

Fondazione
Ri.MED

Centro per le Biotecnologie
e la Ricerca Biomedica

Documento Preliminare alla Progettazione

***Appendice VI: Relazioni di indagini
geognostiche***

PARTE IV

II R U P
Ing. Massimo Inzerillo

Oggetto

Fondazione
Ri.MED



REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI,
IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN
SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI
PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB
DELLA FONDAZIONE Ri.MED

IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E IN LABORATORIO

23 novembre 2010

R.T.I. TRA:

Capogruppo - mandataria



GEOLAB s.r.l.
L'Amministratore Unico
Dr. Angelo Mulone

Geolab srl
90044 Carini (Pa) / Area Industriale
via De Spuches, s.n.
T 091 8674029 / F 091 8933042
e-mail geolab@geolabsrl.it
www.geolabsrl.it
P. IVA 04040700827
CCIAA PA N. 128166

Mandante

SICON – STUDIO DI CONSULENZA PER L'INGEGNERIA CIVILE

Prof. Ing. Gianni Rizzari

via Siracusa n. 18 – tel/fax 091/332539 – 90141 Palermo

e-mail : siconingrizzari@virgilio.it



Adesioni

Engineers
Without Borders
INTERNATIONAL



IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E IN LABORATORIO

SOMMARIO

• **Relazione**

• **Allegati**

1 INDAGINI IN SITO

1.a Documentazione fotografica

- apprestamenti cantiere
- Rilievo affioramenti
- Pozzetti superficiali
- Sondaggi (postazioni e cassette catalogatrici)
- Prelievi e prove in foro di sondaggio
 - Prelievo campione indisturbato
 - Prove di permeabilità
- Piezometri
- Prove geofisiche
 - Tomografie elettriche 2D
 - Sondaggio sismico Down-hole
 - Prove sismiche passive

1.b Planimetria con l'ubicazione delle indagini

1.c Profili stratigrafici schematici dei sondaggi

1.d Sezioni stratigrafiche schematiche 1,2,3,4,5,6

1.e Tabella campioni terreni superficiali TR

1.f Tabella campioni roccia CA

1.g Prove geofisiche

- Tomografie elettriche 2D
- Prove sismiche in foro Down-hole
- Prove sismiche passive

1h. Prove di permeabilità

2 PROVE DI LABORATORIO

2.a Documentazione fotografica

2.b Tabelle e diagrammi

- Prove sui terreni **TR**
- Prove sulle rocce **CA**

Oggetto

Fondazione
Ri.MED



REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI,
IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN
SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI
PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB
DELLA FONDAZIONE Ri.MED

IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E IN LABORATORIO
Relazione

23 novembre 2010

R.T.I. TRA:

Capogruppo - mandataria



GEOLAB s.r.l.
L'Amministratore Unico
Dr. Angelo Milone

Geolab srl
90044 Carini (Pa) / Area Industriale
via De Spuches, s.n.
T 091 8674029 / F 091 8933042
e-mail geolab@geolabsrl.it
www.geolabsrl.it
P. IVA 04040700827
CCIAA PA N. 128166

Mandante

SICON – STUDIO DI CONSULENZA PER L'INGEGNERIA CIVILE

Prof. Ing. Gianni Rizzari

via Siracusa n. 18 – tel/fax 091/332539 – 90141 Palermo

e-mail : siconinggrizzari@virgilio.it



Adesioni

Engineers
Without Borders
INTERNATIONAL



R.T.I.

Capogruppo - mandataria



Geolab srl
90044 Carini (Pa) / Area Industriale
via De Spuches, s.n.
T 091 8674029 / F 091 8933042
e-mail geolab@geolabsrl.it
www.geolabsrl.it
P. IVA 04040700827
CCIAA PA N. 128166

Mandante

SICON – STUDIO DI CONSULENZA PER L'INGEGNERIA CIVILE

Prof. Ing. Gianni Rizzari

via Siracusa n. 18 – tel/fax 091/332539 – 90141 Palermo

e-mail : siconinggrizzari@virgilio.it



Adesioni



REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI,
IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN
SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI
PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB
DELLA FONDAZIONE Ri.MED

IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E IN LABORATORIO

RELAZIONE

1 - PREMESSE

Lo scrivente R.T.I. GEOLAB s.r.l. (Capogruppo mandataria) e SICON (Studio di Consulenza per l'ingegneria Civile) del prof. Ing. G. Rizzari è risultato aggiudicatario della

procedura di affidamento ad evidenza pubblica del servizio in epigrafe, svolto, di seguito, in base alla stipula del contratto in data 8 ottobre 2010 tra la Fondazione Ri.MED e il R.T.I.

Le attività ricomprese nel Servizio oggetto di affidamento, prevedono, in base all'art. 3 – “Descrizione delle attività” del C.S.A. (Rif. : CAPITOLO I - OGGETTO E IMPORTO DEL SERVIZIO DESIGNAZIONE DELLE ATTIVITÀ) lo svolgimento delle prestazioni di seguito descritte:

I. Studio geologico e relazione geologica;

II. Studio geotecnico e relazione geotecnica e sismica;

III. Studio idrologico e idraulico e relazione idrologica e idraulica;

IV. Campagna d'indagini geognostiche in sito e in laboratorio.

Il servizio è stato svolto da Soggetti in possesso delle caratteristiche richieste dall'art. 4 del C.S.A.

Nell'ambito del servizio il mandante SICON ha svolto le prestazioni degli STUDI I.,II.,III rendendo disponibili le professionalità per studio geologico, studio geotecnico e studio idrologico-idraulico e la capogruppo GEOLAB s.r.l. le prestazioni dello STUDIO IV rendendo disponibili le attrezzature ed il personale specializzato per le prove e il proprio laboratorio ufficiale autorizzato.

In base al C.S.A. - Art. 5 “Descrizione dettagliata del Servizio” (v. CAPITOLO II CONTENUTI PRESTAZIONALI TECNICI) la PARTE IV del Servizio viene descritta come segue:

IV. **Le indagini geognostiche** da svolgere in sito ed in laboratorio a supporto degli studi geologico, geotecnico ed idraulico, intese a fornire dati certi sul sottosuolo del sito di progetto analizzando i seguenti aspetti:

- inquadramento geografico e aspetti morfologici;
- caratteristiche geofisiche;
- geologia, geomorfologia, idrogeologia e dati sul comportamento meccanico.

In particolare, le finalità delle indagini saranno:

- accertare la stratigrafia dei terreni che possano interagire con le opere da costruire dal punto di vista geotecnico. Questi, secondo lo Studio di Fattibilità, sono costituiti da una coltre superficiale di qualche metro di spessore e dalla sottostante formazione di base calcarenitica con grado di cementazione molto variabile (v. classificazione geotecnica preliminare in tab. 1);
- individuare la presenza di eventuali fenomeni di carsismo, cui si accenna nello Studio di Fattibilità;
- definire una caratterizzazione geotecnica dei terreni (caratteristiche fisiche, parametri di resistenza al taglio, parametri di deformabilità; permeabilità, grado di fessurazione, ecc.), utile per la progettazione dell'infrastruttura.
- valutare le condizioni piezometriche della falda.

Nella relazione in narrativa si illustrano lo sviluppo ed i risultati delle indagini geognostiche in sito e in laboratorio svolte, curate dalla GEOLAB s.r.l. (Capogruppo mandataria) e coordinate per gli aspetti tecnici dal SICON, documentando le fasi di esecuzione ed esponendo i risultati ottenuti.

Le indagini sono state eseguite nel rispetto delle norme vigenti nonché delle regole tecniche convalidate dalle organizzazioni internazionali e dalla letteratura specialistica, di cui atitolo non esaustivo si elencano:

- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini su terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*
- Circolare Min. LL.PP. n. 30483 del 28 settembre 1988 concernente le *“Istruzioni”* al citato D.M. 11.03.1988
- Raccomandazioni A.G.I. – Associazione geotecnica Italiana
 - Sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche
 - Sulle prove geotecniche di laboratorio

- Raccomandazioni I.S.R.M. (International Society for Rock Mechanics)

Per la documentazione delle indagini si rinvia agli **ALLEGATI** fotografici e grafici .

secondo l'indice seguente:

Allegati

1 INDAGINI IN SITO

1.a Documentazione fotografica

- apprestamenti cantiere
- Rilievo affioramenti
- Pozzetti superficiali
- Sondaggi (postazioni e cassette catalogatrici)
- Prelievi e prove in foro di sondaggio
- Prelievo campione indisturbato
- Prove di permeabilità
- Piezometri
- Prove geofisiche

Tomografie elettriche 2D

Sondaggio sismico Down-hole

Prove sismiche passive

1.b Planimetria con l'ubicazione delle indagini

1.c Profili stratigrafici schematici dei sondaggi

1.d Sezioni stratigrafiche schematiche 1,2,3,4,5,6

1.e Tabella campioni terreni superficiali TR

1.f Tabella campioni roccia CA

1.g Prove geofisiche

- Tomografie elettriche 2D
- Prove sismiche in foro Down-hole
- Prove sismiche passive

1h. Prove di permeabilità

2 PROVE DI LABORATORIO

2.a Documentazione fotografica

2.b Tabelle e diagrammi

- Prove sui terreni **TR**
- Prove sulle rocce **CA**

Si evidenzia, comunque, che gli STUDI I, II, II, IV sono da intendersi (anche se trattati per temi nei corrispondenti elaborati specialistici) come unico contesto interdisciplinare, la cui consultazione va di volta in volta correlata ed integrata reciprocamente.

Pertanto nella parte IV degli STUDI si trattano gli aspetti operativi, descrittivi e di documentazione delle indagini geognostiche, rinviando, per gli aspetti interpretativi (geologici, geotecnici, sismici, ecc.) alle parti PARTI I, II, II tematiche degli STUDI con le relative elaborazioni grafiche e numeriche.

2 – ATTIVITA' DI INDAGINE GEOGNOSTICA SVOLTE

Di seguito alla stipula del contratto in data 8 ottobre 2010, con nota in pari data il R.T.I. affidatario ha trasmesso alla Fondazione committente il crono-programma di esecuzione del servizio e con altra nota in pari data ha chiesto l'autorizzazione all'accesso sui luoghi preliminare alla consegna, al fine di eseguire alcuni scavi utili a definire l'assetto lito-stratigrafico del sito per l'eventuale perfezionamento del programma delle indagini in sito e in laboratorio.

Con nota n. prot. 836 in data 8 ottobre 2010 la Fondazione Ri.MED ha prontamente rilasciato l'autorizzazione e nel corso dello stesso giorno è stato eseguito lo scavo dei pozzetti esplorativi preliminari.

I risultati acquisiti sia mediante il rilievo di superficie che dall'esame degli scavi hanno suggerito alcune modifiche al programma di appalto e con nota dello stesso 8 ottobre il R.T.I. ha quindi trasmesso alla Fondazione Ri.MED il programma esecutivo delle indagini per acquisire l'approvazione della Committente in vista della prossima consegna dei lavori.

Con nota n. prot. 847 del 13.10.2010 la Fondazione Ri.MED (di concerto con l'UPMC) ha *“condiviso”* il programma esecutivo proposto, con la *“raccomandazione di inclusione di prove volte ad identificare le caratteristiche fisiche delle rocce sciolte e/o tenere presenti, pur anche soltanto a livello della coltre del terreno superficiale, così come originariamente previsto”*.

Con nota del 14 ottobre 2010 il R.T.I. ha trasmesso l'adeguamento del programma alle raccomandazioni, la cui esecuzione è stata autorizzata dal R.U.P. con nota n. prot. 854 del 15.10.2010 con inizio fissato per il 18 ottobre 2010.

Poiché le avverse condizioni atmosferiche e la conseguente impraticabilità dell'area non hanno consentito l'avvio per la data fissata, il R.T.I. con nota del 18 ottobre ha comunicato l'esigenza di sospendere le attività fino al ristabilirsi di idonee condizioni.

Con nota del 21 ottobre 2010 il R.T.I. ha comunicato alla Fondazione Ri.MED l'avvio delle indagini per il giorno 25 ottobre.

Le indagini sono state effettivamente avviate il 25 ottobre 2010, come preannunciato e, malgrado i notevoli disagi-rallentamenti dovuti al sopravvenire di nuovi eventi piovosi, sono proseguite senza interruzioni fino alla data odierna.

Con RAPPORTO SULLE ATTIVITA' N. 1 del 29 ottobre 2010 si è riferito sulle prime indagini svolte fino alla suddetta data.

Con RAPPORTO SULLE ATTIVITA' N. 2 del 5 novembre 2010 si è fornito il primo aggiornamento sulle indagini svolte fino alla suddetta data.

Con RAPPORTO SULLE ATTIVITA' N. 3 dell'11 novembre 2010 si è fornito il secondo aggiornamento sulle indagini svolte fino alla suddetta data.

Con RAPPORTO SULLE ATTIVITÀ N. 4 del 15 novembre 2010 si è fornito, al termine della fase in sito delle indagini, il terzo aggiornamento, con la proposta sul programma delle prove di laboratorio, accolta dalla Committente.

Di seguito si espongono i principali dati informativi sulle indagini facendo riferimento agli **ALLEGATI** fotografici e grafici .

Le indagini svolte sono coerenti alle risorse finanziarie rese disponibili dalla Committente per la gara di affidamento del servizio e al programma preventivamente approvato dalla Committente stessa e si sono svolte nel periodo compreso tra fine ottobre e metà novembre

2010 entro i termini del crono-programma e del contratto, con alcuni perfezionamenti sulla qualità dell'esecuzione.

Le indagini geognostiche svolte comprendono:

una fase in sito (v. Documentazione fotografica in **ALLEGATO 1a** e planimetria in **ALLEGATO 1b**):

- rilievo di superficie degli affioramenti, posto a confronto con la cartografia e la bibliografia disponibili
- n. 10 pozzetti P1-P10 con escavatore per l'esame preliminare dei terreni di copertura.
- n. 7 sondaggi S1-S7 con profondità variabile da 10 a 30,50 a rotazione e carotaggio continuo per l'accertamento della tipologia e della configurazione stratigrafica del sottosuolo.

In base all'esame dei profili dei sette sondaggi (S1-S7) eseguiti l'assetto geologico e litostratigrafico dell'area (v. **ALLEGATO 1c**) appare caratterizzato da una potente piattaforma di rocce calcaree (indicate con l'acronimo **CA**) a livelli variamente alternati di differente struttura (stratificata, fratturata, brecciata, frantumata), in rapporto alle azioni tettoniche (evidenziate dalla presenza di faglie).

Tale piattaforma, che costituisce con continuità il substrato dell'area, è occultata da una sottile coltre di copertura detritica colluviale e/o eluviale di rocce sciolte costituite da limo argilloso-sabbioso con inclusioni di clasti ghiaiosi, blocchi e trovanti lapidei calcarei e mista a suolo agrario (indicata con l'acronimo **TR**) dello spessore variabile da 0,40 a 2 m.

Le sezioni stratigrafiche tracciate lungo le linee che congiungono le postazioni dei sondaggi (v. **ALLEGATO 1d**) confermano la sostanziale omogeneità dell'assetto stratigrafico sull'intera area indagata.

- Il prelievo di n. 3 campioni indisturbati in fustella metallica a pressione dei terreni superficiale **TR** (v. **ALLEGATO 1e**) per le prove di laboratorio;
 - Il prelievo di n. 83 campioni di roccia calcarea **CA** prelevati dalle cassette catalogatrici delle carote dei sondaggi (v. **ALLEGATO 1f**) per le prove di laboratorio.
 - L'esecuzione di 6 prove di permeabilità nei fori di sondaggio (v. **ALLEGATO 1h**) e precisamente:
 - Sondaggio S3 a profondità di 5,00 m e 10,00 m
 - Sondaggio S5 a profondità di 5,00 m e 10,00 m
 - Sondaggio S7 a profondità di 5,00 m e 10,00 m
 - l'installazione di 2 piezometri a tubo aperto nei fori di sondaggio S5 ed S7 per una profondità di 30 m), dai quali non è stata rilevata presenza di falda;
 - Prove geofisiche (v. **ALLEGATO 1g**):
 - N. 4 sezioni tomografiche elettriche 2D lungo le sezioni::
 - ERT1 corrispondente all'allineamento tra i sondaggi S6, S2, S7
 - ERT2 corrispondente all'allineamento tra i sondaggi S5, S2
 - ERT3 corrispondente all'allineamento tra i sondaggi S5-S3
 - ERT4 corrispondente all'allineamento tra i sondaggi S5, S7
- i cui risultati sono posti in correlazione ai profili dei sondaggi
- n. 5 prove sismiche passive in corrispondenza dei fori di sondaggio S1, S2, S5, S6, S7 ;
da cui è stato ricavato il valore dei parametri di risposta sismica delle rocce, espressi principalmente in funzione della velocità equivalente delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità V_{S30} (m/s)
 - n. 1 prova sismica down hole in corrispondenza del sondaggio S2

In base ai risultati ottenuti è stata cautelativamente attribuita al suolo di fondazione, rispetto alle norme vigenti, la categoria B.

- n. 5 prove sismiche passive in corrispondenza dei fori di sondaggio S1, S2, S5, S6, S7 ; da cui è stato ricavato il valore dei parametri di risposta sismica delle rocce, espressi principalmente in funzione della velocità equivalente delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità V_{S30} (m/s);

In base ai risultati ottenuti è stata cautelativamente attribuita al suolo di fondazione, rispetto alle norme vigenti, la categoria B.

una fase di laboratorio (v. **ALLEGATO 2**):

- con prove di identificazione e di caratterizzazione fisica su tre campioni prelevati dai terreni **TR** della coltre superficiale secondo l'elenco in **ALLEGATO 1e**;
- con prove di identificazione, di caratterizzazione fisica e caratterizzazione meccanica su 83 campioni di roccia calcarea **CA** prelevati dalle cassette catalogatrici delle carote dei sondaggi secondo l'elenco in **ALLEGATO 1f**.

L'esecuzione delle principali prove di laboratorio è documentata nelle rappresentazioni fotografiche in **ALLEGATO 2b**.

Lo sviluppo e i risultati analitici delle prove sono riportati in grafici e tabelle nell'**ALLEGATO 2b**, distinguendo la parte relativa ai terreni superficiali **TR** da quella relativa alle rocce di substrato **CA**.

Per quanto attiene ai sondaggi si evidenzia che la qualità delle carote estratte (v. documentazione fotografica **ALLEGATO 1a**) dipende sensibilmente dalla struttura della roccia; per cui le carote si presentano integre nel caso di roccia stratificata o poco fratturata e si presentano, invece, con aspetto disgregato e frantumato nel caso di struttura fortemente fratturata o brecciata per gli effetti tettonici di cataclasi; ciò a causa dell'inevitabile disturbo dovuto sia al

movimento rotatorio dell'utensile di perforazione (carotiere) sia all'indispensabile uso dell'acqua per il raffreddamento dell'utensile medesimo.

In ogni caso la "lettura" delle carote in base al carotaggio sempre di tipo continuo (scelta tecnica suggerita dal R.T.I. scrivente in corso d'opera – v. PROGRAMMA ESECUTIVO DELLE INDAGINI) ha consentito una assai migliore interpretazione dei dati lito-stratigrafici rispetto alla previsione di appalto del servizio (sondaggi in parte a distruzione di nucleo).

Per gli aspetti interpretativi (geologici, geotecnici, sismici, ecc.) e le elaborazioni grafiche e numeriche delle indagini si rinvia alla lettura interdisciplinare con le PARTI I,II,III tematiche dello STUDIO.

Carini, 23 novembre 2010



R.T.I.
GEOLAB s.r.l. - SICON

Fondazione
Ri.MED



REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI,
IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN
SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI
PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB
DELLA FONDAZIONE Ri.MED

IV. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E IN LABORATORIO
Allegati

23 novembre 2010

R.T.I. TRA:

Capogruppo - mandataria



GEOLAB S.r.l.
L'Amministratore Unico
Dr. Angelo Mulino

Geolab srl
90044 Carini (Pa) / Area Industriale
via De Spuches, s.n.
T 091 8674029 / F 091 8933042
e-mail geolab@geolabsrl.it
www.geolabsrl.it
P. IVA 04040700827
CCIAA PA N. 128166

Mandante

SICON – STUDIO DI CONSULENZA PER L'INGEGNERIA CIVILE

Prof. Ing. Gianni Rizzari

via Siracusa n. 18 – tel/fax 091/332539 – 90141 Palermo

e-mail : siconinggrizzari@virgilio.it



Adesioni

Engineers
Without Borders
INTERNATIONAL



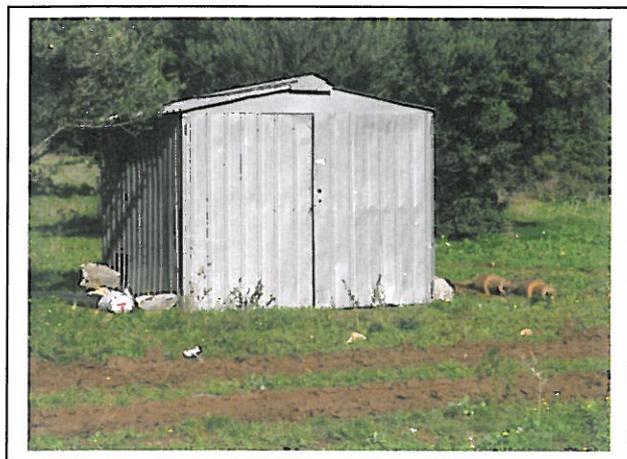
ALLEGATO 1

Indagini in sito

ALLEGATO 1.a

Documentazione fotografica

APPRESTAMENTI DI CANTIERE



APPRESTAMENTI DI CANTIERE

RILIEVO AFFIORAMENTI



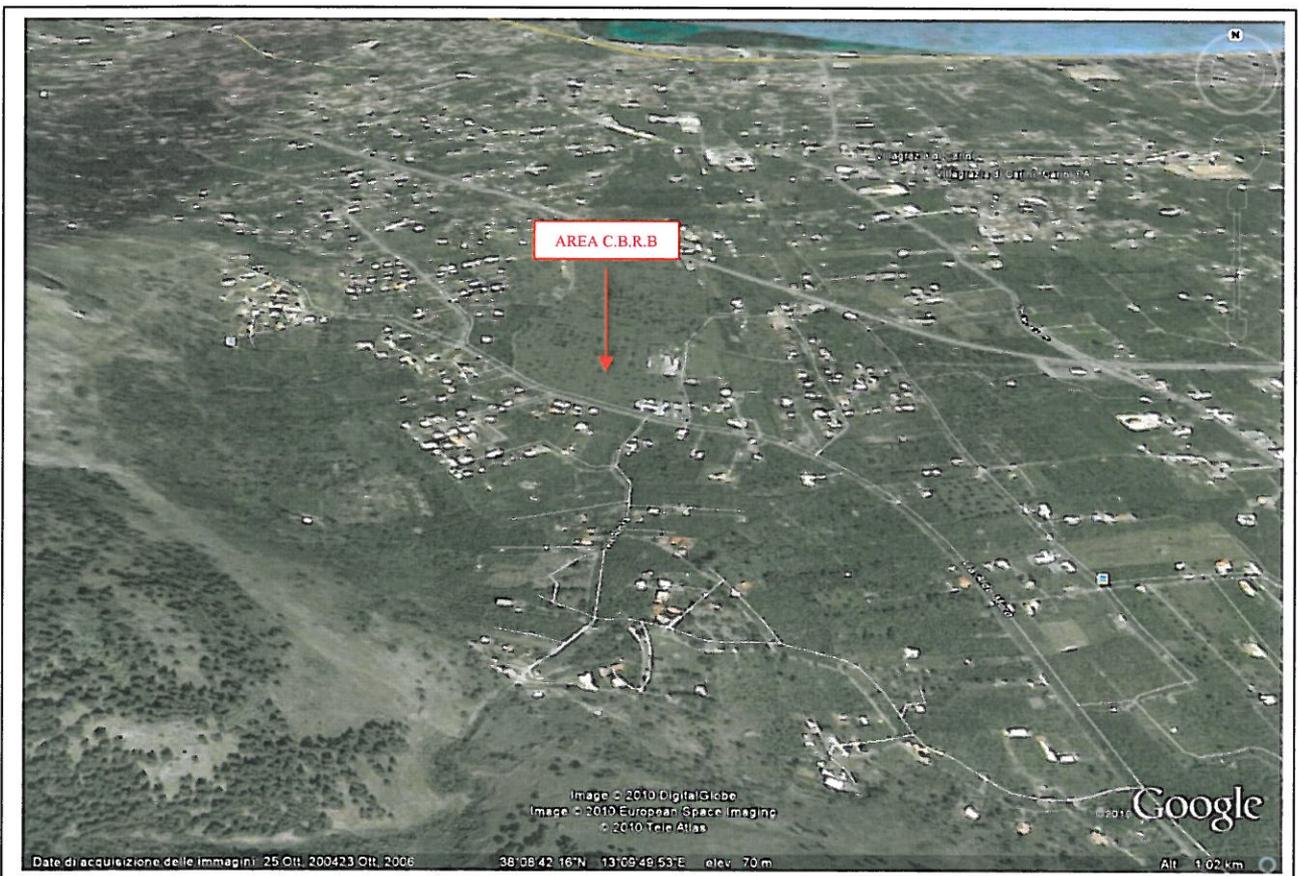
INQUADRATURA FOTOGRAFICA SATELLITARE DEL TERRITORIO



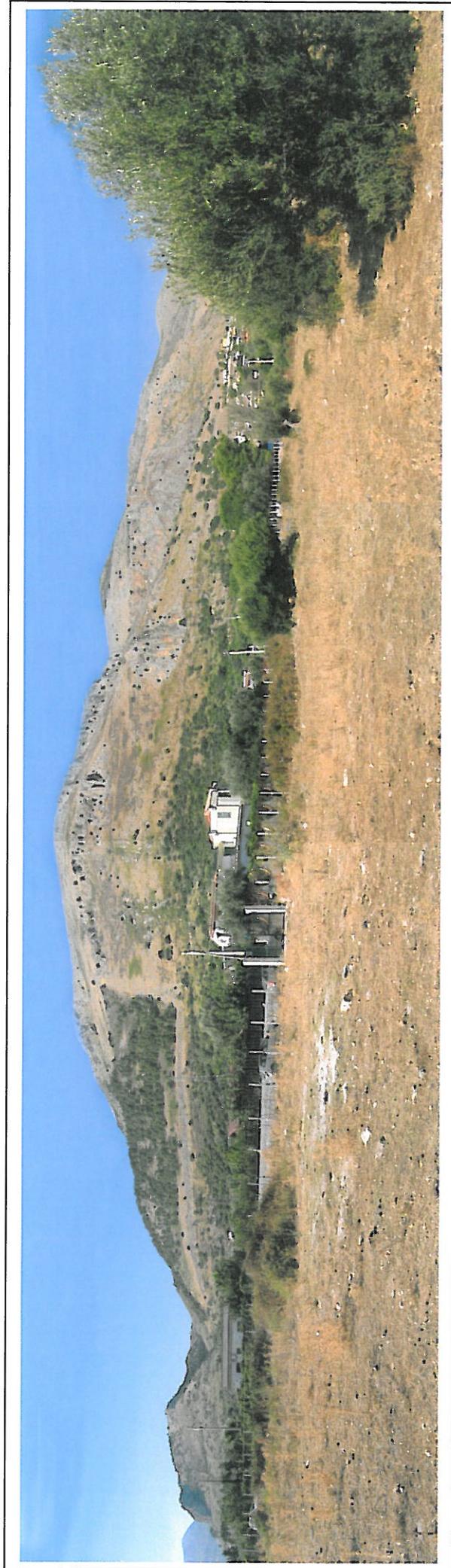
INQUADRATURA FOTOGRAFICA SATELLITARE DELL'AREA



PANORAMICA SATELLITARE DA NORD



PANORAMICA SATELLITARE DA SUD



PANORAMICA RILIEVI ROCCIOSI RETROSTANTI ALL'AREA C.B.R.B.



RILIEVI ROCCIOSI A MONTE DELL'AREA C.B.R.B.



RILIEVI ROCCIOSI A MONTE DELL'AREA C.B.R.B.



AFFIORAMENTI ROCCIOSI ALL'INTERNO DELL'AREA C.B.R.B.

POZZETTI SUPERFICIALI

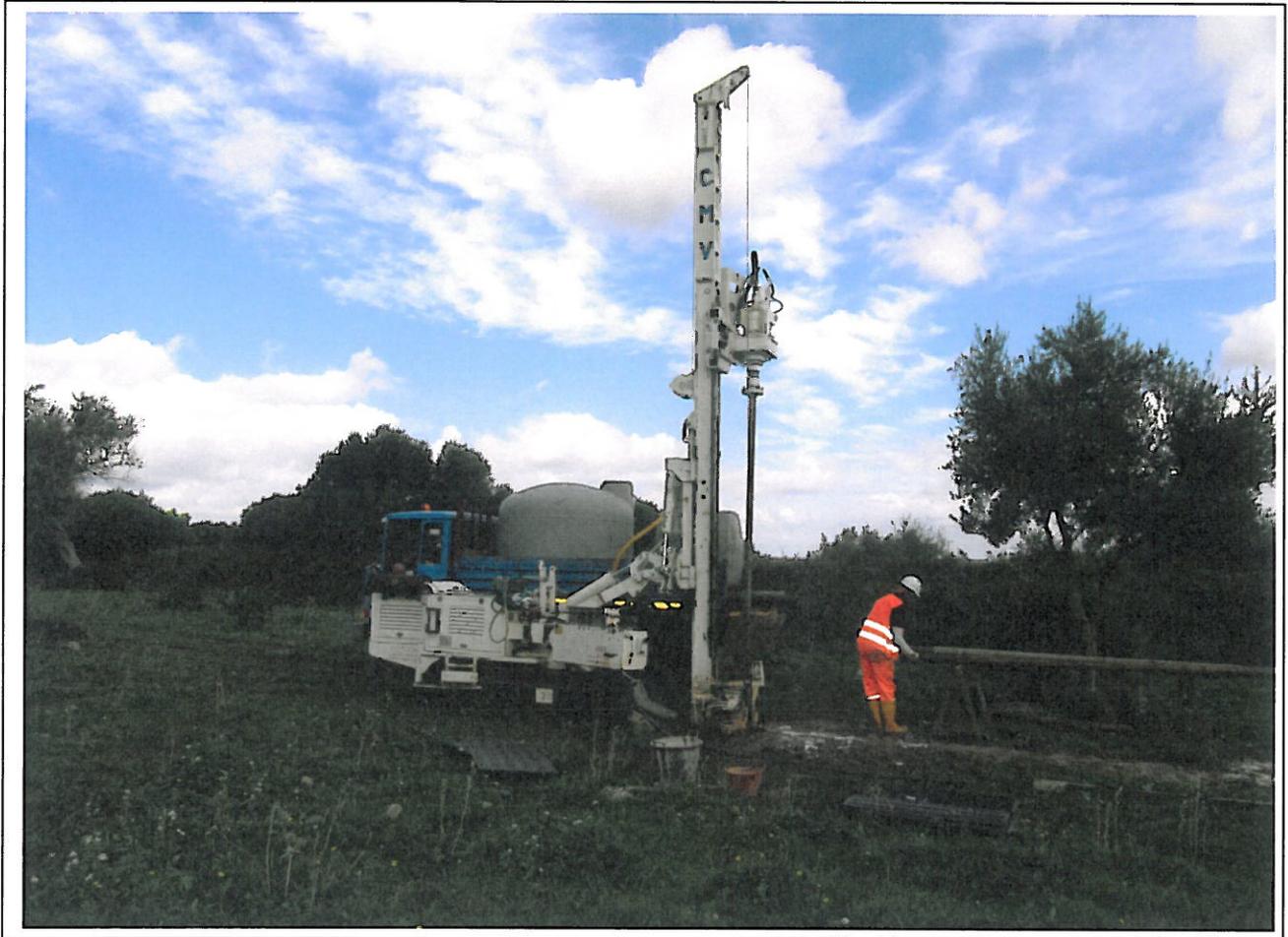


POZZETTO CON ESCAVATORE P1



TRINCEA DI SCAVO ENEL S.P.A

SONDAGGI (Postazioni e cassette catalogatrici)



