Firmato digitalmente da

Gabriele Civardi

CN = Civardi Gabriele
O = Ordine Regionale Geologi Liguria/01327160991
C = IT

DOTT. GEOL. GABRIELE CIVARDI
Geologia – Idrogeologia – Geofisica
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

COMUNE DI STELLA

Provincia di Savona

Oggetto:

PRESCRIZIONI DGR N° 1078/2014

Indagini geognostiche inerenti la realizzazione di un impianto eolico in Comune di Stella.

Contenuto:
NOTA INTEGRATIVA DI CARATTERE GEOLOGICO

Committente:
F. E. R. A. Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.

Data
Genova, Dicembre 2015

N° lavoro
241/G

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Corso Perrone 15 16152 – GENOVA
CELL 3491720806 – PI 01488490994 - E-Mail gabriele.civardi@gmail.com

INDICE

1 – PREMESSA *1*

2 – CAMPAGNA DI INDAGINI *2*

3 – SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO *3*

4 – RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI *4*

4.1 – DATI GEOTECNICI DI SINTESI *7*

5 – PROVE SVOLTE SUGLI AFFIORAMENTI *8*

6 – CONCLUSIONI *11*

ALLEGATI

- ✓ **Documentazione fotografica**
- ✓ **Colonna stratigrafica desunta dal sondaggio**
- ✓ **Risultati delle prove SPT**
- ✓ **Risultati delle prove di laboratorio**
- ✓ **Interpretazioni prove triassiali**
- ✓ **Interpretazione prove di taglio diretto**

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Corso Perrone 15 16152 – GENOVA
CELL 3491720806 – PI 01488490994 - E-Mail gabriele.civardi@gmail.com

1 – PREMESSA

Con riferimento alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica all'interno del territorio comunale di Stella, lo scrivente Geol. Gabriele Civardi, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria al n° AP 511, ha ricevuto a suo tempo incarico dalla società F. E. R. A. S.r.l. di eseguire uno studio geologico e geotecnico al fine di evidenziare eventuali problematiche di ordine geologico e geomorfologico.
L'impianto eolico sarà costituito da un'unica torre eolica, che verrà collocata lungo una linea di crinale che congiunge Rocca Ghingherina (792 m s.l.m.) a Rocca Pacirì (742.5 m s.l.m.)..
In data 28 Agosto 2014, la Regione Liguria richiedeva di integrare la relazione geologica relativamente ai seguenti aspetti:

- *"l'integrazione della documentazione relativa alla stabilità geologica;"*

Nel Settembre 2014, a seguito di un incontro con i tecnici della Regione Liguria, si è concordato di svolgere un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni presso l'area dove verrà realizzata la fondazione dell'aerogeneratore.
Sui campioni prelevati sono state poi svolte una serie di prove di laboratorio con lo scopo di definire le caratteristiche geotecniche del terreno.
La seguente relazione rappresenta un rapporto sulle indagini effettuate e quindi una risposta alle richieste della Regione Liguria.

2 – CAMPAGNA DI INDAGINI

Le indagini sono state predisposte con i seguenti obiettivi:

- definire con precisione la stratigrafia dell'area dove sorgerà la torre eolica;
- stabilire le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

E' stato pertanto effettuato un sondaggio a carotaggio continuo, che ha permesso di individuare con chiarezza la stratigrafia dell'ambito.

In particolare questo è stato posizionato circa al centro della fondazione dell'aerogeneratore.

Tale sondaggio è stato spinto fino alla profondità di 15 m.

Nei primi metri del sondaggio è stata svolta una prova SPT in modo da definire le caratteristiche geotecniche della coltre.

Sono poi stati prelevati nove campioni rispettivamente dalla profondità di:

- campione 1: da 3.6 m a 3.9 metri;
- campione 2: da 5.4 m a 5.7 metri;
- campione 3: da 7.7 m a 8.0 metri;
- campione 4: da 11.4 m a 11.7 metri;
- campione 5: da 12.5 m a 12.7 metri;
- campione 6: da 13.4 m a 13.5 metri;
- campione 7: da 13.6 m a 14.0 metri;
- campione 8: da 14.3 m a 14.5 metri;
- campione 9: da 14.5 m a 15.0 metri;

Tali campioni si riferiscono a livelli del substrato e sono stati successivamente studiati in laboratorio geotecnico (presso la società G.E.T. Geotechnical and Engineering Testing S.r.l.)

Sul materiale ottenuto dall'apertura dei suddetti campioni si è quindi proceduto all'esecuzione delle seguenti prove:

Tipo di prova o caratteristica ottenuta	N° campioni esaminati
Compressione monoassiale	1
Compressione triassiale	3
Compressione triassiale non consolidata non drenata (UU)	1
Trazione Brasiliana	1
Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande, consolidata drenata	3
Determinazione dei Limiti di Liquidità e di Plasticità	1

Dalla stratigrafia desunta dal sondaggio (come indicato nel capitolo successivo) si è osservato che la roccia sino alla profondità di circa 13.6 metri risulta essere estremamente alterata e fratturata.
Per questo motivo, confrontandosi con i tecnici del laboratorio, si è deciso di svolgere su questi campioni alcune prove che generalmente si realizzano su materiali incoerenti: prova di taglio diretto e determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità.

3 – SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

E' stato eseguito un unico sondaggio utilizzando una sonda Puntel oleodinamica, carotiere semplice e doppio diam. 101 e pompa di circolazione per i fanghi di perforazione.
Si ritiene che i dati rinvenuti siano sufficienti per avere un quadro esaustivo e comunque cautelativo della situazione.
La stratigrafia è rappresentata in allegato.

4 – RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI

Il carotaggio è stato spinto fino alla profondità massima di 15 m. L'analisi della carota risultante può essere così riassunta (il dettaglio della stratigrafia è riportato in allegato):

- 0 – 2 metri: coltre di origine eluvio - colluviale rappresentata principalmente da una ghiaia grossolana con scarsa frazione fine;
- 2 – 13.6 metri: cappellaccio di alterazione con roccia estremamente fratturata ed alterata. La roccia rinvenuta è riconducibile alle serpentiniti appartenenti alle ofioliti del Monte Beigua;
- 13.6 – 15 metri: substrato roccioso che alterna elementi compatti ad elementi fratturati. Anche in questo caso il substrato è rappresentato dalle serpentiniti.

