sp >dcm)	
	8-200 m3 (sp 200-600 cm)	
V	0,2-8 dm3 (sp 6-20 cm)	
	0,2-8 m3 (sp 60-200 cm)	
V	8-200 dm3 (sp 20-60 cm)	
	0,08-0,2 dm3 (sp 2-6 cm)	
	< 8 cm3 (sp < 2 cm)	

R3 - SPAZIATURA DELLE DISCONTINUITA'

		Strat.	Fam. 1	Fam. 2	Fam. 3	Fam. 4	Coeff.	
Molto larga	sopra 2 m						20	11
Larga	0.6 - 2 m	V					15	
Moderata	20 - 60 cm	V	V	V			10	
Stretta	6-20 cm	V					8	
Molto stretta	< 6 cm						5	

R4 - CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA'

			Strat.	Fam. 1	Fam. 2	Fam. 3	Fam. 4	Coeff.	
PERSISTENZA	Molto bassa	< 1 m						6	2
	Bassa	1 - 3 m						4	
	Media	3 - 10 m		V	V			2	
	Alta	10 - 20 m	V					1	
	Molto alta	> 20 m						0	
x = si estende oltre la parte visibile - r = termina in roccia - d = termina contro un'altra discontinuità									
APERTURA	molto chiusi	nessuna						6	4
	chiusi	< 0.1 mm						5	
	moderat. aperti	0.1 -1.0 mm	V	V	V			4	
	aperti	1 - 5 mm						1	
	molto aperti	> 5 mm						0	
RUGOSITA'	molto rugose	16-18 18-20						6	3
	rugose	12-14 14-16						5	
	legg. rugose	8-10 10-12	V	V	V			3	
	piane	4-6 6-8						1	
	levigate	0-2 2-4						0	
RIEMPIMENTO	Nessuno		V					6	3
	Compatto < 5mm			V	V			5	
	Compatto > 5mm							3	
	Sciolto < 5mm		V	V	V			1	
	Sciolto > 5mm							0	
ALTERAZ.	Non alterata							6	2
	Leggermente alterata							5	
	Moderatamente alterata		V	V	V			3	
	Altamente alterata		V	V	V			1	
	Suolo residuale							0	

R5 - CONDIZIONI IDRICHE AMMASSO

Condizioni generali	Venute d'acqua per 10 m di lunghezza (l/min)	σw/σh		Coeff.	
Asciutta	nessuna	0	V	15	13
Umida	<10	<0.1	V	10	
Bagnata	10-25	0,1-0,2		7	
Stillicidio	25-125	0,2-0,5		4	
Venute	>125	>0,5		0	

R6 - CORREZIONE PER L'ORIENTAZIONE

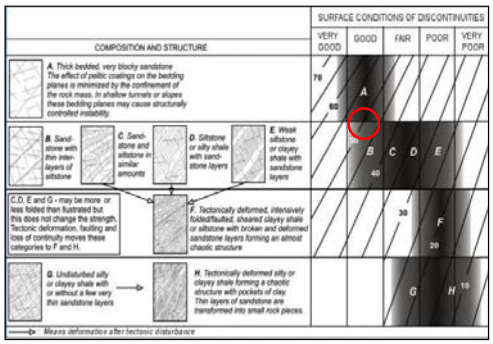
Immersione		Inclinazione		Coeff.	
parallela all'asse galleria	reggipoggio	45-90		0	-12
		20-45		-2	
	franapoggio	45-90		-5	
		20-45		-10	
perpendicolare all'asse galleria		45-90		-12	
		20-45		-5	
Qualsiasi		<20		-5	

RMR - BIENIAWSKI (1989)

PARAMETRI		COEFF.
Resistenza roccia intatta	R1	6
Rock Quality Designation (R.Q.D.)	R2	12
Spaziatura discontinuità	R3	11
Condizioni delle discontinuità	R4	14
Presenza di acqua nella roccia	R5	13
Compensazione orientazione	R6	-12
RMR Corretto		44
CLASSE DI BIENIAWSKI		III