Postazione S1

POSTAZIONI SONDAGGI

C1 0,00 – 5,00 m



C2 5,00 – 10,00 m



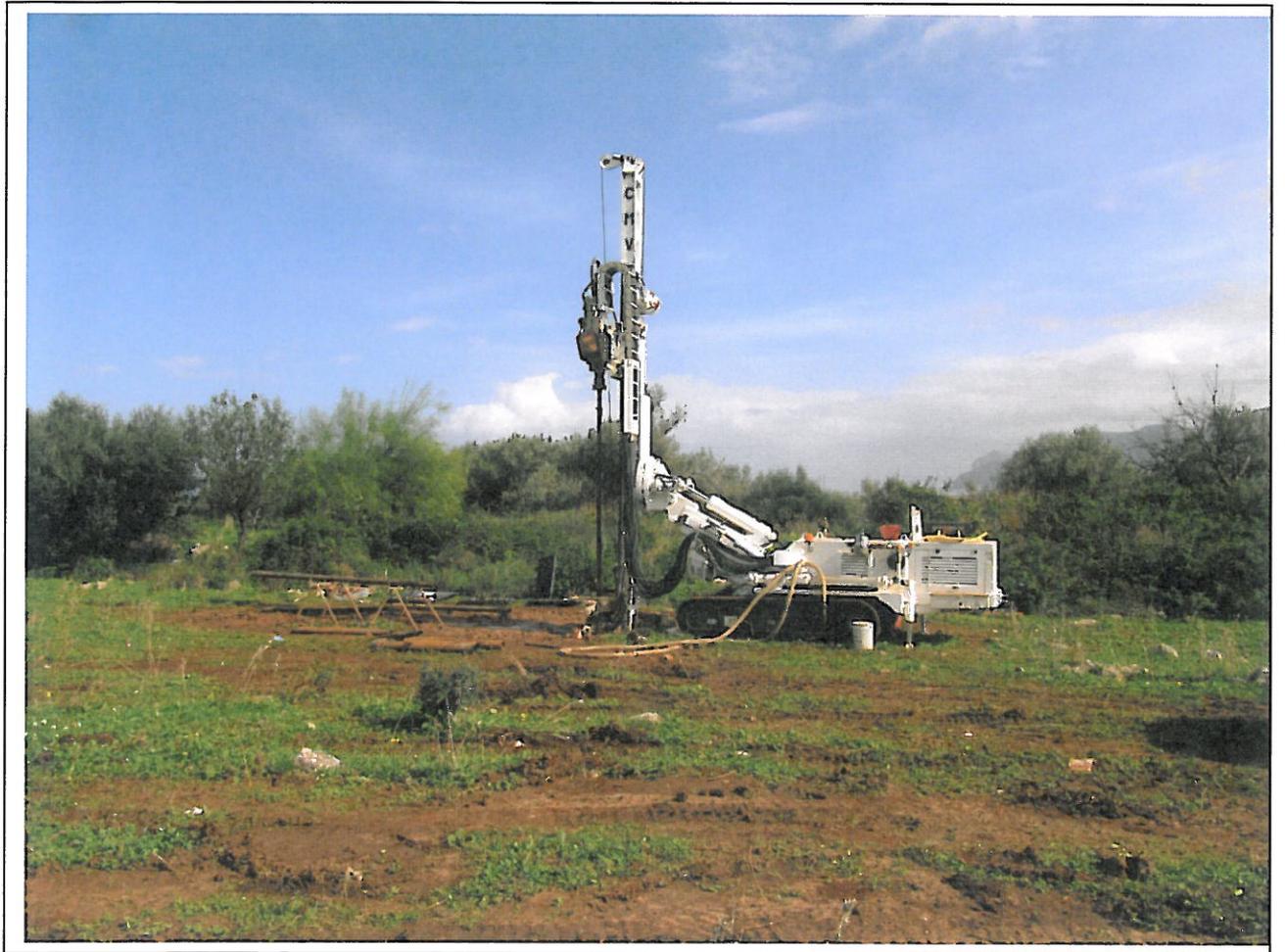
C3 10,00 – 15,00 m



C4 15,00 – 20,00 m



CASSETTE SONDAGGIO S1



Postazione S2

POSTAZIONI SONDAGGI

C1 0,00 – 5,00 m



C2 5,00 – 10,00 m



C3 10,00 – 15,00 m



C4 15,00 – 20,00 m



CASSETTE SONDAGGIO S2

C5 20,00 - 24,30



C6 24,30 - 29,00



C7 29,00 - 30,50



CASSETTE SONDAGGIO S2



Postazione S3

POSTAZIONI SONDAGGI

C1 0,00 – 5,00 m



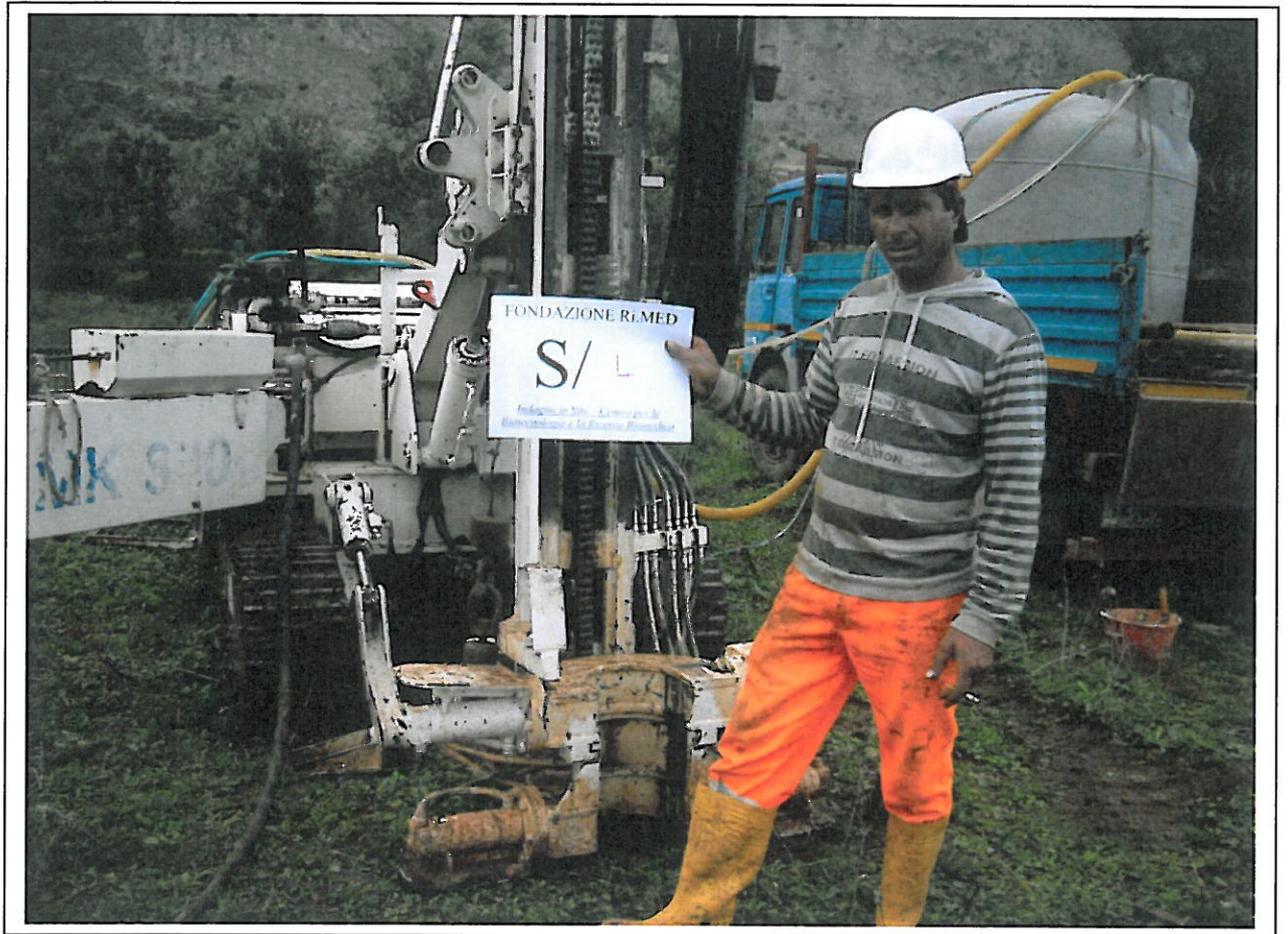
C2 5,00 – 10,00 m



C3 10,00 – 12,00 m



CASSETTE SONDAGGIO S3



Postazione S4

POSTAZIONI SONDAGGI

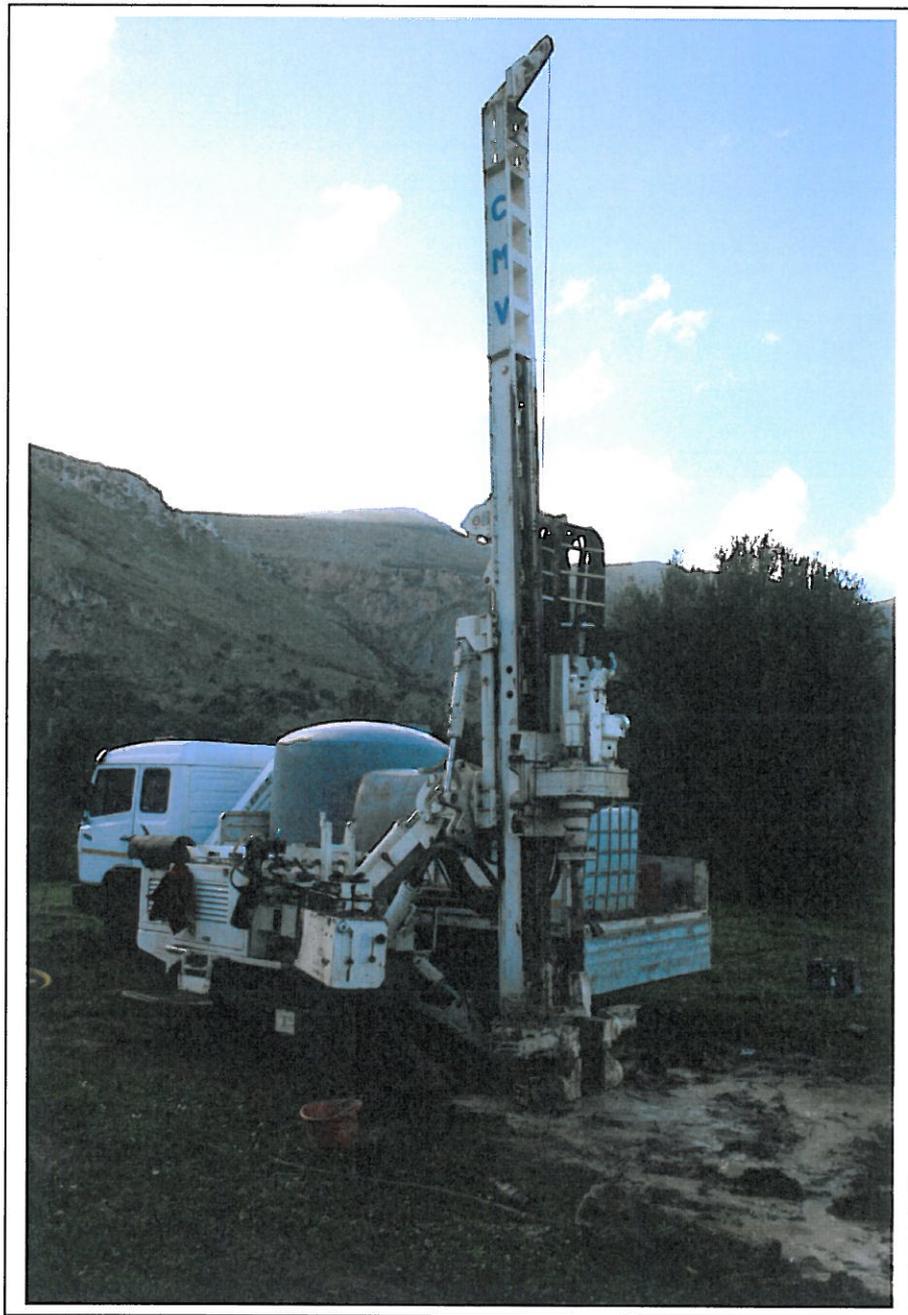


C1 0,00 – 5,00 m



C2 5,00 – 10,00 m

CASSETTE SONDAGGIO S4



Postazione S5

POSTAZIONI SONDAGGI

C1 0,00 – 5,00 m



C2 5,00 – 10,00 m



C3 10,00 – 15,00m



C4 15,00 – 20,00 m



CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO S5

C5 20,00 – 25,00 m



C6 25,00 – 30,00 m





Postazione S6

POSTAZIONI SONDAGGI



C1 0,00 – 5,00 m



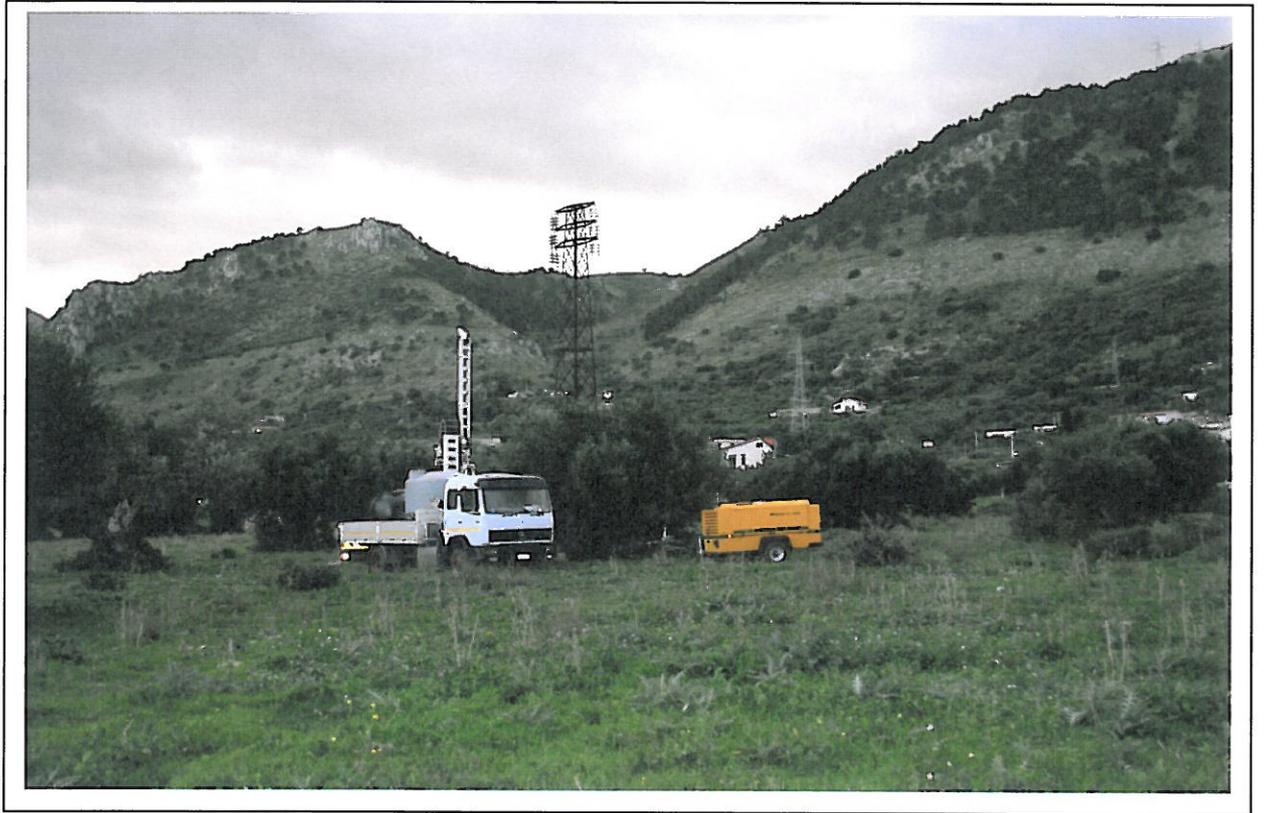
C2 5,00 – 10,00 m



C3 10,00 – 15,00 m



C4 15,00 - 20,00 m



Postazione S7

POSTAZIONI SONDAGGI

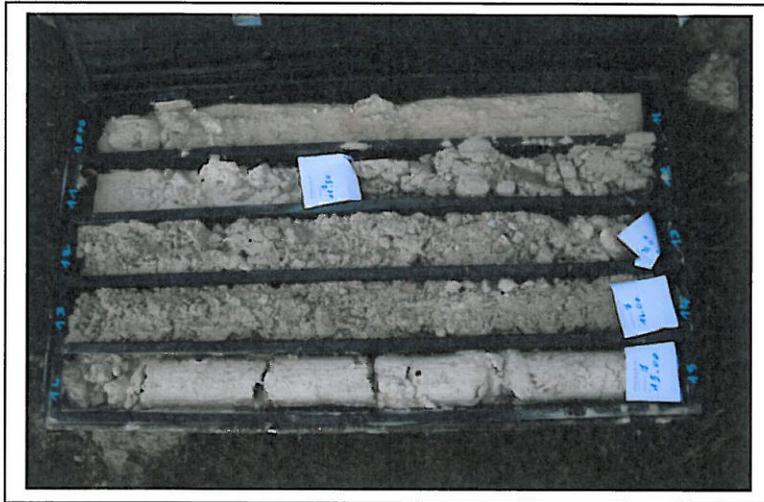
C1 0,00 – 5,00 m



C2 5,00 – 10,00 m



C3 10,00 – 15,00 m



C4 15,00 – 20,00 m



CASSETTE CATALOGATRICI SONDAGGIO S7



C5 20,00 – 25,00 m



C6 25,00 – 30,00 m

PRELIEVI E PROVE IN FORO DI SONDAGGIO



PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO

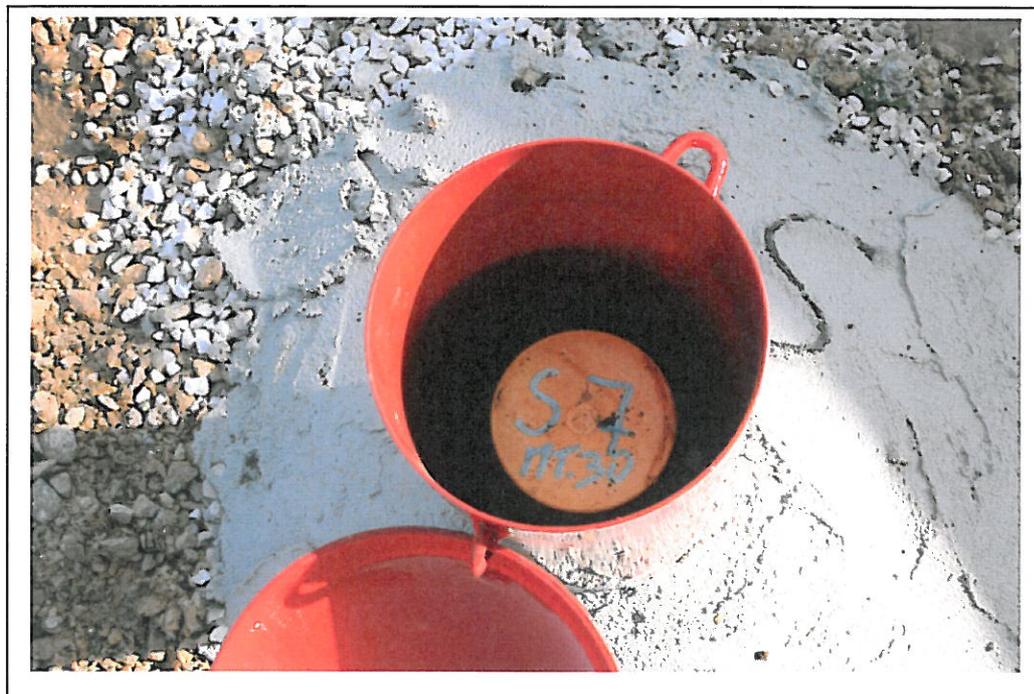
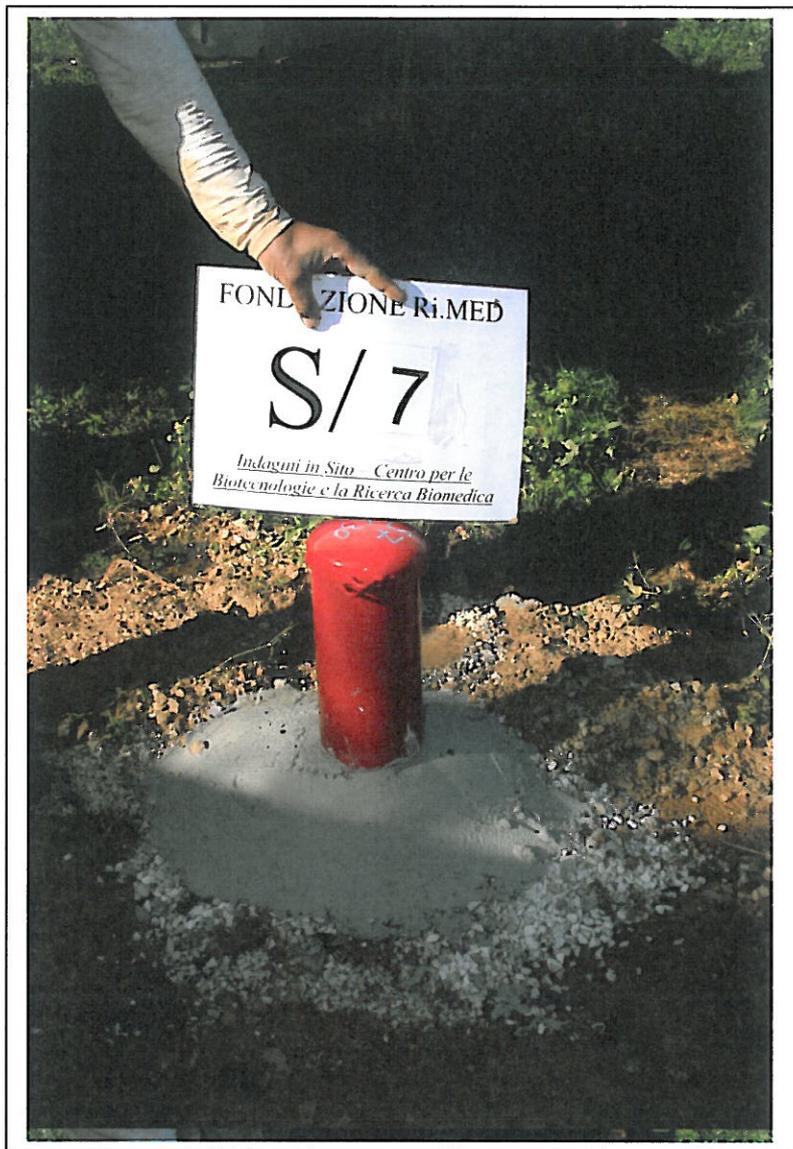


PROVE DI PERMEABILITA'

PIEZOMETRI



PIEZOMETRO S5



PIEZOMETRO S7

PROVE GEOFISICHE

INQUADRATURA FOTOGRAFICA SATELLITARE DEL TERRITORIO



PROSPEZIONI GEOFISICHE DI TOMOGRAFIA ELETTRICA 2D



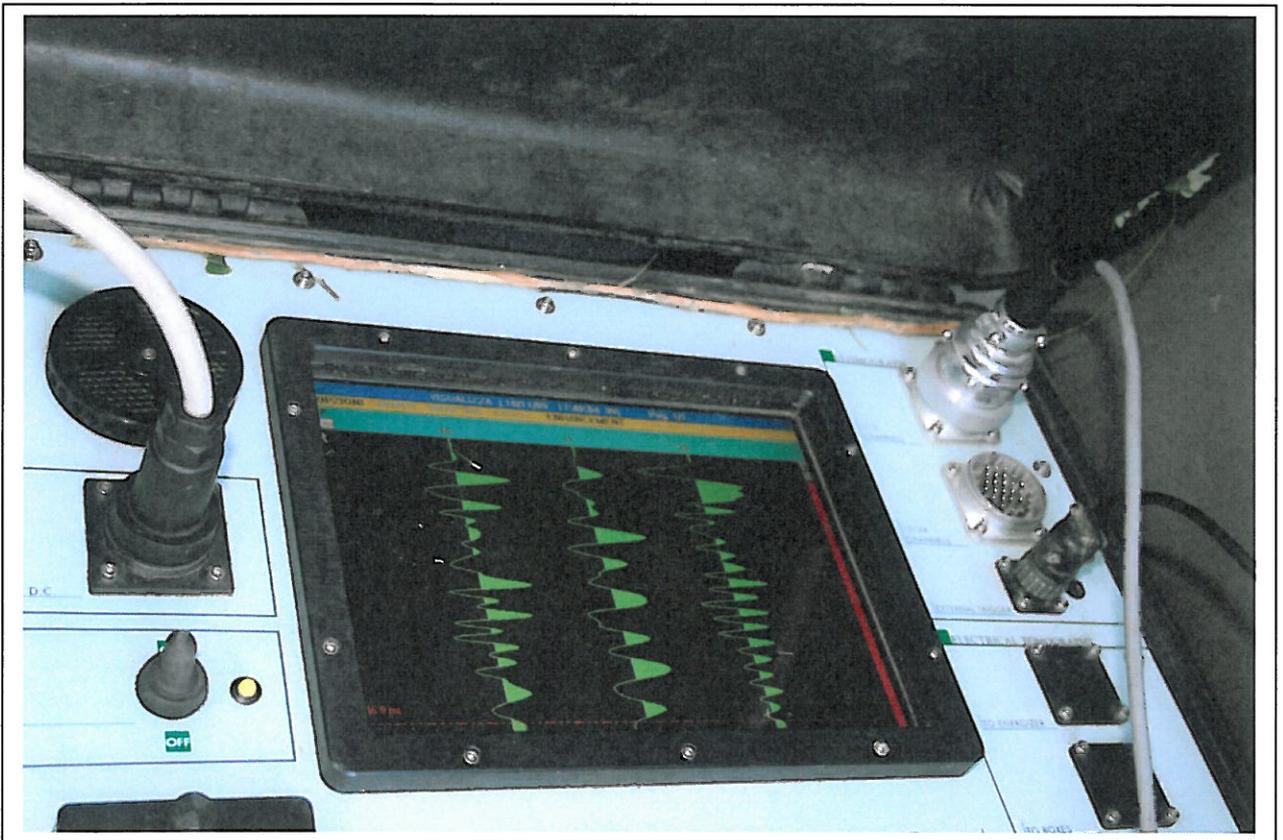
PREDISPOSIZIONE SONDAGGIO SISMICO DOWN HOLE



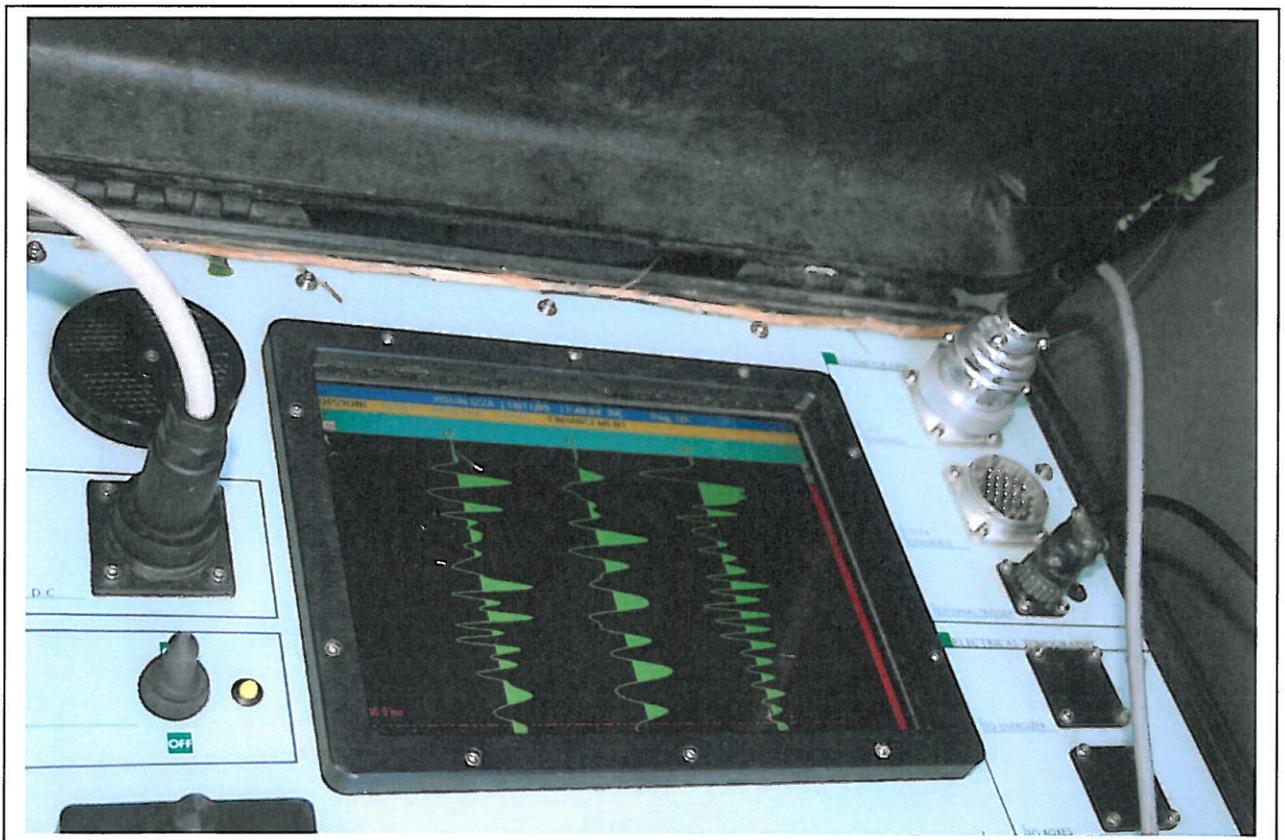
PROVE SISMICHE DOWN HOLE



PROVE SISMICHE DOWN HOLE



PROVE SISMICHE DOWN HOL



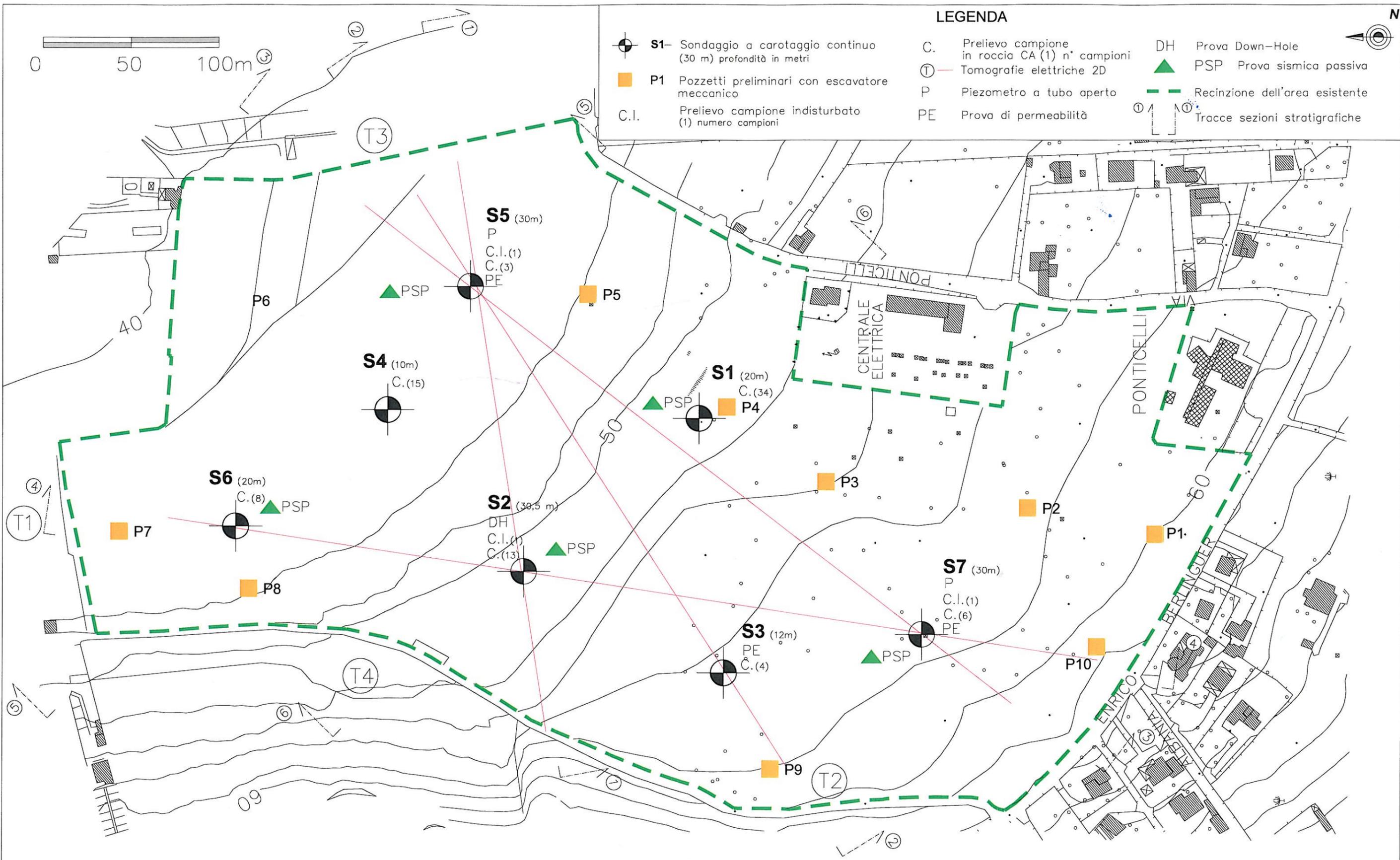
PROVE SISMICHE DOWN HOLE



PROVE SISMICHE PASSIVE

ALLEGATO 1.b

**Planimetria con l'ubicazione
delle indagini**



LEGENDA

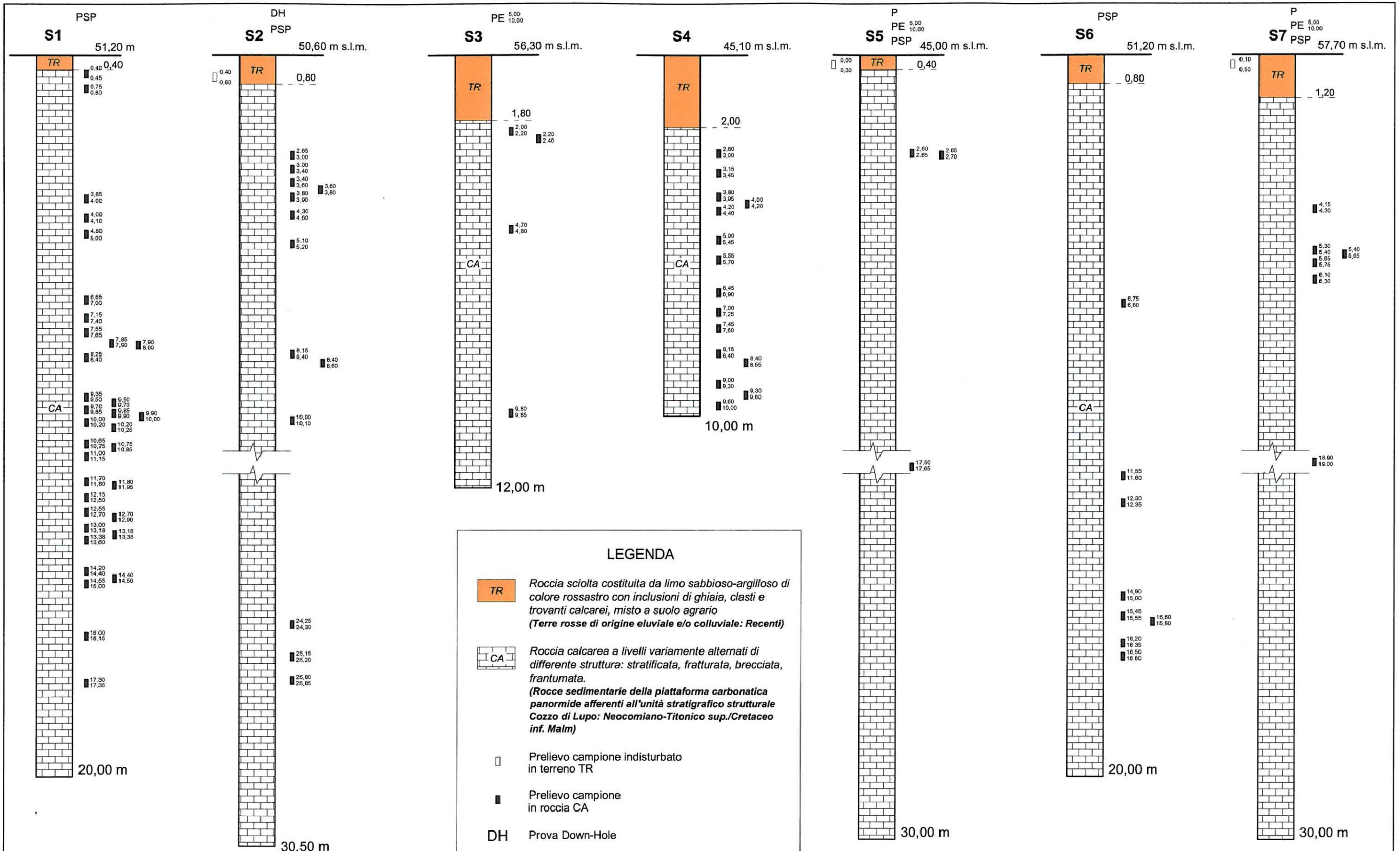
- S1** Sondaggio a carotaggio continuo (30 m) profondità in metri
- P1** Pozzetti preliminari con escavatore meccanico
- C.I.** Prelievo campione indisturbato (1) numero campioni
- C.** Prelievo campione in roccia CA (1) n° campioni
- Tomografie elettriche 2D
- P** Piezometro a tubo aperto
- PE** Prova di permeabilità
- DH** Prova Down-Hole
- PSP** Prova sismica passiva
- Recinzione dell'area esistente
- Tracce sezioni stratigrafiche

PLANIMETRIA CON L'ICAZIONE DELLE INDAGINI scala 1:2.000

SICON - Prof. Ing. G. Rizzari	Data	Novembre 2010
	Archivio	037/GEO/10

ALLEGATO 1.c

Profili stratigrafici schematici dei sondaggi



**PROFILI STRATIGRAFICI DEI
SONDAGGI** *scala 1:100*

LEGENDA

TR Roccia sciolta costituita da limo sabbioso-argilloso di colore rossastro con inclusioni di ghiaia, clasti e trovanti calcarei, misto a suolo agrario (Terre rosse di origine eluviale e/o colluviale: Recenti)

CA Roccia calcarea a livelli variamente alternati di differente struttura: stratificata, fratturata, brecciata, frantumata. (Rocce sedimentarie della piattaforma carbonatica panormide afferenti all'unità stratigrafico strutturale Cozzo di Lupo: Neocomiano-Titonico sup./Cretaceo inf. Malm)

□ Prelievo campione indisturbato in terreno TR

■ Prelievo campione in roccia CA

DH Prova Down-Hole

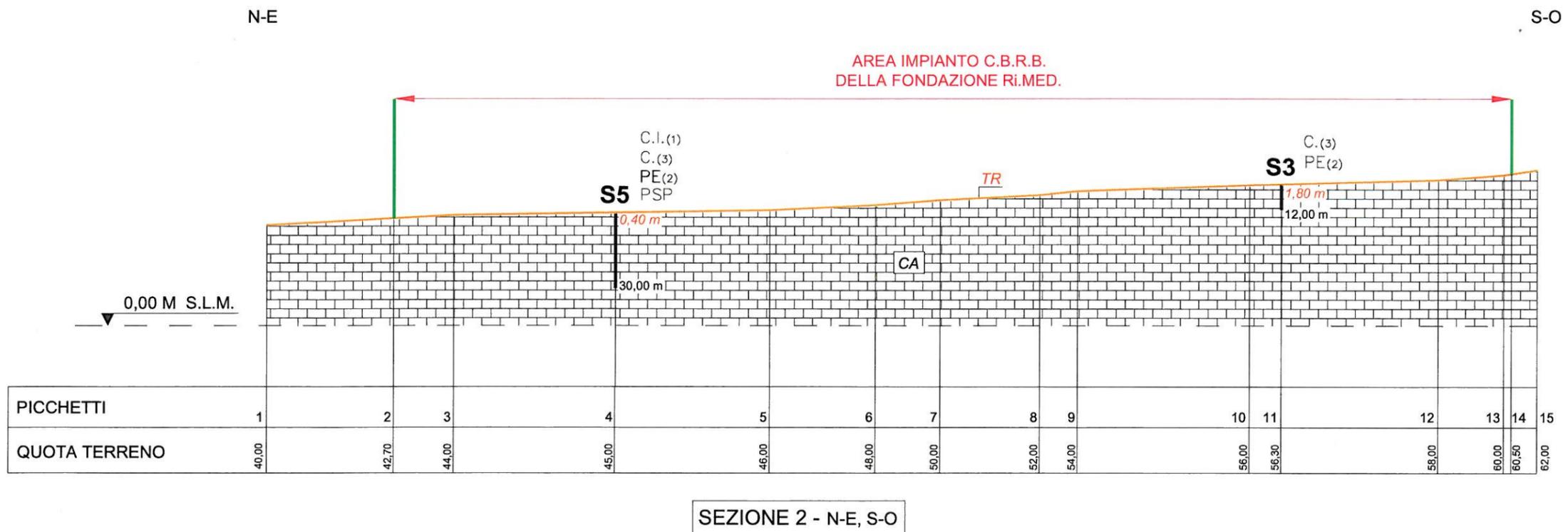
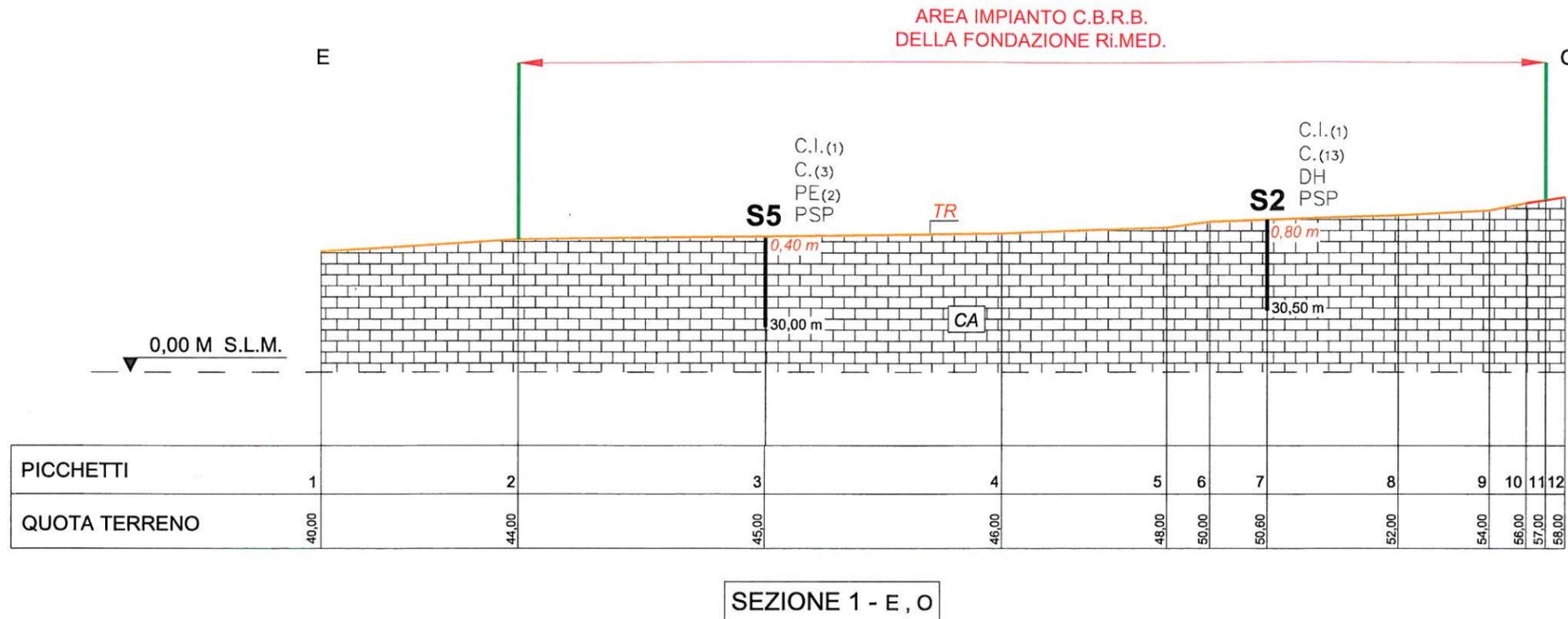
P Piezometro a tubo aperto

PE Prova di permeabilità

PSP Prova sismica passiva

ALLEGATO 1.d

**Sezioni stratigrafiche schematiche
1,2,3,4,5,6**



**SEZIONI STRATIGRAFICHE
SCHEMATICHE 1,2 scala 1:2000**

LEGENDA



Roccia sciolta costituita da limo sabbioso-argilloso di colore rossastro con inclusioni di ghiaia, clasti e trovanti calcarei, misto a suolo agrario (Terre rosse di origine eluviale e/o colluviale: Recenti)



Roccia calcarea a livelli variamente alternati di differente struttura: stratificata, frantumata, brecciata, frantumata. (Rocce sedimentarie della piattaforma carbonatica panormide afferenti all'unità stratigrafica strutturale Cozzo di Lupo: Neocomiano-Titonico sup./Cretaceo inf. Malm)