Il primo risultato che deriva dal sondaggio è che il substrato non è rappresentato dalla Formazione di Molare, come indicato nella carta geologicha allegata al Piano Regolatore del Comune di Stella e che affiora in banchi a pochi metri di distanza dal sondaggio, ma dalle serpentiniti appartenenti alle ofioliti del Monte Beigua.
Risulta evidente che lungo la strada di accesso all'impianto eolico si trova il contatto tra le due formazioni.
Come sopra riportato sono state effettuate una serie di analisi sui terreni attraversati dal sondaggio.
Per quanto riguarda il peso di volume si riportano qui di seguito i valori ottenuti su alcuni campioni:

CAMPIONE	$g_{apparente}$ (KN/m^3)
n. 3	21.36
n. 8	27.58

n. 9	31.26

La prova SPT ha fornito i seguenti risultati:

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	PUNTA	N_{SPT}
S1	0.50	Chiusa	13

Per i terreni granulari si è fatto riferimento alla classificazione orientativa della compattezza dei terreni sabbiosi in base alla prova SPT, proposta da Terzaghi e Peck (1948), di seguito riportata.

Stato di addensamento	N_{SPT}	Dr	ϕ'	γ
Molto sciolto	<4	<15%	<30°	<1,4
Sciolto	4-10	15-35%	30-32°	1,4-1,6
Medio	10-30	35-65%	32-35°	1,6-1,8
Denso	30-50	65-85%	35-38°	1,8-2,0
Molto denso	>50	85-100%	>38°	>2,0

Dove:

Stato di addensamento = grado di addensamento del terreno

N_{SPT} = numero colpi della prova SPT

$Dr = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$ = densità relativa; in cui e, e_{max} ed e_{min} sono l'indice dei pori rispettivamente nello stato attuale, nello stato più sciolto e nello stato più denso

ϕ' = angolo di attrito efficace

γ = peso di volume in t/m^3

In base alla classificazione sopra riportata e considerando il valore medio di N_{SPT} ottenuto, si ottiene, per la coltre granulare presente nell'area d'intervento, i parametri di seguito riportati.

Stato di addensamento	=	medio
N_{SPT}	=	13
Densità relativa (Dr)	=	35%
Angolo di attrito efficace (ϕ')	=	32°
Peso di volume (γ)	=	1,6 t/m^3

Per quanto concerne invece il metodo analitico di interpretazione dei dati ottenuti tramite le prove SPT, è stato utilizzato un software specifico in grado di fornire i principali parametri geotecnici della coltre in base alle formule maggiormente diffuse nel mondo scientifico. A tale proposito si allegano a fondo testo i relativi tabulati numerici.

Come indicato nel paragrafo precedente si sono poi svolte diverse prove di laboratorio per determinare i parametri geotecnici dell'ammasso roccioso sul quale andrà a poggiarsi la fondazione della torre eolica.

I risultati possono essere così riassunti:

- **Cappellaccio:**

Coesione efficace: 6.42 KPa

Angolo di attrito efficace: 30.7°

- **Substrato roccioso compatto:**

Modulo elastico di Young: 10000 MPa

Coesione istantanea: 1.6 MPa

Angolo di attrito: 29.4°

Res. compr. monoassiale: 30.6 MPa

Fattore di disturbo: 0

I valori ricavati per il substrato roccioso compatto sono desunti dal criterio di resistenza di Hoek & Brown e Mohr - Coulomb che vengono riportati in allegato.

4.1 – DATI GEOTECNICI DI SINTESI

In base alle indagini effettuate ed all'esperienza dello scrivente si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici:

Coltre

Granulometria: sabbia ghiaiosa con scarsa frazione fine non coesiva (classe SW del sistema USCS)

Stato di addensamento: medio

Densità relativa (Dr): 35%

Peso di volume (γ): 16.0 KN/m^3

Angolo di attrito efficace (ϕ'): 32°

Coesione: 0 MPa

Substrato roccioso (serpentiniti)

Peso di volume apparente (γ): 31.26 KN/m^3

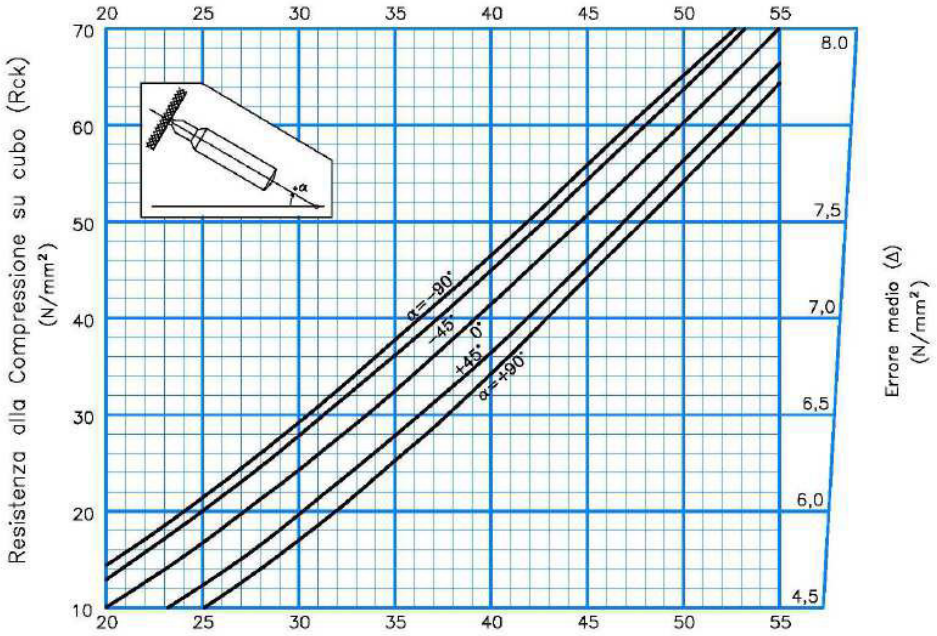
Angolo di attrito istantaneo (ϕ): 29.4°

Coesione istantanea (c): 1.6 MPa

Modulo elastico di Young = 10000 MPa

5 – PROVE SVOLTE SUGLI AFFIORAMENTI

Come detto i risultati del sondaggio hanno messo in evidenza la presenza di un substrato roccioso differente da quello osservabile sugli affioramenti reperibili in sito.
In particolare è possibile osservare affioramenti riconducibili alla Formazione di Molare, mentre il sondaggio ha portato alla luce un substrato costituito dalle ofioliti del Monte Beigua. Le caratteristiche geotecniche di queste ultime sono state approfondite e definite attraverso le prove di laboratorio.
Per quanto riguarda gli affioramenti si è voluto quantomeno definirne alcuni parametri del cappellaccio attraverso lo svolgimento di alcune prove sclerometriche.
Tale tipo di indagine permette di definire in maniera speditiva la resistenza a compressione della roccia.
Lo strumento che è stato utilizzato è il Martello di Schmidt (o sclerometro) ed è costituito da una massa battente che viene proiettata da una molla contro un'asta metallica di percussione appoggiata direttamente sulla roccia. Dal rimbalzo della suddetta massa, funzione della quantità di energia elastica restituita dal materiale roccioso su cui la prova viene effettuata, si risale alla resistenza a compressione della roccia tramite il seguente diagramma:



Dal momento che il rimbalzo R è funzione sia del peso di volume della roccia sia dell'inclinazione dello strumento rispetto alla verticale, in quanto le parti mobili dello sclerometro sono soggette all'azione della gravità, i valori ottenuti sono stati opportunamente corretti.

I risultati comprendono un intervallo di valori a seconda del grado di alterazione e fratturazione delle porzioni di roccia testate ed in dipendenza dal fatto che la prova sia stata eseguita parallelamente o perpendicolarmente alle discontinuità.

Se la prova viene eseguita su di una superficie rocciosa non alterata la resistenza a compressione apparente è confrontabile con la resistenza a compressione calcolata tramite le prove monoassiali.

I valori di resistenza alla compressione riscontrati possono essere così riassunti:

Punto di misura	Rimbalzo	Resistenza a compressione MPa
Prova n. 1	14	10
Prova n. 2	29	28

Prova n. 3	18	13
Prova n. 4	16	11
Prova n. 5	24	20
Prova n. 6	18	13
Prova n. 7	16	11
Prova n. 8	20	15

Facendo una media dei risultati ottenuti è possibile attribuire al substrato affiorante una resistenza a compressione pari a 15.1 MPa

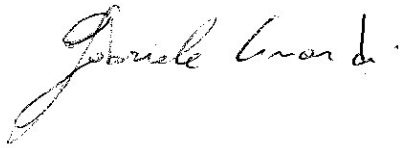
6 – CONCLUSIONI

La campagna di indagini effettuata ha permesso di comprende come il substrato roccioso su cui andrà a poggiarsi la fondazione della torre eolica è rappresentato dalle ofioliti del Monte Beigua.
La presenza di affioramenti rocciosi (arenarie) supportate dalla cartografia tecnica dell'area, aveva infatti portato a definire il suolo di fondazione come rappresentato dalla Formazione di Molare.
Ciò nonostante, la situazione evidenziata non è molto difforme da quanto già ipotizzato nei precedenti studi: la roccia appare coperta da una coltre di spessore estremamente ridotto e risulta estremamente alterata e fratturata, quantomeno nei primi metri di profondità.
Le prove di laboratorio hanno poi permesso di definire i parametri geotecnici del substrato roccioso su cui andrà a poggiarsi la fondazione della torre eolica.

Genova, Dicembre 2015

Il tecnico
Dott. Geol. Gabriele Civardi





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: Area in cui è stato realizzato il sondaggio. Sulla sinistra si individua l'affioramento.



Foto 2: S1 profondità 0 - 5 metri.

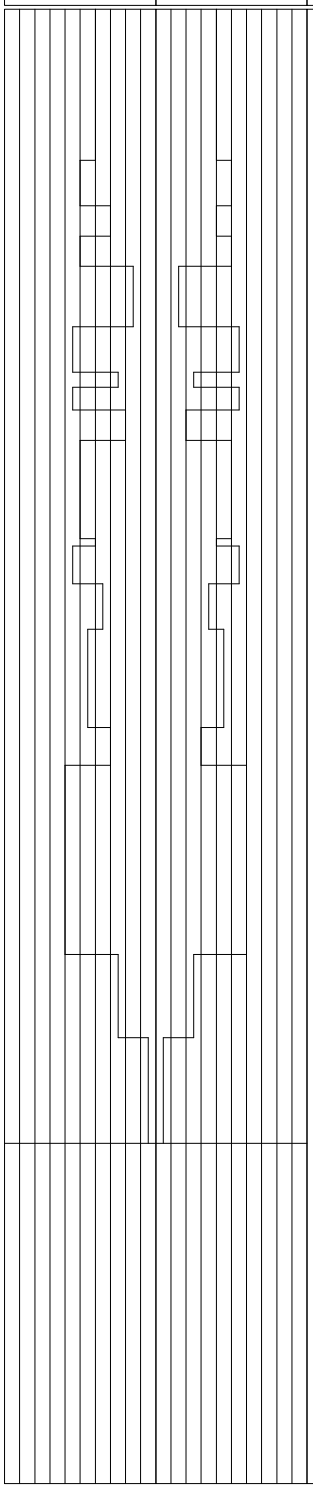


Foto 3: S1 profondità 5 - 10 metri.



Foto 3: S1 profondità 10 - 15 metri.

Impresa esecutrice ***Broghi Drill***	**Committente:** F.E.R.A. S.r.l.	**Regione:** Liguria **Provincia:** Savona **Comune:** Pontinvrea **Località:**
Data di esecuzione dei lavori: 26 Novembre 2015	**Metodo e diametro di perforazione:**	**Sondaggio:** **Operatore sonda:**
Natura del terreno: Marne	**Quota Inizio foro:** 751	**Annotazioni:**



Prof. strati	Scala riferim. (1:100)	Descrizione	Camp. Ind.	S.P.T. Prof. h m.	S.P.T. Colpi n°	Falda	Piezometro
	1	Coltre di origine eluvio - colluviale: ghiaie da grossolane a fini		0.50	4 6 25		
2.00	2	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
2.60		Serpentiniti fratturate ed alterate					
3.00	3	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
3.40		Serpentiniti fratturate ed alterate	1				
4.20	4	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
4.80		Serpentiniti fratturate ed alterate					
5.00	5	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
5.30		Serpentiniti compatte	1				
5.70	6	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
7.00	7	Serpentiniti fratturate ed alterate					
7.10		Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
7.60	8	Serpentiniti fratturate ed alterate	1				
8.20	9	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
9.50		Serpentiniti fratturate ed alterate					
10.00	10	Serpentiniti estremamente fratturate ed alterate					
	11						
	12		1				
12.50	13	Serpentiniti fratturate ed alterate	1				
13.60	14	Serpentiniti compatte	1 1				
15.00	15		1 1				