I ottima	II buona	III discreta	IV scadente	V molto scad.
100-81	80-61	60-41	40-21	< 20

Abaco per la stima di GSI



RMR base	56
GSI = RMR base (secco) - 5 =	**53**

TIPO DI SCAVO	Fresa puntuale - Martellone

Rilevatore Dott. Pietro Vergagni

RILIEVO GEOLOGICO STRUTTURALE DEL FRONTE DI SCAVO

COMMITTENTE **RFI Rete Ferroviaria Italiana**
IMPRESA
COMMESSA **Potenziamento Infrastrutturale Voltri-Brignole**
OPERA **Galleria Nuova Colombo**

CLASSIFICAZIONE DI RABCEWICZ

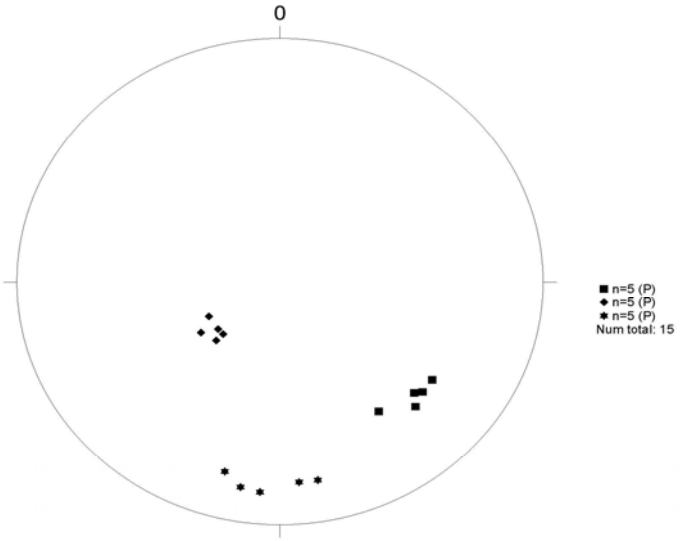
Classi di Roccia	Descrizione del comportamento della roccia	Scavo				Misure di Sicurezza o di Sostegno		CORRELAZIONE CON GSI
		Sezione	Lunghezza Volate	Metodo	Tempo di Autosostegno	Intervento	Tempo di posa in opera	
I - STABILE	Roccia sana massiva. Lo scavo si autosostiene e le tensioni al contorno non superano la resistenza della roccia	Sezione Piena	Dipende dalle condizioni locali	Con esplosivo	Settimana in calotta, illimitato in parete	Ancoraggi locali + rete in calotta e calcestruzzo proiettato	Senza limiti a scavo avvenuto in caso di rilasci locali	GSI > 87
II - LEGGERMENTE FRATTURATA	Roccia stratificata e leggermente fratturata. Nella fase di decompressione le tensioni tangenziali in calotta superano la resistenza della roccia con conseguenti distacchi. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche in calotta. Le pareti dello scavo si mantengono stabili, salvo possibili distacchi locali.	Sezione Piena	Massimo 3 m	Con esplosivo	Giorni in calotta, settimane in parete	Ancoraggi sistematici in calotta + rete + calcestruzzo proiettato (anche in parete per bloccare rilasci locali)	Ultimazione a 40 m massimo dal fronte di scavo	66 < GSI < 86
IIIa - FRATTURATA IIIb - POCO SPINGENTE	Roccia da fratturata a molto fratturata. Il limite di resistenza della roccia viene raggiunto in parete e superato in calotta. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche e l'inserimento dell'arco rovescio per la possibilità di rottura del fondo dello scavo.	Sezione Piena con volate brevi. Preferibilmente sezione parzializzata (calotta più uno strozzo)	Massimo 1,5 m per scavo a sezione piena. Massimo 3 m per scavo a sezione parzializzata	Esplosivi con cautela, localmente a macchina	Ore in calotta, giorni in parete	Ancoraggi sistematici in calotta + rete + calcestruzzo proiettato in calotta e in parete. Arco Rovescio	Inizio subito dopo lo scavo e completamento a 20 m massimo dal fronte di scavo	46 < GSI < 65