— Recinzione dell'area esistente

C.I. Prelievo campione indisturbato in terreno TR (1) numero campioni

C. Prelievo campione in terreno CA (1) numero campioni

DH Prova Down-Hole

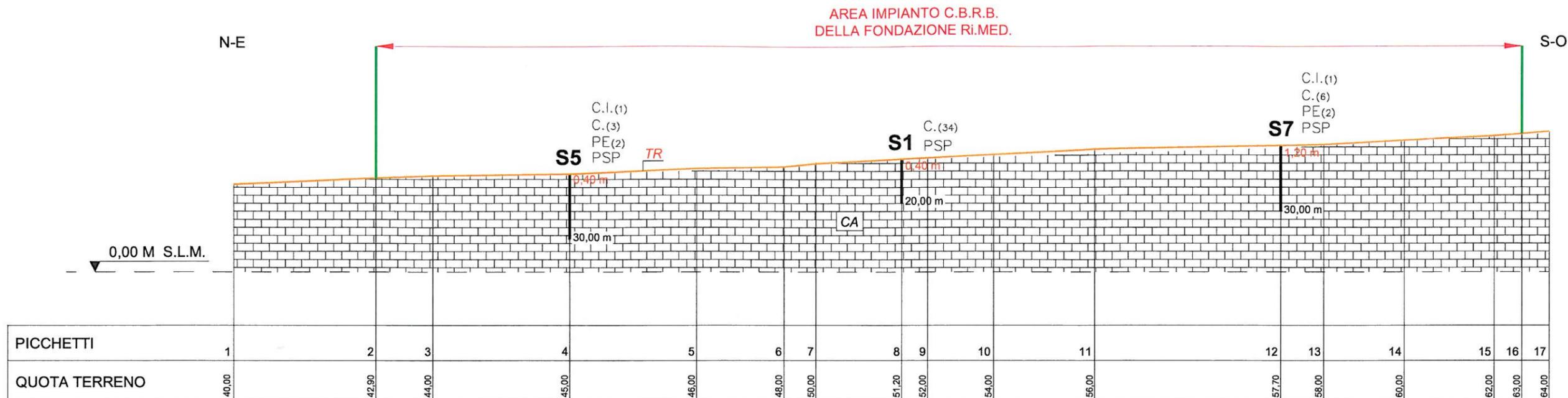
P Piezometro a tubo aperto

PE Prova di permeabilità (1) numero prove

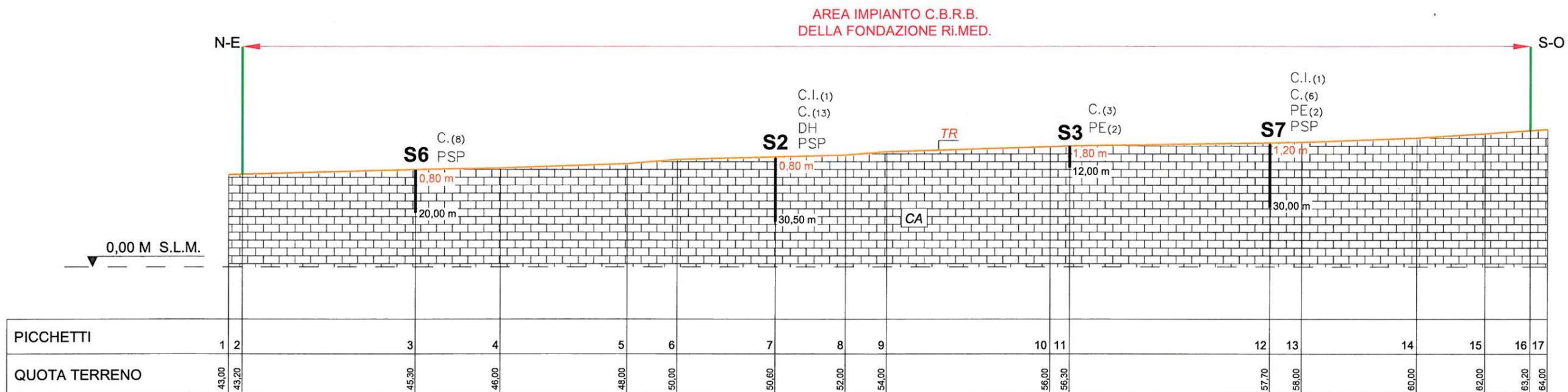
PSP Prova sismica passiva

SICON- Prof. Ing. G. Rizzari

Data
Novembre 2010
Archivio
037/GEO/10



SEZIONE 3 - N-E, S-O



SEZIONE 4 - N-E, S-O

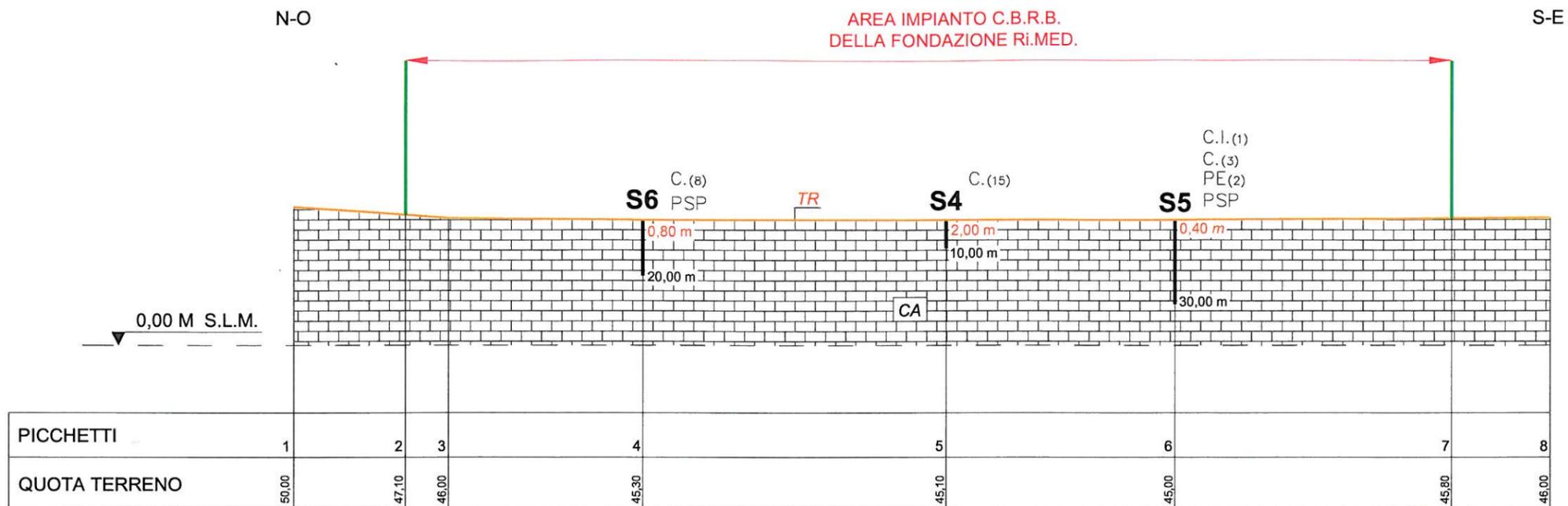
SEZIONI STRATIGRAFICHE
SCHEMATICHE 3,4 scala 1:2000

LEGENDA

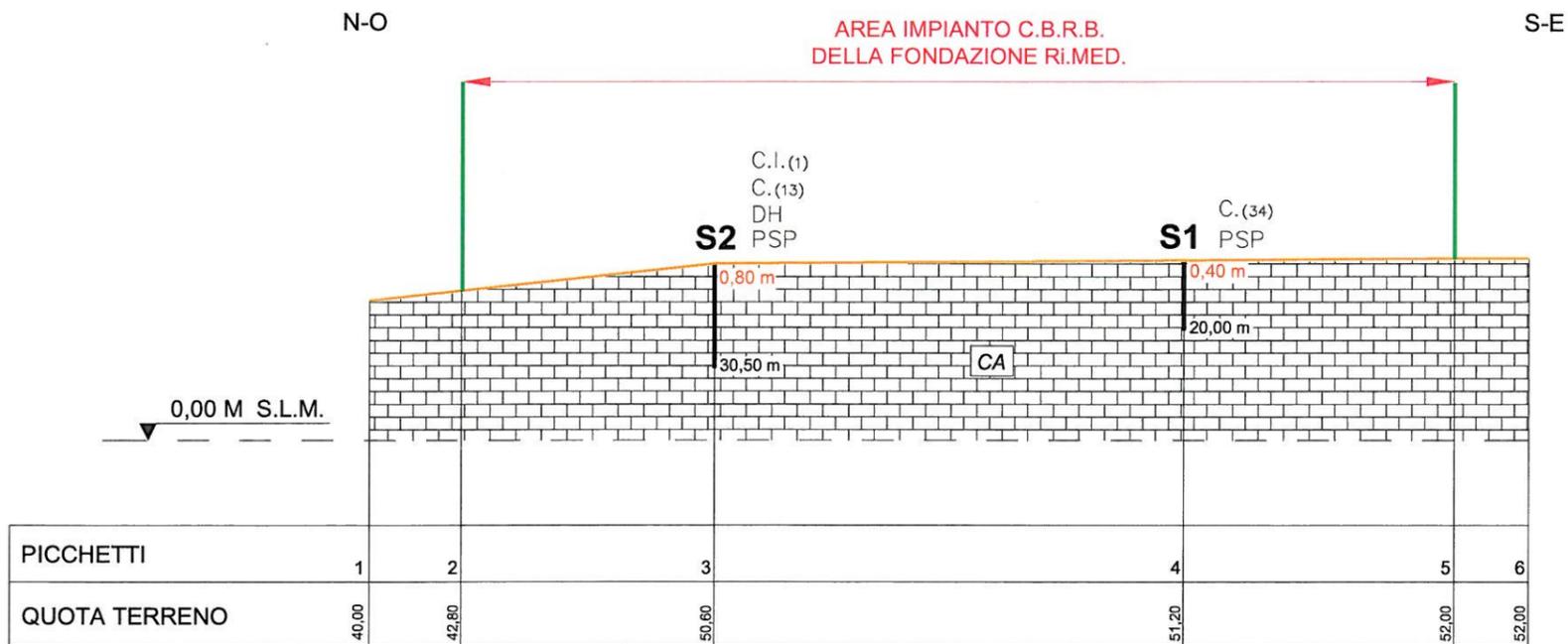
- | | | | | | | | |
|-----------|--|------|--|----|--------------------------|-----|--|
| TR | Roccia sciolta costituita da limo sabbioso-argilloso di colore rossastro con inclusioni di ghiaia, clasti e trovanti calcarei, misto a suolo agrario (Terre rosse di origine eluviale e/o colluviale: Recenti) | | Recinzione dell'area esistente | DH | Prova Down-Hole | PE | Prova di permeabilità (1) numero prove |
| | Roccia calcarea a livelli variamente alternati di differente struttura: stratificata, frantumata, brecciata, frantumata. (Rocce sedimentarie della piattaforma carbonatica panormide afferenti all'unità stratigrafica strutturale Cozzo di Lupo: Neocomiano-Titonico sup./Cretaceo inf. Malm) | C.I. | Prelievo campione indisturbato in terreno TR (1) numero campioni | P | Piezometro a tubo aperto | PSP | Prova sismica passiva |
| | | C. | Prelievo campione in terreno CA (1) numero campioni | | | | |

SICON- Prof. Ing. G. Rizzari

Data	Novembre 2010
Archivio	037/GEO/10



SEZIONE 5 - N-O, S-E



SEZIONE 6 - N-O, S-E

**SEZIONI STRATIGRAFICHE
SCHEMATICHE 5,6 scala 1:2000**

LEGENDA



TR Roccia sciolta costituita da limo sabbioso-argilloso di colore rossastro con inclusioni di ghiaia, clasti e trovanti calcarei, misto a suolo agrario (Terre rosse di origine eluviale e/o colluviale: Recenti)



CA Roccia calcarea a livelli variamente alternati di differente struttura: stratificata, frantumata, brecciata, frantumata.

(Rocce sedimentarie della piattaforma carbonatica panormide afferenti all'unità stratigrafica strutturale Cozzo di Lupo: Neocomiano-Titonico sup./Cretaceo inf. Malm)

Recinzione dell'area esistente

C.I. Prelievo campione indisturbato in terreno TR (1) numero campioni

C. Prelievo campione in terreno CA (1) numero campioni

DH Prova Down-Hole

P Piezometro a tubo aperto

PE Prova di permeabilità (1) numero prove

PSP Prova sismica passiva

SICON- Prof. Ing. G. Rizzari

Data	Novembre 2010
Archivio	037/GEO/10

ALLEGATO 1.e

Tabella campioni terreni superficiali TR

ELENCO CAMPIONI E PROGRAMMA PROVE LABORATORIO SU ROCCE SCIOLTE

peso unità di volume
peso specifico granuli
contenuto d'acqua naturale
limiti plasticità e liquidità
analisi granulometrica

Campione		Tipo di terreno	Prove di identificazione								Prove meccaniche							
sond.	prel.		γ	γ_s	n	w_n	w_p	w_l	w_f	AG	TRIA X CU	ED	TD _v	TD _i	TR	ELL	PL	CM
S2	m 0,40-0,80	TR	•	•	•	•	•	•	•	•								
S5	m 0,00-0,30	TR	•	•	•	•	•	•	•	•								
S7	m 0,10-0,50	TR	•	•	•	•	•	•	•	•								
TRIAX CU ED TD _v TD _i TR ELL PL CM			Prove di compressione triassiale consolidata non drenata con misura delle pressioni neutre Prove di compressione edometrica Prova di taglio diretto veloce (non drenata) Prova di taglio diretto lenta (drenata) Prova di taglio in roccia con cella di Hoek Prova di compressione ad espansione laterale libera Prova "Point Load" Prova di compressione monoassiale															

ALLEGATO 1.f

Tabella campioni roccia CA

ELENCO CAMPIONI E PROGRAMMA PROVE LABORATORIO SU ROCCE LAPIDEE

Sondaggio	Tipo di roccia	Profondità (m)	TRIAX	TR	PL	TI	PUV	CM
S1	CA	0.40 - 0.45			x			
S1	CA	0.75 - 0.80			x			
S1	CA	3.85 - 4.00	x				x	
S1	CA	4.00 - 4.10	x				x	
S1	CA	4.80 - 5.00	x				x	
S1	CA	6.65 - 7.00	x			x	x	
S1	CA	7.15 - 7.40	x			x	x	
S1	CA	7.55 - 7.65	x				x	
S1	CA	7.85 - 7.90			x			
S1	CA	7.90 - 8.00			x			
S1	CA	8.25 - 8.40					x	
S1	CA	9.35 - 9.50			xx			
S1	CA	9.50 - 9.70					x	
S1	CA	9.70 - 9.85			x	x	x	
S1	CA	9.85 - 9.90			x			
S1	CA	9.90 - 10.00			x			
S1	CA	10.00 - 10.20					x	
S1	CA	10.20 - 10.25			x			
S1	CA	10.65 - 10.75					x	
S1	CA	10.75 - 10.85			x			
S1	CA	11.00 - 11.15			x			
S1	CA	11.70 - 11.80			x			
S1	CA	11.80 - 11.95			x			
S1	CA	12.15 - 12.50		x				
S1	CA	12.55 - 12.70					x	
S1	CA	12.70 - 12.90					x	
S1	CA	13.00 - 13.18					x	x
S1	CA	13.18 - 13.38		x				
S1	CA	13.38 - 13.60			x			
S1	CA	14.20 - 14.40					x	
S1	CA	14.40 - 14.50					x	

Sondaggio	Tipo di roccia	Profondità (m)	TRIAX	TR	PL	TI	PUV	CM
S1	CA	14.55 - 15.00					x	x
S1	CA	16.00 - 16.15		x				
S1	CA	17.30 - 17.35			x			
S2	CA	2.65 - 3.00					x	
S2	CA	3.00 - 3.40					x	x
S2	CA	3.40 - 3.60					x	x
S2	CA	3.60 - 3.80					x	
S2	CA	3.80 - 3.90				x	x	
S2	CA	4.30 - 4.60					x	x
S2	CA	5.10 - 5.20				x	x	
S2	CA	8.15 - 8.40					x	
S2	CA	8.40 - 8.60					x	
S2	CA	10.00 - 10.10			x			
S2	CA	24.25 - 24.30			x			
S2	CA	25.15 - 25.20			x			
S2	CA	25.80 - 25.85			x			
S3	CA	2.00 - 2.20						x
S3	CA	2.20 - 2.40						x
S3	CA	4.70 - 4.80			x			
S3	CA	9.80 - 9.85						
S4	CA	2.60 - 3.00					x	x
S4	CA	3.15 - 3.45					x	
S4	CA	3.80 - 3.95			x	x	x	
S4	CA	4.00 - 4.20		x				
S4	CA	4.20 - 4.40					x	
S4	CA	5.00 - 5.45		x			x	x
S4	CA	5.55 - 5.70			x	x	x	
S4	CA	6.45 - 6.90		x			x	x
S4	CA	7.00 - 7.25					x	x
S4	CA	7.45 - 7.60			x	x	x	
S4	CA	8.15 - 8.40	xx				x	

Sondaggio	Tipo di roccia	Profondità (m)	TRIAX	TR	PL	TI	PUV	CM
S4	CA	8.40 - 8.55				x	x	
S4	CA	9.00 - 9.30	xxx				x	
S4	CA	9.30 - 9.60	xx		xx		x	
S4	CA	9.60 - 10.00					x	x
S5	CA	2.60 - 2.65						
S5	CA	2.65 - 2.70						
S5	CA	17.50-17.65					x	
S6	CA	6.75 - 6.80						
S6	CA	11.55 - 11.60						
S6	CA	12.30 - 12.35			x			
S6	CA	14.90 - 15.00			x			
S6	CA	15.45 - 15.55			x			
S6	CA	15.60 - 15.80					x	x
S6	CA	16.20 - 16.35					x	
S6	CA	16.50 - 16.60				x	x	
S7	CA	4.15 - 4.30					x	
S7	CA	5.30-5.40			x			
S7	CA	5.40-5.65		x				
S7	CA	5.65 - 5.75					x	
S7	CA	6.10 - 6.30					x	
S7	CA	18.90 - 19.00				x	x	

LEGENDA

TRIAX	prova triassiale con determinazione del modulo di young
TR	prova di taglio diretto lungo le discontinuità
PL	point load
TI	brasiliana
PUV	massa volumica
CM	compressione monoassiale con determinazione del modulo di
x	provino ricavato

Si propone, inoltre, di effettuare n°3 analisi diffrattometriche a raggi X e n°3 analisi a fluorescenza sia sulla roccia integra che sul materiale cataclasato per accertarne la natura mineralogica

ALLEGATO 1.g

Prove geofisiche

1. INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE PROVE SISMICHE DI TIPO PASSIVO

1.1 Premessa

La presente relazione descrive i risultati dell'indagine geofisica di superficie, eseguita con tecnica di tipo passivo, per la determinazione del parametro velocimetrico V_{s30} , come previsto dal Testo Unico per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche del 04.02.2008.

Sono state effettuate n.5 registrazioni sismiche tipo HVSR di microtremore ambientale, denominate rispettivamente PSP S1, PSP S2, PSP S5, PSP S6, PSP S7.

L'ubicazione dei punti di indagine è indicata in planimetria.

1.2 Tecnica d'indagine

L'indagine è stata condotta con un tromografo digitale modello Micromed Tromino, dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente (UP-DOWN), senza cavi esterni per l'acquisizione del rumore sismico.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Il quadro stratigrafico che le tecniche di sismica passiva possono restituire, si basa sul concetto di contrasto di impedenza; per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e la densità del mezzo stesso.

In applicazione alla metodologia di base studiata da Nakamura tutte le misure a stazione singola in campo aperto sono state orientate secondo il Nord.

In allegato alla presente relazione si uniscono i seguenti elaborati:

- Rapporto spettrale tra la componente orizzontale e verticale del rumore sismico (H/V)

- Grafico H/V Time history
- Grafico relativo alle singole componenti N-S, W-E, UP-Down
- Grafico di fittaggio della curva.

1.3 Cenni storici e stratigrafia sismica da indagini a stazione singola

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazioni relative al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito.

Tra questi la tecnica che si è maggiormente consolidata è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo HVSR consiste nello studio del rapporto spettrale tra la componente orizzontale del rumore e quella verticale (H/V spectrum).

Il valore di tale rapporto è direttamente correlato con la frequenza di risonanza determinata dal passaggio tra due strati con una differenza significativa del contrasto di impedenza (velocità delle onde e densità del materiale).

Considerando due strati con differente impedenza acustica, la frequenza di risonanza (f_r) è legata allo spessore (h) dello primo strato ed alla velocità delle onde di taglio V_{s1} che lo attraversano dalla seguente relazione: $f_r = V_{s1} / 4 H$ (o ugualmente $T = 4H/V_{s1}$) [1], essendo la frequenza l'inverso del periodo, nota come legge del "quarto di lunghezza d'onda".

L' HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle principali frequenze di risonanza del sito da edificare e, inoltre, la caratterizzazione strutturale dinamica di un edificio già realizzato.

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di corpo (body wave) P o S e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh oltre che di Love; tali onde sono prodotte da interferenza costruttiva di delle body wave ed in particolare la velocità delle onde di Rayleigh sono molto prossima a quella delle onde S (differenza di circa il 5%).

Per quanto detto la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa.

Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock non è sempre applicabile e possono esserci eterogeneità laterali importanti, ed infine la topografia può non essere piana.

L'inversione delle misure di microtremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e in alcuni casi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu.

1.4 Procedura di analisi dei dati

I dati raccolti sono stati elaborati, per ogni punto di misura e per ognuna delle tre componenti del moto, eseguendo l'analisi spettrale del segnale per evidenziare la distribuzione in frequenza del noise.

I dati spettrali risultanti dalle elaborazioni numeriche effettuate sono tarate sino a circa 25 Hz, in quanto entro tale limite rientrano le frequenze maggiormente significative dal punto di vista geologico – tecnico.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. Le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione al tromografo TROMINO, con i seguenti parametri: a) larghezza delle finestre d'analisi pari a 20 s; b) lisciamiento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale; c) rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore a 2; d) rimozione manuale di eventuali transienti "rumore" ancora presenti.

2. Le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

Per l'elaborazione finale è stata seguita la procedura consigliata nelle linee guida del SESAME, acronimo di Site Effect Assessment Using Ambient Excitations, un progetto di ricerca europeo condotto nel triennio 2003-2005 al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di micro-zonazione sismica attraverso le misure del noise ambientale.

1.5 Elaborazione e risultati dell'indagine

Sono state effettuate n.5 acquisizioni sismiche ubicate come indicato in planimetria; l'accoppiamento strumento/terreno naturale è stato realizzato mediante tre piedini ad infissione.

In fig.1 sono rappresentati i grafici del rapporto spettrale H/V relativo alle cinque prospezioni effettuate; come si nota le curve presentano un andamento più articolato nel campo delle frequenze compreso fra 10 e 50 Hz, per assumere poi un andamento uniforme per valori di frequenza minori di 10 Hz.

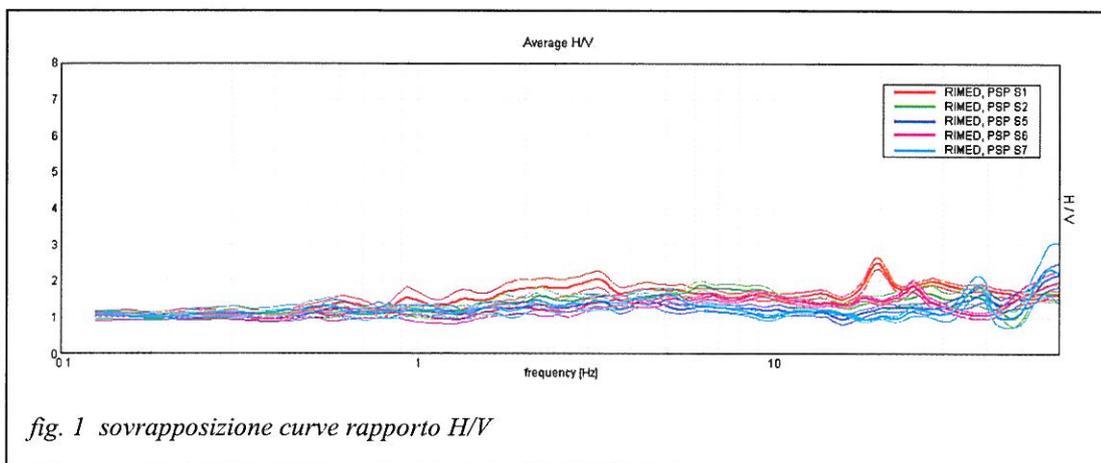


fig. 1 sovrapposizione curve rapporto H/V

La lunghezza di registrazione delle prospezioni è stata pari ad un tempo di 20 minuti; in alcuni casi non è stata analizzata l'intera traccia ma è stata preventivamente effettuata una "pulizia" del segnale laddove risultava evidente la presenza di artefatti.

Sulla base dell'elaborazione ed analisi dei grafici ottenuti, si osserva infatti la presenza di picchi poco marcati nel range compreso fra 20 Hz e 40 Hz, indice del contrasto di velocità delle onde sismiche al passaggio tra i terreni di copertura ed il bedrock.

Dalla frequenza pari a 10 Hz fino a 0,1 Hz e oltre la curva mostra uno sviluppo praticamente monocorde attestandosi sul valore del rapporto spettrale H/V pari a circa 1, indice della continuità del bedrock fino a profondità certamente superiori ai 30 m.

Su tali basi si è ricostruito quindi il modello di sottosuolo e la curva sintetica che è stata comparata alla curva sperimentale, ottenendo un discreto fittaggio, così come confermato dal parziale soddisfacimento dei criteri fissati dal SESAME (2004); a tal proposito è opportuno precisare che il mancato soddisfacimento di alcuni dei criteri relativi all'evidenza di picchi del rapporto H/V è da imputarsi al passaggio talora non netto tra il terreno di copertura ed il bedrock sottostante, caratterizzato al tetto da livelli scompaginati misti a terre rosse.

Al contrario tutti e tre i criteri fissati dal SESAME relativi all'affidabilità della curva H/v risultano soddisfatti.

Nello specifico è possibile quindi individuare un sismostrato correlabile alla coltre di copertura di spessore non superiore a m 3,00 con velocità delle onde di taglio comprese fra 250 e 400 m/s, ed il sottostante bedrock calcareo caratterizzato da velocità crescenti con la profondità che nell'ambito dei 30 m raggiungono valori dell'ordine di 1000 m/s.

Si precisa comunque che non necessariamente i sismostrati coincidono con gli spessori dei litotipi, poiché possono esserci strati contigui litologicamente diversi caratterizzati da valori simili delle velocità delle onde elastiche e così pure strati litologicamente omogenei in cui la velocità varia a seguito di variazione di uno dei parametri fisici come ad esempio la porosità o il contenuto d'acqua.

La velocità equivalente delle onde di taglio è definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s]}$$

Nella tabella seguente si riepilogano i risultati del calcolo del parametro $V_{S,30}$ per le 5 registrazioni sismiche:

Registrazione	$V_{S,30}$ [m/s]
PSP S1	610
PSP S2	702
PSP S5	734
PSP S6	740
PSP S7	752

Il calcolo del valore medio della $V_{S,30}$ conduce quindi per le cinque prospezioni analizzate ad un risultato pari a **707 m/s**, che colloca i terreni del sottosuolo nella **categoria B**.

L'elaborazione ed interpretazione delle singole acquisizioni è descritta in appendice A.

RIMED, PSP S1

Instrument: TRZ-0076/01-10

Start recording: 10/11/10 12:07:06 End recording: 10/11/10 12:27:06

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

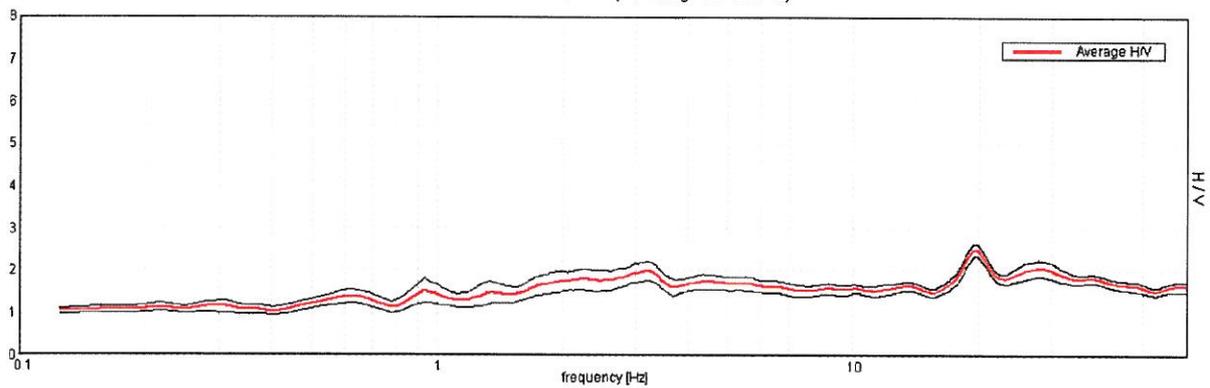
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

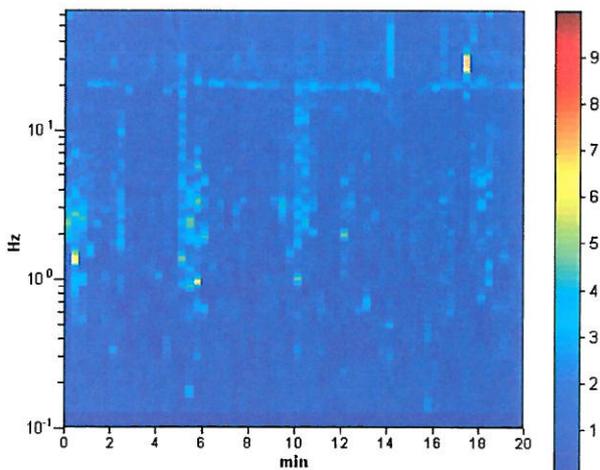
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

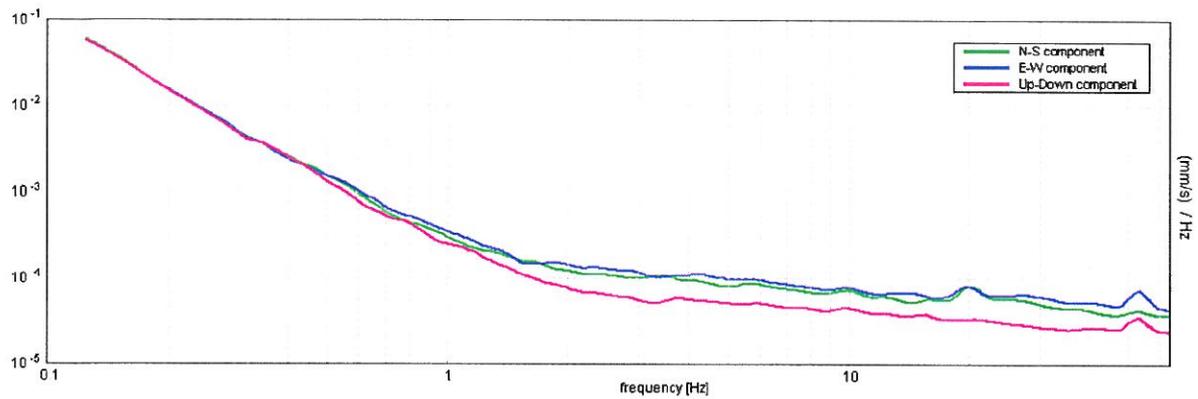
Max. HV at 19.69 ± 2.67 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

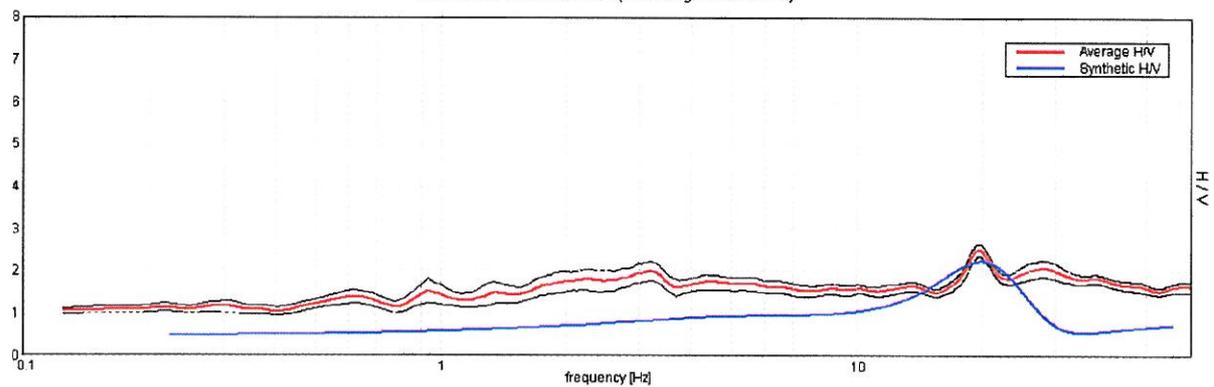


SINGLE COMPONENT SPECTRA



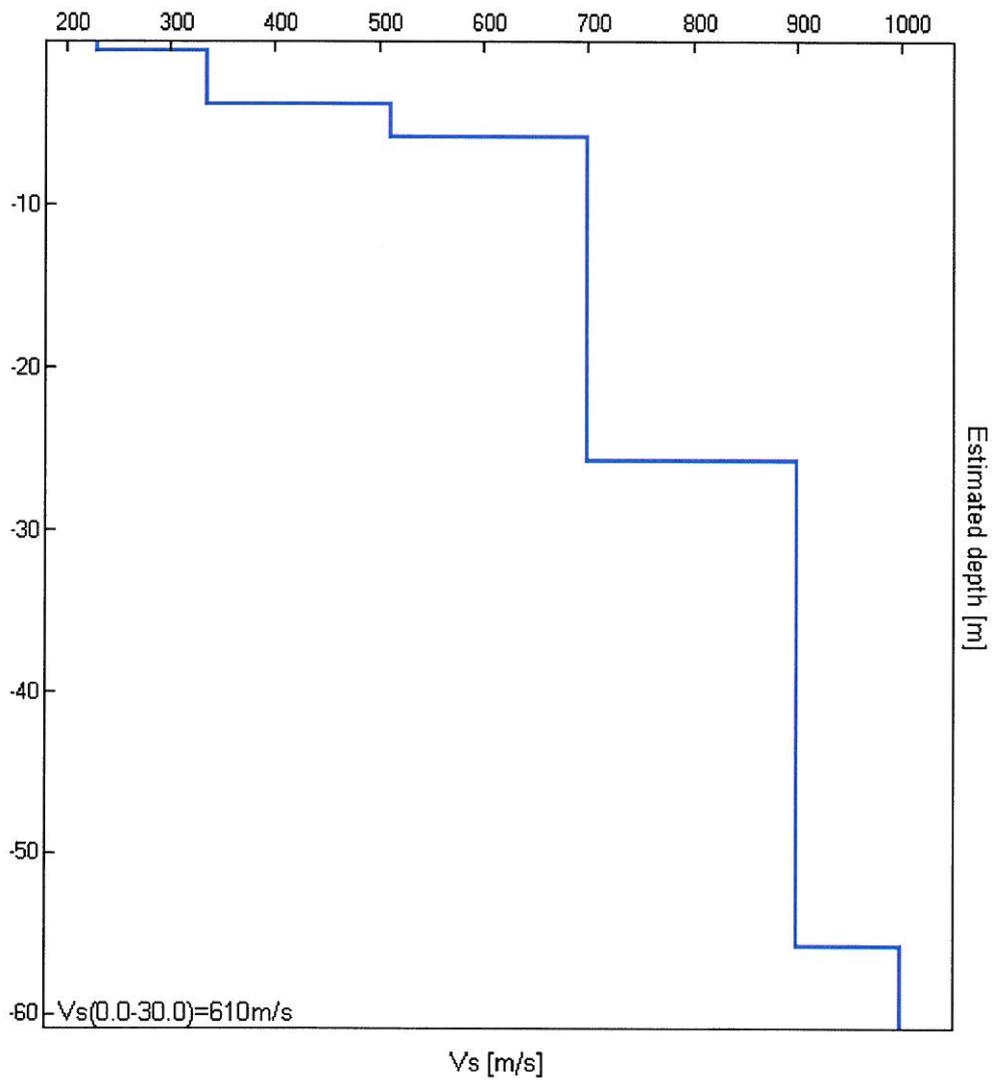
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 19.69 ± 2.57 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz)



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	230	0.35
3.80	3.30	335	0.35
5.80	2.00	510	0.30
25.80	20.00	700	0.30
55.80	30.00	900	0.30
inf.	inf.	1000	0.30

Vs₃₀ = 610 m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 19.69 ± 2.57 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

$f_0 > 10 / L_w$	19.69 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	23625.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 946 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.50 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06468 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.27331 < 0.98438		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0754 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RIMED, PSP S2

Instrument: TRZ-0076/01-10

Start recording: 10/11/10 14:06:29 End recording: 10/11/10 14:26:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

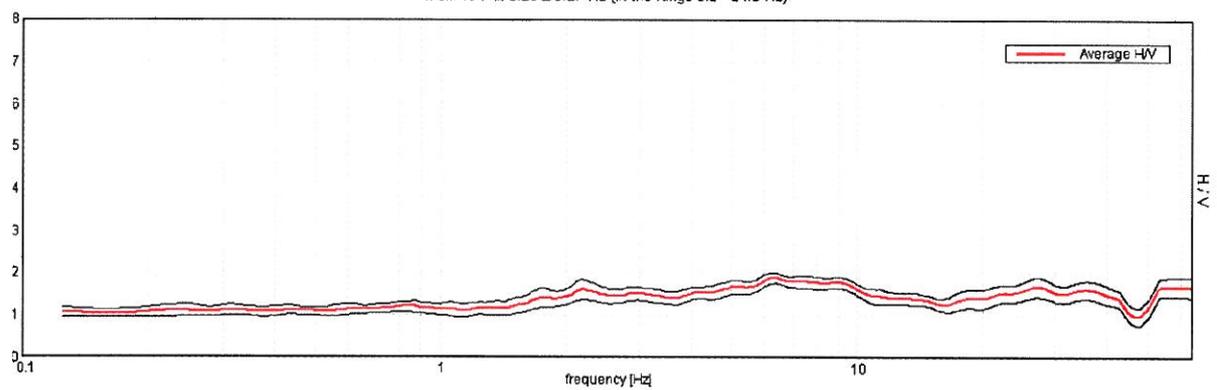
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

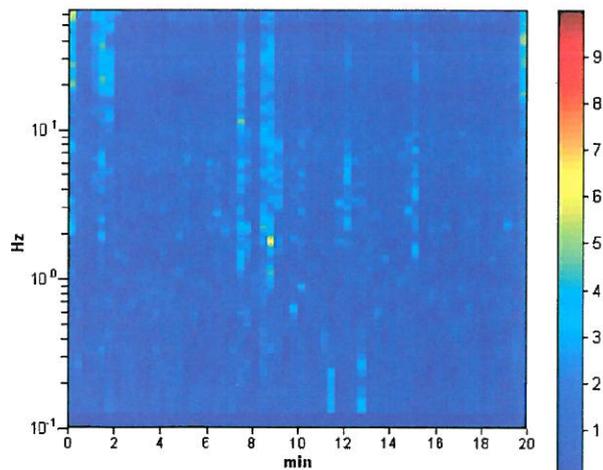
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