INTERPRETAZIONE PROVA SPT

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	710,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
falda	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Nspt	13									

ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)

R.B.S.	29.0
J.N.R.	30.9
De Mello	#####
Owasaki & Iwasaki	31.1
Sowers	31.6
Peck Hanson & Thormburn	30.8
Meyerhof	34.8
Hatanaka & Uchida	34.1
Wolff	30.9
Schmertmann (DR)	42.0

MODULO ELASTICO [Young] (MPa)

D'Appolonia *et al*	28.5
Tornaghi *et al*	25.2
Jambu	#####
Schmertmann	25.5
Schultz & Menzebach	14.2
Webb	5.7
Jamiolkowski *et al* [E25]	11.1

MODULO DI TAGLIO (MPa)

Ohsaki & Iwasaki	81.4
Ohta & Goto	#####
Yoshida e Motonori	#####

MODULO EDOMETRICO (MPa)

Farrent	9.0
Menzebach & Malcev	17.1

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	F.E.R.A. Srl		
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)		
Identificazione Campione :	S1 C3		
Profondità (m) :	7.70-8.00	Data Ricevimento :	27/11/2015
Tipo Campione :	Indisturbato	Data Esecuzione Prova :	09/12/2015
Descrizione del Materiale :	-	Class. U.S.C.S. :	-

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

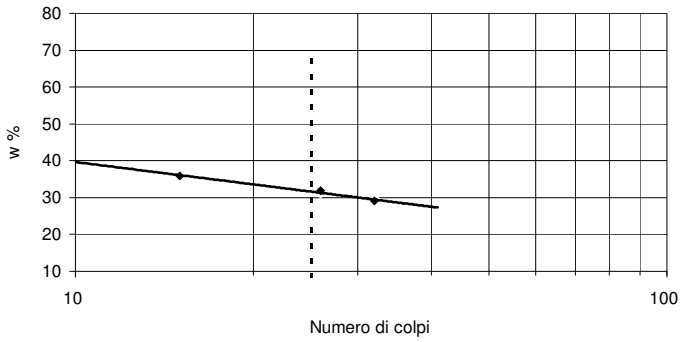
Numero colpi	(N)	32	26	15		
Peso lordo umido	(g)	43.02	42.51	36.77		
Peso lordo secco	(g)	39.33	38.64	33.99		
Tara	(g)	26.65	26.47	26.26		
Peso netto secco	(g)	12.68	12.17	7.73		
Peso acqua	(g)	3.69	3.87	2.78		
Contenuto acqua	(%)	29.1	31.8	36.0	w % (per N=25)	32.0

LIMITE PLASTICO

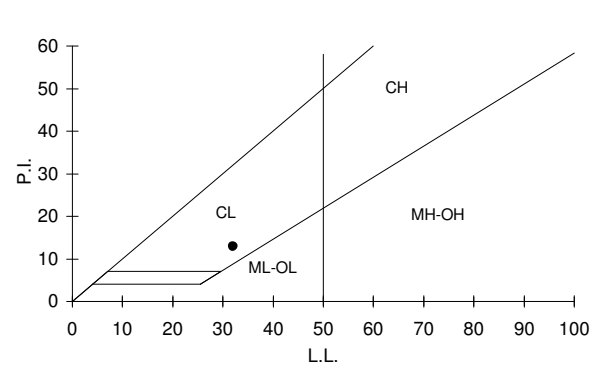
Peso lordo umido	(g)	29.70	30.22		
Peso lordo secco	(g)	29.13	29.61		
Tara	(g)	26.15	26.47		
Peso netto secco	(g)	2.98	3.14		
Peso acqua	(g)	0.57	0.61		
Contenuto acqua	(%)	19.1	19.4	w % medio	19.3

LIMITE DI LIQUIDITA'	**32**
LIMITE DI PLASTICITA'	**19**
INDICE PLASTICITA'	**13**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Elena Tortonesi

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA - ASTM D2850-03a

Cliente :	F.E.R.A. Srl		
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)		
Id. campione :	S1 C3		
Profondità (m) :	7.70-8.00	Data Ricevimento :	27/11/2015
Tipo campione :	Indisturbato	Data Prova :	09/12/2015
Descrizione :	Argilla sabbiosa di bassa plasticità		

CARATTERISTICHE INIZIALI

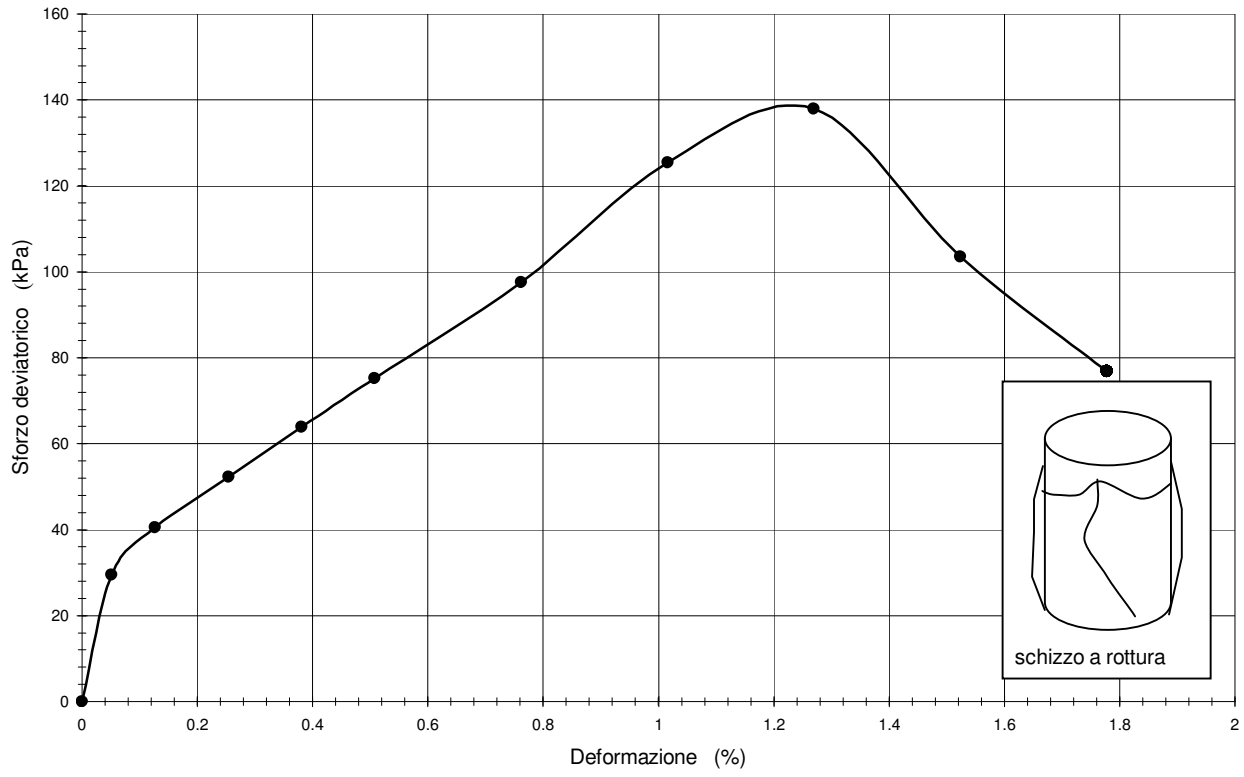
Diametro	[cm]	9.71
Altezza	[cm]	19.69
Peso di volume	[kN/m^3]	21.26
Contenuto in acqua	[%]	4.48
Densità secca	[kN/m^3]	20.35
Peso specifico	(stimato)	2.70
Indice dei vuoti	[-]	0.30
Grado di saturazione	[%]	40.1