IV - SPINGENTE	Roccia alterata, scistosa, fagliata. La resistenza della roccia viene superata su tutto il contorno dello scavo. Sono necessarie opere di sostegno sistematiche, l'inserimento dell'arco rovescio e la protezione del fronte dello scavo.	Sezione parzializzata (calotta con più di uno strozzo)	Da 1 m a 1,5 m in calotta	A macchina	Molto breve in calotta, alcune ore in parete	Ancoraggi sistematici + rete + calcestruzzo proiettato + centine metalliche in calotta e in parete. Arco Rovescio e protezioni del fronte di scavo con calcestruzzo proiettato.	Inizio subito dopo lo scavo parziale. Il getto dell'arco rovescio a breve distanza dal fronte in funzione delle condizioni locali (misure in sito)	29 < GSI < 45
V - MOLTO SPINGENTE	Roccia molto alterata completamente milonizzata. L'apertura dello scavo provoca l'insorgere di forti pressioni in tutte e direzioni. L'anello di roccia intorno allo scavo è completamente plasticizzato o tende verso l'interno con sensibile riduzione della sezione	E' necessaria una suddivisione in diverse sezioni parziali in funzione anche della stabilità del fronte dello scavo	Da 0,5 m a 1 m in calotta	A macchina	Nessuno in calotta, fino a poche ore in parete e sul fronte	Ancoraggi sistematici + rete + calcestruzzo proiettato + centine metalliche in calotta e in parete. Arco Rovescio e protezioni del fronte di scavo con calcestruzzo proiettato.	Tutte le superfici devono essere sostenute non appena aperto lo scavo. La successione delle operazioni di inserimento dell'arco rovescio devono essere definite in funzione delle condizioni locali (msure in sito)	16 < GSI < 28
VI - MATERIALE SCIOLTO	Questa classe comprende tutti i terreni sciolti, franosi, per i quali lo scavo non può essere affrontato con i metodi convenzionali	Lo scavo si regola in funzione dei metodi di sostegno				Misure speciali quali congelamento, iniezioni di miscele chimiche ecc.		GSI < 15