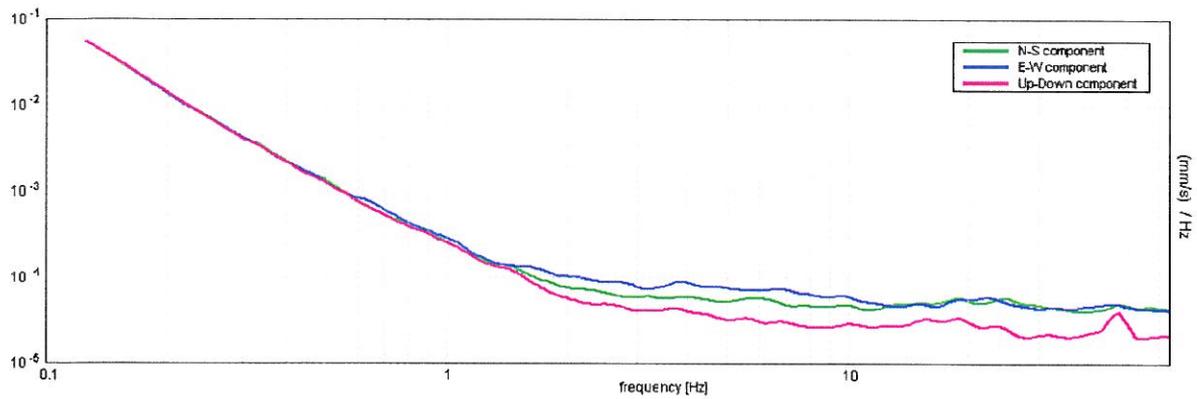
Max. H/V at 6.25 ± 9.27 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz)



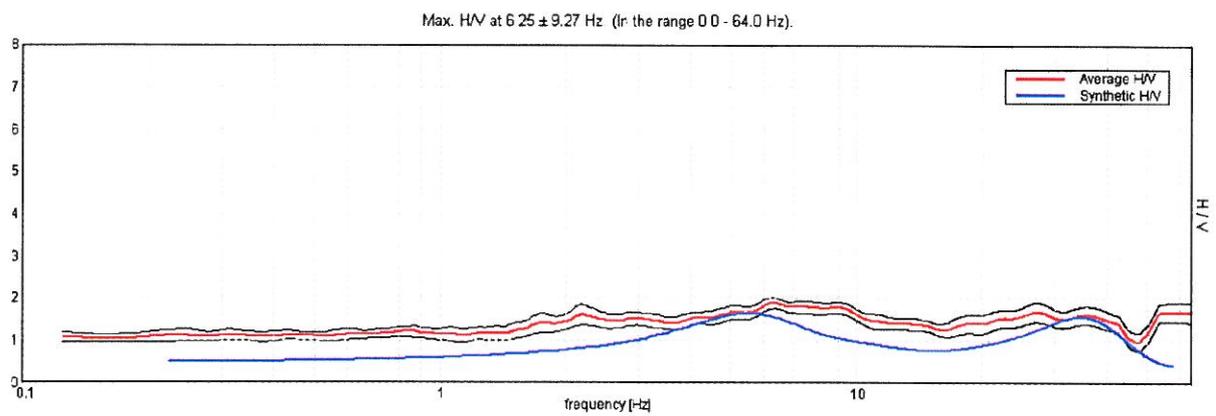
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

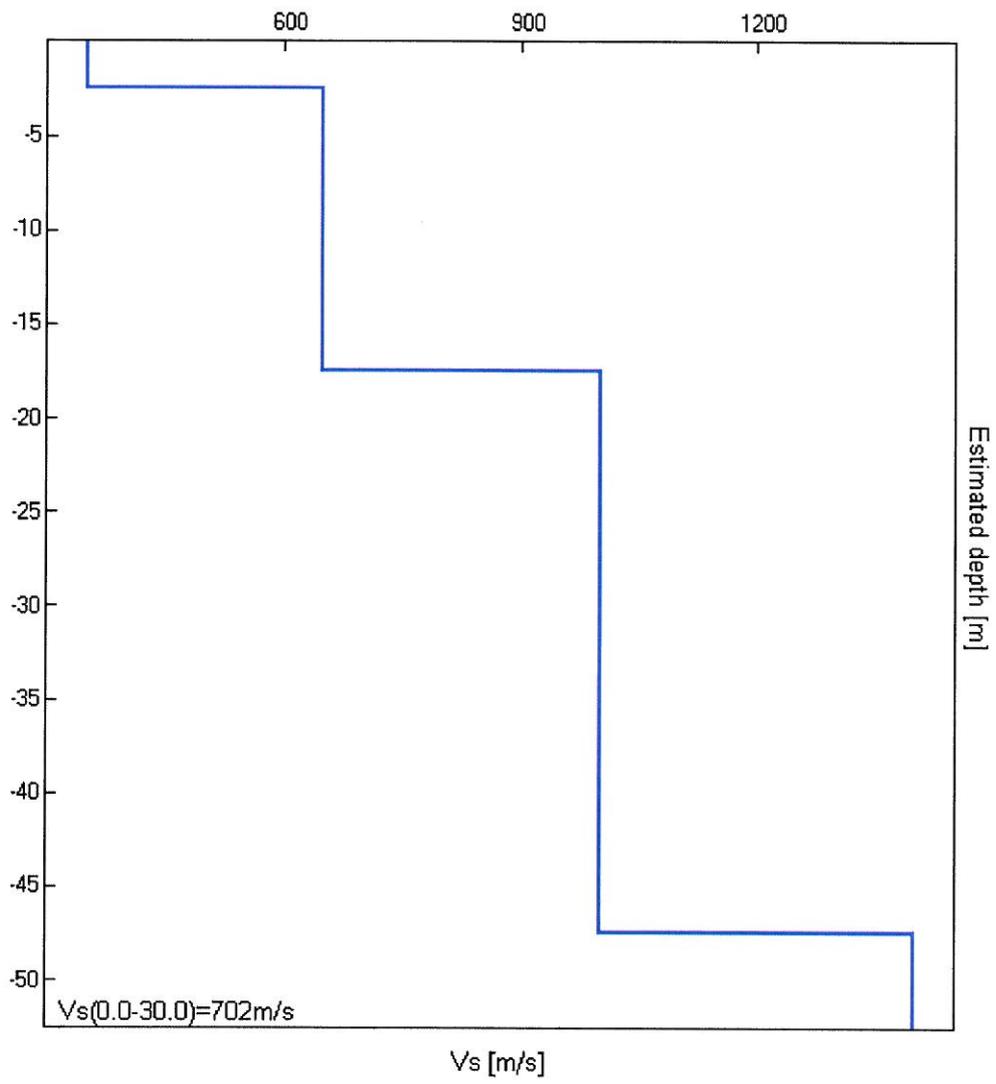


EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	350	0.35
17.50	15.00	650	0.35
47.50	30.00	1000	0.30
inf.	inf.	1400	0.30

Vs₃₀ = 702 m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 6.25 ± 9.27 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve			
$f_0 > 10 / L_w$	$6.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$7500.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 301 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.88 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.73524 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$4.59522 < 0.3125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0643 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RIMED, PSP S5

Instrument: TRZ-0076/01-10

Start recording: 10/11/10 12:38:17 End recording: 10/11/10 12:58:18

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 87% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

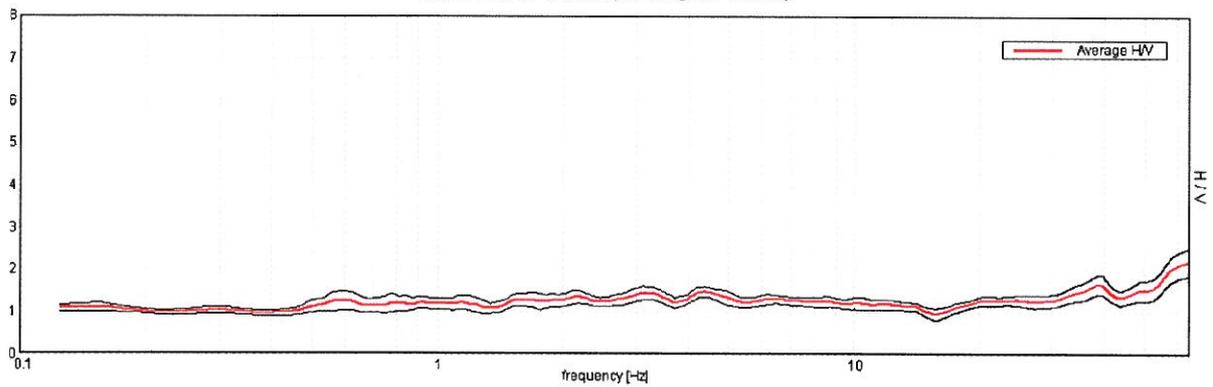
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

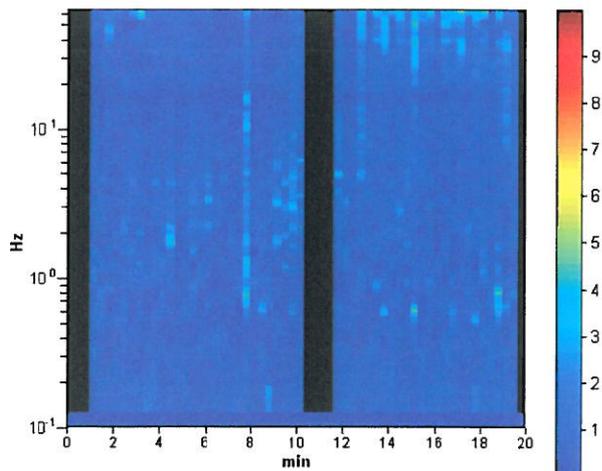
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

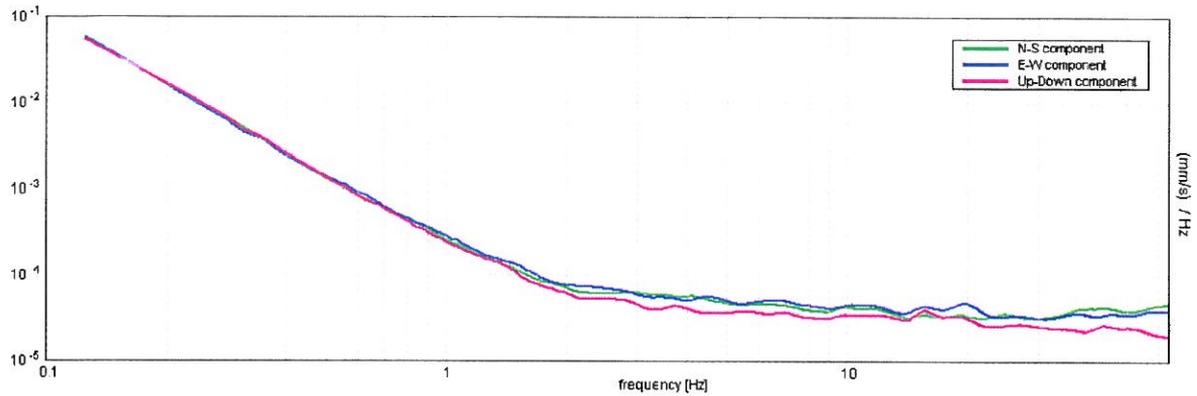
Max. H/V at 63.97 ± 6.76 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

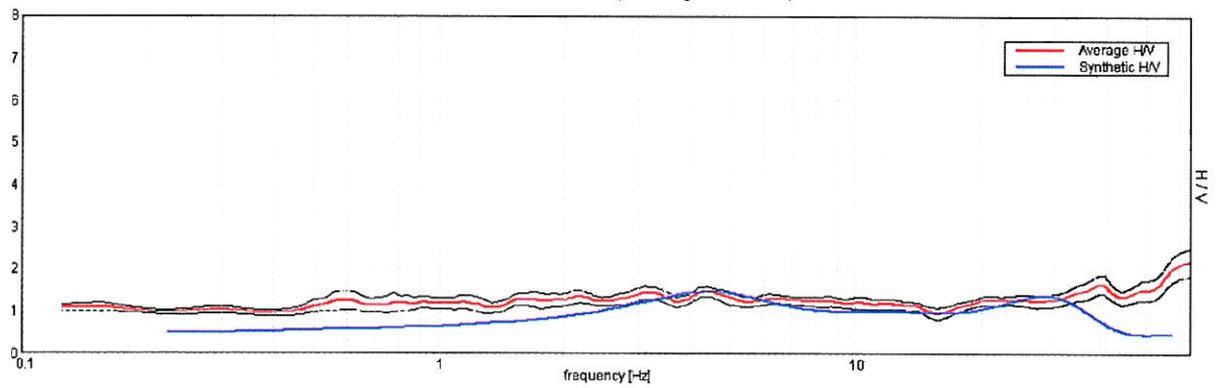


SINGLE COMPONENT SPECTRA



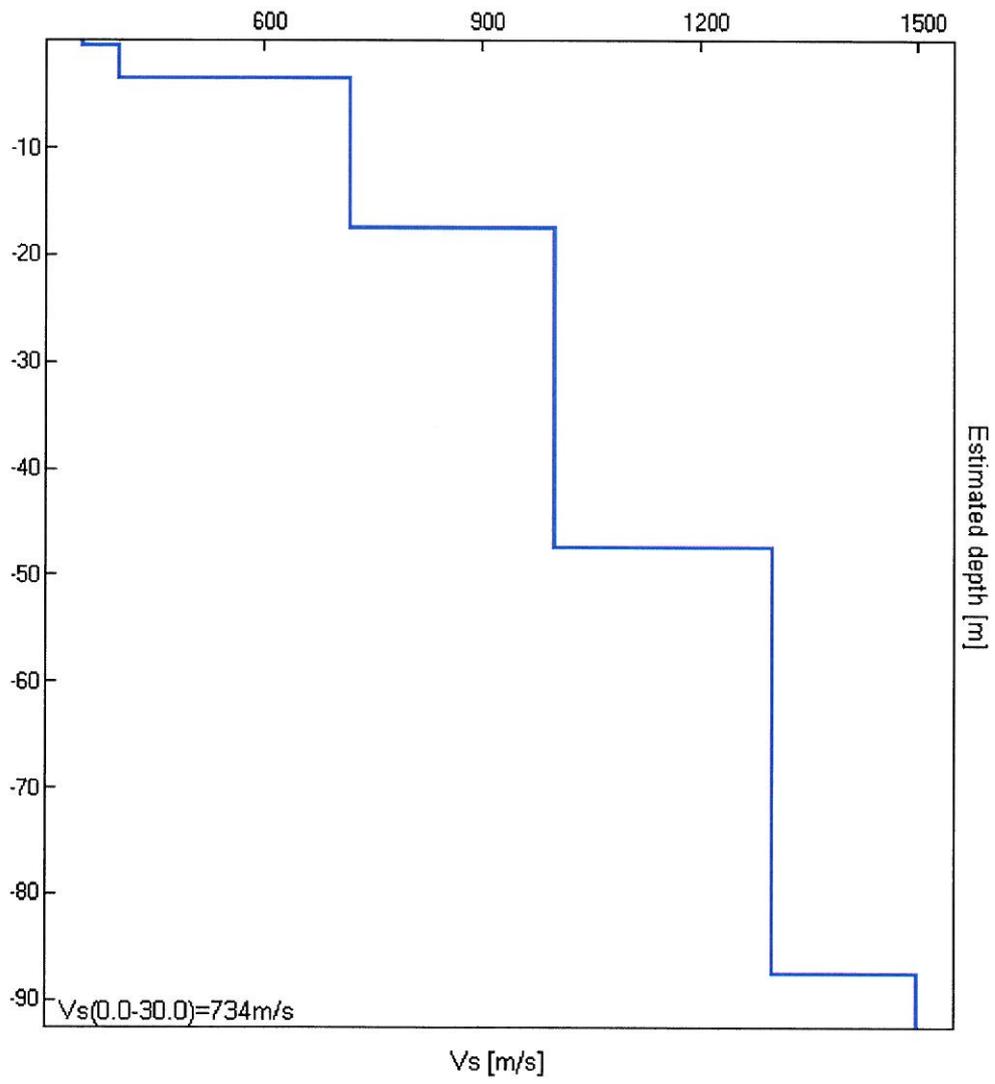
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.97 ± 6.76 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	350	0.35
3.50	3.00	400	0.35
17.50	14.00	720	0.35
47.50	30.00	1000	0.35
87.50	40.00	1300	0.30
inf.	inf.	1500	0.30

Vs₃₀ = 734 m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 63.97 ± 6.76 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve			
$f_0 > 10 / L_w$	63.97 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	66527.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1026 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.18 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05214 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.33541 < 3.19844		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1629 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RIMED, PSP S6

Instrument: TRZ-0076/01-10

Start recording: 10/11/10 13:28:33 End recording: 10/11/10 13:48:34

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 78% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

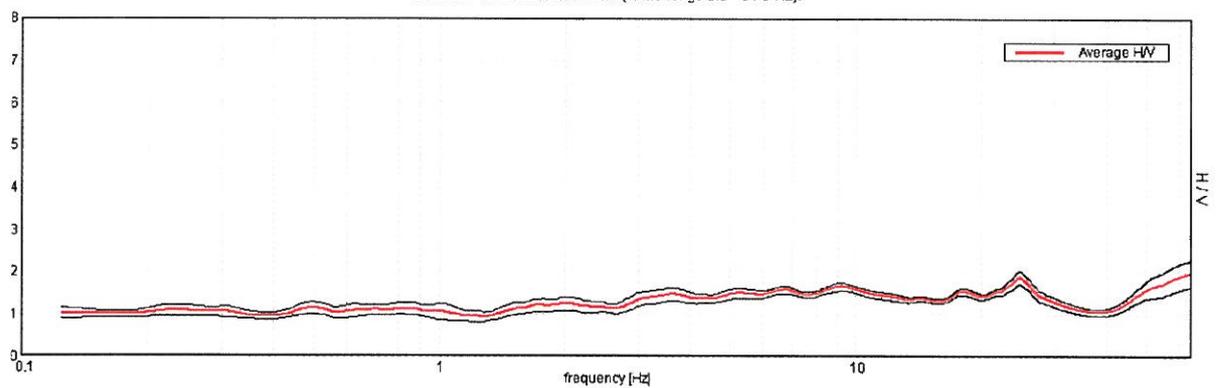
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

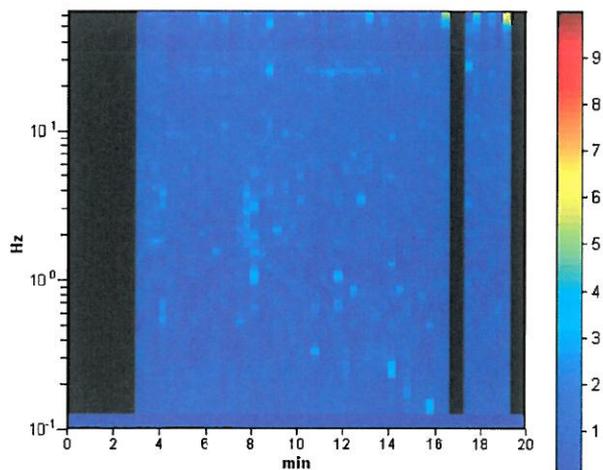
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

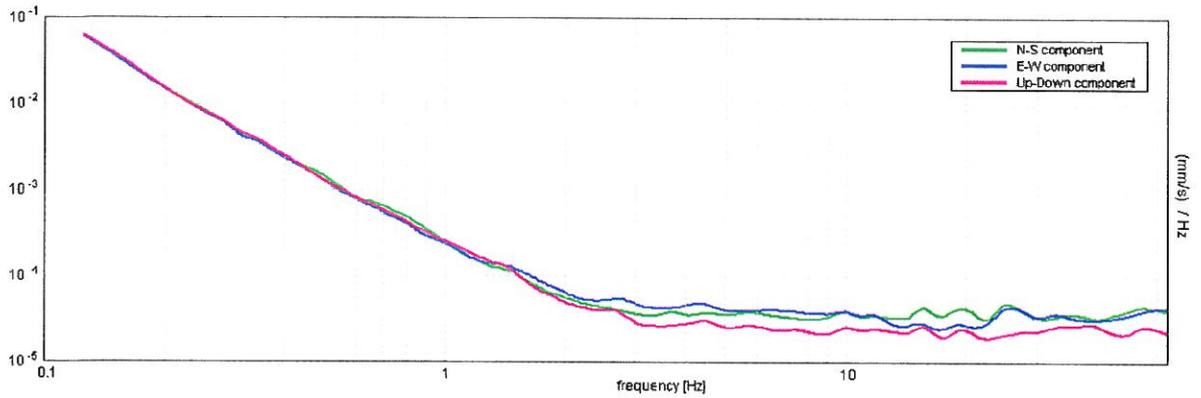
Max. H/V at 63.53 ± 12.64 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

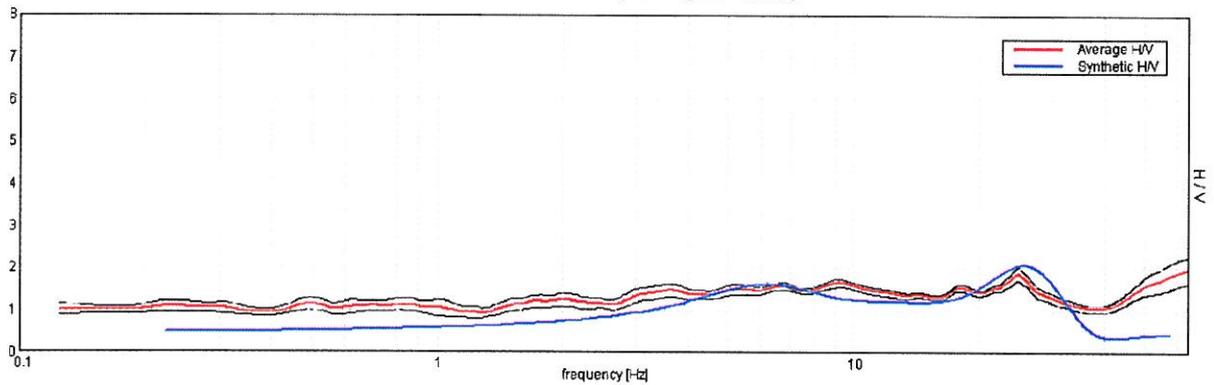


SINGLE COMPONENT SPECTRA



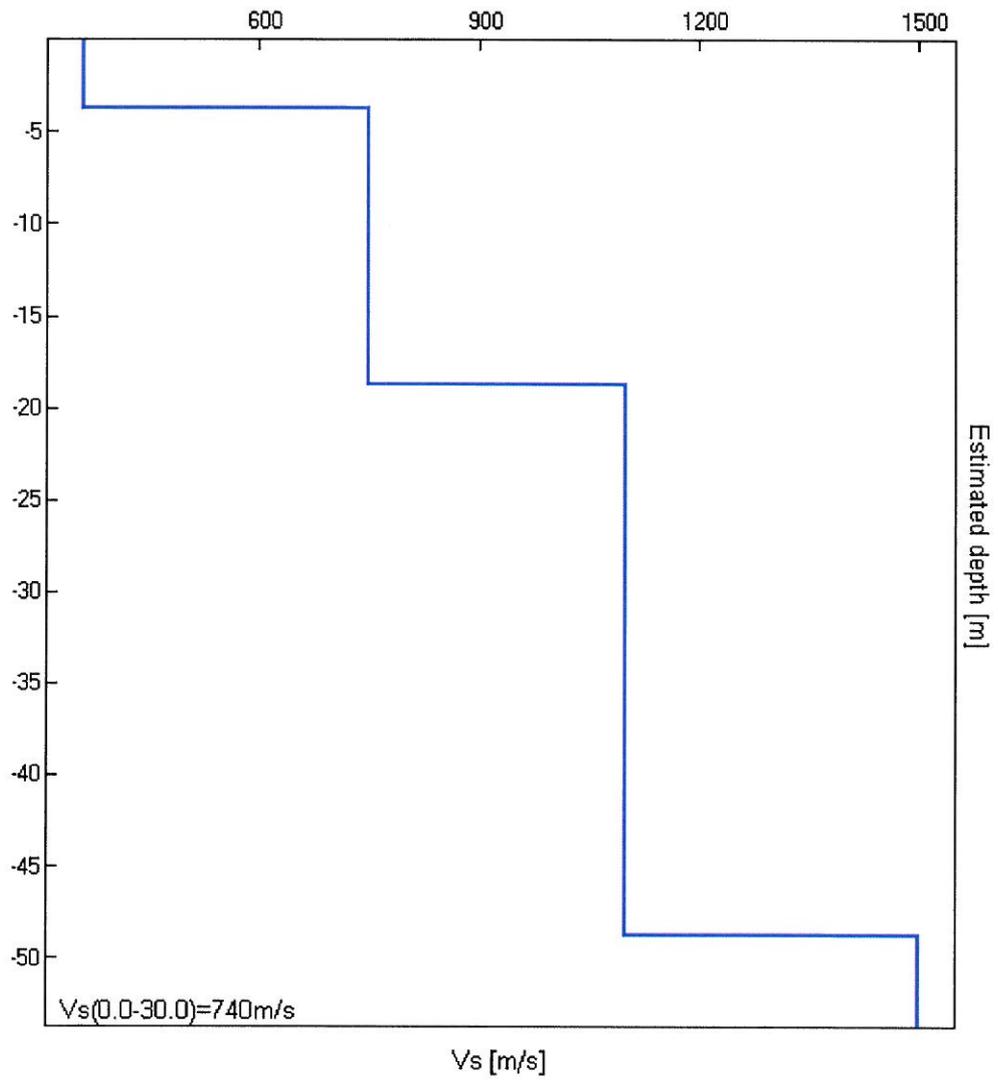
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 63.63 ± 12.64 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
3.70	3.70	360	0.35
18.70	15.00	750	0.35
48.70	30.00	1100	0.30
inf.	inf.	1500	0.30

Vs₃₀ = 740 m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Griffa* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 63.53 ± 12.64 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve			
$f_0 > 10 / L_w$	63.53 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	59719.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1032 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.95 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09778 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.21195 < 3.17656		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1552 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

RIMED, PSP S7

Instrument: TRZ-0076/01-10

Start recording: 10/11/10 14:38:49 End recording: 10/11/10 14:58:50

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 57% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

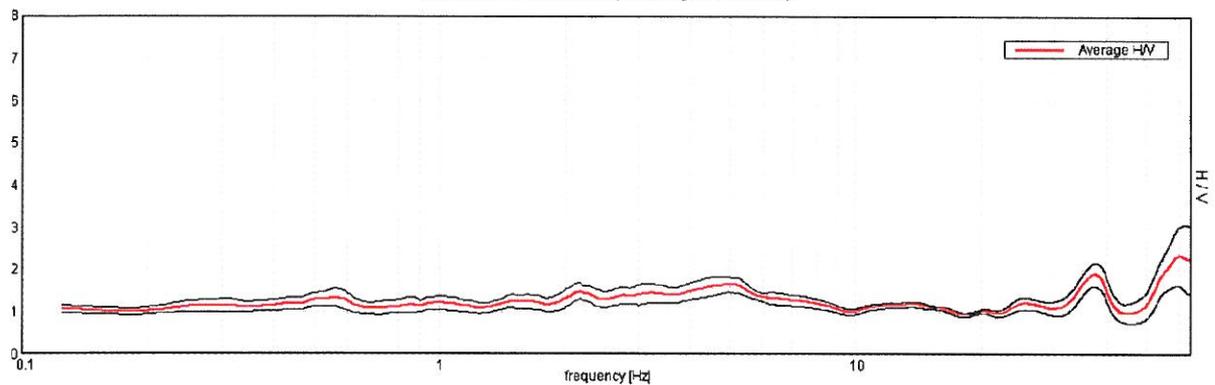
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

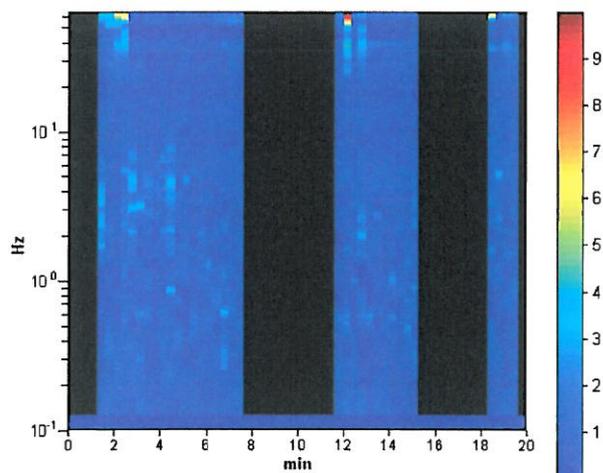
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

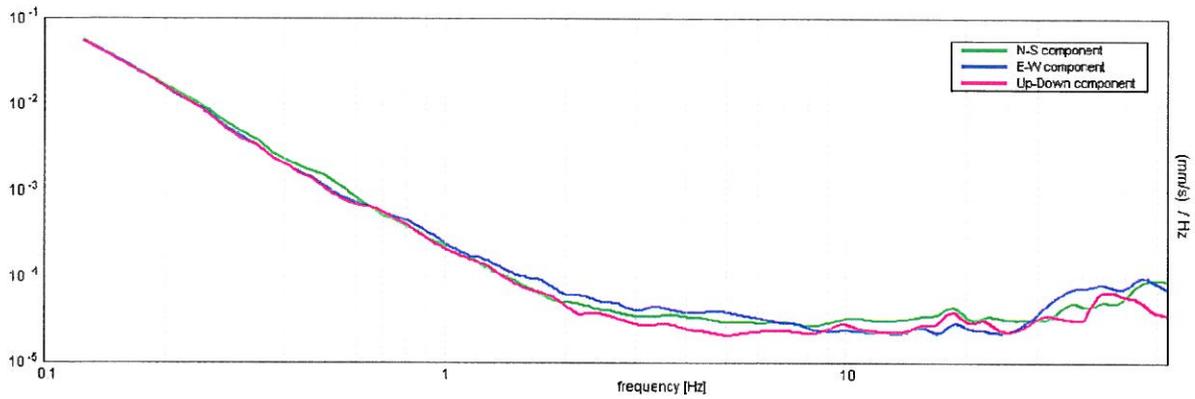
Max. H/V at 60.19 ± 0.44 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

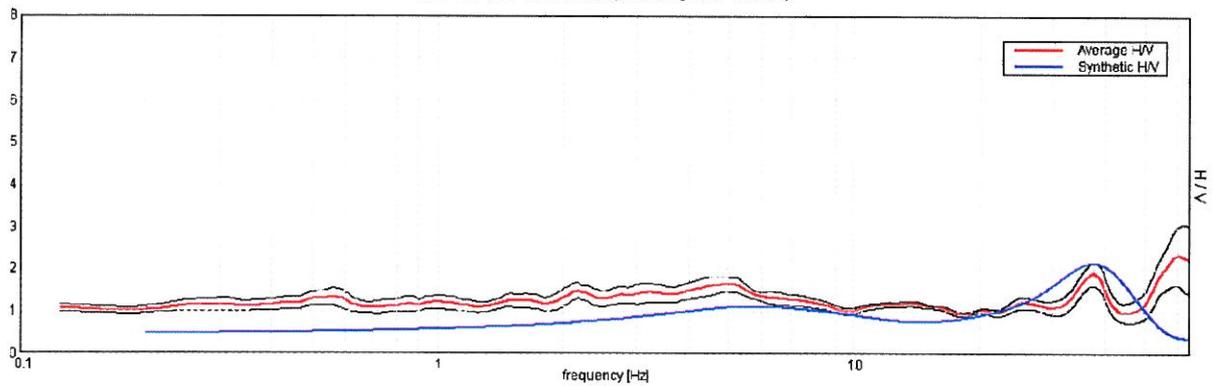


SINGLE COMPONENT SPECTRA



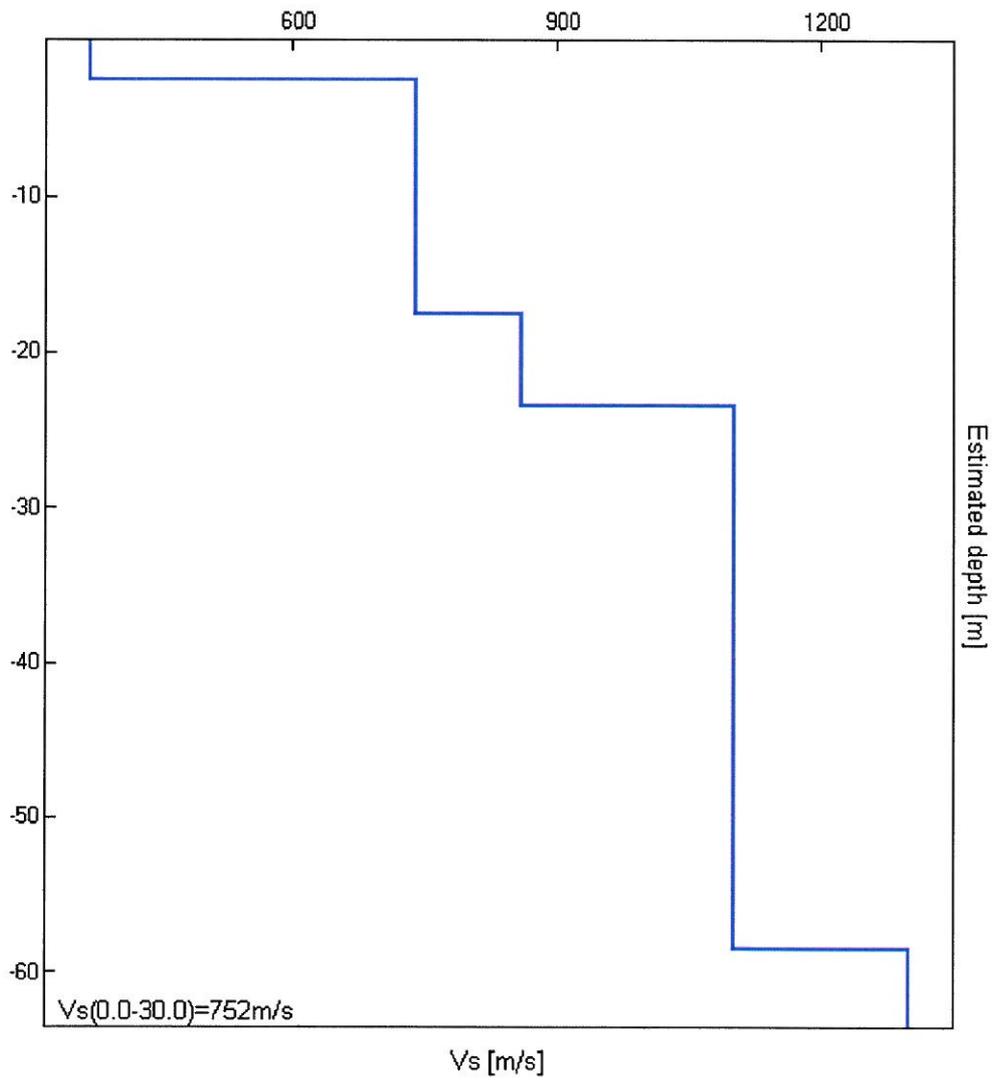
EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 60.19 ± 0.44 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	370	0.35
17.50	15.00	740	0.35
23.50	6.00	860	0.35
58.50	35.00	1100	0.30
inf.	inf.	1300	0.30

Vs₃₀ = 752 m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 60.19 ± 0.44 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve			
$f_0 > 10 / L_w$	60.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	40927.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1086 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	50.031 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.33 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00356 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.2145 < 3.00938	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3418 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

1. PREMESSA

Con la presente relazione si descrivono i risultati ottenuti da un'indagine geofisica di superficie, eseguita tramite 4 tomografie elettriche 2D commissionate dalla Fondazione Ri.MED nell'ambito del servizio di REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI, IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB DELLA FONDAZIONE Ri.MED

Le tomografie elettriche hanno consentito l'acquisizione di valori di resistività apparente, al fine di valutare la distribuzione di resistività reale nel sottosuolo al fine di individuare possibili cavità presenti nel sottosuolo.

Alla presente relazione si allegano:

- documentazione fotografica (allegato 1);
- ubicazione delle indagini eseguite (allegato 2);
- elaborati grafici delle 4 tomografie elettriche eseguite (allegato 3);

2. IL METODO GEOELETTTRICO

Il metodo geoelettrico si basa sul principio che la distribuzione di un campo di potenziale elettrico sulla superficie del terreno dipende, oltre che dalle caratteristiche geometriche della sorgente, anche dalla distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo. Se si considera una corrente immessa I nel sottosuolo da due elettrodi, A e B, posti sulla superficie del terreno, e due elettrodi, M ed N, tra i quali misurare una differenza di potenziale ΔV , è possibile definire un volume indagato come quel volume all'esterno del quale, ogni variazione di resistività del mezzo, produce variazioni trascurabili del valore di ΔV misurato fra M e N. Spostando i quattro elettrodi sulla superficie del terreno, mantenendo inalterate le loro posizioni relative, è possibile attribuire le variazioni della differenza di potenziale misurata a variazioni della distribuzione della resistività elettrica all'interno del volume indagato dalla corrente. La forma e l'ampiezza del volume indagato dipendono anche dalla distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo. Per eseguire misure di potenziale è necessario disporre sulla superficie del terreno un minimo di quattro elettrodi, due di corrente e due di potenziale. In teoria, è possibile effettuare misure di resistività apparente disponendo i quattro elettrodi sul terreno senza una configurazione geometrica regolare. Nella pratica, tuttavia, le configurazioni non regolari si rivelano poco utili ai fini dell'interpretazione dei dati, in quanto diventa complicato calcolare la profondità di penetrazione della corrente, la profondità d'indagine e il coefficiente geometrico k necessario per calcolare il parametro resistività apparente:

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} k \quad (\Omega \cdot m).$$

In figura 1 è mostrato schematicamente lo stendimento *dipolo-dipolo*, utilizzato per questa indagine, e il suo coefficiente geometrico. In questo stendimento i quattro elettrodi non sono necessariamente allineati. Gli elettrodi di corrente e di potenziale formano separatamente un dipolo di corrente e un dipolo di potenziale. La distanza tra i centri dei due dipoli è generalmente grande paragonata alla lunghezza di ciascun dipolo. Per l'indagine in esame è stato utilizzato uno stendimento *dipolo-dipolo* assiale, con i quattro elettrodi allineati.

Un set di dati può essere formato da misure effettuate con configurazioni elettrodeiche differenti e secondo differenti direzioni degli stendimento. Tuttavia, in pratica, esistono precise regole con le quali effettuare sondaggi di resistività apparente, interpretabili correttamente con modellistiche mono, bi e tridimensionali.

