



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali








AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

LOTTO 4
GEOLOGIA E GEOTECNICA
Piano indagini - indagini geognostiche
Prove di permeabilita' Lugeon

Il Progettista	Supporto specialistico
<p>Responsabile di progetto ed incaricato delle integrazioni tra le varie prestazioni:</p>  <p>Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H</p>	<p>Ottimizzazione della cantierizzazione delle opere</p>  <p>Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074</p>

Consulenze specialistiche			
Geologo:		Geotecnica e opere d'arte minori:	
Dott. Geologo Fabio Melchiorri Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663		Ing. Antonio Alparone 	
Opere d'arte principali:		Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:	
Viadotti Ing. G. Mondello 	Gallerie Ing. G. Guiducci 	Ecosistemi e paesaggio 	Rumore, vibrazioni ed atmosfera 

RIFERIMENTO ELABORATO						DATA		
FASE	TR\LT	DISCIPLINA/OPERA	DOC	PROGR.	ST.REV.	FOGLIO	GENNAIO '17	
D01	T1L4	GG010	1	RZ	005	0A	01 DI 01	
							SCALA	
							-	
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione				Sondedile	Salucci	Monaco

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	IL CONCESSIONARIO		L'ENTITA' COSTRUTTRICE
	SARC SRL		VISTO PER ACCETTAZIONE



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY
Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
PIVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



SILEC S.P.A

**SERVIZI DI INGEGNERIA CONNESSI ALLA
PROGETTAZIONE DEL COLLEGAMENTO VIARIO
COMPRESO TRA LO SVINCOLO DELLA S.S.514 "DI
CHIARAMONTE" CON LA S.S.115 E LO SVINCOLO DELLA
S.S.194 "RAGUSANA" CON LA S.S.114**

Prove di permeabilità Lugeon

Lotto 4



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



INDICE

PROVE PERMEABILITA' LUGEON.....	3
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
ATTREZZATURA	5
MODALITA' ESECUTIVE	6
PROVE IN AVANZAMENTO ESEGUITE CON OTTURATORE SINGOLO.....	6
DOCUMENTAZIONE.....	7

ALLEGATI

- Certificati prove di permeabilità Lugeon.



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonnedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY

Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonnedile.com

info@sonnedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
P.IVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



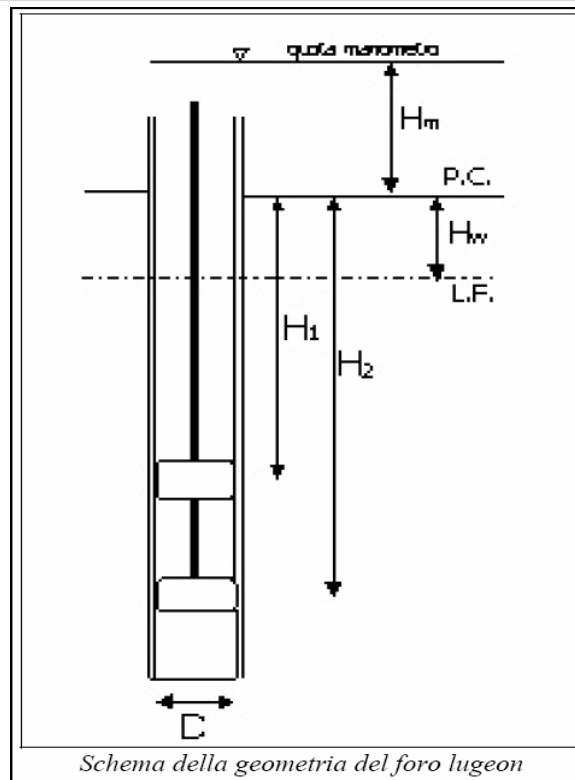
PROVE PERMEABILITA' LUGEON

Nell'ambito delle indagini riguardanti **SERVIZI DI INGEGNERIA CONNESSI ALLA PROGETTAZIONE DEL COLLEGAMENTO VIARIO COMPRESO TRA LO SVINCOLO DELLA S.S.514 "DI CHIARAMONTE" CON LA S.S.115 E LO SVINCOLO DELLA S.S.194 "RAGUSANA" CON LA S.S.114** sono state eseguite, all'interno dei 202 sondaggi geognostici **n°16** prove di permeabilità tipo Lugeon a diverse profondità di perforazione.