FASE DI ROTTURA

Velocità di deformazione	[%/min]	0.3
σ_1	[kPa]	305.0
σ_3	[kPa]	167
$\sigma_1 - \sigma_3$	[kPa]	138.0
Deformazione	[%]	1.3
Coesione non drenata	[kPa]	69.0

Metodo di acquisizione dati : Acquisizione elettronica mediante trasduttori di forza e deformazione

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Simone Dellepiane

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

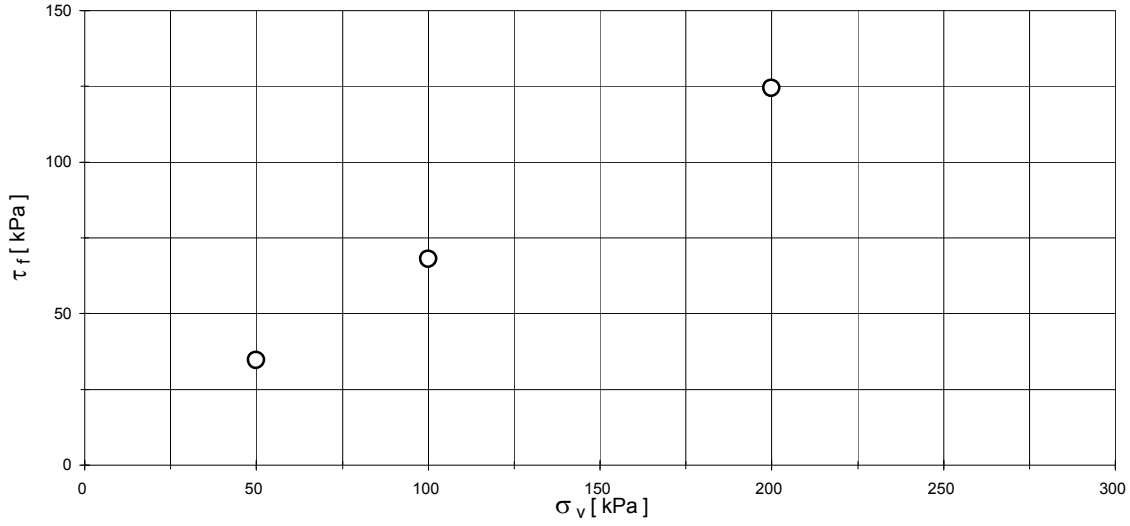
Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente :	F.E.R.A. Srl		
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)		
Id. Campione :	S1-C3		
Profondità (m) :	7.70		
Tipo del campione :	Indisturbato	Data ricevimento :	27/11/2015
Descrizione :	Talcoscisto completamente alterato	Data Prova :	01/12/2015

CONDIZIONI INIZIALI			Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)		2.24	2.24	2.24
L	(cm)		6.00	6.00	6.00
γ_t	(kN/m^3)		21.26	21.47	21.36
W_i	(%)		4.5	4.6	4.5
γ_d	(kN/m^3)		20.35	20.53	20.43
G_s	(-)	(stimato)	2.70	2.70	2.70

ROTTURA		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
σ_v	(kPa)	50	100	200
ΔH dopo consolidazione	(mm)	-0.80	-1.48	-2.85
ΔH a rottura	(mm)	-0.07	-0.24	-0.19
d_h	(mm)	4.47	2.35	4.24
τ_f	(kPa)	34.6	68.0	124.4
W_f	(%)	9.3	7.1	4.5
γ_{df}	(kN/m^3)	21.24	22.30	23.71

ROTTURA



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

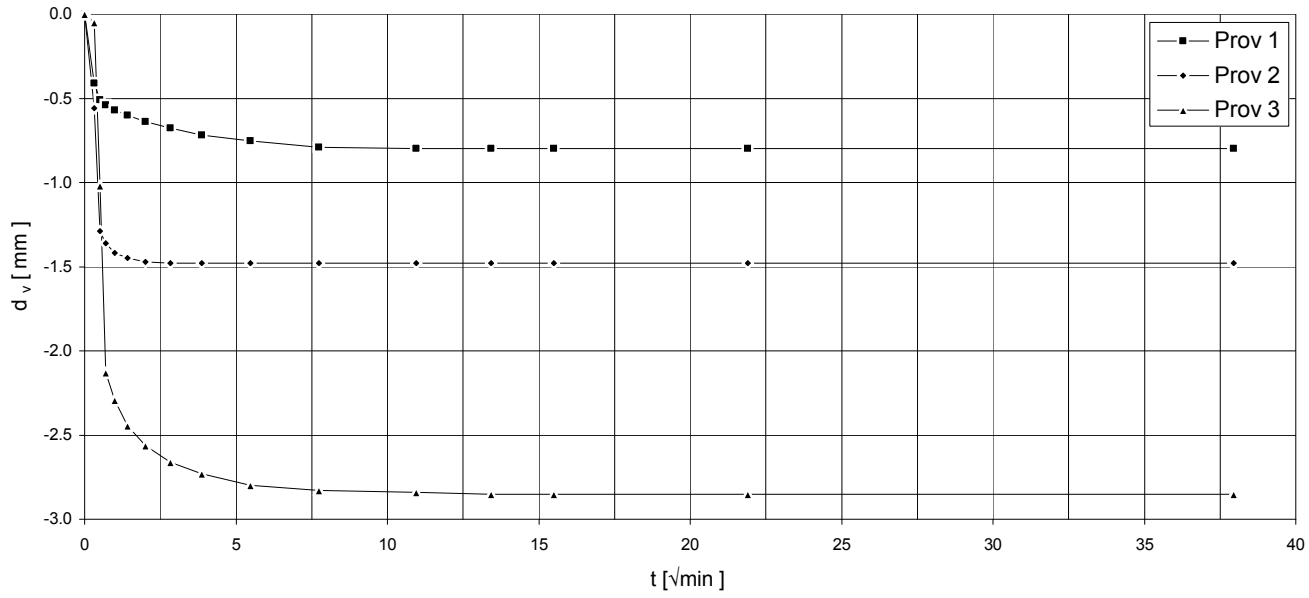
G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