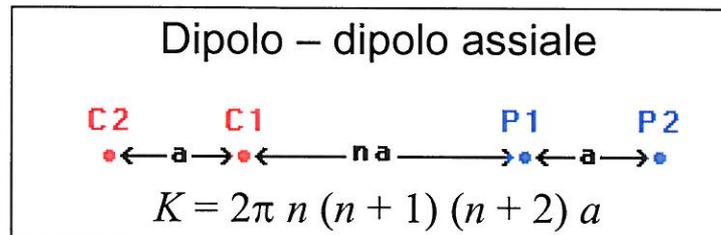


Figura 1 – Configurazione dello stendimento dipolo-dipolo assiale e valore del coefficiente geometrico relativo.

Le indagini geoelettriche che restituiscono un'immagine 2D del sottosuolo permettono di studiare le variazioni di resistività nella direzione verticale e nella direzione orizzontale lungo la linea di acquisizione. Si assume che la resistività nella direzione perpendicolare alla linea di acquisizione non cambia. In molti casi, particolarmente per indagini di corpi geologici allungati, è un'assunzione accettabile. I sondaggi di tomografia elettrica 2D vengono di solito effettuati usando un numero elevato di elettrodi, collegati ad un cavo multipolare.

Per rappresentare graficamente i dati ottenuti attraverso un'indagine geoelettrica 2D, il metodo che viene spesso usato è quello della costruzione grafica della "pseudosezione". La costruzione di pseudosezioni, è stata proposta per la prima volta da *Hallof* (1957), con l'utilizzo della configurazione lineare dipolo-dipolo per l'acquisizione delle misure di resistività apparente. L'ordine dipolare n viene progressivamente incrementato (così come mostrato in figura 2), ottenendo valori di resistività apparenti, relativi a volumi maggiori e sempre più estesi in profondità. I dati vengono poi rappresentati graficamente sulla sezione verticale passante per il profilo di acquisizione. Tale metodo grafico consiste esattamente nell'attribuire la misura di resistività apparente ad un punto della sezione, al di sotto del centro dello stendimento, proprio all'intersezione di due rette che si dipartono, con un'inclinazione di 45° , dai centri dei due dipoli (nel caso di una configurazione dipolo-dipolo). Sebbene le pseudosezioni più comuni siano quelle rappresentate a partire da misure di tipo doppio dipolo, tuttavia è possibile ricavare pseudosezioni anche da dati presi con altri tipi di configurazioni elettrodiche (Wenner, polo-dipolo, polo-polo, ecc.). Per queste configurazioni (ma può essere usato anche per il doppio dipolo) esiste un altro metodo per rappresentare sulla sezione il valore relativo ad una misura: quello di porre verticalmente il punto di misura in corrispondenza alla profondità d'indagine media, o pseudoprofondità, relativa alla configurazione elettrodica usata.

La pseudosezione, ottenuta effettuando il *contouring* dei valori di resistività apparente è un metodo conveniente e pratico per raffigurare le misure. Tuttavia, la pseudosezione fornisce una

visualizzazione molto approssimativa e talvolta distorta della reale distribuzione della resistività nel sottosuolo, a causa del fatto che la forma delle iso-resistive dipende fortemente, oltre che dalla reale distribuzione della resistività, anche dal tipo di stendimento utilizzato.

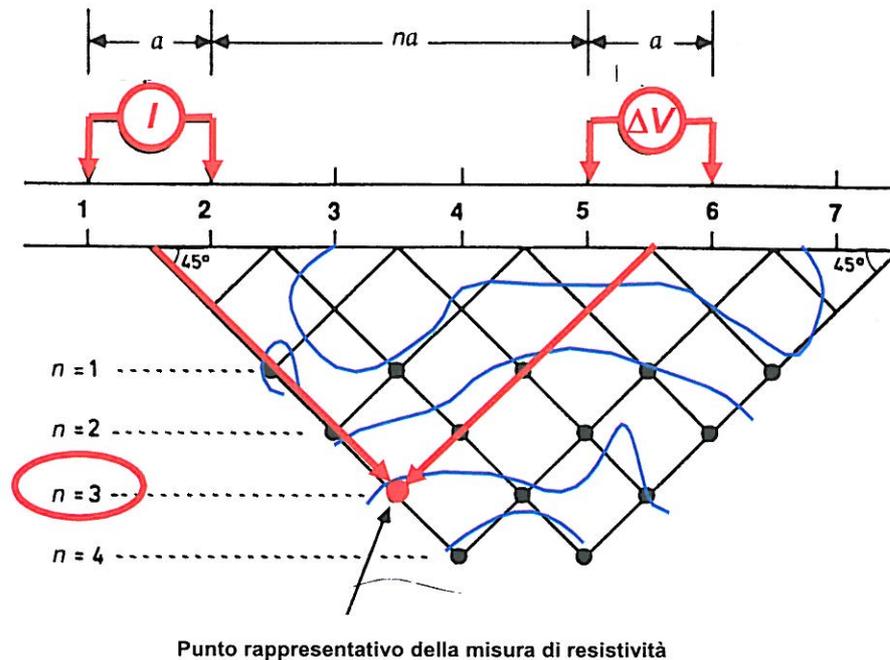


Figura 2 – Costruzione grafica di una pseudosezione effettuata con una configurazione dipolo-dipolo.

Da alcuni anni sono state messe a punto tecniche di inversione e di imaging, grazie alle quali si ricavano sezioni di resistività tendenzialmente indipendenti dalle caratteristiche geometriche del sistema d'acquisizione utilizzato. Tra queste tecniche ricadono i metodi che si basano sulla discretizzazione del mezzo, secondo superfici elementari, e nella successiva ottimizzazione del modello di resistività iniziale. Il metodo di ottimizzazione ai minimi quadrati di Gauss-Newton è uno di questi.

Nell'inversione geofisica, si cerca di trovare un modello che dia una risposta compatibile con i dati sperimentali. Il modello è una rappresentazione matematica idealizzata di una sezione del terreno, formata da un insieme di parametri che quantificano le proprietà fisiche che si vogliono stimare a partire dai dati osservati. La risposta del modello è data dai dati sintetici che possono essere calcolati per mezzo delle relazioni matematiche che definiscono il modello, per un determinato insieme di parametri del modello. Tutti i metodi d'inversione, essenzialmente, cercano di determinare un modello del sottosuolo la cui risposta sia compatibile con i valori

misurati. Nei metodi d'inversione geoelettrica basati sulla suddivisione del sottosuolo in pixel o voxel omogenei come valore di resistività, i parametri da determinare sono i valori di resistività delle celle, mentre i dati sono i valori di resistività apparente misurati.

La Polarizzazione Indotta (PI) è insieme di fenomeni transitori che avvengono nel terreno, se sottoposto ad un campo elettrico. Immettendo nel terreno una corrente di intensità costante I per un certo tempo T , e misurando la d.d.p. tra gli elettrodi MN, talvolta si osserva che quest'ultima raggiunge il valore a regime con andamento asintotico; analogamente nel momento in cui si interrompe la corrente agli AB, la d.d.p. agli MN non cade istantaneamente a zero, ma si scarica in un certo tempo.

Il comportamento del terreno può essere assimilato a quello di una distribuzione di condensatori che si caricano e si scaricano attraverso delle resistenze. Il tempo richiesto per ripristinare le condizioni di equilibrio è funzione del grado di polarizzabilità del terreno.

I principali fattori che determinano la PI sono la composizione mineralogica, la tessitura, la percentuale d'acqua (umidità naturale) e la composizione chimica dell'acqua interstiziale (elettrolita). La misura della polarizzazione indotta costituisce un valido aiuto per stabilire il contenuto di argilla e la composizione dei fluidi che riempiono i vuoti.

3. ACQUISIZIONE, ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DELLE TOMOGRAFIE ELETTRICHE 2D

I sondaggi geoelettrici 2D sono stati acquisiti utilizzando il georesistivimetro PASI 16G della Pasi srl ad alta risoluzione, in grado di effettuare e memorizzare acquisizioni con risoluzione di 30 μ V. Le acquisizioni possono essere visualizzate e trasferite su un computer esterno per l'elaborazione successiva. Lo strumento è costituito da un sistema multiprocessore in grado di generare autonomamente l'onda di energizzazione (onda quadra), immessa nel terreno attraverso gli elettrodi di corrente A e B, e contemporaneamente di acquisire dati dagli elettrodi di misura M ed N. L'acquisizione di tensione e di corrente viene fatta in modo contemporaneo con due letture (successivamente mediate), seguendo i parametri reimpostati. Al termine di ogni ciclo viene sottratto dinamicamente il potenziale spontaneo.

Sono state eseguite 4 tomografie elettriche, con diversa estensione e distribuzioni sul terreno degli elettrodi, secondo le direttrici, rispetto alle postazioni dei sondaggi, come riportato nella tabella 1.

Tomografia	Diretrice di stendimento	Lunghezza stendimento (m)	Numero elettrodi	Interdistanza (m)
ERT1	S6-S2-S7	520	105	5
ERT2	S5-S2	310	32	5
ERT3	S5-S3	320	32	5
ERT4	S5-S7	445	89	5

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche degli stendimenti delle 6 tomografie elettriche.

Per l'elaborazione dei dati di resistività apparente acquisiti, relativi a tutte le tomografie elettriche eseguite, non si è ritenuto necessario applicare una correzione topografica.

Una routine per la modellazione diretta è stata utilizzata per calcolare valori di resistività apparente sintetici, attraverso il metodo degli elementi finiti. Un algoritmo basato sulla tecnica di ottimizzazione ai minimi quadrati non-lineare è stato invece utilizzato per l'inversione dei dati sperimentali. Il programma suddivide il sottosuolo in un certo numero di blocchi rettangolari che serviranno per definire una pseudosezione di resistività apparente (attraverso la modellazione diretta) caratterizzata dalla migliore compatibilità con i valori di resistività apparente misurati. Il metodo prevede la minimizzazione delle differenze tra i valori di resistività apparente misurati e

quelli calcolati, modificando la resistività attribuita ad ogni blocco rettangolare. Ognuna di queste variazioni è detta iterazione.

ERT1 (direttrice S6-S7)

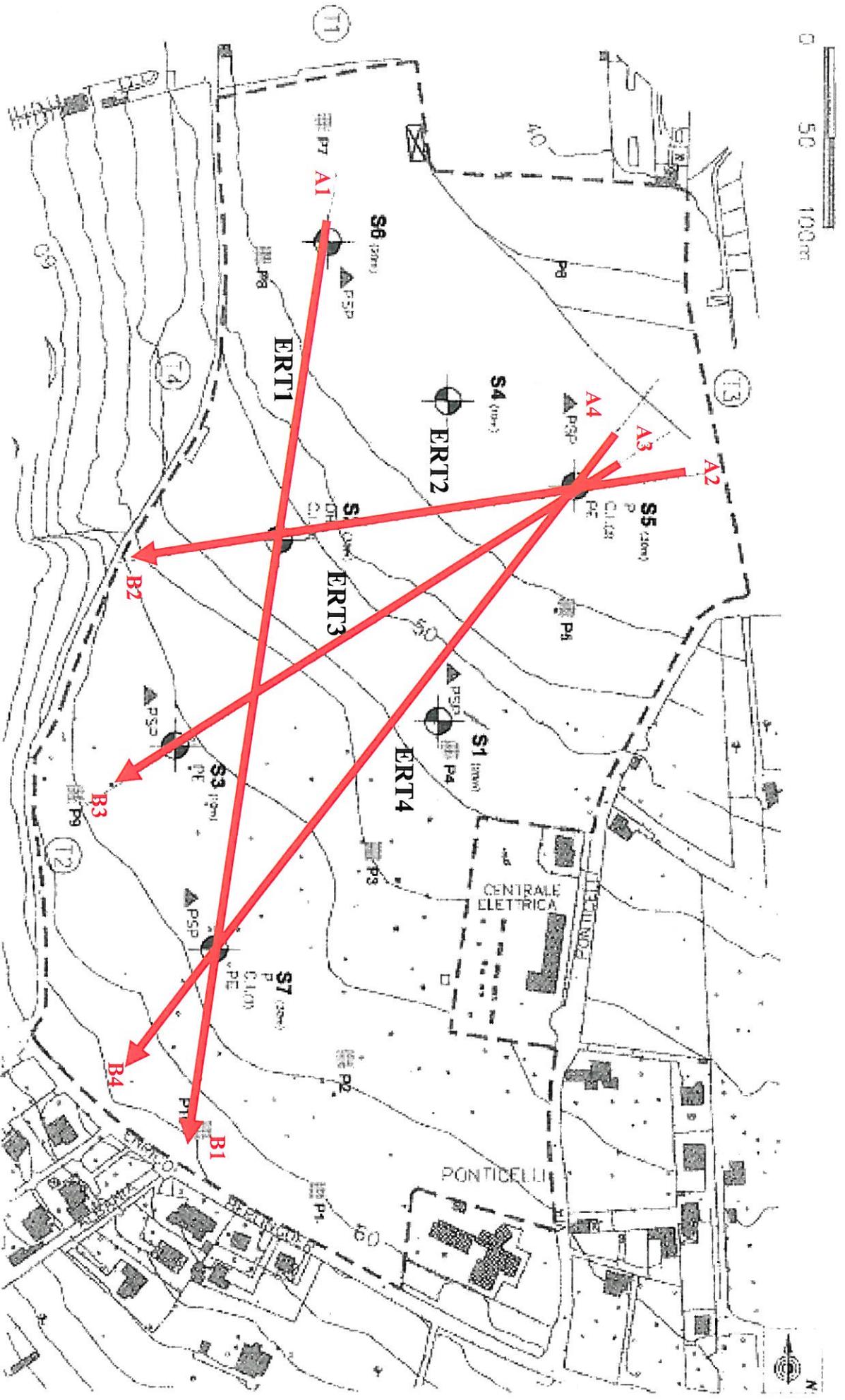
I dati sperimentali sono stati elaborati eseguendo 20 iterazioni e raggiungendo una differenza in percentuale tra i valori di resistività apparente misurati e quelli calcolati di 25.6%. I risultati dell'inversione dei dati sono mostrati nell'allegato 3. Per il sondaggio si è scelta una distanza interelettrodica di 5 metri. Il numero di livelli indagato ha permesso di raggiungere una profondità d'indagine di circa 19 metri, per un totale di 862 punti.

Il modello di resistività (allegato 3-1) ottenuto mostra uno strato superficiale caratterizzato da bassi valori di resistività (intorno a $50 \Omega \cdot m$) con uno spessore di circa 2-3 metri, variabile lungo il profilo, che poggia su un materiale caratterizzato da alti valori di resistività (anche $3500 \Omega \cdot m$). Il modello mostra una zona caratterizzata da bassi valori di resistività ad una profondità compresa tra 5 e 15 metri ad una distanza compresa tra 80 e 110 metri dall'inizio del profilo, che potrebbe essere interpretata con la presenza di calcare meno consistente. Si sottolinea inoltre la presenza di due zone caratterizzate da alti valori di resistività, ad una distanza dall'inizio del profilo compresa tra 140 e 160 metri (ad una profondità di circa 10 metri) e tra 420 e 450 metri (ad una profondità di circa 15 metri). Tali valori potrebbero essere interpretati con la presenza di possibili cavità, come suggerisce anche la presenza di grotte in aree circostanti a quella in studio; tuttavia le informazioni sulla geologia dell'area ottenute grazie alle perforazioni geognostiche eseguite sembrano avvalorare piuttosto l'interpretazione di tali zone con la presenza di calcare molto compatto. Infine, il modello di caricabilità ottenuto (allegato 3-2) mostra alcune zone ad alta caricabilità (in giallo-rosso) dovute probabilmente alla presenza di materiale limoso-argilloso.

ERT2 (direttrice S5-S2)

I dati sperimentali sono stati elaborati eseguendo 12 iterazioni e raggiungendo una differenza in percentuale tra i valori di resistività apparente misurati e quelli calcolati di 18.6%. I risultati dell'inversione dei dati sono mostrati nell'allegato 3. Per il sondaggio si è scelta una distanza interelettrodica di 5 metri. Il numero di livelli indagato ha permesso di raggiungere una profondità d'indagine di circa 17 metri, per un totale di 524 punti.

Il modello di resistività (allegato 3-1) ottenuto mostra uno strato superficiale caratterizzato da bassi valori di resistività (intorno a $50 \Omega \cdot m$) con uno spessore di circa 2-3 metri, variabile lungo il profilo, che poggia su un materiale caratterizzato da alti valori di resistività (anche 3500



Allegato 2

$\Omega \cdot m$). Il modello mostra una zona caratterizzata da bassi valori di resistività ad una profondità di circa 10 metri ad una distanza compresa tra 60 e 800 metri dall'inizio del profilo, che potrebbe essere interpretata con la presenza di calcare meno consistente. Si sottolinea inoltre la presenza di una zona caratterizzata da alti valori di resistività, ad una distanza dall'inizio del profilo compresa tra 220 e 240 metri, ad una profondità di circa 15 metri. Tali valori potrebbero essere interpretati con la presenza di una possibile cavità, come suggerisce anche la presenza di grotte in aree circostanti a quella in studio; tuttavia le informazioni sulla geologia dell'area ottenute grazie alle perforazioni geognostiche eseguite sembrano avvalorare piuttosto l'interpretazione di tali zone con la presenza di calcare molto compatto. Infine, il modello di caricabilità ottenuto (allegato 3-2) mostra una zona a maggiore caricabilità (in giallo-rosso) nella parte iniziale del profilo dovuta probabilmente alla presenza di materiale limoso-argilloso.

ERT3 (direttrice S5-S3)

I dati sperimentali sono stati elaborati eseguendo 15 iterazioni e raggiungendo una differenza in percentuale tra i valori di resistività apparente misurati e quelli calcolati di 21.8%. I risultati dell'inversione dei dati sono mostrati nell'allegato 3. Per il sondaggio si è scelta una distanza interelettrodica di 5 metri. Il numero di livelli indagato ha permesso di raggiungere una profondità d'indagine di circa 19 metri, per un totale di 489 punti.

Il modello di resistività (allegato 3-1) ottenuto mostra uno strato superficiale caratterizzato da bassi valori di resistività (intorno a $50 \Omega \cdot m$) con uno spessore variabile di circa 2-5 metri, che poggia su un materiale caratterizzato da alti valori di resistività (anche $3500 \Omega \cdot m$). Il modello mostra una zona caratterizzata da bassi valori di resistività dall'inizio del profilo fino ad una distanza di circa 50 metri, che potrebbe essere interpretata con la presenza di calcare meno consistente. Si sottolinea inoltre la presenza di una zona caratterizzata da alti valori di resistività, ad una distanza dall'inizio del profilo compresa tra 220 e 240 metri, ad una profondità di circa 15 metri. Tali valori potrebbero essere interpretati con la presenza di una possibile cavità, come suggerisce anche la presenza di grotte in aree circostanti a quella in studio; tuttavia le informazioni sulla geologia dell'area ottenute grazie alle perforazioni geognostiche eseguite sembrano avvalorare piuttosto l'interpretazione di tali zone con la presenza di calcare molto compatto. Infine, il modello di caricabilità ottenuto (allegato 3-2) mostra due zone ad alta caricabilità (in giallo-rosso), dovute probabilmente alla presenza di materiale limoso-argilloso. La prima si trova all'inizio del profilo ad una profondità maggiore di 10 metri. La seconda, di

minore intensità, si trova a circa 280 metri di distanza dall'inizio del profilo, sempre ad una profondità maggiore di 10 metri.

ERT4 (direttrice S5-S3)

I dati sperimentali sono stati elaborati eseguendo 15 iterazioni e raggiungendo una differenza in percentuale tra i valori di resistività apparente misurati e quelli calcolati di 17.6%. I risultati dell'inversione dei dati sono mostrati nell'allegato 3. Per il sondaggio si è scelta una distanza interelettrodica di 5 metri. Il numero di livelli indagato ha permesso di raggiungere una profondità d'indagine di circa 19 metri, per un totale di 716 punti.

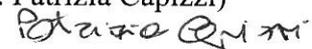
Il modello di resistività (allegato 3-1) ottenuto mostra uno strato superficiale caratterizzato da bassi valori di resistività (intorno a $50 \Omega \cdot m$) con uno spessore variabile di circa 2-5 metri, che poggia su un materiale caratterizzato da alti valori di resistività (anche $3500 \Omega \cdot m$). Il modello mostra due zone caratterizzate da bassi valori di resistività. La prima ad una distanza compresa tra 150 e 200 metri dall'inizio del profilo e ad una profondità di circa 15 metri. La seconda ad una distanza compresa tra 220 e 240 metri dall'inizio del profilo dalla superficie fino ad una profondità di circa 18 metri. Entrambe queste aree sono probabilmente dovute alla presenza di calcare meno consistente con possibile presenza di zone umide. Si sottolinea inoltre la presenza di una zona caratterizzata da alti valori di resistività, ad una distanza dall'inizio del profilo compresa di circa 280 metri, ad una profondità di circa 8 metri. Tali valori potrebbero essere interpretati con la presenza di una possibile cavità, come suggerisce anche la presenza di grotte in aree circostanti a quella in studio; tuttavia le informazioni sulla geologia dell'area ottenute grazie alle perforazioni geognostiche eseguite sembrano avvalorare piuttosto l'interpretazione di tali zone con la presenza di calcare molto compatto. Infine, il modello di caricabilità ottenuto (allegato 3-2) mostra numerose zone ad alta caricabilità (in giallo-rosso) dovute probabilmente alla presenza di materiale limoso-argilloso, presenti dall'inizio del profilo fino ad una distanza di 300 metri e posizionate a diverse profondità.

È bene infine precisare che, a causa della variazione di parametri fisico - elettrici (porosità, contenuto d'acqua, grado di fatturazione, presenza di materiali polarizzabili ecc.), non sempre gli spessori elettrostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

Palermo, 18/11/2010



Il Geologo
(dott. Patrizia Capizzi)



R.T.I.
GEOLAB s.r.l. - SICON



Acquisizione del profilo tomografico ERT1 in prossimità del sondaggio geognostico S6



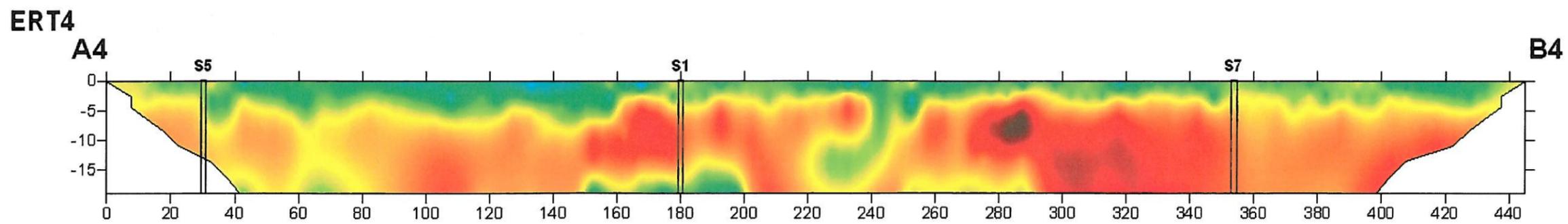
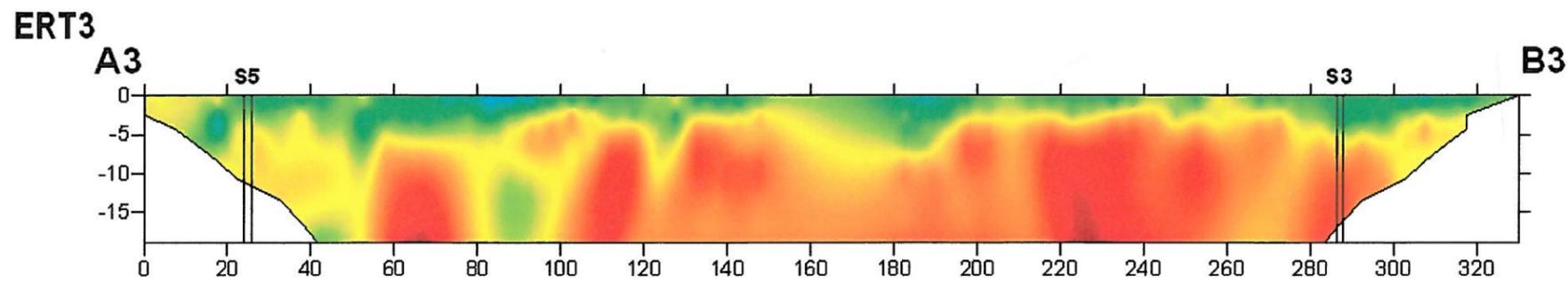
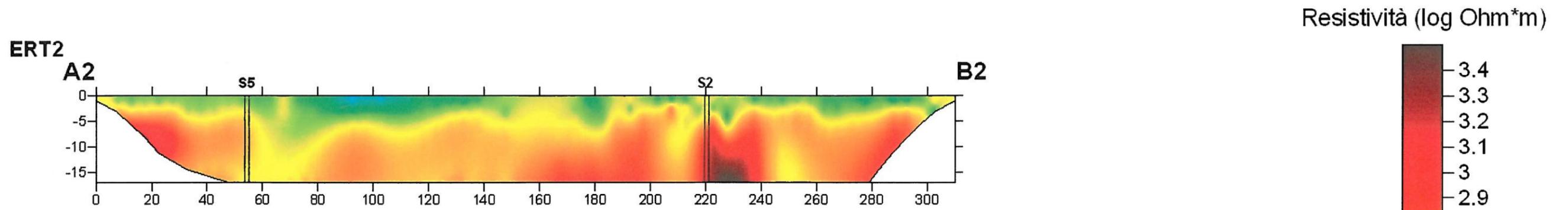
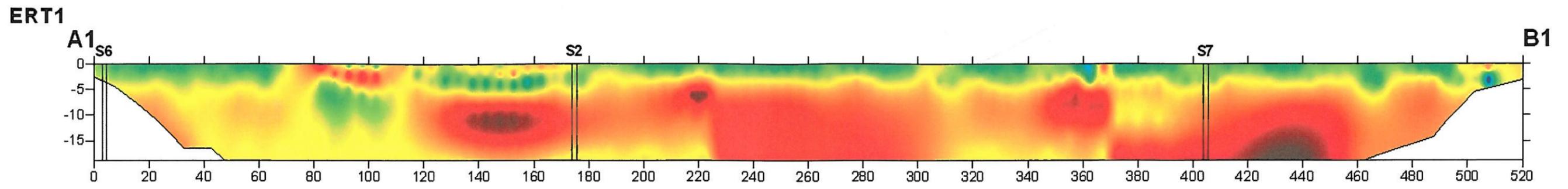
Acquisizione del profilo tomografico ERT2 in prossimità del sondaggio geognostico S2



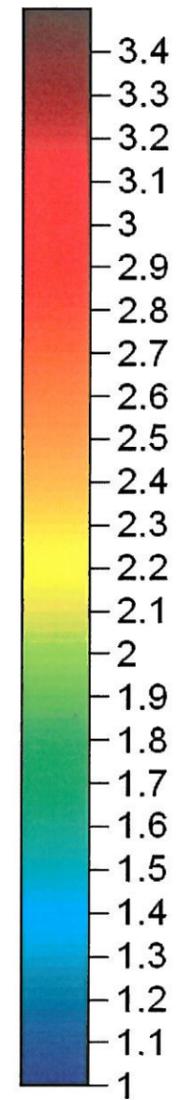
Acquisizione del profilo tomografico ERT3 in prossimità del sondaggio geonostico S5

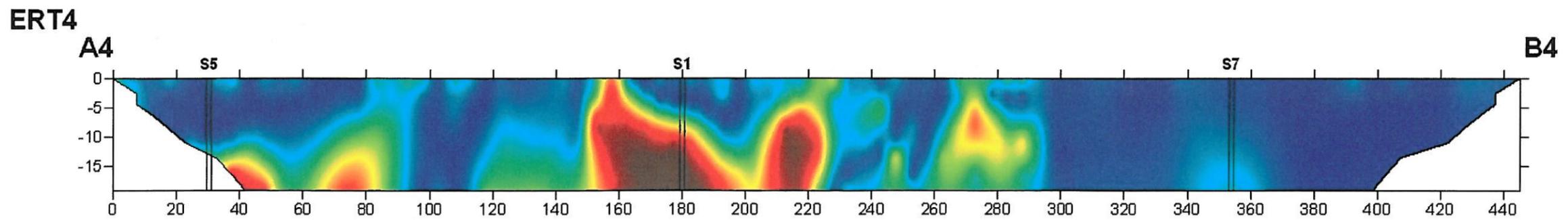
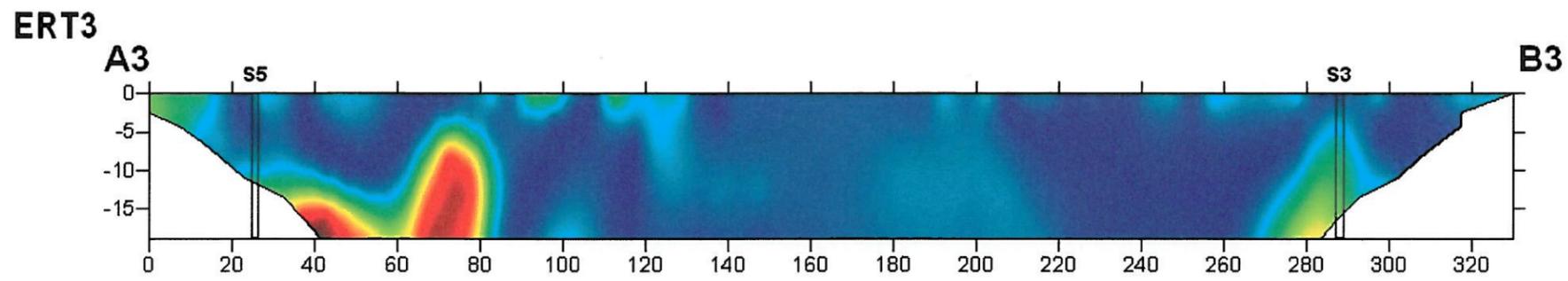
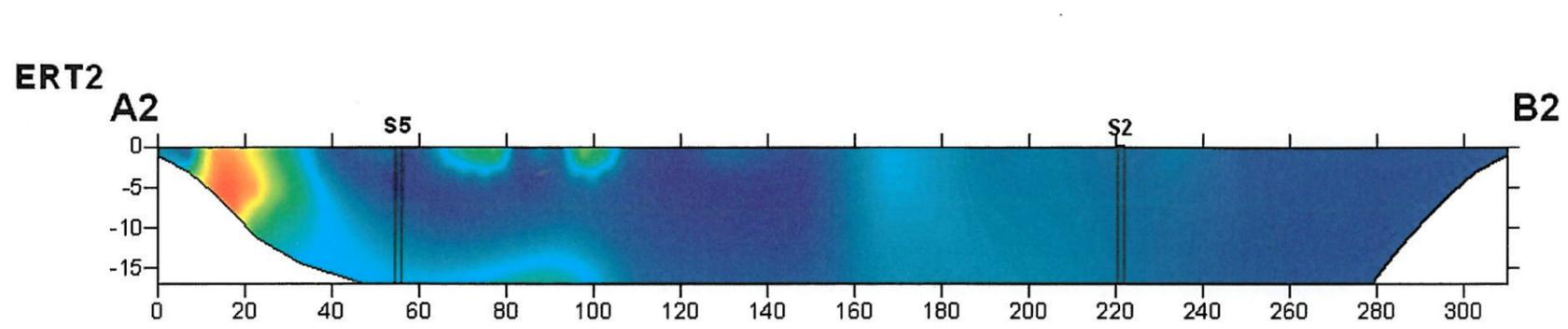
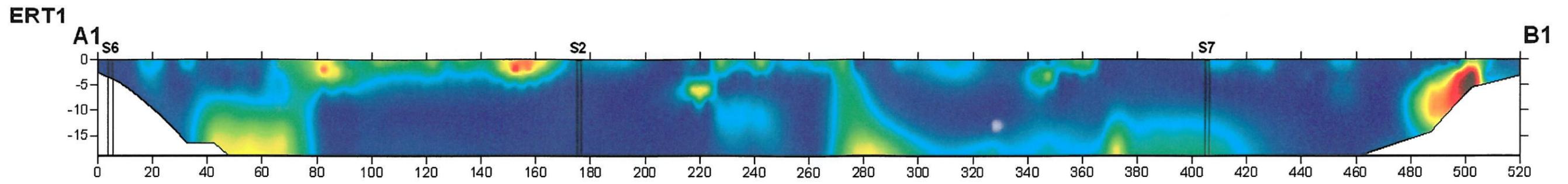


Acquisizione del profilo tomografico ERT4 in prossimità del sondaggio geonostico S5

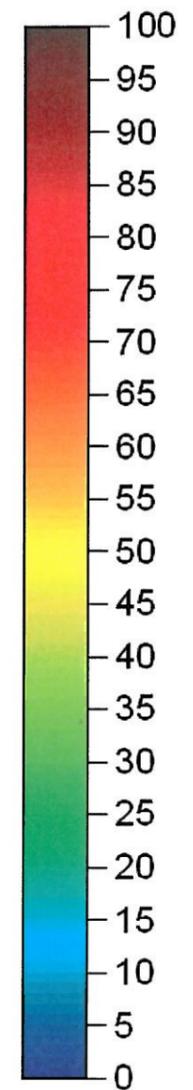


Resistività (log Ohm*m)





Caricabilità (ms)



1. PREMESSA

Con la presente relazione si descrivono i risultati ottenuti da un'indagine geofisica di superficie, eseguita tramite un profilo sismico verticale di tipo Down Hole nel foro di sondaggio S2 , commissionata dalla Fondazione Ri.MED nell'ambito del servizio di REDAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI, IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CBRB DELLA FONDAZIONE Ri.MED

Il profilo sismico verticale ha consentito di valutare le velocità sismiche ed i moduli elastici delle principali formazioni geologiche presenti nel sottosuolo per la determinazione del parametro Vs30, come previsto dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche del 04.02.2008.

Alla presente relazione si allegano:

- documentazione fotografica (**Allegato 1**);
- elaborati grafici del profilo sismico verticale (**Allegato 2**).

2. II METODO SISMICO DOWN HOLE

Le prospezioni sismiche in foro consistono nella misura *in situ* delle velocità di propagazione delle onde di compressione P e delle onde di taglio S. Tali grandezze sono indice delle proprietà meccaniche di rocce e terreni e consentono di caratterizzare successioni litostratigrafiche dal punto di vista geotecnica e della risposta sismica. Questo tipo di misure viene effettuato ogni qualvolta sia necessaria una dettagliata ed accurata conoscenza delle caratteristiche elastiche dei litotipi presenti nel sottosuolo ovvero quando si vuole integrare altri tipi di dati sismici (o in generale geofisici) per restringere l'insieme dei modelli del sottosuolo che costituiscono possibili risultati interpretativi. Le misure sismiche nelle perforazioni si realizzano mediante due tecniche, quella con il *carotiere sonico* ed i metodi dei *profili sismici verticali*: Cross Hole, Down Hole ed Up Hole. Il metodo dei profili sismici verticali (P.S.V.) nell'ultimo trentennio è stato perfezionato ed ha trovato una grande varietà di applicazioni nell'esplorazione degli strati più superficiali della crosta terrestre. I vantaggi della tecnica P.S.V. rispetto alla sismica tradizionale sono notevoli. Per prima cosa, la distribuzione verticale di velocità in una piccola zona circostante al pozzo d'indagine può essere conosciuta con un alto potere risolvante; inoltre al contrario della sismica a rifrazione vengono messe bene in luce le inversioni di velocità.

Il metodo Down Hole (DH) si riferisce alla misurazione del tempo di percorso delle onde P ed S nel tragitto tra la sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di fori di sondaggio opportunamente predisposti (Figura 1). L'ancoraggio dei sensori può essere eseguito mediante sistemi pneumatici o attraverso sistemi elettrici. In entrambi i casi, bisogna essere certi che durante la registrazione dei segnali, i ricevitori siano solidali con il foro. L'acquisizione dei dati si articola in due fasi: generazione ed acquisizione delle onde di compressione P e delle onde SH, mediante la tecnica dell'inversione di fase.

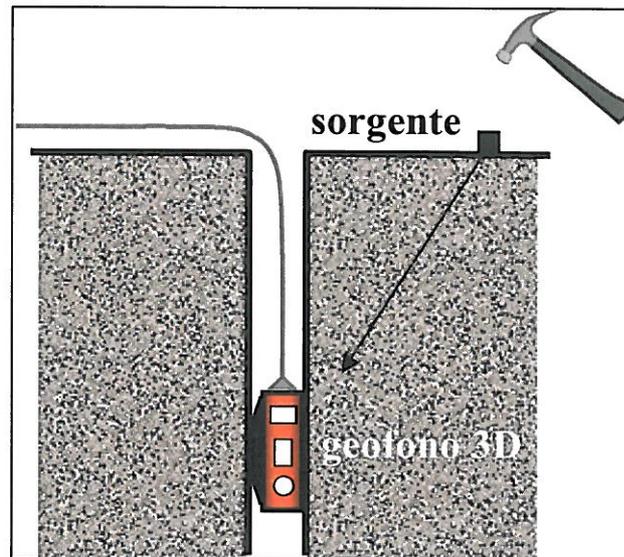


Figura 1 – Schema di acquisizione di un'indagine Down-Hole.

L'analisi dei dati sismici provenienti da una prova Down Hole, consiste nel diagrammare i tempi di tragitto, misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore, in funzione della profondità, determinando la velocità verticale dei litotipi incontrati nella perforazione ed i loro moduli elastici.

Il metodo più semplice per calcolare la velocità media negli intervalli tra due posizioni geofoniche contigue è quello di presupporre che le onde viaggino quasi verticalmente e che quindi la loro velocità apparente sia dz/dt dove dz è l'incremento infinitesimo di profondità e dt il corrispondente incremento dei tempi di arrivo. Infatti il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno variazioni in presenza di eventuali discontinuità solo nel caso di incidenza normale, cioè quando la sorgente è molto prossima al pozzo, ed inoltre le superfici di discontinuità sono perpendicolari all'asse della perforazione stessa.

In genere però la condizione di grande prossimità tra sorgente e bocca-pozzo non è mai verificata, non solo per motivi logistici ma anche per evitare che l'onda elastica si trasmetta lungo il materiale di condizionamento del pozzo provocando fenomeni di disturbo ai segnali (onde di tubo). Quindi la sorgente si colloca sempre ad una certa distanza d (non trascurabile), per cui è necessario correggere i tempi di arrivo in modo tale da ottenere i valori che si riscontrerebbero se il percorso dei raggi fosse verticale.

L'angolo α di inclinazione rispetto alla verticale si ricava dalla relazione:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{z};$$

si potrà quindi definire un tempo corretto, cioè il tempo che si avrebbe se il raggio viaggiasse verticalmente, dato da:

$$T_v = T \cos \alpha,$$

dove T è il tempo di ricezione del primo arrivo, rilevato ad ogni profondità di campionamento, sia per le onde di tipo P che per le onde di tipo S.

Questa è un'approssimazione perché non tiene conto delle eventuali rifrazioni tra terreni a velocità differenti, ed è tanto più accettabile quanto più prossima è la sorgente alla base del pozzo e tanto più deboli sono i contrasti di velocità. Naturalmente bisogna sempre controllare la verticalità dell'asse del pozzo per apportare, se occorre, eventuali correzioni.