Nell'ambito dei 19 sondaggi realizzati nel lotto 4 sono state eseguite **n° 3** prove Lugeon.

Tali prove vengono effettuate immettendo acqua in pressione su tratti prestabiliti di foro di sondaggio per valutare la permeabilità di ammassi rocciosi in termini di assorbimento di acqua nell'unità di tempo, in funzione della pressione di prova e della lunghezza del tratto di foro interessato.

La permeabilità della roccia così misurata viene generalmente espressa in unità LUGEON; un LUGEON corrisponde alla permeabilità di un ammasso roccioso che assorbe 1 litro di acqua al minuto per ogni metro di foro, con una pressione di prova di 10 atm.



SONDAGGIO	PROVA LUGEON 1		PROVA LUGEON 2	
PROVA	da H(m)	a H(m)	da H(m)	a H(m)
S107	27,00	30,00		
S108	40,50	45,00	47,50	50,60

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977): Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- Bollettino de Liaison des Laboratoires Routiers - Special N - Idraulica dei terreni. Aprile 1970.



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY

Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com
info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
PIVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



ATTREZZATURA

L'esecuzione della prova richiede l'attrezzatura elencata di seguito:
otturatore singolo, per prove in avanzamento, ad espansione idraulica o meccanica; - otturatore doppio, per prove in risalita, a membrana espandibile idraulicamente o ad azoto.

Il tubo di collegamento dei due pistoncini espandibili avrà una superficie forata $A_f \geq A_t$, essendo A_t la superficie della sezione cava del tubo;

- pompa centrifuga in grado di raggiungere pressioni di iniezione di 1 MPa;
- contaltri per la misura delle portate immesse, inserito nel circuito di mandata, con sensibilità di 0,1 litri;
- manometro per la misura della pressione di iniezione, con sensibilità di 0,5 atm e certificato di taratura non anteriore a 3 mesi;
- tubi di adduzione di tipo idraulico;
- eventuale circuito indipendente di misura delle pressioni, collegato alla camera isolata per la prova, con manometro tarato.
- Il contaltri dovrà essere tarato in situ prima di iniziare le prove, riempiendo un contenitore di volume noto e superiore a 100 litri.

Le perdite di carico nei tubi di adduzione, in assenza di un circuito indipendente di misura delle pressioni, saranno valutate in situ con il metodo di un tubo campione, posto orizzontalmente in superficie e collegato alla pompa con l'interposizione del manometro.

Si calcolerà la perdita di carico corrispondente alla portata Q come:

$$P_c = P/l$$

dove:

- P_c = perdita di carico per metro lineare (MPa/m)
- P = pressione al manometro (MPa)
- l = lunghezza del tubo (m)



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY

Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
P.IVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



- La prova sarà ripetuta per almeno 3 diversi valori della portata Q ottenendo una curva $P_c=f(Q)$.

MODALITA' ESECUTIVE

Esistono due tipologie di prove:

- 1) prova in avanzamento con otturatore singolo (realizzata durante la fase di avanzamento della perforazione e utilizzata sempre nella presente campagna);
- 2) prova in risalita con otturatore doppio (eseguita a foro finito in risalita)

Nel corso della presente campagna di indagine sono state eseguite solo prove in avanzamento.

PROVE IN AVANZAMENTO ESEGUITE CON OTTURATORE SINGOLO

Per l'esecuzione di tale prova, l'otturatore sarà calato nel foro dopo avere misurato il livello del fluido nel sondaggio con sondina piezometrica.

Il foro sarà privo di rivestimento; il fluido di perforazione sarà costituito da sola acqua priva di additivi.

L'otturatore sarà espanso fino ad isolare il tratto finale del foro per una lunghezza massima di 5m.

Si procederà ad iniettare nel tratto di prova, eseguendo 3 (o più) diversi gradini di pressione in salita e ripetendo gli stessi per i primi 2m in discesa, misurando per ciascun gradino le portate assorbite che determinano la stabilizzazione dell'assorbimento raggiunto.

Ciascun gradino di portata (a regime) sarà mantenuto per almeno 20 minuti in salita e discesa.