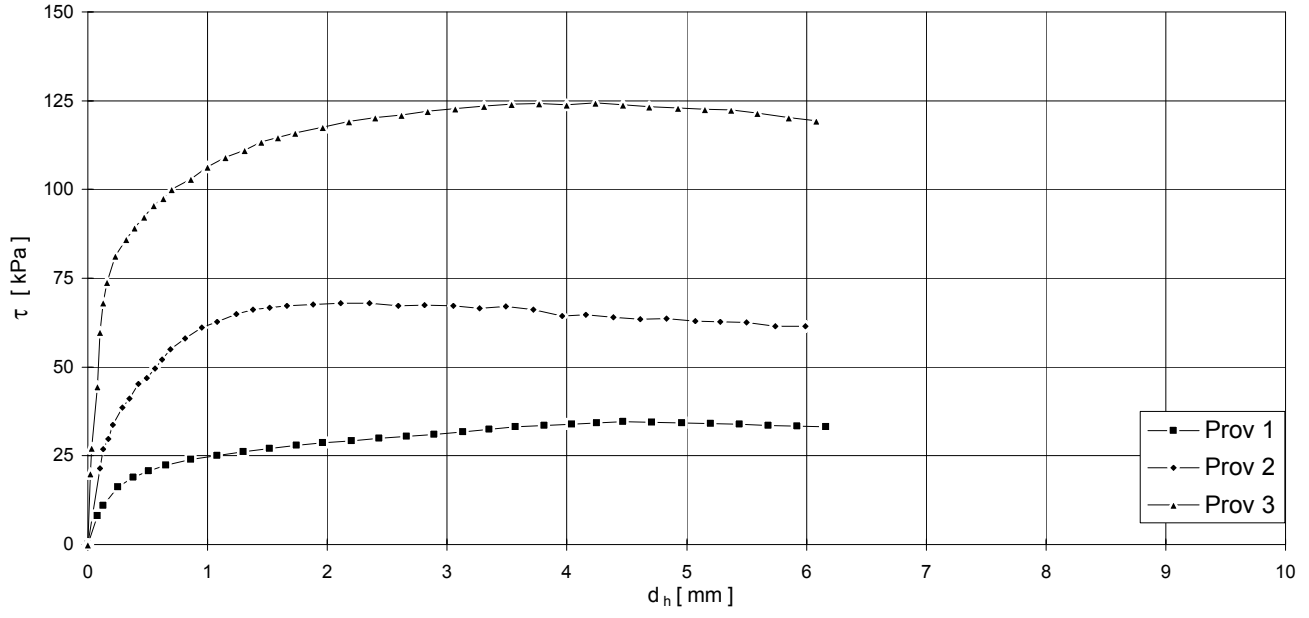
Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1-C3
Profondità (m) :	7.70

FASE DI CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE DEL TEMPO



FASE DI ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE ORIZZONTALE



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
ASTM D7012-10 METHOD C

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1 C6
Profondità (m) :	14.30-14.50
Tipo Campione :	Spezzone di carota
Descrizione :	Talcoscisto leggermente alterato
Data Ricevimento :	27/11/2015
Data Test :	03/12/2015

CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	5.42
Altezza	(cm)	10.86
Peso di volume	(kN/m^3)	27.58

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	70.6	Temperatura	(°C)	18.2
σ_c	(MPa)	**30.60**	Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15

Note :

Schizzo del provino a rottura



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI ROTTURA PER TRAZIONE SU ROCCIA " PROVA BRASILIANA " - ASTM D3967-08

Cliente :	F.E.R.A. Srl		
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)		
Id. Campione :	S1 C6		
Profondità (m) :	14.50-14.60	Data Ricevimento :	27/11/2015
Tipo Campione :	Spezzone di carota	Data Esecuzione Prova :	03/12/2015
Descrizione :	Talcoscisto leggermente alterato		

CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	7.09
Altezza	(cm)	3.62
Peso di volume	(kN/m^3)	31.26

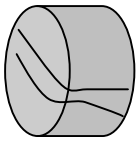
Condizioni di umidità ad inizio prova : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	34.6	Velocità di appl. carico (MPa/s) :	0.02
σ_t	**(MPa)**	**8.58**		

NOTE :

Schizzo del provino a rottura



Direttore : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA TRIASSIALE SU PROVINI DI ROCCIA
ASTM D 7012-10 - Method A

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1 C6
Profondità (m) :	14.30-14.50
Tipo Campione :	Ricarotato
Descrizione :	Talcoscisto leggermente alterato
Data Ricevimento :	27/11/2015
Data Prova :	04/12/2015

CONDIZIONI INIZIALI

Condizioni Umidità : Come da ricevimento

Id provino	bras	mon	tx1	tx2	tx3
Diametro (cm) :	7.09	5.42	3.00	3.00	3.00
Altezza (cm) :	3.62	10.86	6.03	6.04	6.06
Densità (kN/m^3) :	27.83	27.58	27.64	27.43	27.23

FASE DI ROTTURA

Applicazione del carico: 0

Id provino	bras	mon	tx1	tx2	tx3
Pressione confinam (MPa)	-8.58	0.00	5.00	10.00	15.00
Resistenza a rottura (MPa)	0.00	30.60	70.03	95.63	116.86