CLASS. DI RABCEWICZ	III a - III b

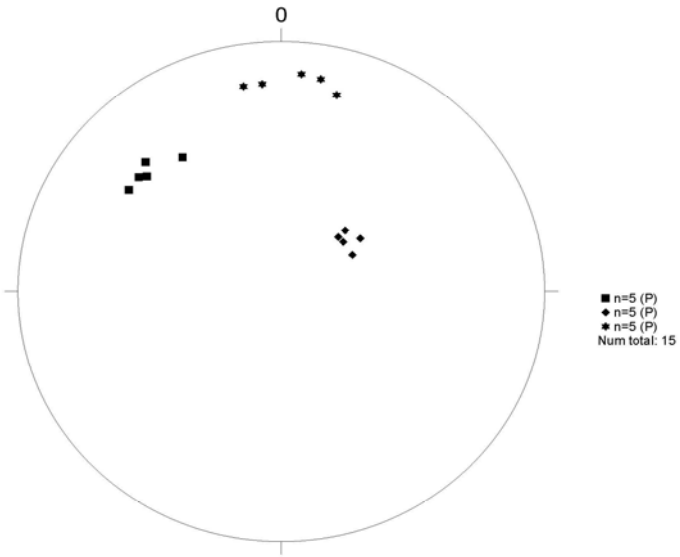
NOTE

tre esse ENGINEERING

ore Dott. Pietro Vergagni



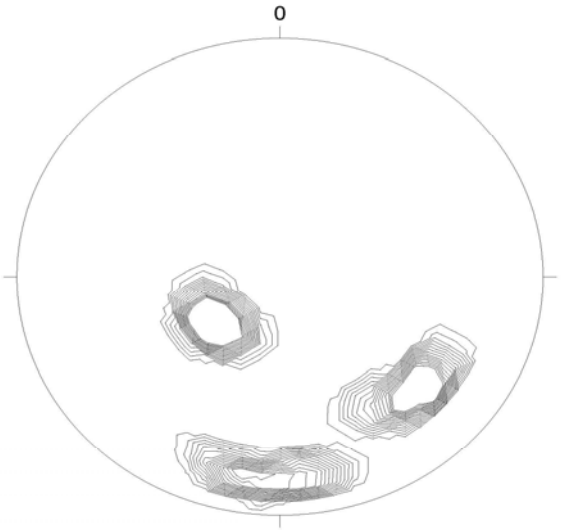
Equal area projection, lower hemisphere



Equal area projection, upper hemisphere

NOTE

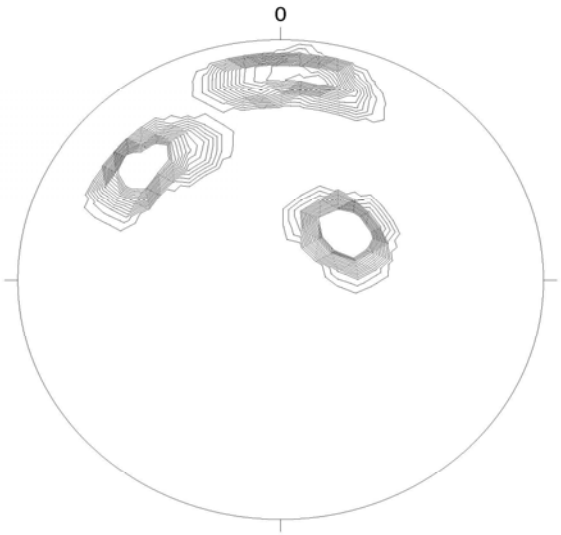
PROIEZIONI STEREOGRAFICHE



n=15
max. dens.=29.12 (at 225/ 66)
min. dens.=0.00
Contours at:
0.00,1.00,2.00,3.00,
4.00,5.00,6.00,7.00,
8.00,9.00,10.00,11.00,
12.00,13.00,14.00,15.00,

(Multiples of random distribution)

Equal area projection, lower hemisphere

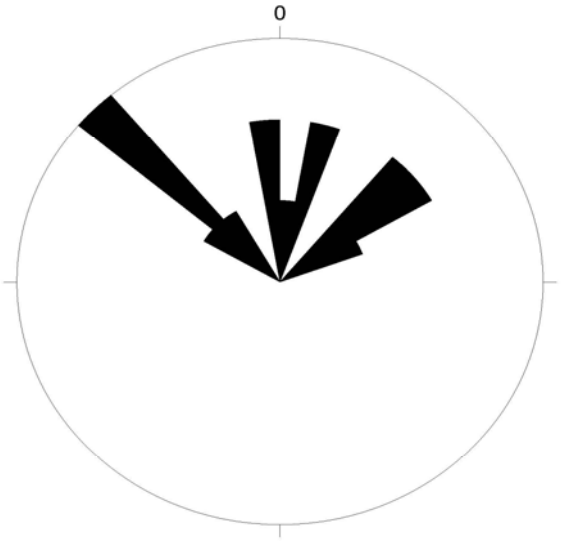


n=15
max. dens.=29.12 (at 225/ 66)
min. dens.=0.00
Contours at:
0.00,1.00,2.00,3.00,
4.00,5.00,6.00,7.00,
8.00,9.00,10.00,11.00,
12.00,13.00,14.00,15.00,

(Multiples of random distribution)

Equal area projection, upper hemisphere

NOTE



StereoNett: Page 1 of 1

1:	315,0	62,0	P	■
2:	325,0	55,0	P	■
3:	310,0	60,0	P	■
4:	305,0	60,0	P	■
5:	312,0	58,0	P	■
6:	55,0	30,0	P	◆
7:	50,0	25,0	P	◆
8:	45,0	28,0	P	◆
9:	62,0	25,0	P	◆
10:	45,0	25,0	P	◆
11:	10,0	75,0	P	★
12:	355,0	72,0	P	★
13:	5,0	76,0	P	★
14:	15,0	70,0	P	★
15:	350,0	72,0	P	★

NOTE