La scelta del valore dei gradini di pressione dipenderà dal tipo di ammasso roccioso e dagli specifici obiettivi progettuali delle prove, a discrezione del committente.



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY

Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com
info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
PIVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



Non si supereranno comunque valori massimi di IMPa, e solo nei casi di elevata resistenza meccanica della matrice rocciosa. In condizioni diverse è preferibile non superare pressioni di 0.3MPa in rocce poco resistenti e di 0.5 MPa in rocce mediamente resistenti.

In condizioni di prova a scarsa profondità in rocce poco resistenti, solo litoidi o semilitoidi, si ammettono limiti massimi di pressione non superiori a 0.3MPa.

Durante l'esecuzione della prova si devono inoltre registrare per ogni gradino di pressione:

- il tempo e gli assorbimenti per arrivare a regime;
- il tempo e gli assorbimenti con portata a regime per letture effettuate ogni 2 minuti.

Si dovrà inoltre tracciare il grafico delle portate (l/min/m) in funzione delle pressioni in camera di iniezione (MPa), per ciascun gradino in andata e in ritorno.

La pressione (p) sarà quella corretta:

$$p = p_m + wh - p_c$$

dove:

- p_m = pressione letta al manometro;
- w = densità dell'acqua;
- h = distanza verticale tra il manometro ed il livello statico della falda;
- p_c = perdita di carico nel circuito

DOCUMENTAZIONE

La documentazione relativa a ciascuna prova comprenderà:



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY
Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

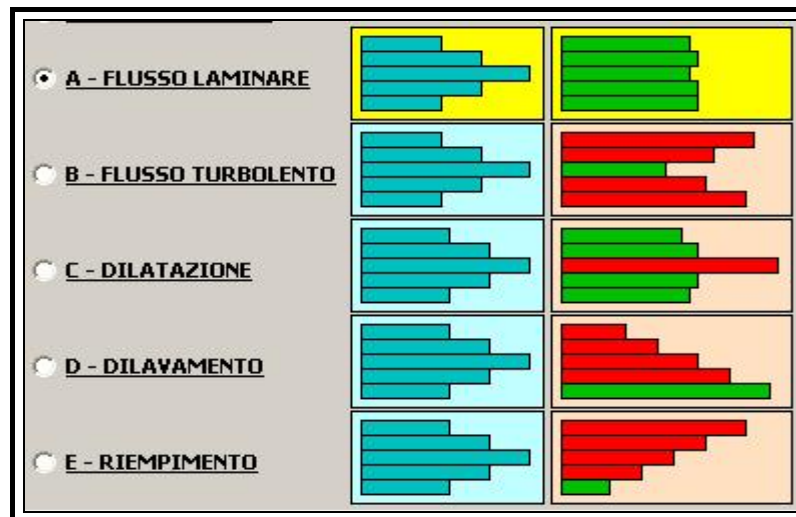
www.sondedile.com
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
P.IVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



- informazioni generali con individuazione del sondaggio all'interno del quale è stata eseguita la prova; schema della geometria del foro, delle modalità di prova e posizione della cella filtrante;
- livello statico della falda;
- tabulato delle letture di cantiere (tempi, portate, pressioni al manometro);
- grafico della pressione effettiva in camera di prova;
- assorbimento per ciascun gradino espresso in *Unità Lugeon UL* (dove 1 UL = portata di 1 litro/min/m a 1 MPa).
- Inoltre è stato possibile individuare un'eventuale regime di flusso che si genera all'interno della tasca di prova attraverso i seguenti grafici :



Questi grafici derivano dalle interpretazioni di Houlby (1977), il quale nel grafico in azzurro (a sinistra) descrive i gradini di pressione adottate nella prova, simili per tutti, mentre il grafico in rosso e verde (a sinistra) descrive la variazione del valore di permeabilità espresso in Unità Lugeon al variare dei gradini di pressione, che ci permettono di distinguere approssimativamente la tipologia di flusso che si instaura nella tasca di prova.