Modulo di Young e coefficiente di Poisson

Id provino	bras	mon	tx1	tx2	tx3
E_{tan} (GPa)	-	-	-	-	-
ν (-)	-	-	-	-	-
misurato nell'intervallo di carico (MPa)	-	-	-	-	-

Note :

Direttore Tecnico : PBY Dott. Geol. Paolo Brasey Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA TRIASSIALE SU PROVINI DI ROCCIA
ASTM D 7012-10 - Method A

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1 C6
Profondità (m) :	14.30-14.50
Descrizione :	Ricarotato
Descrizione :	Talcoscisto leggermente alterato
Data ricevimento :	27/11/2015
Data test :	04/12/2015

CERCHI DI MOHR

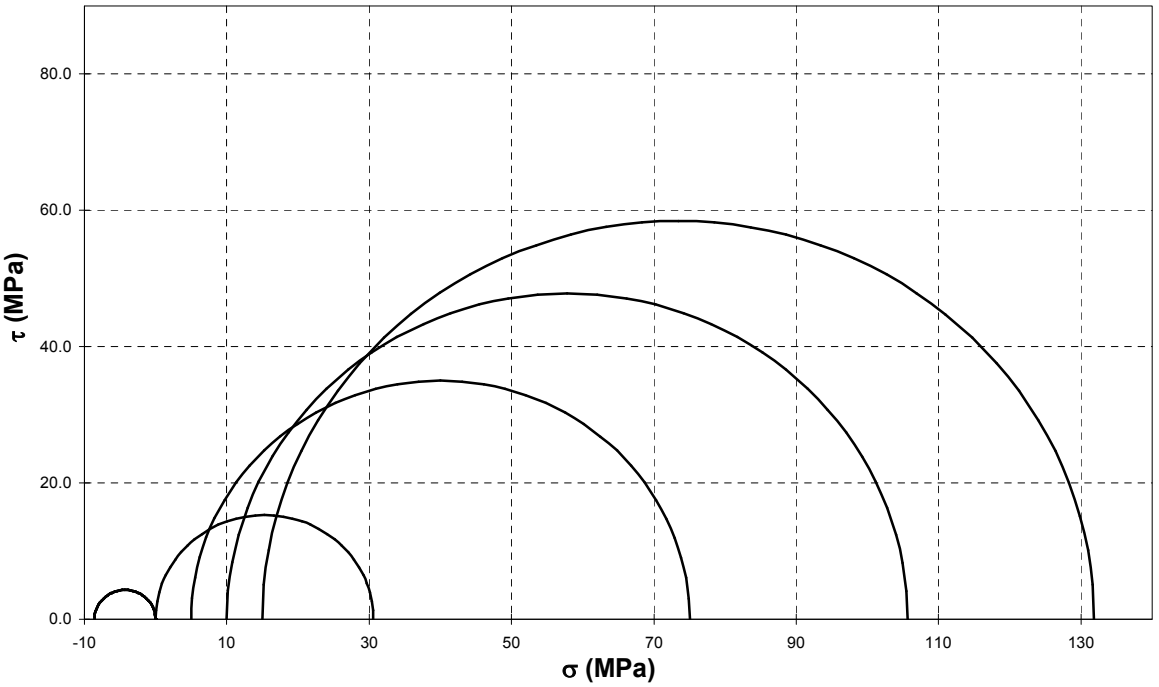


TABELLA VALORI A ROTTURA

σ_3 [MPa]	σ_1 [MPa]
-8.58	0.00
0.00	30.60
5.00	70.03
10.00	95.63
15.00	116.86

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

INTERPRETAZIONE PROVE TRIASSIALI

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1 C6

Hoek Brown Classification

sigci	30.6	MPa
GSI	60	
mi	6.261	
D	0	
Ei	10000	

Hoek Brown Criterion

mb	1.50046	
s	0.0117436	
a	0.502841	

Failure Envelope Range

Application	General	
sig3max	7.65	MPa

Mohr-Coulomb Fit

c	1.60075	MPa
phi	29.4108	degrees

Rock Mass Parameters

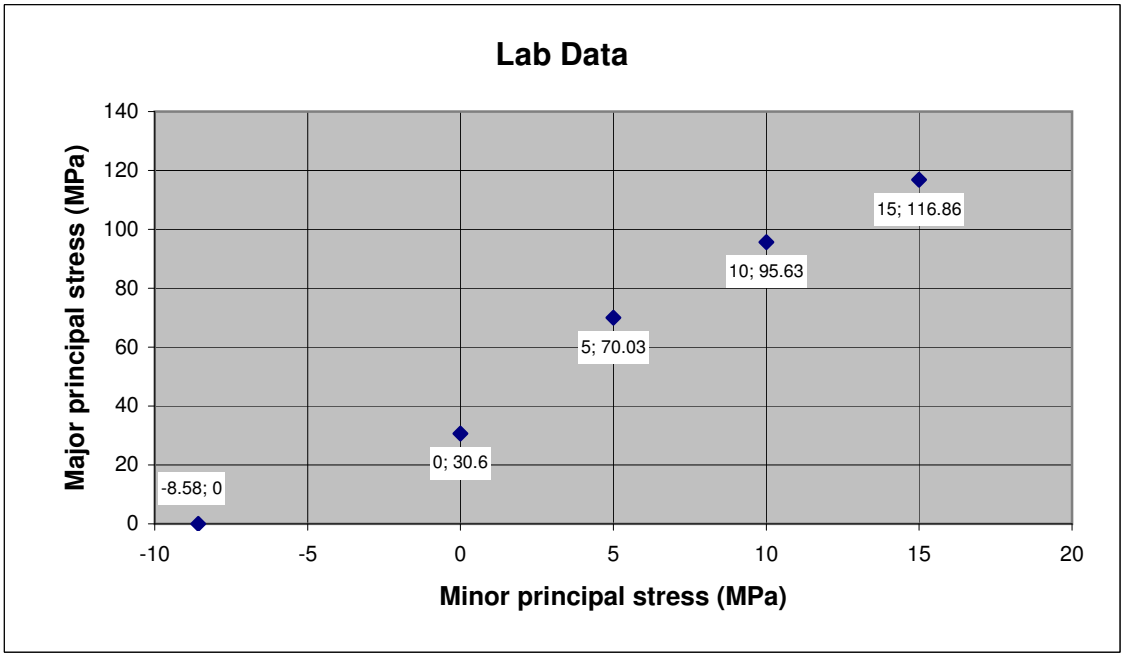
sigt	-0.239497	MPa
sigc	3.27446	MPa
sigcm	5.47988	MPa
Erm	5200	MPa