I tempi corretti T_v vengono messi in grafico con le profondità, costruendo così delle dromocrone relative ai litotipi incontrati lungo il pozzo e determinandone velocità e spessore.

Se V_j è la velocità dello strato j -esimo di spessore h_j e z la profondità di un geofono posto all'interno dello strato j -esimo, il tempo verticale sarà dato da:

$$T_{v(z)} = \frac{z - \sum_{i=1}^{j-1} h_i}{V_j} + \sum_{i=1}^{j-1} \frac{h_i}{V_i},$$

che è l'equazione di una retta con coefficiente angolare pari all'inverso della velocità dello strato j -esimo. Lo spessore dello strato che precede lo strato considerato viene calcolato mediante la stima del tempo intercetto T_{0j} mediante la formula:

$$h_{j-1} = \frac{V_{j-1} V_j}{V_j V_{j-1}} \left[T_{0j} - \sum_{i=1}^{j-2} \left(\frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_j} \right) \right].$$

Gli spessori degli strati possono anche valutarsi graficamente individuando i valori di z corrispondenti ai punti d'intersezione di ogni coppia di dromocrone consecutive.

Anche per quanto riguarda i profili sismici verticali, occorre precisare che non sempre gli spessori coincidono con quelli dei litotipi, poiché possono esserci strati contigui litologicamente diversi caratterizzati da valori simili delle velocità delle onde elastiche e così pure strati litologicamente omogenei in cui la velocità varia per una variazione di uno dei parametri fisici come ad esempio la porosità o il contenuto d'acqua che lo caratterizzano.

Per avere una valutazione del grado di disomogeneità degli strati vengono determinate anche le velocità di intervallo V_i , cioè le velocità con le quali viaggerebbe il fronte d'onda lungo l'asse verticale tra due posizioni consecutive di campionamento.

Se si calcolano le distanze verticali $\delta z = z_n - z_{n-1}$ ed i tempi verticali parziali $\delta t = t_{v_n} - t_{v_{(n-1)}}$ le velocità di intervallo saranno date da:

$$V_i = \frac{\delta z}{\delta t_v}.$$

Mettendo in un grafico, sia per le onde di compressione che per quelle di taglio, i valori di velocità così determinati in funzione della profondità si ottiene un grafico che evidenzierà il grado di disomogeneità dei litotipi attraversati dalla perforazione.

3 MODULI ELASTICI DINAMICI

La determinazione della velocità delle onde di compressione P e delle onde di taglio S, permette di stimare i moduli elastici dinamici. Il rapporto V_p/V_s permette di valutare lo stato di consolidazione e la possibile presenza di fluidi nei mezzi porosi. Valori alti di questo rapporto (maggiore di 2) si riscontrano in presenza di sabbie sature non consolidate e, in generale, di terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione. Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte. Nelle rocce sature tale rapporto risulta dipendente dalla litologia, dalla quantità e geometria dei pori e dalle microfratture e potrebbe fornire informazioni su questi ultimi due parametri (nota la litologia).

Il coefficiente di Poisson dinamico

Tra i moduli elastici dinamici il coefficiente di Poisson è l'unico che può essere determinato senza una stima della densità, ma soltanto conoscendo il rapporto V_p/V_s . È definito dalla seguente equazione:

$$\sigma = 0.5 \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{(V_p/V_s)^2 - 1}.$$

Sebbene, in teoria sia considerato indipendente dalle deformazioni ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei mezzi porosi dipende dalle deformazioni e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare a valori negativi. I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica a saturati. In alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49 (nelle sospensioni assume un valore di 0.5).

Il modulo di taglio dinamico

Il modulo di taglio è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturi di acqua, ma il campo di variabilità è ampio. È definito dalla seguente equazione:

$$\mu = \gamma \cdot V_s^2,$$

dove γ è a densità del materiale.

Il modulo di Young dinamico e il modulo di incompressibilità

Il modulo di Young dipende dalla porosità, dalla pressione litostatica e dagli altri moduli elastici. Il suo valore aumenta in misura considerevole quando al campione secco, a bassa porosità, vengono aggiunte piccole quantità di acqua, mentre diminuisce se ad un campione ad

alta porosità viene sottoposto allo stesso trattamento. I minimi valori si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi sono associati a litotipi sotto pressione saturi di acqua e caratterizzati da una bassa porosità. È definito dalla seguente equazione:

$$E = (9\gamma V_s^2 R^2) / (3R^2 + 1),$$

dove γ è la densità del materiale, $R^2 = K / (\gamma V_s^2)$ e $K = \gamma(V_p^2 - 4/3V_s^2)$, che rappresenta il modulo di incompressibilità.

3. ACQUISIZIONE, ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEL SONDAGGIO SISMICO VERTICALE

Il sondaggio sismico verticale di tipo Down Hole è eseguito in corrispondenza del sondaggio geognostico S2 di lunghezza 30 m. Il foro del sondaggio S2 è stato precedentemente rivestito con una tubazione in PVC e l'intercapedine tra perforazione e tubo è stata riempita con malta cementizia. L'energizzazione delle onde di compressione P è avvenuta utilizzando una massa battente del peso di 8 kg, fatta cadere su una piastra metallica da un'altezza di 1.5 m circa. Per le onde di taglio S, l'energizzazione è avvenuta mediante apposito supporto, ancorato al terreno, il quale è stato percosso dalla massa battente sui due lati opposti, in modo da ottenere l'inversione di fase dell'onda sismica ed eliminare così le ambiguità di determinazione del primo arrivo. Tutte le energizzazioni sono state eseguite ad una distanza di 50 cm dall'asse del foro e tale distanza è stata usata per la correzione dei tempi di primo arrivo.

Il sondaggio è stato eseguito utilizzando il sismografo digitale 16S a 24 canali della PASI srl ad alta risoluzione, in grado di registrare i segnali provenienti da geofoni a componente verticale e orizzontali e di permettere, grazie ad un software di elaborazione interno, un rapido controllo della qualità della registrazione, consentendo un processing preliminare dei dati in situ. Il sismografo in questione costituisce il componente fondamentale dell'apparato di acquisizione dei dati. Si tratta di uno strumento digitale a 24 canali, dotato di un processore Pentium 266 Intel ad alta risoluzione, una frequenza massima di campionamento di 100.000 Hz, un convertitore Analogico/Digitale a 16 bit, una velocità massima di campionamento pari 16 ms e una risoluzione di acquisizione a 24 bit, con sovracampionamento e post-processing.

Per la registrazione dei dati in foro, è stato utilizzato il geofono triassiale da foro DHTG-50/100 della PASI srl. Il sistema (sonda, unità di controllo e cavo) è caratterizzato da un affidabile sistema di ancoraggio meccanico alle pareti del foro. All'interno della sonda sono alloggiati tre geofoni da 10 Hz, orientati secondo una triade ortogonale. La centralina di alimentazione e controllo fornisce l'energia necessaria durante le operazioni di *clamping* (fissaggio) del geofono alle pareti del foro.

Durante la fase di acquisizione dei dati, si è ritenuto necessario utilizzare la procedura dello *stacking* (fino a cinque battute per ogni registrazione), per incrementare il rapporto segnale rumore.

All'interno dei fori sono state effettuate tre energizzazioni per ogni punto di misura stabilito, con un intervallo di campionamento verticale di 2 m (sono state eseguite 15 energizzazioni verticali e 30 energizzazioni orizzontali).

Le tracce sismiche sono state trasferite dal sismografo su personal computer, e sono state raggruppate per ottenere sismogrammi contenenti ognuno le registrazioni relative allo stesso scoppio ed alla stessa componente di registrazione. Su tali sismogrammi è stato effettuato il riconoscimento degli arrivi delle fasi P ed S. I tempi di arrivo, dopo la correzione per l'*offset* (distanza tra punto di energizzazione e asse del foro), sono stati utilizzati per il calcolo delle velocità di intervallo in funzione della profondità.

I parametri di acquisizione del sondaggio sismico verticale eseguito sono mostrati nella tabella 1, mentre nella tabella 2 sono riportati i tempi di primo arrivo delle onde P e delle onde S ai geofoni, corretti al fine di tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

I tempi di arrivo hanno permesso di calcolare le velocità medie di propagazione delle onde P ed S, e di calcolare le velocità di intervallo (**Allegato 2**).

DOWN HOLE	SONDAGGIO	INTERVALLO DI CAMPIONAMENTO	CAMPIONI	DURATA DI REGISTRAZIONE
DH-S2	S2	125 μ s	2048	256 ms

Tabella 1 - Parametri di acquisizione del sondaggio sismico verticale eseguito.

Profondità geofono	Onde P	Onde S
1	1.0390	4.5991
3	1.8138	8.1017
5	2.3932	10.7434
7	2.9509	13.2886
9	3.5029	15.8080
11	4.0525	18.3171
13	4.6010	20.8212
15	5.1489	23.3226
17	6.1058	26.4744
19	7.0627	29.6254
21	7.8672	31.6190
23	8.6716	33.6119
25	9.4759	35.6043
27	10.2801	37.5964
29	11.0844	39.5881

Tabella 2 – Tempi di primo arrivo (ms) delle onde P e delle onde S.

I valori della velocità di propagazione delle onde trasversali misurati si riferiscono alla direzione di propagazione verticale, perpendicolare alla direzione prevalente degli strati; tali velocità in genere, a causa dell'anisotropia dovuta alla stratificazione, risultano inferiori a quelle di propagazione in direzione orizzontale misurabili con uno stendimento sismico in superficie (profilo sismico a rifrazione).

Il profilo sismico verticale DH-S2 è stato eseguito all'interno della perforazione geognostica S2. Nel profilo si sono riscontrate velocità delle onde longitudinali (V_p) comprese mediamente tra 962 m/s e 3650 m/s. I dati mostrano bassi valori di velocità fino ad una profondità di circa 3 m, interpretabili con la presenza di terreno di copertura e detrito. Dopo questo primo strato di copertura, la velocità di propagazione delle onde P mostra valori di circa 3500 m/s fino ad una profondità di 15 metri, un decremento fino a circa 21 metri di profondità (valori intorno a 2000 m/s) e un ulteriore aumento fino a 30 metri (valori intorno a 2500 m/s). Tali valori sono interpretabili con la presenza di calcare caratterizzato da diversi gradi di consistenza (i valori di velocità maggiori sono correlati alla presenza di calcari compatti). I sismo strati individuati con l'analisi delle velocità di propagazione delle onde P sembra essere confermata dalle velocità di propagazione misurate per le onde P, che mostrano lungo il profilo valori compresi tra 217 e circa 1000 m/s.

Per il calcolo dei moduli elastici sono stati considerati valori di densità del materiale approssimativi. In particolare per i terreni meno consolidati (primi 3 metri) è stato utilizzato un valore di 1700 kg/m^3 e per i calcari 2500 kg/m^3 . Si sottolinea tuttavia che i valori dei moduli elastici forniti (**Allegato 2**) risultano del tutto approssimativi senza una corretta stima del valore della densità dei materiali per ogni punto di misura eseguito. Una tabella riassuntiva dei valori ottenuti è presentata nella tabella 3.

spessore (m)	densità (kg/m ³)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Vp/Vs	σ	Shear (N/m ²)	Young (N/m ²)	Bulk (N/m ²)
0.00-3.00	1700	1772	394	4.50	0.47	3.17E+08	9.36E+08	6.03E+09
3.00-15.00	2500	2657	876	3.03	0.43	1.98E+09	5.62E+09	1.58E+10
15.00-21.00	2500	2579	768	3.36	0.44	1.53E+09	4.40E+09	1.56E+10
21.00-30.00	2500	2487	1004	2.48	0.40	2.52E+09	7.07E+09	1.21E+10

Tabella 3 – Tabella riassuntiva delle velocità e dei valori dei moduli elastici calcolati.

Attraverso l'analisi delle onde superficiali è stato possibile determinare un valore di V_{s30} pari a **757 m/s**. In base alla classificazione dei terreni prevista dal Testo Unico per le costruzioni

di cui al D.M. 14.01.2008 e successive modifiche del 04.02.2008, il tipo di suolo ricade nella categoria **B**: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

Infine, è bene precisare che a causa della variazione dei parametri fisico - meccanici (porosità, contenuto d'acqua, grado di fatturazione, ecc.), non sempre gli spessori sismostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

Palermo, 18/11/2010

Il Geologo
(dott. Patrizia Capizzi)



Patrizia Capizzi

R.T.I.
GEOLAB s.r.l. - SICON

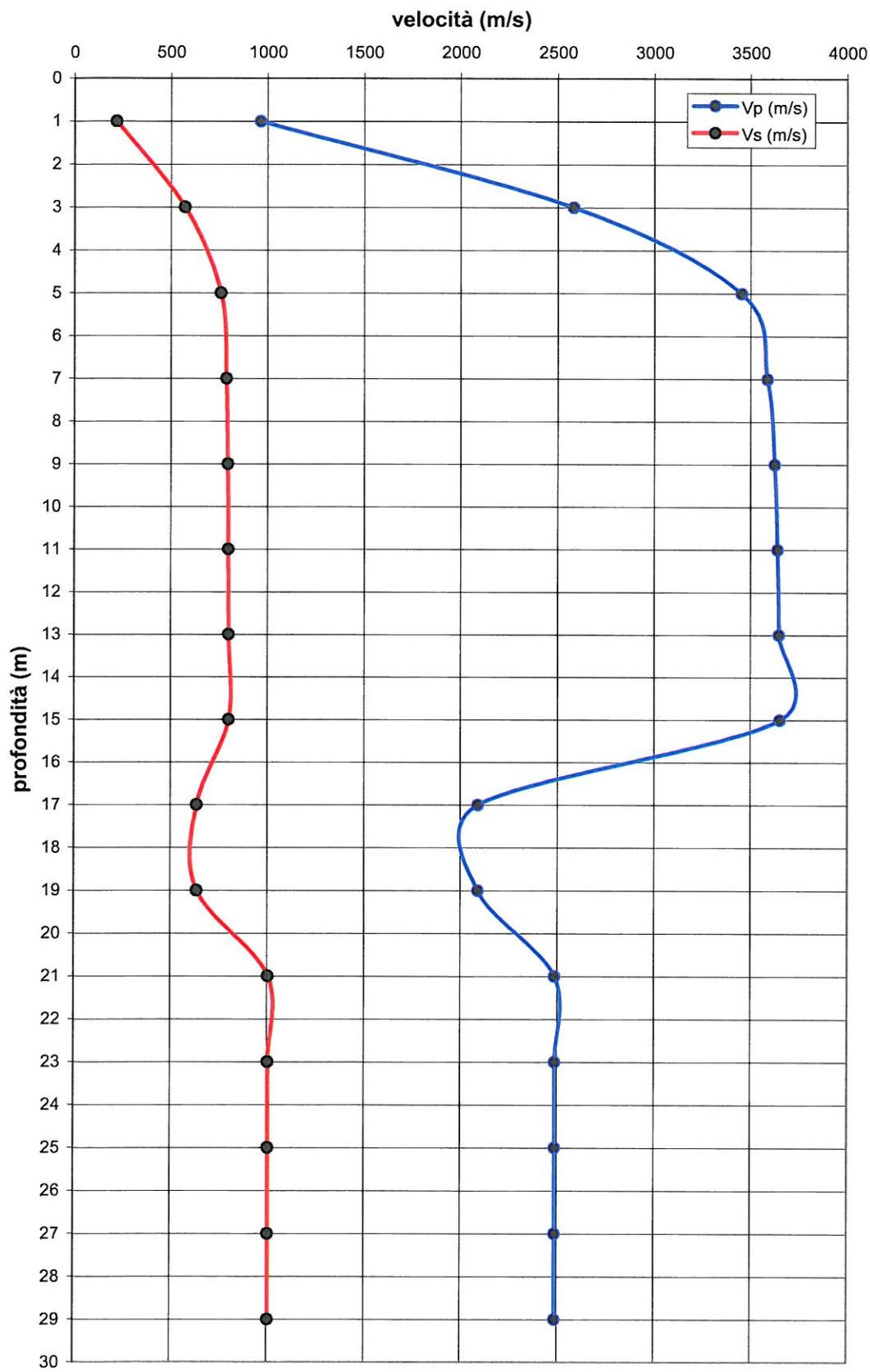


Acquisizione del sondaggio sismico DH-S2 in corrispondenza del sondaggio geognostico S2

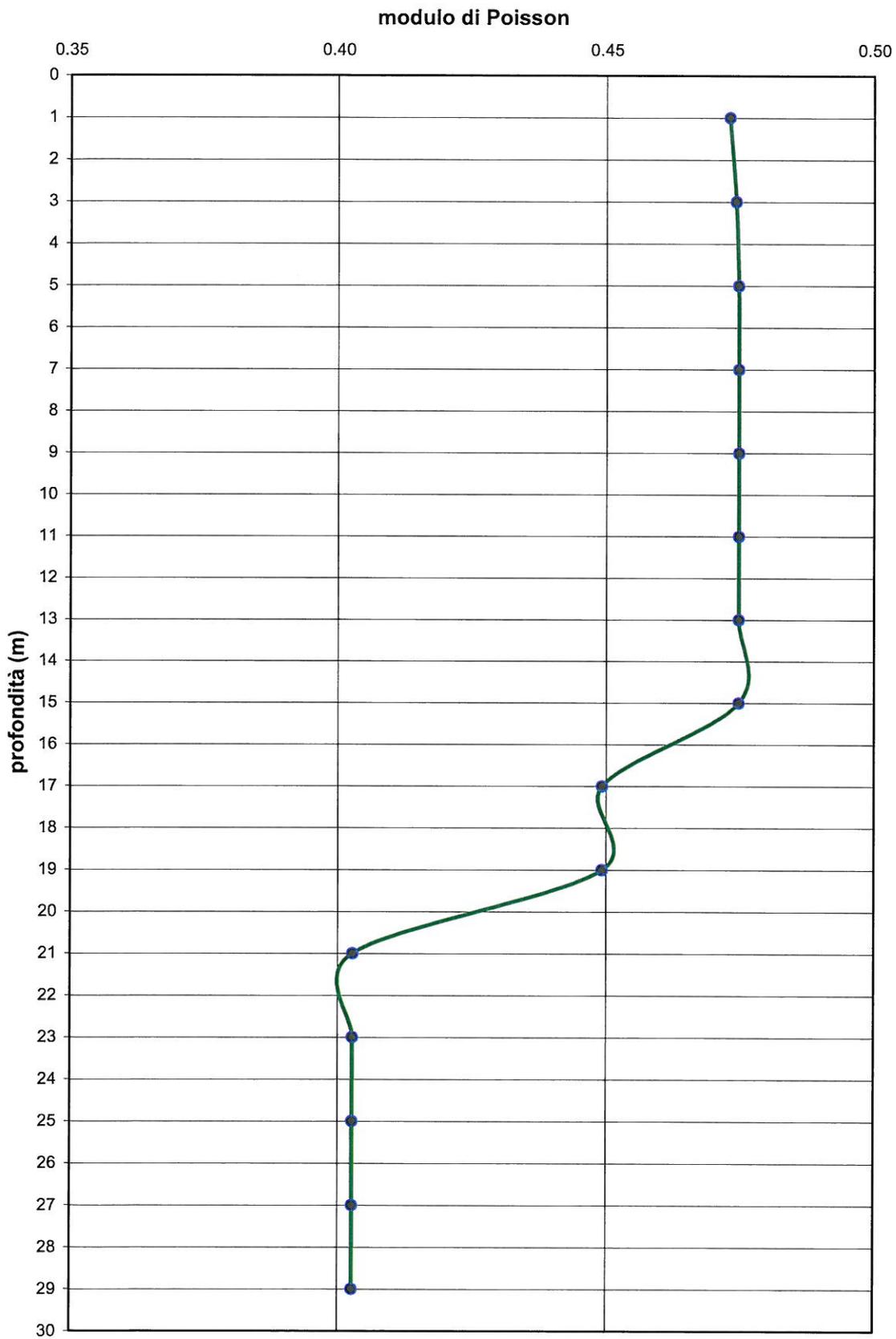


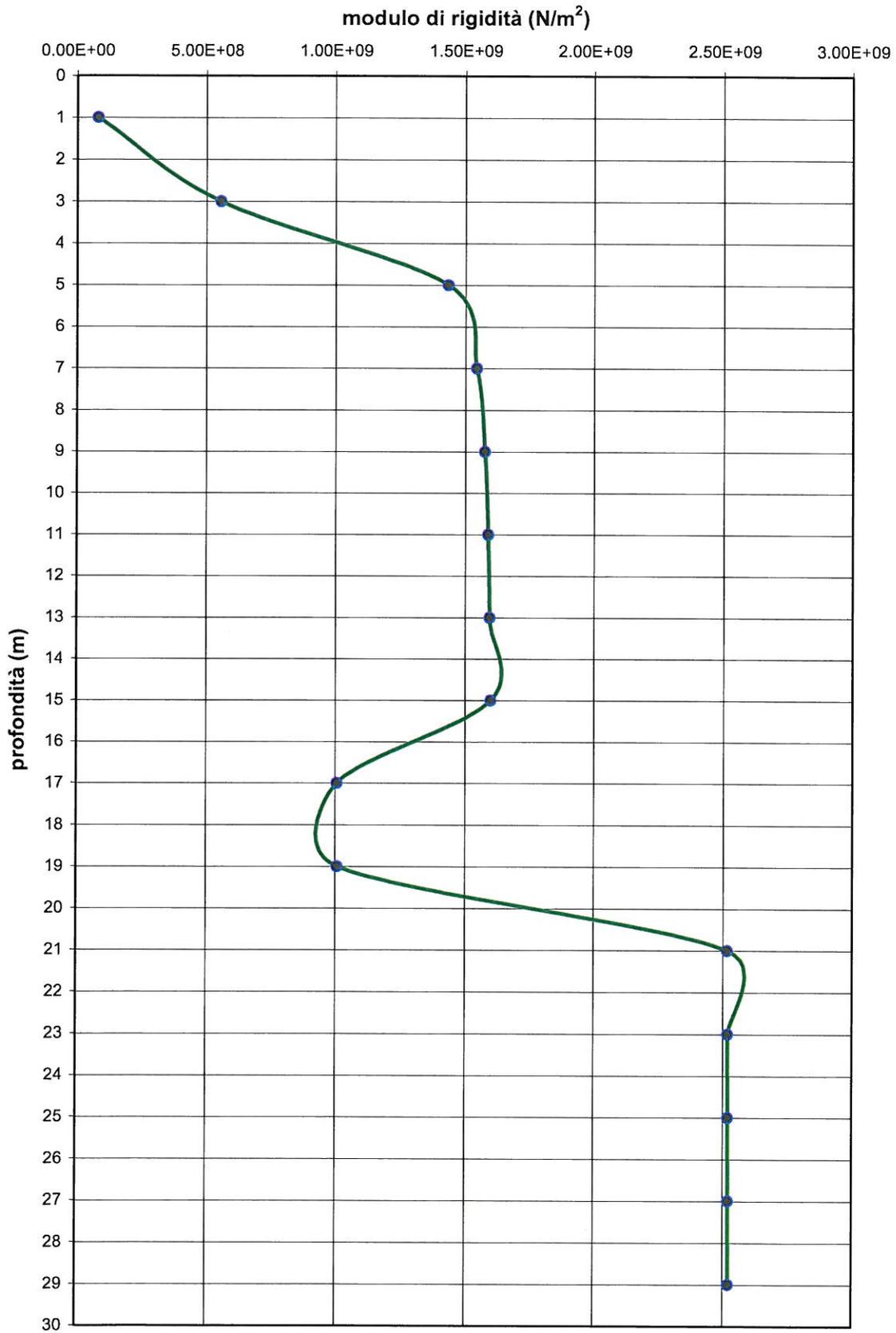
Acquisizione del sondaggio sismico DH-S2 in corrispondenza del sondaggio geognostico S2

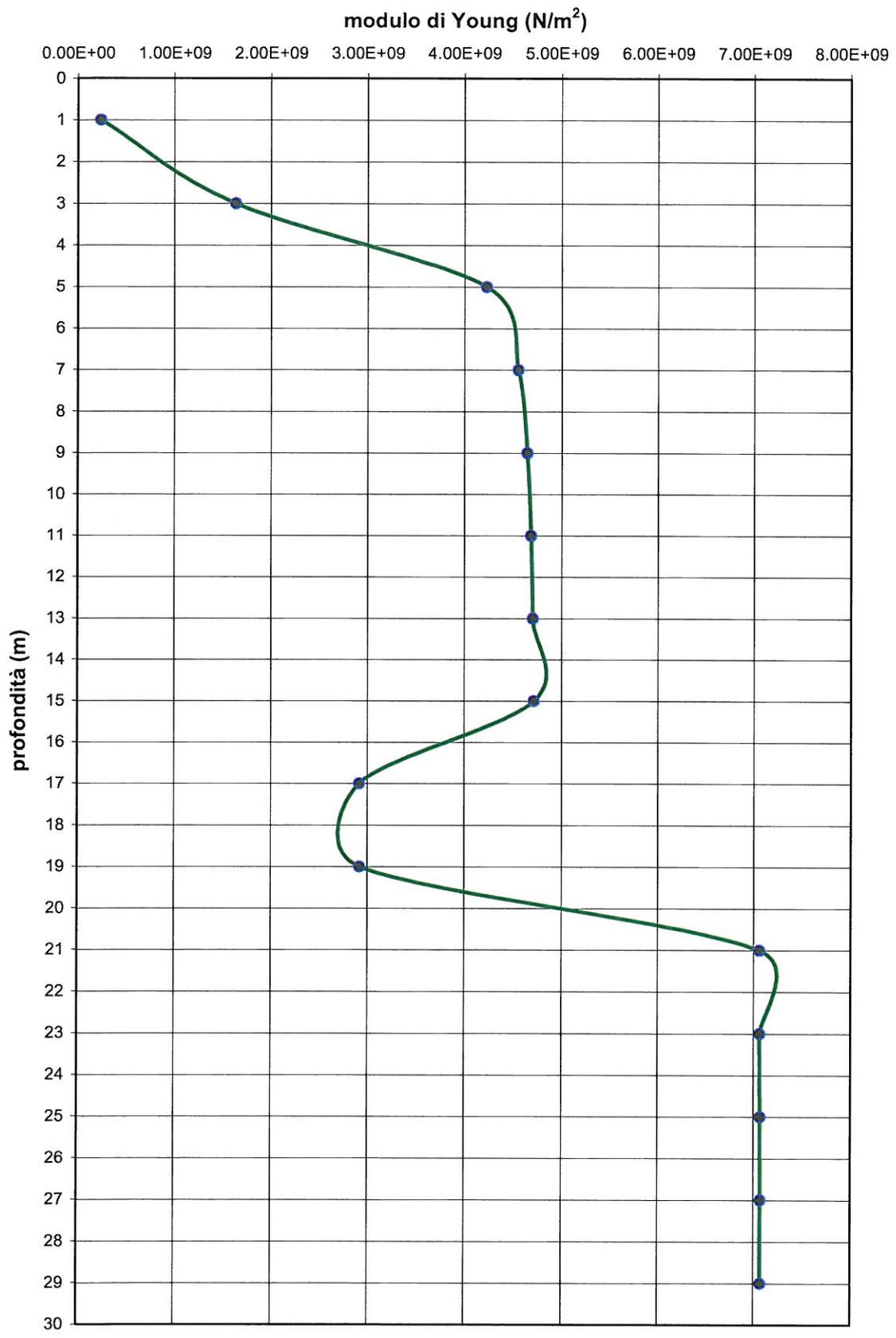
Allegato 2 1/5



Vs30 = 757 m/s









ALLEGATO 1.h

Prove di permeabilita'

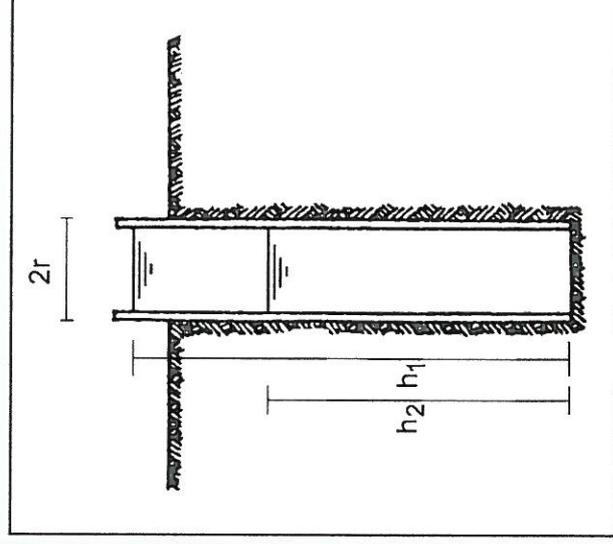
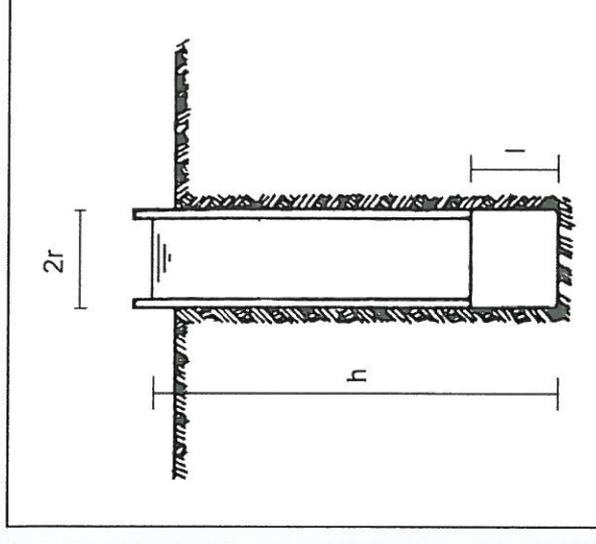
PROVA LEFRANC (Associazione Geotecnica Italiana, 1977)

$$k = \frac{Q}{2r CF h} \quad \text{Carico costante}$$

Q (m^3/s) portata immessa
 r (m) raggio del perforo
 CF coefficiente di forma adimensionale pari a 2.85
 h (m) il livello dell'acqua misurato rispetto alla base del foro

$$k = \frac{A}{CL (t_2 - t_1)} \quad \text{Carico variabile}$$

A (m^2) area di base del foro di sondaggio
 h_1 ed h_2 (m) l'altezza dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al fondo del foro nei tempi t_1 e t_2 (s)
 C (m) un coefficiente di forma per il quale vengono suggeriti i valori di:
 $CL = l$ per $l > 2r$
 $CL = (4r + l)$ per $l < 2r$
 r (m) raggio del foro
 l (m) lunghezza del tratto investigato



PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Località: Carini (PA) Località Ponticelli - cantiere C.B.R.B.

Data: 10/11/2010

Ditta esecutrice: ICOSEM s.r.l.

Committente: Fondazione Ri.MED

Sondaggio: S7 **PROVA:** 2 **m:** 10,00

Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	h - altezza livello da fondo foro (m)	Permeabilità K (m/s)
0	0	10	
10	0	10	0
20	0,05	9,95	1,2693E-05
40	0,11	9,89	7,65805E-06
100	0,17	9,83	2,56822E-06
200	0,305	9,695	3,50176E-06
400	0,575	9,425	3,57612E-06
800	1,08	8,92	3,48627E-06
1600	1,905	8,095	3,07192E-06
2700	2,78	7,22	2,63335E-06

diametro del foro (m) 0,127

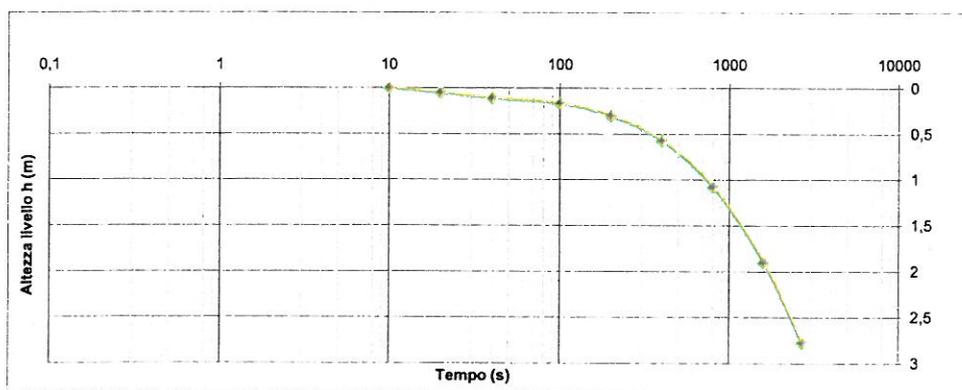
Area del foro (mq) 0,012661

Lunghezza del tratto filtrante 0,5

Profondità del foro (m) 10

Sporgenza testa tubo rivestimento (m) 0

K MEDIA = 4,89859E-06 m/s



PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Località: Carini (PA) Località Ponticelli - cantiere C.B.R.B.

Data: 29/10/2010

Ditta esecutrice: ICOSEM s.r.l.

Committente: Fondazione Ri.MED

Sondaggio: S3 **PROVA:** 1 **m:** 5,00

Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	h - altezza livello da fondo foro (m)	Permeabilità K (m/s)
0	0	5	
10	0,04	4,96	1,01697E-05
20	0,06	4,94	5,11567E-06
40	0,08	4,92	2,56821E-06
100	0,13	4,87	2,15549E-06
200	0,2	4,8	1,8331E-06
400	0,34	4,66	1,8739E-06
800	0,65	4,35	2,17899E-06
1600	1,26	3,74	2,39124E-06
1800	1,37	3,63	1,88988E-06

diametro del foro (m) 0,127

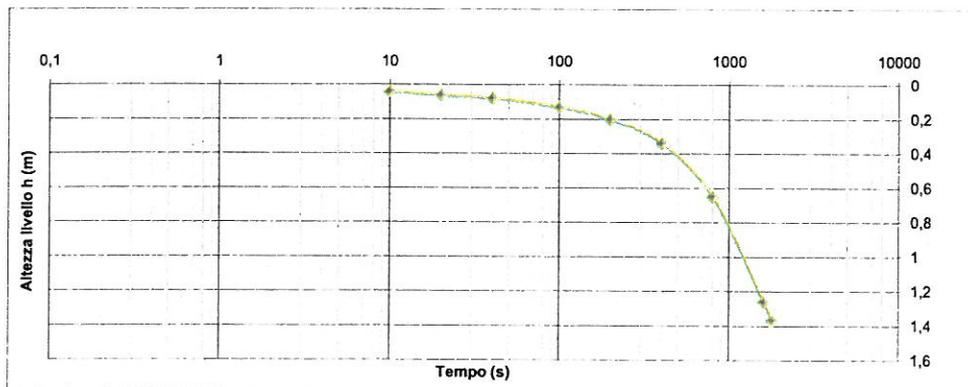
Area del foro (mq) 0,012661

Lunghezza del tratto filtrante 1

Profondità del foro (m) 5

Sporgenza testa tubo rivestimento (m) 0,75

K MEDIA = **3,35291E-06 m/s**



PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

Località: Carini (PA) Località Ponticelli - cantiere C.B.R.B.
Data: 02/11/2010
Ditta esecutrice: ICOSEM s.r.l.
Committente: Fondazione Ri.MED
Sondaggio: S3 **PROVA:** 2 **m:** 10,00

K = **4,19E-04 m/s**

Q (mc/s)	0,00167
diametro del foro (m)	0,127
Area del foro (mq)	0,012661
Lunghezza del tratto filtrante	1
Profondità del foro (m)	10
Sporgenza testa tubo rivestimento (m)	0,5

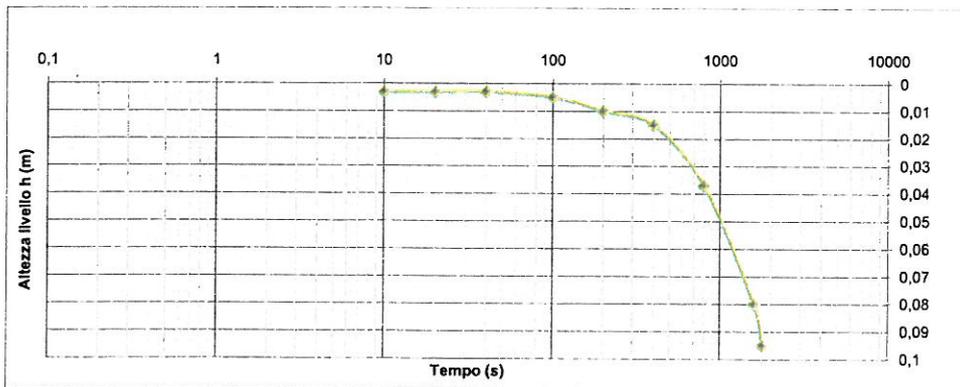
PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Località: Carini (PA) Località Ponticelli - cantiere C.B.R.B.
Data: 29/10/2010
Ditta esecutrice: ICOSEM s.r.l.
Committente: Fondazione Ri.MED
Sondaggio: S5 **PROVA:** 1 **m:** 5,00

Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	h - altezza livello da fondo foro (m)	Permeabilità K (m/s)
0	0	5,7	
10	0,003	5,697	6,66558E-07
20	0,003	5,697	0
40	0,003	5,697	0
100	0,005	5,695	7,40945E-08
200	0,01	5,69	1,1121E-07
400	0,015	5,685	5,56539E-08
800	0,037	5,663	1,2273E-07
1600	0,08	5,62	1,20632E-07
1800	0,095	5,605	1,69193E-07

diametro del foro (m) 0.127
 Area del foro (mq) 0,012661
 Lunghezza del tratto filtrante 1
 Profondità del foro (m) 5.3
 Sporgenza testa tubo rivestimento (m) 0.4

K MEDIA = 1,88582E-07 m/s



PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Località: Carini (PA) Località Ponticelli - cantiere C.B.R.B.

Data: 29/10/2010

Ditta esecutrice: ICOSEM s.r.l.