LOTTO 4

**CERTIFICATI PROVE DI PERMEABILITA'
LUGEON**

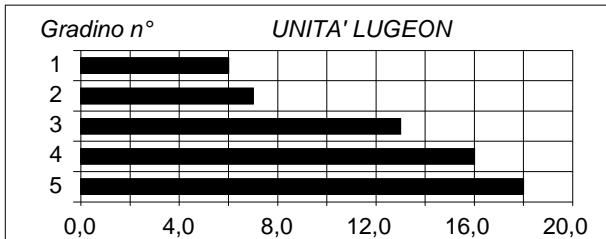
**PROVA LUGEON**

Certificato n° 412/13 del 02/04/2013	Verbale di accettazione n° 05/13 del 02/04/2013	Commessa:
--------------------------------------	---	-----------

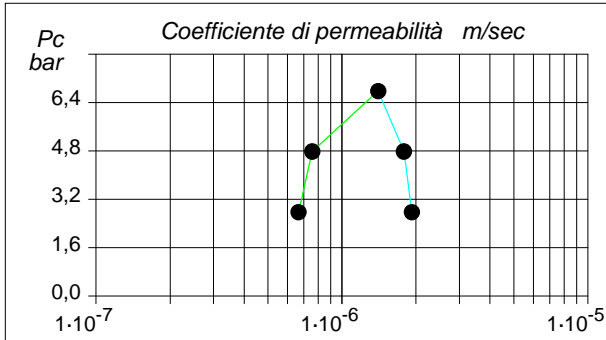
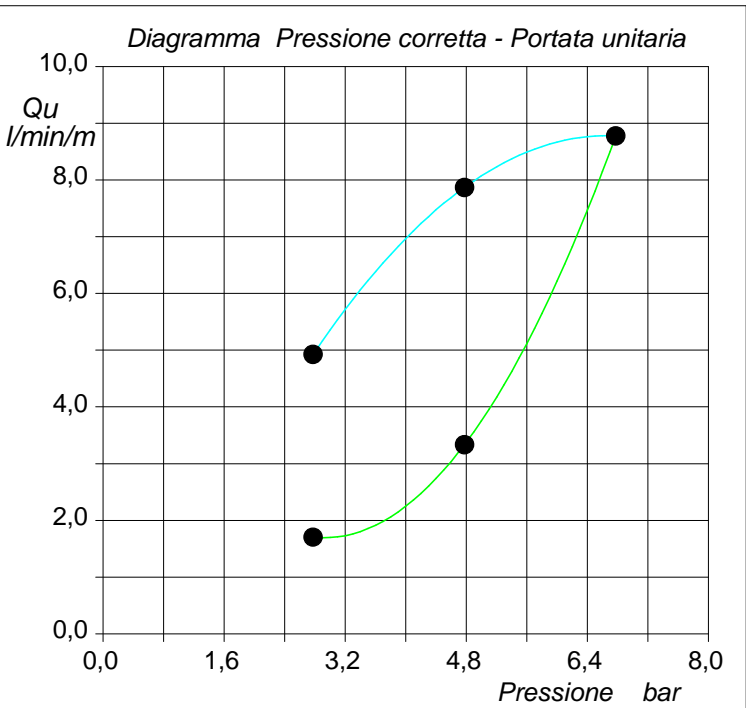
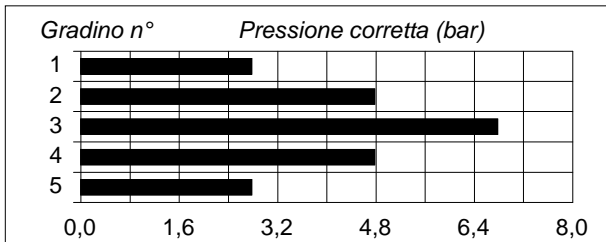
Committente: Silec s.p.a.	
Riferimento: Collegamento Ragusa-Catania	Prova: 1
Località:	Data: 02-02-13
Sondaggio: S107	Orario prova: 17,00

Agi 1977- Houlby 1977		Assorbimento (litri)						
Caratteristiche generali		min	bar	1,0	3,0	5,0	3,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	27,00	0		118,6	188,1	291,6	606,2	871,5
Sezione di misura: profondità a m	30,00	2		128,6	208,8	354,6	655,6	902,6
Diametro del foro (mm):	101	4		138,1	228,2	407,3	701,1	936,0
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	0,70	6		149,5	249,3	451,7	752,7	964,0
Profondità della falda dal p.c. (m):	17,05	8		158,1	267,5	495,1	801,8	981,0
Inclinazione del sondaggio (°):	90,0	10		169,7	288,1	554,9	842,2	1019,2
Packer tipo:	SEMPLICE	12						
Coefficiente di forma:	4,61	14						
		16						
		18						
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	18	20						
Regime di Flusso:	Dilavamento							