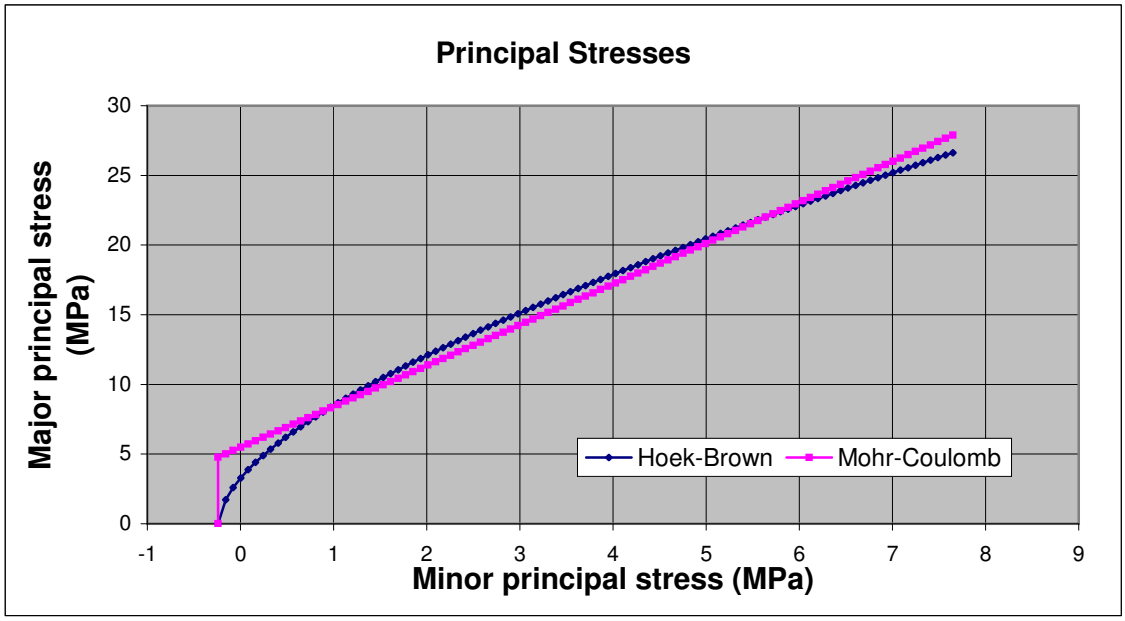
Lab Data

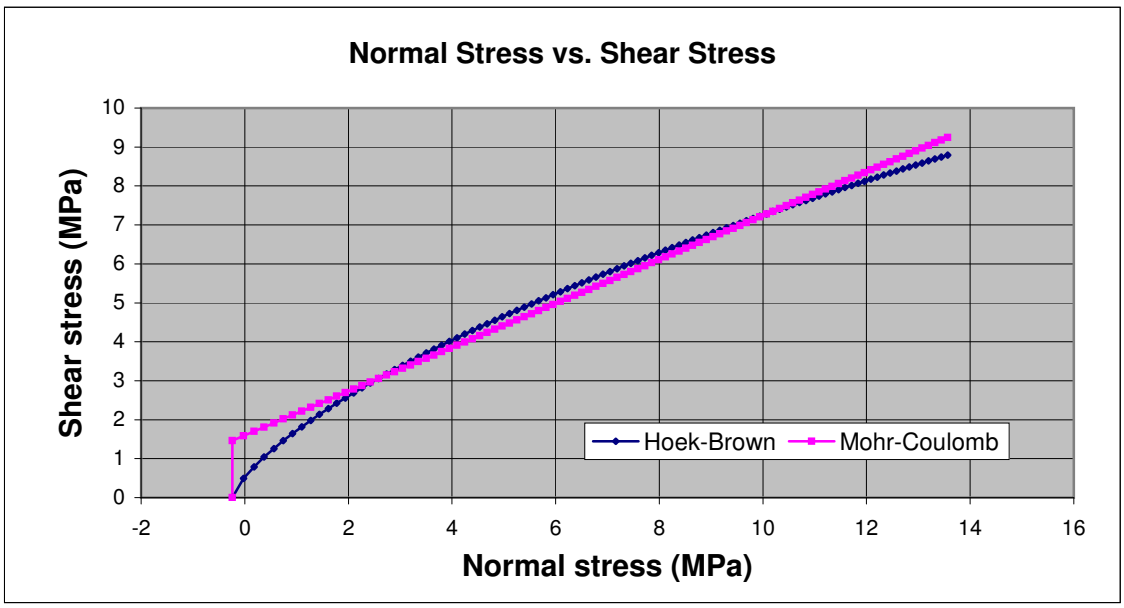
Number of Tests	5

Number	Minor principal stress (MPa)	Major principal stress (MPa)
1	-8.58	0
2	0	30.6
3	5	70.03
4	10	95.63
5	15	116.86

Cliente : F.E.R.A. Srl
Località : Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione : S1 C6







PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11 - RISULTATI

Cliente :	F.E.R.A. Srl
Località :	Rocca Ghingherina - Pontinvrea (SV)
Id. Campione :	S1-C3
Profondità (m) :	7.7
Tipo del campione :	Indisturbato
Descrizione :	Talcoscisto completamente alterato

CONDIZIONI INIZIALI		Provino 1	Provino 2	Provino 3
γ_t	[kN/m^3]	21.26	21.47	21.36
W_i	[%]	4.48	4.59	4.55
γ_d	[kN/m^3]	20.35	20.53	20.43

ROTTURA		Provino 1	Provino 2	Provino 3
σ_v	(kPa)	50	100	200
ΔH dopo consolidazione	(mm)	-0.80	-1.48	-2.85
ΔH a rottura	(mm)	-0.07	-0.24	-0.19
d_h	(mm)	4.47	2.35	4.24
τ_f	(kPa)	34.6	68.0	124.4
W_f	(%)	9.30	7.12	4.50
γ_{df}	[kN/m^3]	21.24	22.30	23.71

PARAMETRI DI RESISTENZA

Angolo di attrito efficace :	**(deg)**	**30.7**
Coesione efficace :	**(kPa)**	**6.42**

NON FACENTE PARTE DEL CERTIFICATO DI PROVA