Committente: Fondazione Ri.MED

Sondaggio: S5 **PROVA:** 2 **m:** 10,00

Tempo (s)	livello da bocca foro	h (altezza livello da fondo foro)	Permeabilità K (m/s)
0	0	10,5	
10	0,002	10,498	2,4119E-07
20	0,005	10,495	3,61871E-07
40	0,018	10,482	7,84652E-07
100	0,07	10,43	1,04946E-06
200	0,14	10,36	8,52614E-07
400	0,4	10,1	1,60905E-06
800	0,85	9,65	1,44267E-06
1600	1,93	8,57	1,87846E-06
1800	2,57	7,93	4,9135E-06

diámetro del foro (m) 0,127

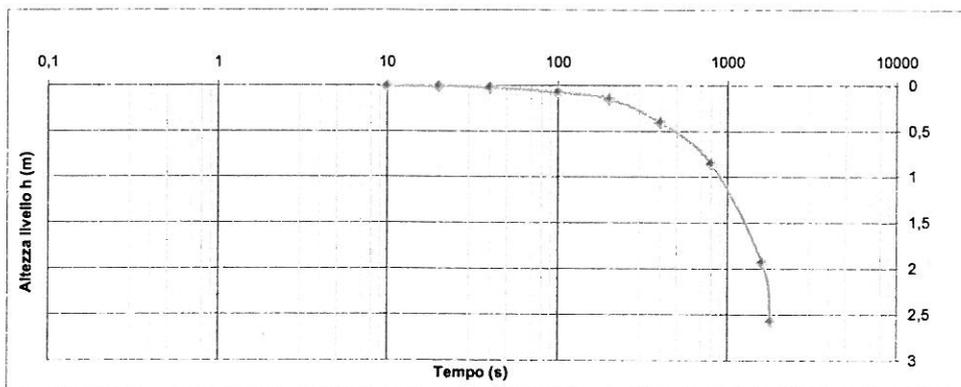
Area del foro (mq) 0,012661

Lunghezza del tratto filtrante 1

Profondità del foro (m) 10

Sporgenza testa tubo rivestimento (m) 0,5

K MEDIA = 1,45927E-06 m/s



SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	TIPO ROCCIA	TIPO PROVA	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' k (m/s)
S3	5	CA	Lefranc a carico variabile	3,35291E-06
	10	CA	Lefranc a carico costante	4,19445E-04
S5	5	CA	Lefranc a carico variabile	1,88582E-07
	10	CA	Lefranc a carico variabile	1,45927E-06
S7	5	CA	Lefranc a carico variabile	3,02558E-08
	10	CA	Lefranc a carico variabile	4,89859E-06

ALLEGATO 2

Prove di laboratorio

ALLEGATO 2.a

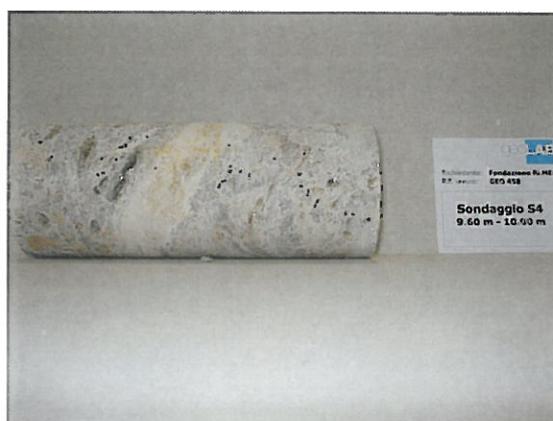
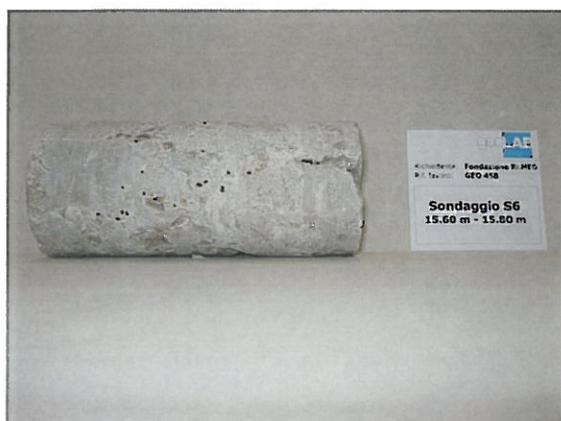
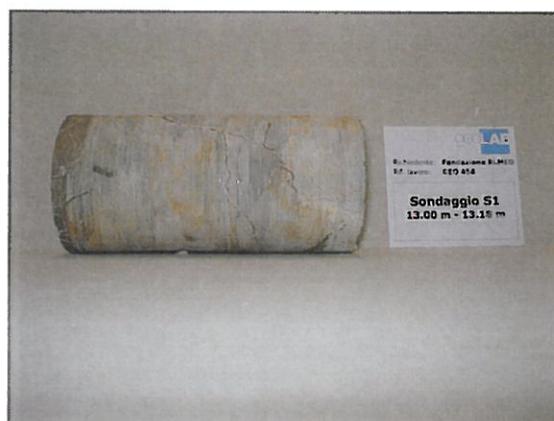
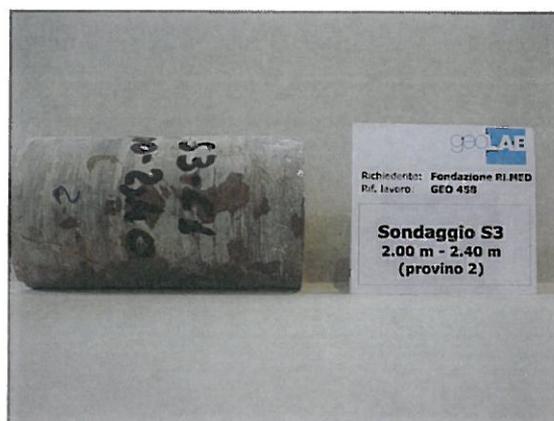
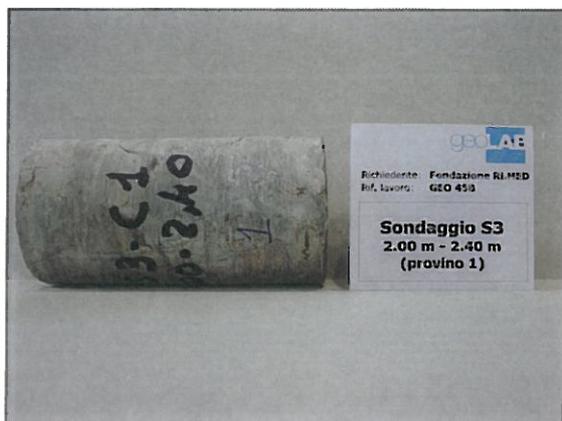
Documentazione fotografica

FONDAZIONE RI.MED PALERMO

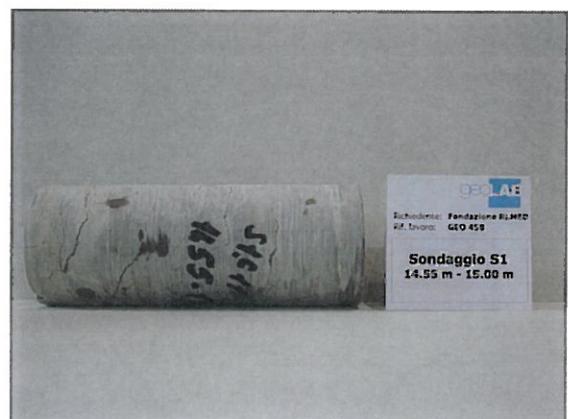
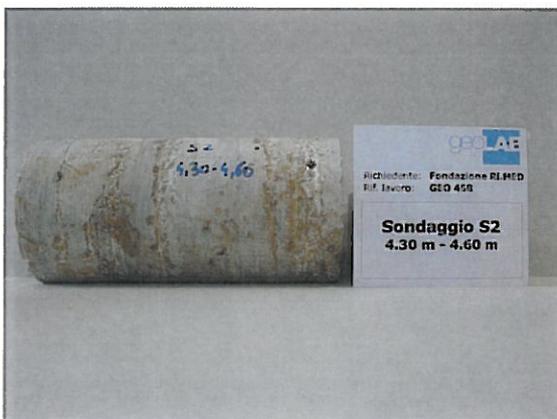
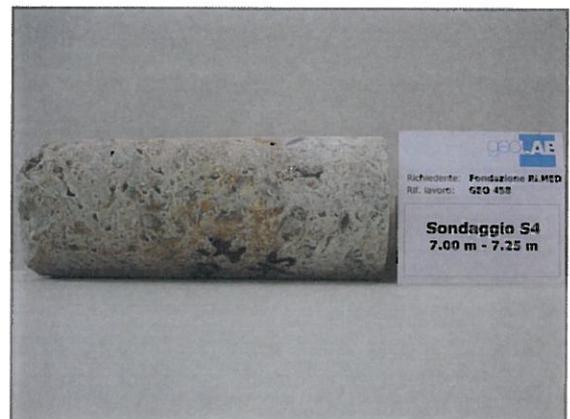
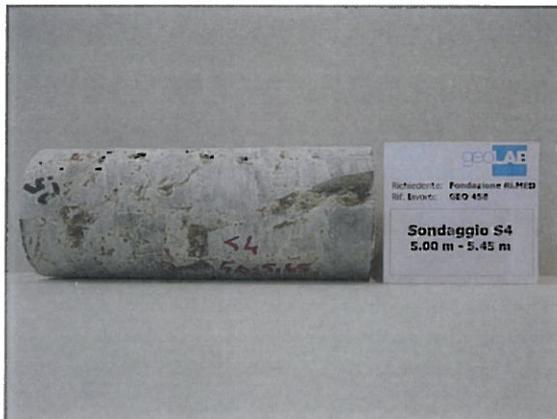
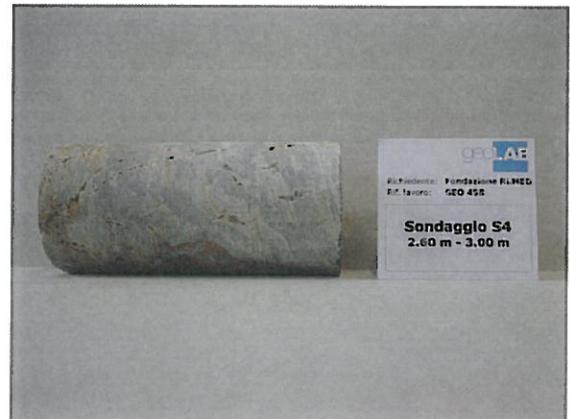
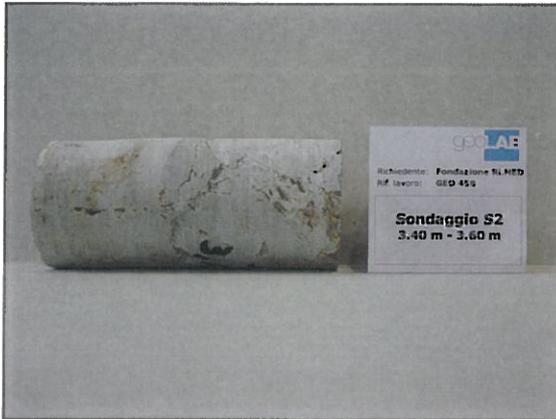
SERVIZIO DI REDAZIONE DI STUDI GEOLOGICI, GEOTECNICI, SISMICI, IDROLOGICI ED IDRAULICI E DELLE RELATIVE INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO, A SUPPORTO DELLE ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE E DI REALIZZAZIONE DEL CENTRO PER LE BIOTECNOLOGIE E LA RICERCA BIOMEDICA.

RACCOLTA FOTOGRAFICA

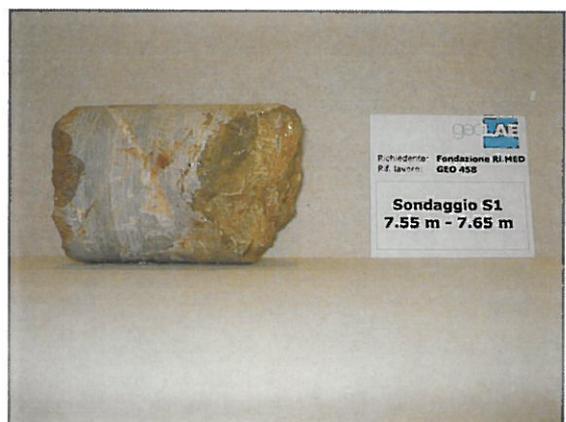
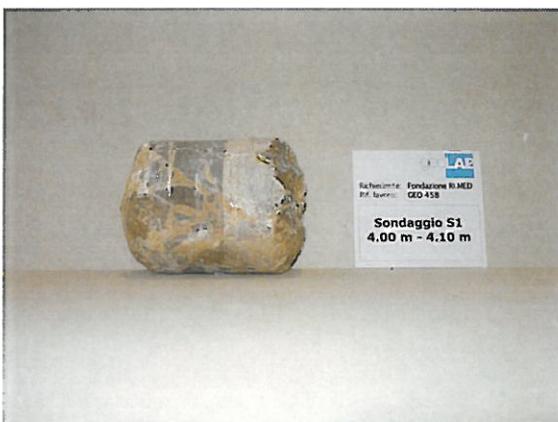
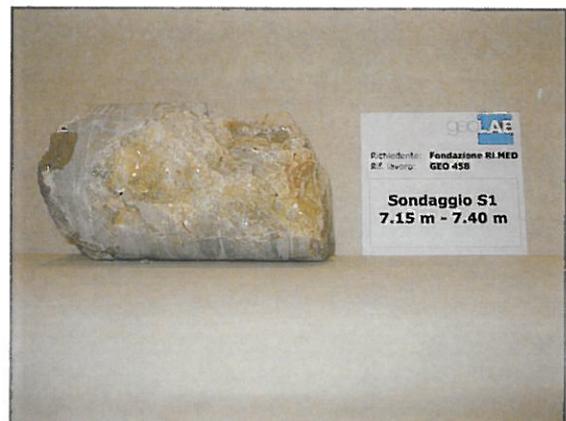
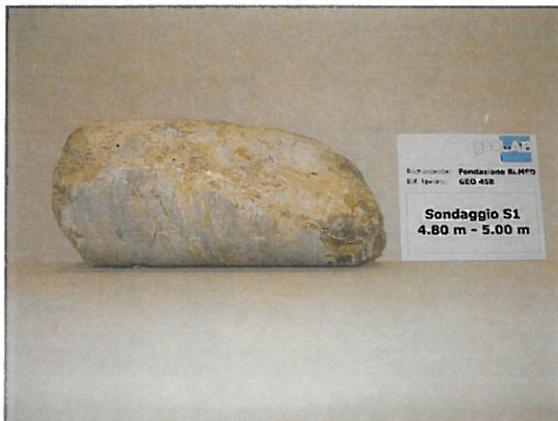
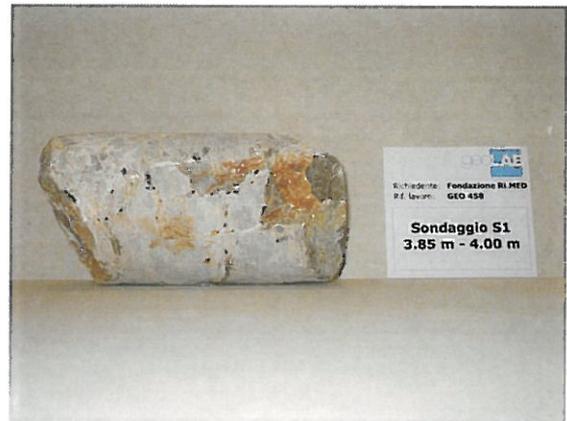
CAMPIONI PRIMA DELLE PROVE



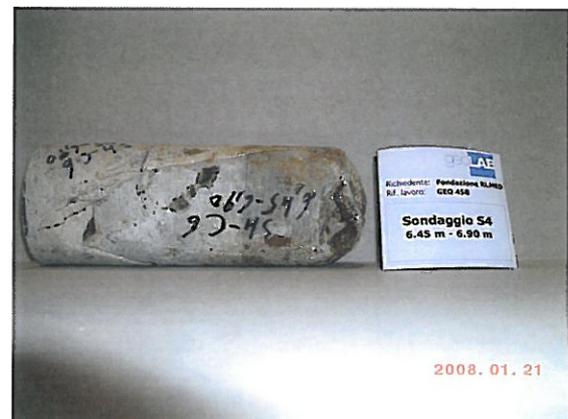
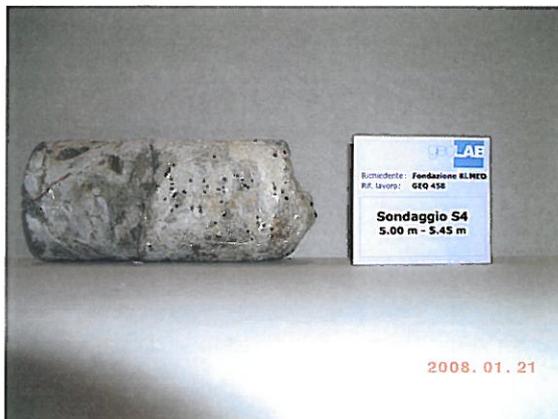
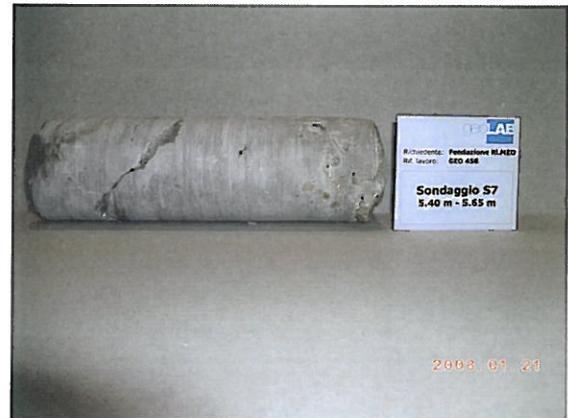
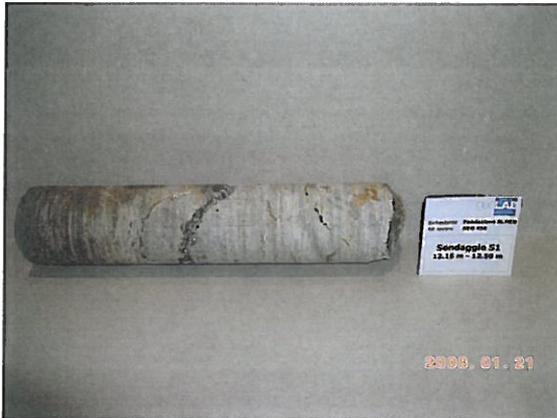
CAMPIONI PRIMA DELLE PROVE



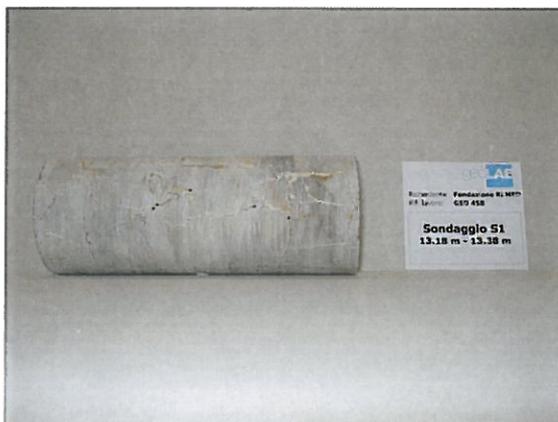
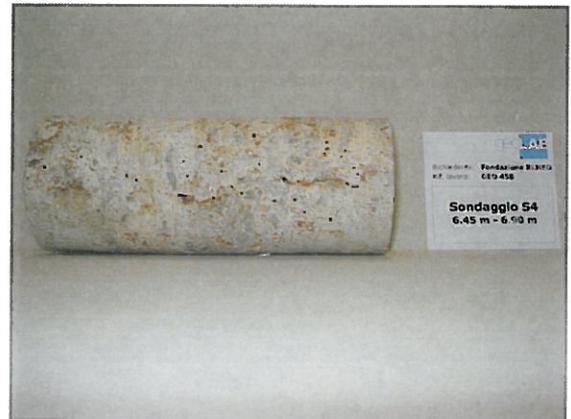
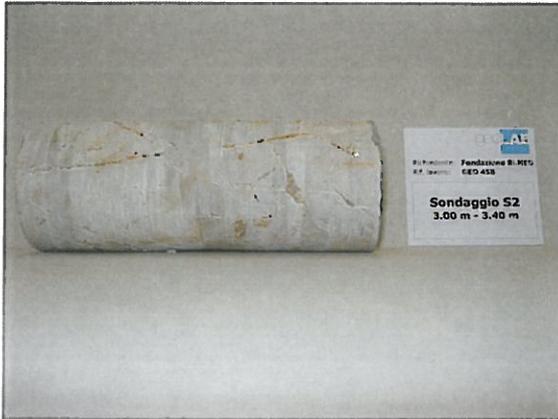
CAMPIONI PRIMA DELLE PROVE



CAMPIONI PRIMA DELLE PROVE



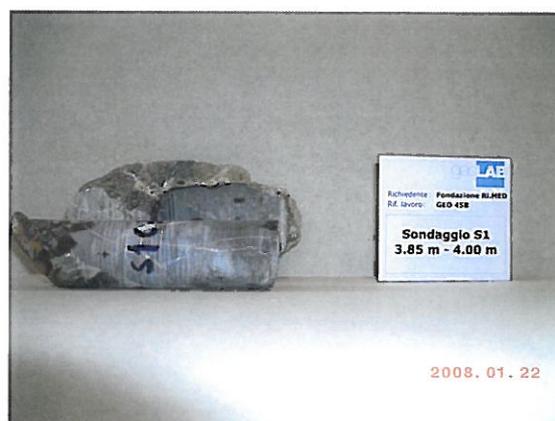
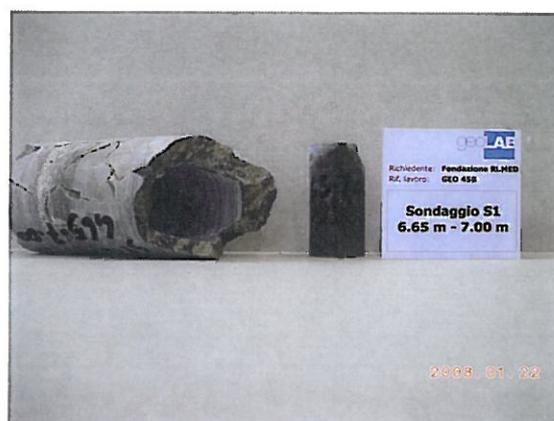
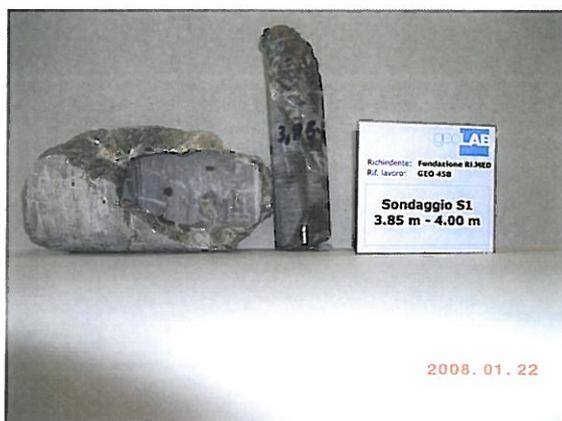
CAMPIONI PRIMA DELLE PROVE



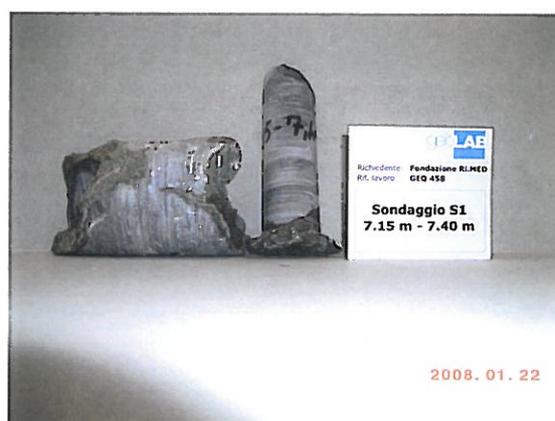
RICAVO IN LABORATORIO PROVINI CILINDRICI PER PROVE TRIASSIALI



RICAVO IN LABORATORIO PROVINI CILINDRICI PER PROVE TRIASSIALI



RICAVO IN LABORATORIO PROVINI CILINDRICI PER PROVE TRIASSIALI



PROVA: POINT LOAD



PROVA: POINT LOAD



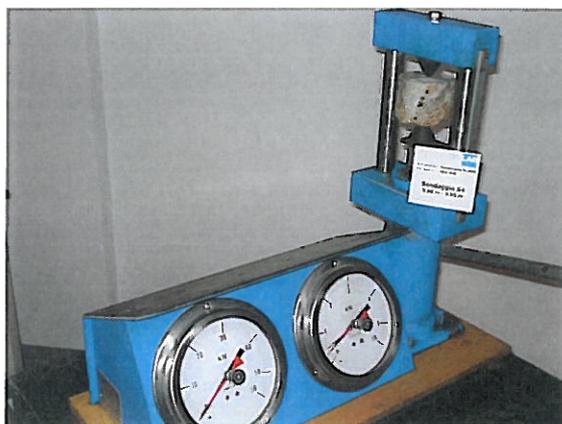
PROVA: POINT LOAD



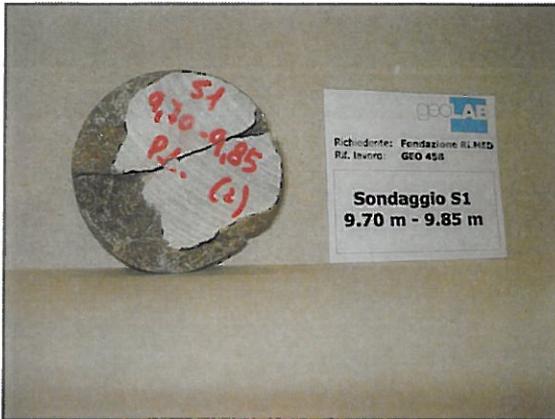
PROVA: POINT LOAD



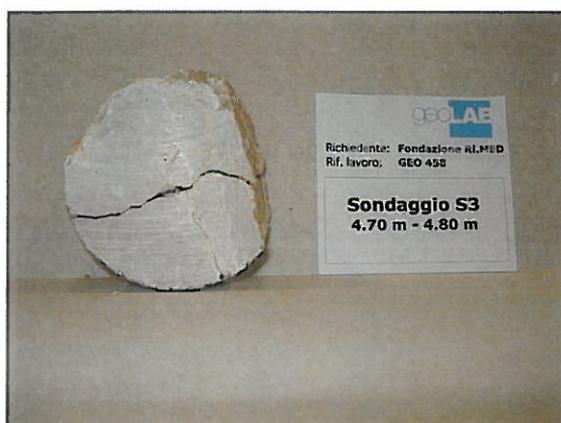
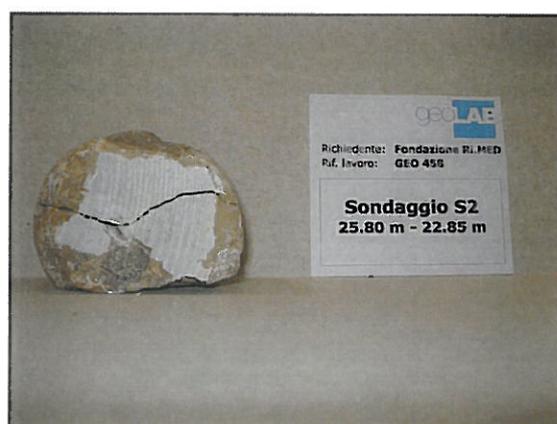
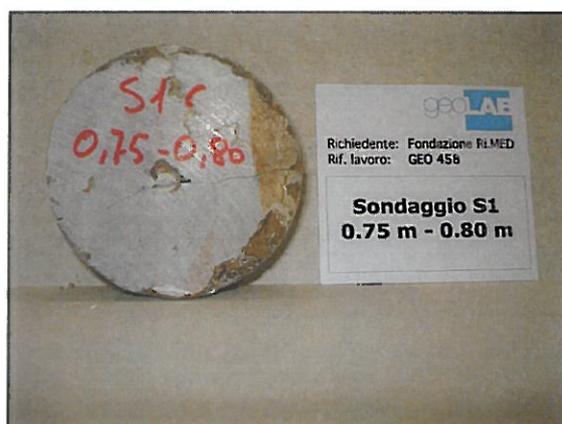
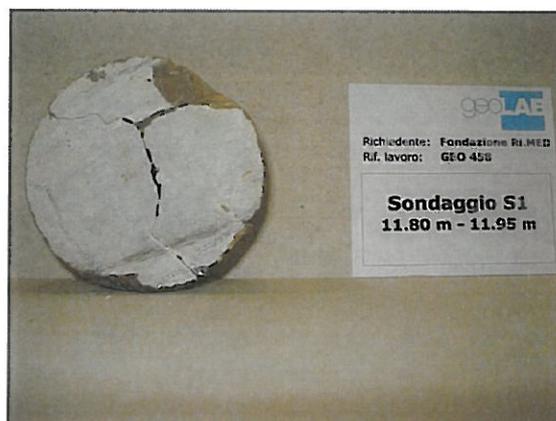
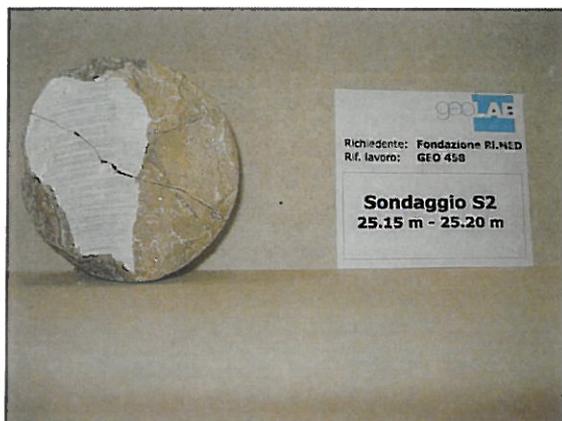
PROVA: POINT LOAD



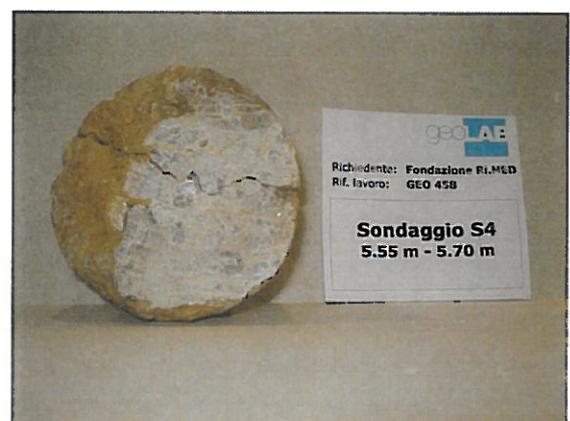
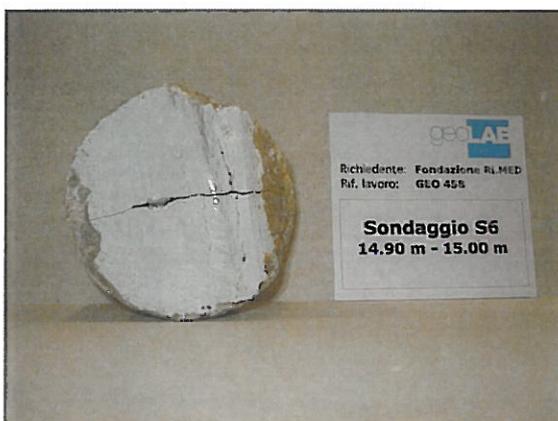
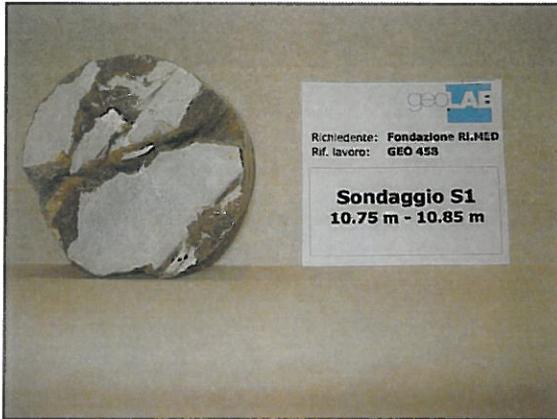
POINT LOAD DOPO LA PROVA



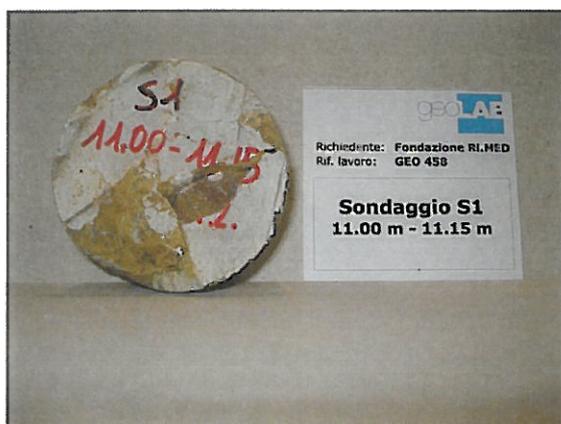
POINT LOAD DOPO LA PROVA



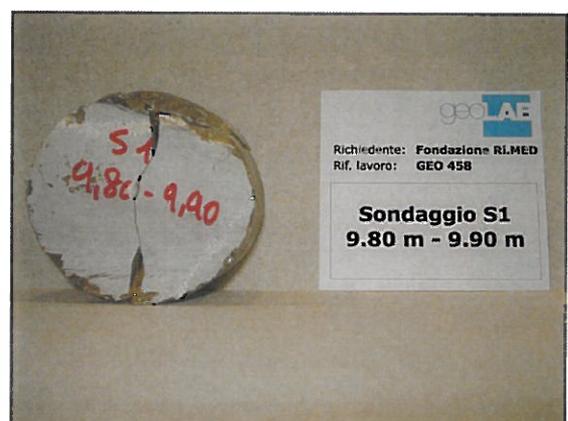
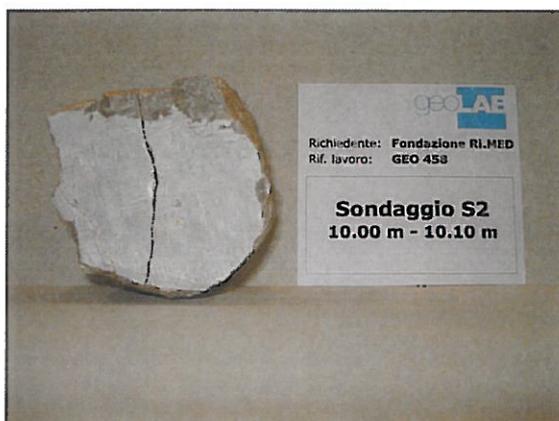
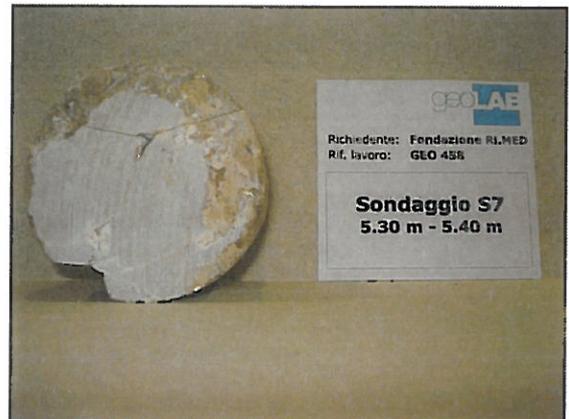
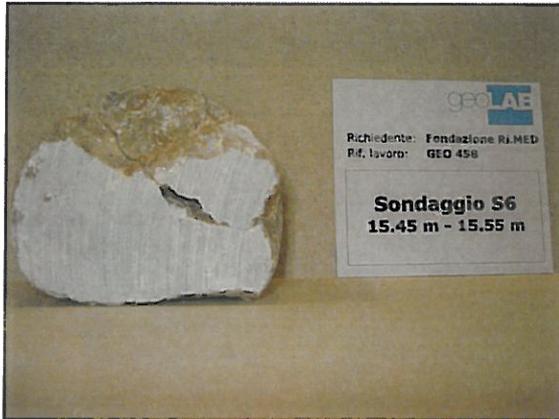
POINT LOAD DOPO LA PROVA



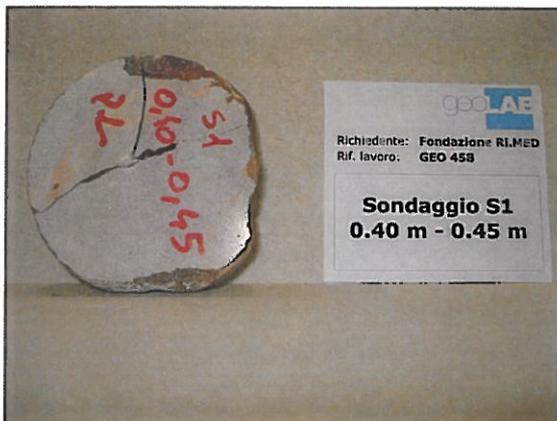
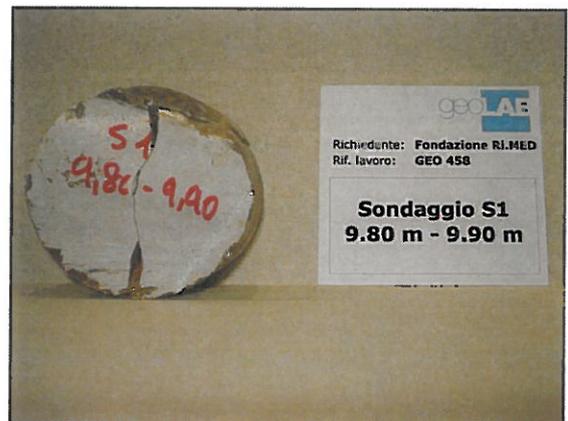
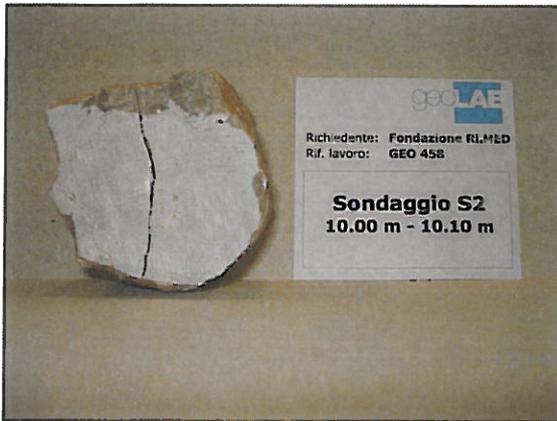
POINT LOAD DOPO LA PROVA



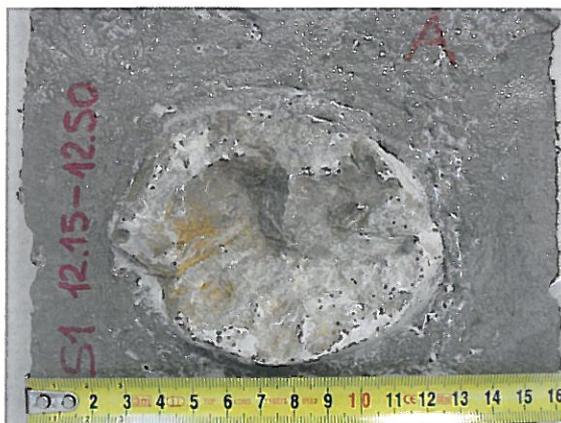
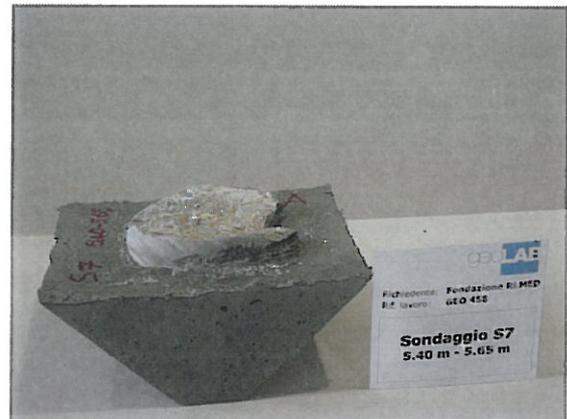
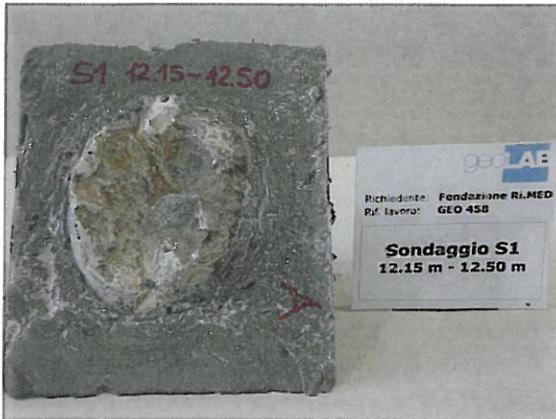
POINT LOAD DOPO LA PROVA