Legenda	Pressione (bar):	1,00	3,00	5,00	3,00	1,00
Gradino n° 1 ●	Pressione corretta (bar):	2,78	4,78	6,78	4,78	2,78
Gradino n° 2 ●	Assorbimento (litri):	51,1	100,0	263,3	236,0	147,7
Gradino n° 3 ●	Portata (litri/minuto):	5,11	10,00	26,33	23,60	14,77
Gradino n° 4 ●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	1,703	3,333	8,777	7,867	4,923
Gradino n° 5 ●	UNITA' LUGEON	6	7	13	16	18
	Coefficiente di permeabilità (m/sec):	6,7E-7	7,6E-7	1,4E-6	1,8E-6	1,9E-6



Litologia: Calcarenite -Calcarea marnoso (RQD 80-50 %).
In verde il ciclo di carico, in blu il ciclo di scarico.



Il Responsabile di sito
Dottor Geologo Pierluigi De Luca

Il Direttore
Dottor Geologo Davide Cosentino



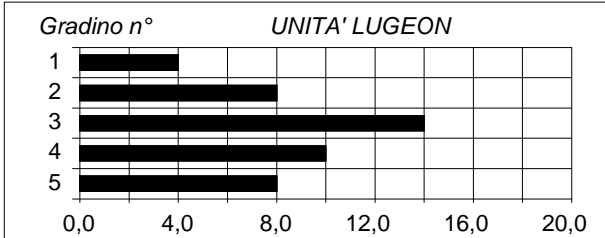
PROVA LUGEON

Certificato n° 413/13 del 02/04/2013	Verbale di accettazione n° 05/13 del 02/04/2013	Commessa:
--------------------------------------	---	-----------

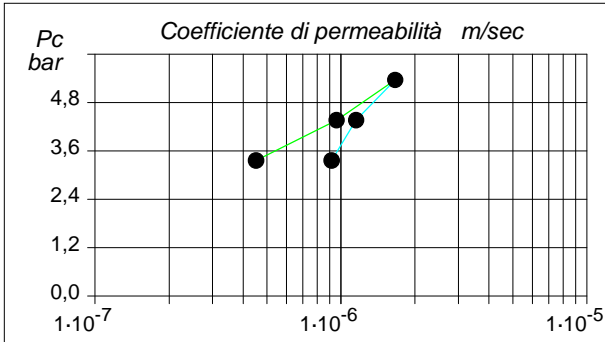
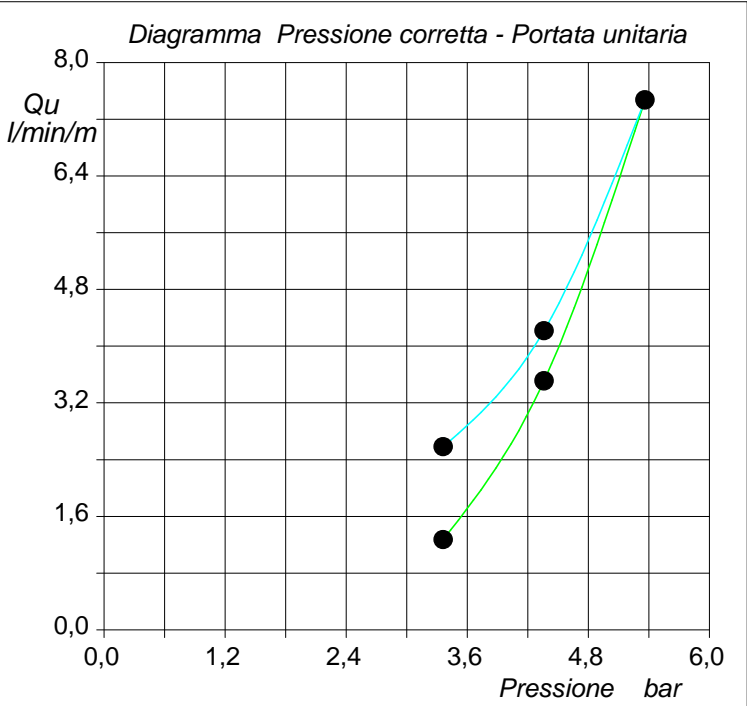
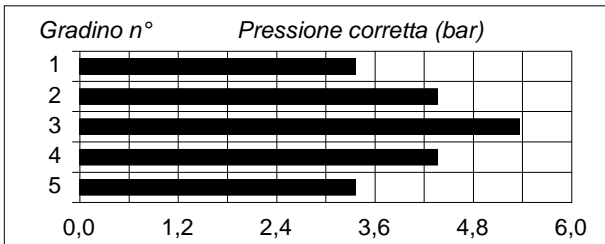
Committente: Silec S.p.A	
Riferimento: Collegamento Ragusa-Catania	Prova: 1
Località:	Data: 28/01/2013
Sondaggio: S108	Orario prova: 9,30

Agi 1977- Houlby 1977		Assorbimento (litri)						
Caratteristiche generali		min	bar	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	40,50	0		316,8	391,6	561,2	952,3	1172,5
Sezione di misura: profondità a m	45,00	2		326,8	419,8	622,4	991,4	1190,6
Diametro del foro (mm):	101	4		337,7	450,7	689,1	1028,7	1213,1
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	0,50	6		348,6	485,4	757,6	1066,1	1240,8
Profondità della falda dal p.c. (m):	23,10	8		359,2	524,3	825,3	1103,2	1262,9
Inclinazione del sondaggio (°):	90,0	10		374,1	549,6	897,4	1142,1	1288,7
Packer tipo:	SEMPLICE	12						
Coefficiente di forma:	6,30	14						
		16						
		18						
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	12	20						
Regime di Flusso:	Dilavamento							

Legenda	Pressione (bar):	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00
Gradino n° 1 ●	Pressione corretta (bar):	3,36	4,36	5,36	4,36	3,36
Gradino n° 2 ●	Assorbimento (litri):	57,3	158,0	336,2	189,8	116,2
Gradino n° 3 ●	Portata (litri/minuto):	5,73	15,80	33,62	18,98	11,62
Gradino n° 4 ●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	1,273	3,511	7,471	4,218	2,582
Gradino n° 5 ●	UNITA' LUGEON	4	8	14	10	8
	Coefficiente di permeabilità (m/sec):	4,5E-7	9,6E-7	1,7E-6	1,2E-6	9,2E-7



Litologia: Calcareni alternata a livelli di siltite (RQD 0-45%).
In verde il ciclo di carico, in blu il ciclo di scarico.



Il Responsabile di sito
Dottor Geologo Pierluigi De Luca

Il Direttore
Dottor Geologo Davide Cosentino



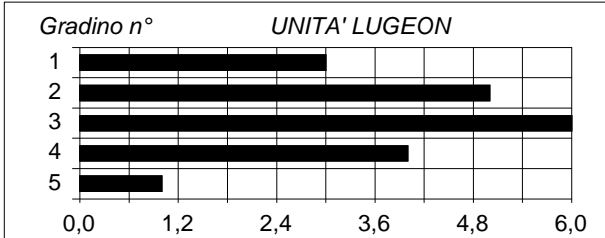
PROVA LUGEON

Certificato n° 414/13 del 02/04/2013	Verbale di accettazione n° 05/13 del 02/04/2013	Commessa:
--------------------------------------	---	-----------

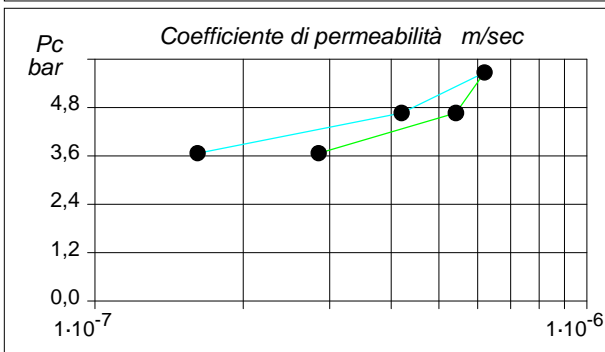
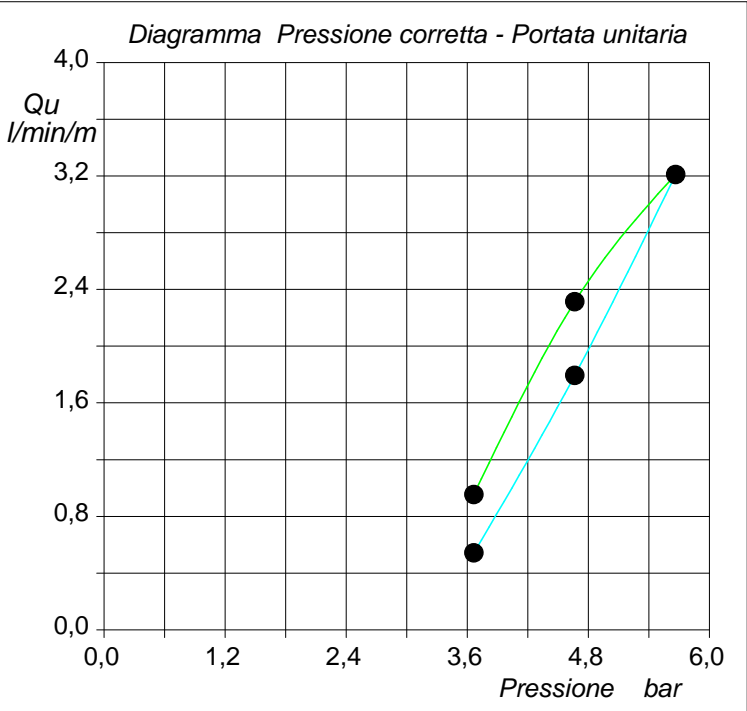
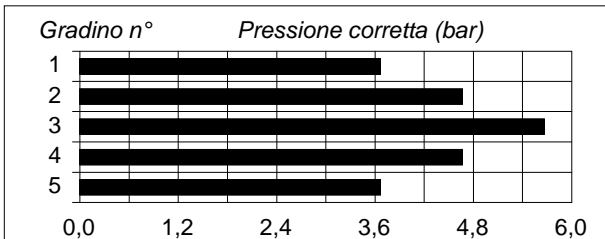
Committente: Silec S.p.A	
Riferimento: Collegamento Ragusa-Catania	Prova: 2
Località:	Data: 29/01/2013
Sondaggio: S108	Orario prova: 12.30

Agi 1977- Houlby 1977		Assorbimento (litri)						
Caratteristiche generali		min	bar	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	47,50	0		312,8	356,8	442,1	563,1	622,1
Sezione di misura: profondità a m	50,60	2		318,2	367,9	461,8	575,3	624,1
Diametro del foro (mm):	101	4		324,6	382,4	481,6	587,5	628,9
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	0,50	6		330,9	397,9	501,5	598,4	632,5
Profondità della falda dal p.c. (m):	26,15	8		336,5	413,1	521,7	608,8	635,1
Inclinazione del sondaggio (°):	90,0	10		342,4	428,5	541,6	618,7	638,9
Packer tipo:	SEMPLICE	12						
Coefficiente di forma:	4,73	14						
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	1	16						
Regime di Flusso:	Riempimento	18						
		20						

Legenda	Pressione (bar):	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00
Gradino n° 1 ●	Pressione corretta (bar):	3,67	4,67	5,67	4,67	3,67
Gradino n° 2 ●	Assorbimento (litri):	29,6	71,7	99,5	55,6	16,8
Gradino n° 3 ●	Portata (litri/minuto):	2,96	7,17	9,95	5,56	1,68
Gradino n° 4 ●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	0,955	2,313	3,210	1,794	0,542
Gradino n° 5 ●	UNITA' LUGEON	3	5	6	4	1
	Coefficiente di permeabilità (m/sec):	2,8E-7	5,4E-7	6,2E-7	4,2E-7	1,6E-7



Litologia: Siltite e Vulcanite basaltica (RQD 60%).
In verde il ciclo di carico, in blu il ciclo di scarico.



Il Responsabile di sito
Dottor Geologo Pierluigi De Luca

Il Direttore
Dottor Geologo Davide Cosentino