POINT LOAD DOPO LA PROVA



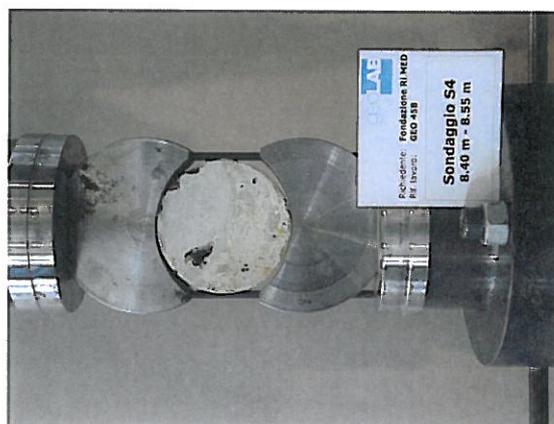
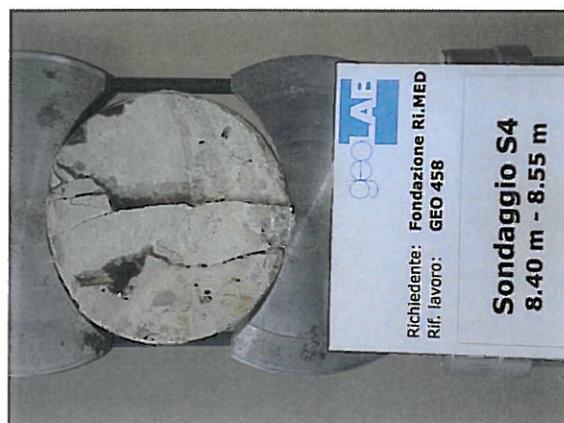
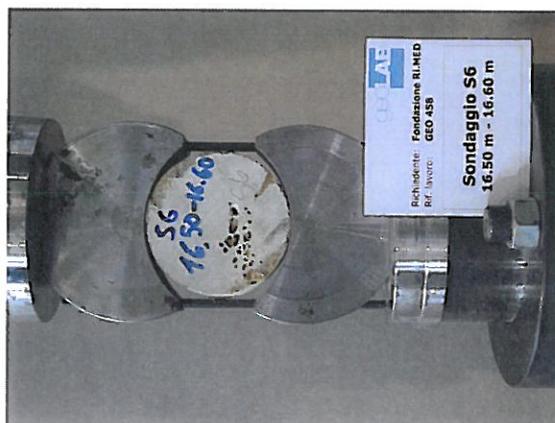
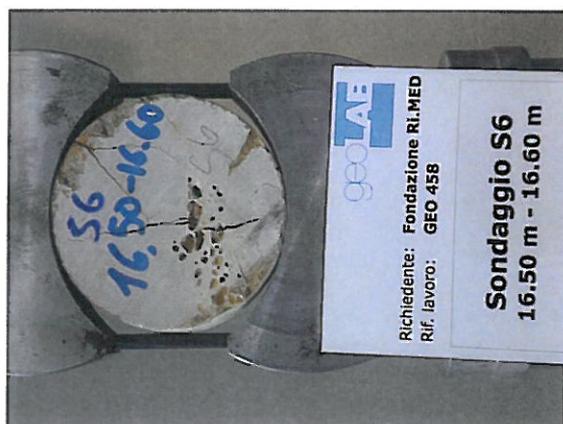
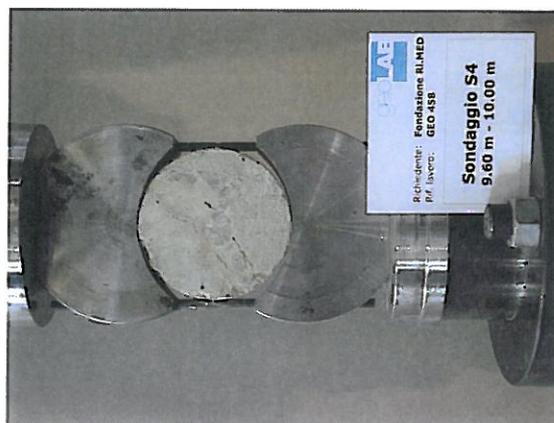
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO



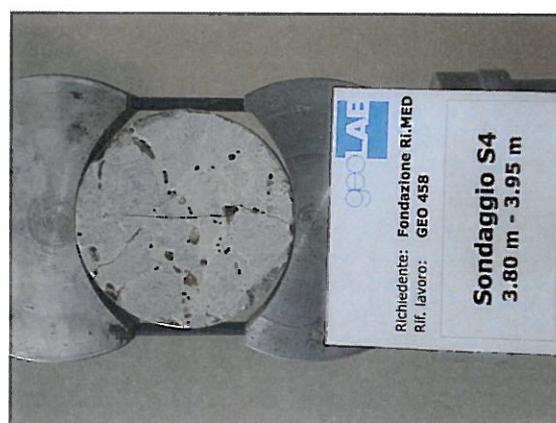
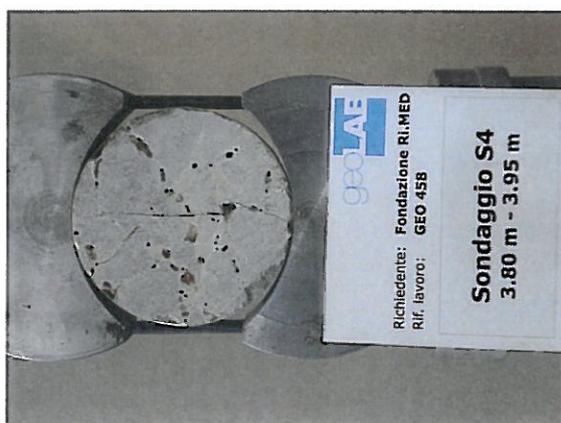
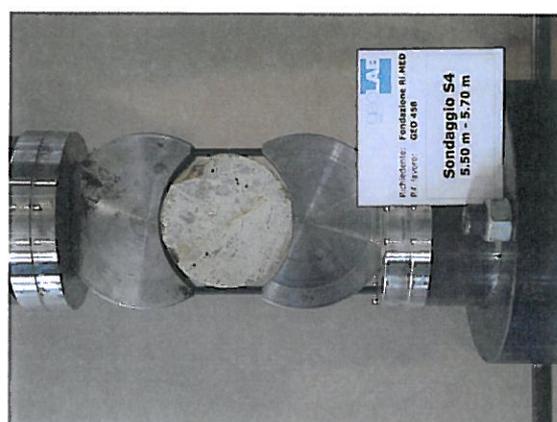
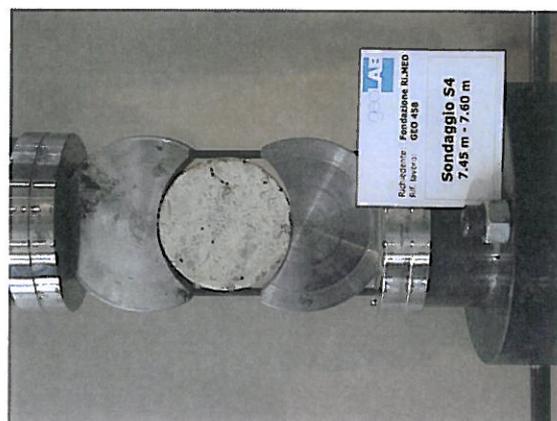
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO



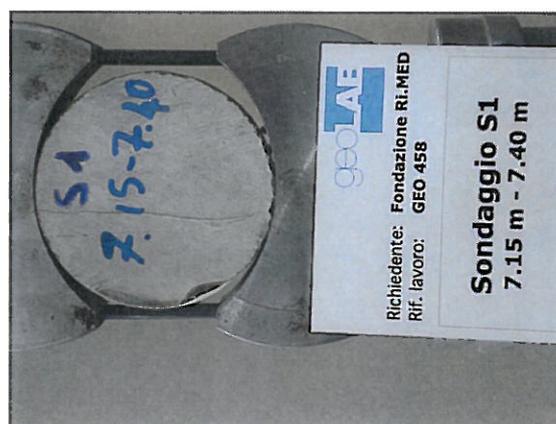
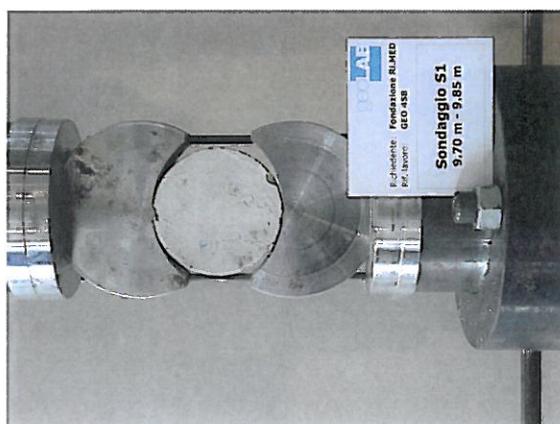
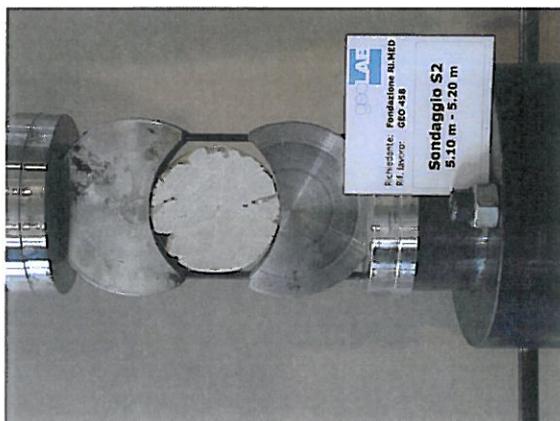
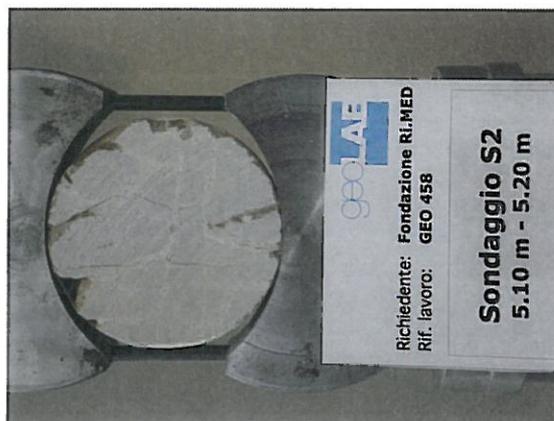
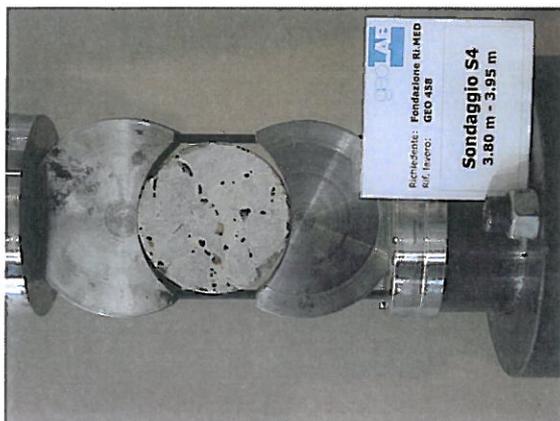
BRASILIANE



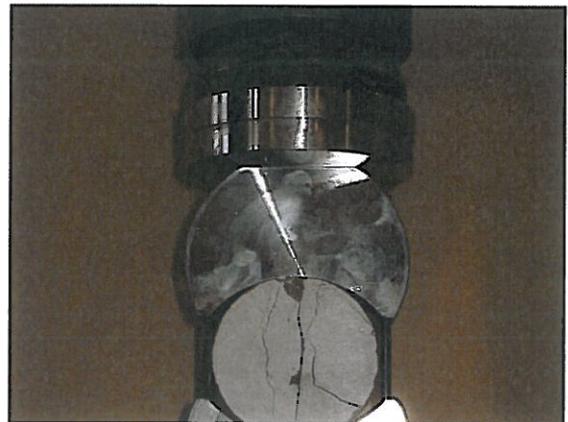
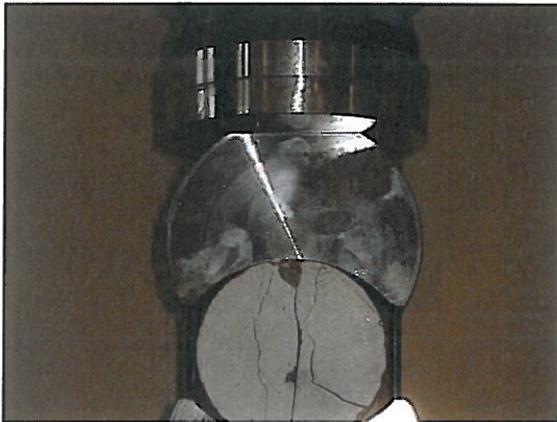
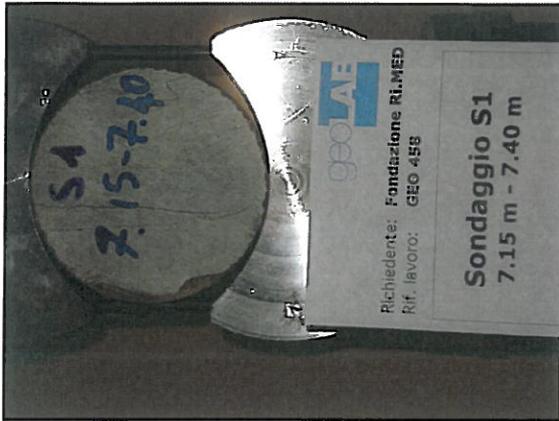
BRASILIANE



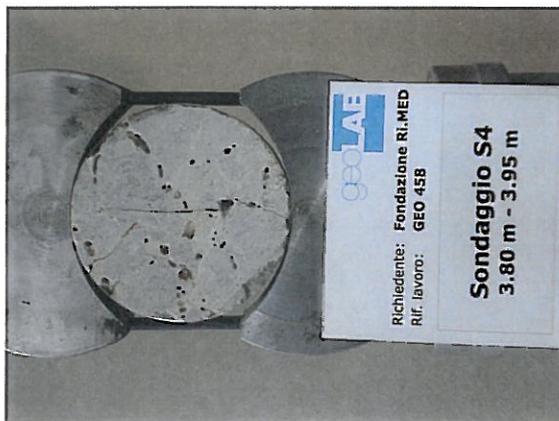
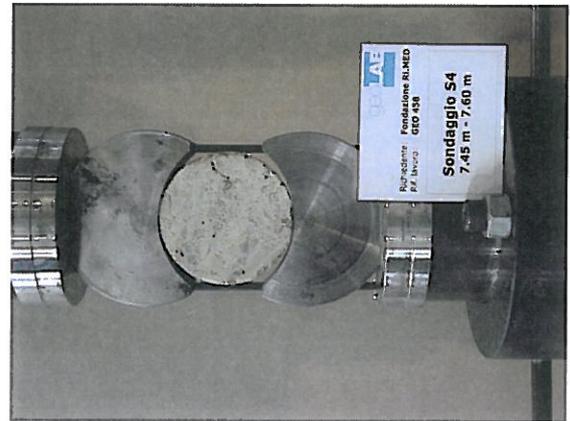
BRASILIANE



BRASILIANE



BRASILIANE



ALLEGATO 2.b

Tabelle e diagrammi

PROVE SUI TERRENI TR

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE
Norma ASTM D 2488 - 84

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data esecuzione prova** 09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità m** 0,40-0,80

Campionamento eseguito da I.CO.SEM. s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica **Chiusura contenitore** nastro adesivo e paraffina

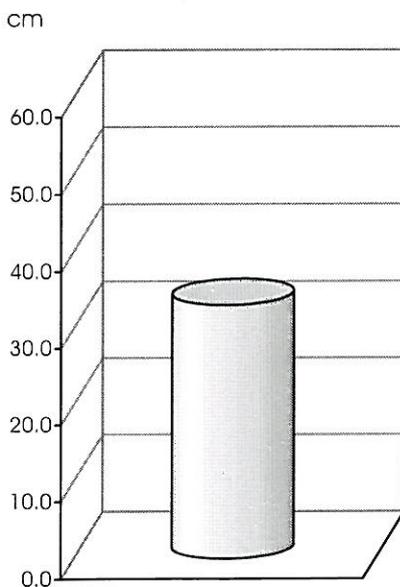
Forma campione cilindrica **Lunghezza cm** 33.0 **Diámetro cm** 8.5

Condizioni campione all'estrusione carota suddivisa in due spezzoni

Reazione all'HCl discreta

Pocket Penetrometer [kPa] 300 210 310 260 350 **Media** 286

DESCRIZIONE MACROSCOPICA



Limo argilloso sabbioso color rossastro scuro.
Presente una diffusa frazione ghiaiosa costituita da elementi lapidei di color
grigiastro e forma sub-angolare.
Presenti resti di radici.
Il campione emana odore di terra umida.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Legenda

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità m** 0,40-0,80

Campionamento eseguito da I.CO.SEM. s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 33,0
Diametro campione cm 8,5
Condizioni campione all'estrazione carota suddivisa in due spezzoni
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata
essiccatore in vetro

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa contenitore	[g]	150.56	155.02	153.57
Massa contenitore + provino umido	[g]	400.16	314.88	274.41
Massa contenitore + provino secco	[g]	356.30	278.79	244.49
Contenuto d'acqua	[%]	21.32	29.16	32.91

Risultato della prova

Contenuto d'acqua	%	27.80
--------------------------	---	--------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (metodo con misurazioni lineari)
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità m** 0,40-0,80

Campionamento eseguito da I.CO.SEM. s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 33.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrazione carota suddivisa in due spezzoni
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro, fustelle metalliche a pareti sottili con bordo tagliente
calibro digitale con precisione pari a 0.01 mm

		Provino 1	Provino 2
Massa fustella	[g]	76.28	78.25
Altezza fustella	[mm]	18.99	19.22
Diametro fustella	[mm]	50.37	50.31
Massa fustella + provino umido	[g]	152.56	155.21
Massa fustella + provino secco	[g]	136.18	138.56
Massa volumica	[Mg/m ³]	2.02	2.01
Massa volumica secca	[Mg/m ³]	1.58	1.58
Contenuto d'acqua	[%]	27.35	27.61

Risultati della prova

Massa volumica	Mg/m³	2.02
Massa volumica secca	Mg/m³	1.58
Contenuto d'acqua	%	27.48

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3:2005 - Metodo A

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza SettiAngeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S2 C1

Profondità m

0,40-0,80

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM. s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

33.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

carota suddivisa in due spezzoni

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, picnometri, pompa per vuoto

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa picnometro	[g]	208.26	199.29
Massa picnometro + provino secco	[g]	313.63	309.47
Massa picnometro + provino + acqua	[g]	841.60	848.85
Massa picnometro + acqua	[g]	776.53	781.05
Temperatura acqua distillata	[°C]	18	18
Massa volumica dei granuli solidi a T [°C]	[Mg/m ³]	2.61	2.60
Densità dell'acqua a T [°C]	[Mg/m ³]	0.999	0.999
Massa volumica dei granuli solidi a 20 °C	[Mg/m ³]	2.61	2.60

Risultato della prova

Massa volumica dei granuli solidi	Mg/m³	2.60
--	-------------------------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusotteri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

ANALISI GRANULOMETRICA

AGI - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" - 1994

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 18/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da
 Fondazione Ri.MED
 Piazza SetteAngeli n°10
 Palermo

Lavoro
 Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
 Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità** 0,40-0,80

Campionamento eseguito da I.CO.SEM, s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica

Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina **Forma campione** cilindrica

Lunghezza campione cm 33.0 **Diametro campione cm** 8.5

Condizioni campione all'estrazione carota suddivisa in due spezzoni

Massa campione secco iniziale	g	549.66
-------------------------------	---	--------

Analisi per setacciatura ad umido

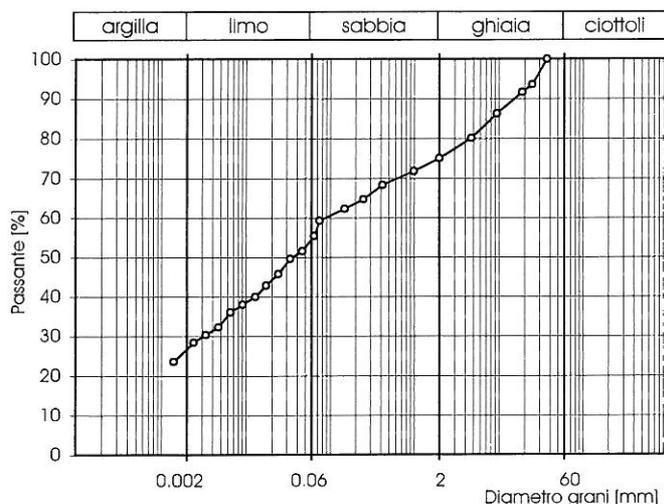
Aperture vagli [mm]	Trattenuto			Passante cumulativo [%]
	parziale [g]	parziale [%]	cumulativo [%]	
100	0.00	0.0	0.0	100.0
75	0.00	0.0	0.0	100.0
37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
25	35.34	6.4	6.4	93.6
19	10.78	2.0	8.4	91.6
9.5	29.42	5.4	13.7	86.3
4.75	33.74	6.1	19.9	80.1
2	27.99	5.1	25.0	75.0
1	17.42	3.2	28.1	71.9
0.425	19.55	3.6	31.7	68.3
0.25	19.91	3.6	35.3	64.7
0.15	13.59	2.5	37.8	62.2
0.075	16.03	2.9	40.7	59.3

Analisi per sedimentazione

(metodo del densimetro)

Diametro grani [mm]	Passante cumulativo [%]
0.0645	55.4
0.0467	51.5
0.0334	49.6
0.0241	45.7
0.0173	42.8
0.0128	40.0
0.0092	38.0
0.0065	36.1
0.0047	32.2
0.0034	30.3
0.0024	28.4
0.0014	23.6

Massa volumica dei grani	Mq/m ³	2.60
Massa provino disperso	g	50.0
T minima di prova	°C	18
T massima di prova	°C	18



Coefficienti granulometrici

D ₁₀	mm	-----
D ₃₀	mm	0.0032
D ₆₀	mm	0.0888
Coefficiente di uniformità		-----
Coefficiente di curvatura		-----

Frazioni granulometriche

Argilla	%	26.3
Limo	%	28.0
Sabbia	%	20.7
Ghiaia	%	25.0
Ciottoli	%	0.0

Classificazione A.G.I.

limo con argilla con ghiaia sabbioso

Lo sperimentatore
 Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO COL PENETROMETRO A CONO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 17/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione RI.MED
Piazza Setf'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità m** 0,40-0,80

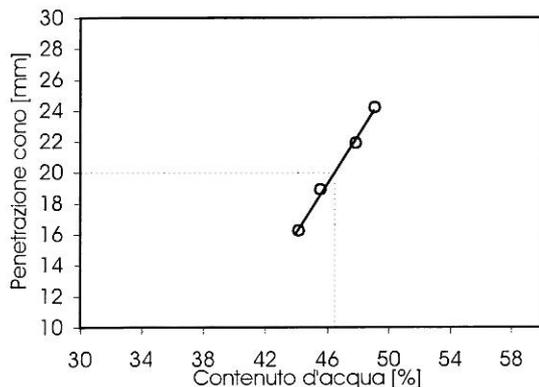
Campionamento eseguito da I.CO.SEM. s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Data prelievo campione non fornito
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 33.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrusione carota suddivisa in due spezzoni
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro

Materiale trattenuto allo staccio 0,425 mm 31.7 %

		Prova n° 1		Prova n° 2		Prova n° 3		Prova n° 4	
Letture finale comparatore	[div]	163	162	189	189	219	219	241	243
Letture finale comparatore	[mm]	16.3	16.2	18.9	18.9	21.9	21.9	24.1	24.3
Penetrazione media	[mm]	16.25		18.90		21.90		24.20	
Massa contenitore	[g]	8.62		8.87		9.37		10.06	
Massa contenitore + provino umido	[g]	19.72		21.33		25.10		24.58	
Massa contenitore + provino secco	[g]	16.32		17.43		20.01		19.80	
Contenuto d'acqua	[%]	44.16		45.56		47.84		49.08	

Risultato della prova

Limite liquido	%	46.5
-----------------------	---	-------------



----- Limite liquido
○ Dati sperimentali
— Interpolazione lineare

Lo sperimentatore
Dott. Michele Puscheri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S2 C1

Profondità m

0,40-0,80

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM. s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Data prelievo campione

non fornito

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

33.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

carota suddivisa in due spezzoni

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata, essiccatore in vetro, lastra di vetro molato
calibro metallico diametro 3 mm

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa contenitore	[g]	28.87	28.85
Massa contenitore + provino umido	[g]	38.79	36.63
Massa contenitore + provino secco	[g]	37.08	35.31
Contenuto d'acqua	[%]	20.83	20.43
Differenza tra i valori del contenuto d'acqua	%	1.9	

Risultato della prova

Limite plastico	%	20.6
------------------------	---	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO
Norma BS 1377:Part 2:1990

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 19/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S2 C1 **Profondità m** 0,40-0,80

Campionamento eseguito da I.CO.SEM. s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Data prelievo campione non fornito
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 33.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrusione carota suddivisa in due spezzoni
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, capsula di ritiro, cristallizzatore

		Provino 1	Provino 2
Massa della capsula	[g]	11.16	11.26
Massa capsula piena di mercurio	[g]	243.05	237.83
Volume del provino umido	[cm ³]	17.06	16.67
Massa della capsula + provino umido	[g]	40.11	39.50
Massa della capsula + provino secco	[g]	30.66	30.43
Massa provino paraffinato	[g]	22.73	21.22
Massa idrostatica	[g]	8.6	8.5
Contenuto d'acqua iniziale	[%]	48.46	47.31
Volume del provino secco	[cm ³]	10.77	10.58
Limite di ritiro di volume	[%]	16.2	15.5

Risultato della prova

Limite di ritiro di volume	%	15.9
-----------------------------------	----------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pasateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE
Norma ASTM D 2488 - 84

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data esecuzione prova** 09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione **S5 C1** **Profondità m** **0,00-0,30**

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica **Chiusura contenitore** nastro adesivo e paraffina

Forma campione cilindrica **Lunghezza cm** 20.0 **Diametro cm** 8.5

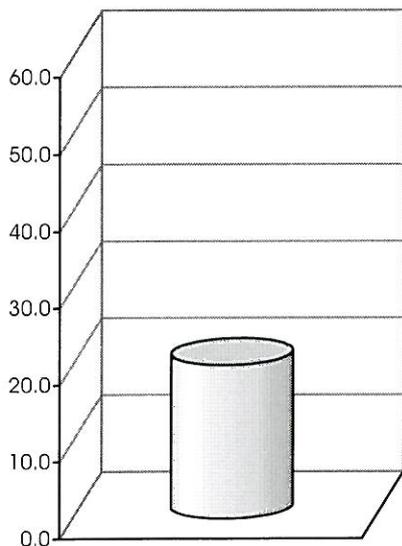
Condizioni campione all'estrusione campione integro

Reazione all'HCl discreta

Pocket Penetrometer [kPa] 220 260 180 220 **Media** 220

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

cm



Limo argilloso sabbioso color rossastro scuro.
Presente una diffusa frazione ghiaiosa costituita da elementi lapidei di color
grigiastro e forma sub-angolare.
Presenti resti di radici.
Il campione emana odore di terra umida.

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Legenda

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 09/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S5 C1 **Profondità m** 0,00-0,30

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 20.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrazione campione integro
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata
essiccatore in vetro

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa contenitore	[g]	156.12	160.50	151.60
Massa contenitore + provino umido	[g]	213.54	258.69	257.84
Massa contenitore + provino secco	[g]	202.88	240.22	232.56
Contenuto d'acqua	[%]	22.80	23.17	31.23

Risultato della prova

Contenuto d'acqua	%	25.73
--------------------------	---	--------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (metodo con misurazioni lineari)

Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S5 C1

Profondità m

0,00-0,30

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

20.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro, fustelle metalliche a pareti sottili con bordo tagliente calibro digitale con precisione pari a 0.01 mm

		Provino 1	Provino 2
Massa fustella	[g]	107.91	78.25
Altezza fustella	[mm]	18.95	19.22
Diametro fustella	[mm]	50.35	50.31
Massa fustella + provino umido	[g]	182.25	152.69
Massa fustella + provino secco	[g]	167.71	137.59
Massa volumica	[Mg/m ³]	1.97	1.95
Massa volumica secca	[Mg/m ³]	1.58	1.55
Contenuto d'acqua	[%]	24.31	25.45

Risultati della prova

Massa volumica	Mg/m³	1.96
Massa volumica secca	Mg/m³	1.57
Contenuto d'acqua	%	24.88

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3:2005 - Metodo A

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S5 C1

Profondità m

0,00-0,30

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

20.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, picnometri, pompa per vuoto

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa picnometro	[g]	212.03	220.94
Massa picnometro + provino secco	[g]	321.11	337.88
Massa picnometro + provino + acqua	[g]	848.85	856.90
Massa picnometro + acqua	[g]	781.55	784.72
Temperatura acqua distillata	[°C]	18	18
Massa volumica dei granuli solidi a T [°C]	[Mg/m ³]	2.61	2.61
Densità dell'acqua a T [°C]	[Mg/m ³]	0.999	0.999
Massa volumica dei granuli solidi a 20 °C	[Mg/m ³]	2.61	2.61

Risultato della prova

Massa volumica dei granuli solidi	Mg/m³	2.61
--	-------------------------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Puscarelli

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

ANALISI GRANULOMETRICA

AGI - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" - 1994

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione 55 C1 **Profondità** 0,00-0,30

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica

Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina **Forma campione** cilindrica

Lunghezza campione cm 20.0 **Diametro campione cm** 8.5

Condizioni campione all'estrazione campione integro

Massa campione secco iniziale	g	531.25
-------------------------------	---	--------

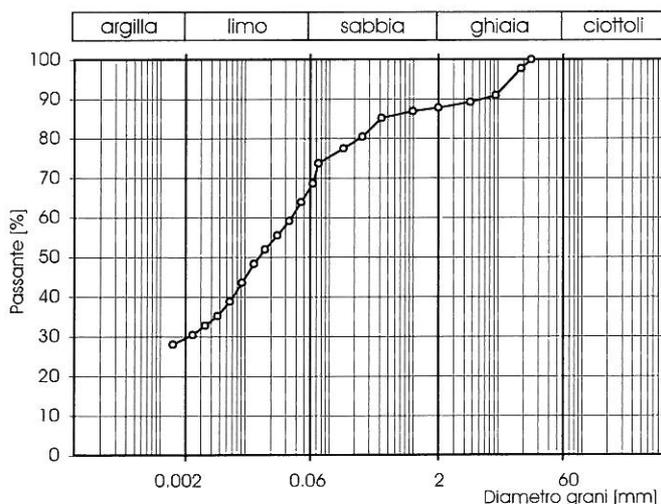
Analisi per setacciatura ad umido

Aperture vagli [mm]	Trattenuto			Passante cumulativo [%]
	parziale [g]	parziale [%]	cumulativo [%]	
100	0.00	0.0	0.0	100.0
75	0.00	0.0	0.0	100.0
37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
25	0.00	0.0	0.0	100.0
19	12.14	2.3	2.3	97.7
9.5	36.38	6.8	9.1	90.9
4.75	8.95	1.7	10.8	89.2
2	7.60	1.4	12.2	87.8
1	4.52	0.9	13.1	86.9
0.425	8.99	1.7	14.8	85.2
0.25	25.17	4.7	19.5	80.5
0.15	16.10	3.0	22.6	77.4
0.075	20.10	3.8	26.3	73.7

**Analisi per sedimentazione
(metodo del densimetro)**

Diametro grani [mm]	Passante cumulativo [%]
0.0643	68.6
0.0465	63.8
0.0336	59.1
0.0242	55.5
0.0173	51.9
0.0129	48.3
0.0093	43.6
0.0067	38.8
0.0048	35.2
0.0034	32.8
0.0024	30.4
0.0014	28.0

Massa volumica dei grani	Mg/m ³	2.61
Massa provino disperso	g	50.0
T minima di prova	°C	18
T massima di prova	°C	18



Coefficienti granulometrici

D ₁₀	mm	-----
D ₃₀	mm	0.0022
D ₆₀	mm	0.0358
Coefficiente di uniformità		-----
Coefficiente di curvatura		-----

Frazioni granulometriche

Argilla	%	29.4
Limo	%	38.1
Sabbia	%	20.3
Ghiaia	%	12.2
Ciottoli	%	0.0

Classificazione A.G.I.

limo con argilla sabbioso ghiaioso

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angela Muione

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO COL PENETROMETRO A CONO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

17/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Setti'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S5 C1 **Profondità m** 0,00-0,30

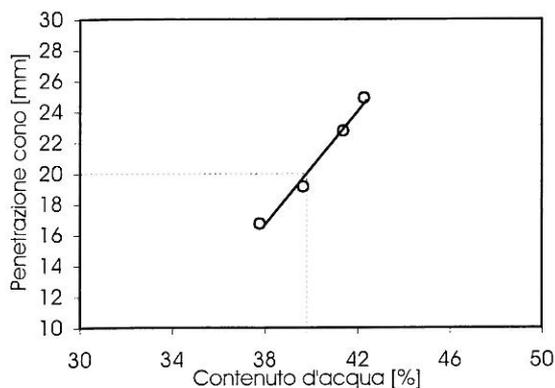
Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 20.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrusione campione integro
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro

Materiale trattenuto allo staccio 0,425 mm 14.8 %

		Prova n° 1		Prova n° 2		Prova n° 3		Prova n° 4	
Letture finale comparatore	[div]	166	169	189	194	225	230	248	250
Letture finale comparatore	[mm]	16.6	16.9	18.9	19.4	22.5	23.0	24.8	25.0
Penetrazione media	[mm]	16.75		19.15		22.75		24.90	
Massa contenitore	[g]	9.32		8.94		8.47		9.56	
Massa contenitore + provino umido	[g]	21.54		24.86		25.52		22.48	
Massa contenitore + provino secco	[g]	18.19		20.34		20.53		18.64	
Contenuto d'acqua	[%]	37.77		39.65		41.38		42.29	

Risultato della prova

Limite liquido	%	39.8
-----------------------	---	-------------



..... Limite liquido
○ Dati sperimentali
—— Interpolazione lineare

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione
e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S5 C1 **Profondità m** 0,00-0,30

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 20.0
Diametro campione cm 8.5
Condizioni campione all'estrusione campione integro
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata, essiccatore in vetro, lastra di vetro molato
calibro metallico diametro 3 mm

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa contenitore	[g]	28.64	28.48
Massa contenitore + provino umido	[g]	36.81	37.85
Massa contenitore + provino secco	[g]	35.47	36.29
Contenuto d'acqua	[%]	19.62	19.97
Differenza tra i valori del contenuto d'acqua	%	1.8	

Risultato della prova

Limite plastico	%	19.8
------------------------	----------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO
Norma BS 1377:Part 2:1990

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

19/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S5 C1

Profondità m

0,00-0,30

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

20.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrusione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, capsula di ritiro, cristallizzatore

		Provino 1	Provino 2
Massa della capsula	[g]	11.97	11.46
Massa capsula piena di mercurio	[g]	250.43	241.78
Volume del provino umido	[cm ³]	17.55	16.95
Massa della capsula + provino umido	[g]	40.20	39.51
Massa della capsula + provino secco	[g]	30.75	30.03
Massa provino paraffinato	[g]	20.80	20.74
Massa idrostatica	[g]	8.2	8.1
Contenuto d'acqua iniziale	[%]	50.32	51.05
Volume del provino secco	[cm ³]	10.49	10.32
Limite di ritiro di volume	[%]	12.8	15.3

Risultato della prova

Limite di ritiro di volume	%	14.1
-----------------------------------	----------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

SCHEDA IDENTIFICATIVA CAMPIONE

Norma ASTM D 2488 - 84

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data esecuzione prova** 10/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S7 C1 **Profondità m** 0,10-0,50

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica **Chiusura contenitore** nastro adesivo e paraffina

Forma campione cilindrica **Lunghezza cm** 27.0 **Diametro cm** 8.5

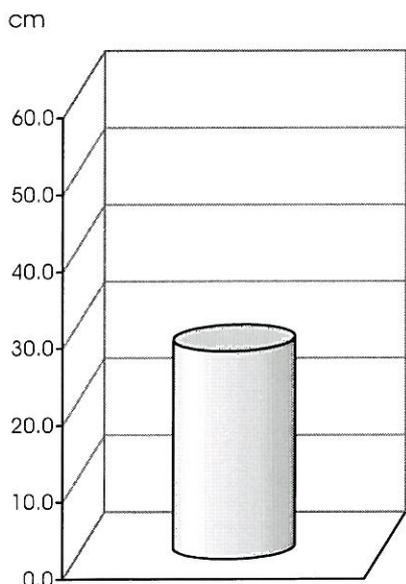
Condizioni campione all'estrazione campione integro

Reazione all'HCl discreta

Pocket Penetrometer [kPa] 370 530 510 570 600 **Media** 516

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Limo argilloso sabbioso color rossastro scuro, molto consistente.
Presenti resti di radici.
Il campione emana odore di terra umida.



Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angela Mulone

Legenda

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

09/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S7 C1

Profondità m

0,10-0,50

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

27.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrusione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata
essiccatore in vetro

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Massa contenitore	[g]	152.32	157.87	151.53
Massa contenitore + provino umido	[g]	230.20	260.85	288.55
Massa contenitore + provino secco	[g]	214.10	238.97	260.58
Contenuto d'acqua	[%]	26.06	26.98	25.65

Risultato della prova

Contenuto d'acqua	%	26.23
--------------------------	---	--------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Fusco

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (metodo con misurazioni lineari)
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 16/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S7 C1

Profondità m

0,10-0,50

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

27.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro, fustelle metalliche a pareti sottili con bordo tagliente calibro digitale con precisione pari a 0.01 mm

		Provino 1	Provino 2
Massa fustella	[g]	107.91	107.86
Altezza fustella	[mm]	18.95	18.86
Diametro fustella	[mm]	50.35	50.43
Massa fustella + provino umido	[g]	179.25	178.60
Massa fustella + provino secco	[g]	165.87	164.05
Massa volumica	[Mg/m ³]	1.89	1.88
Massa volumica secca	[Mg/m ³]	1.54	1.49
Contenuto d'acqua	[%]	23.08	25.89

Risultati della prova

Massa volumica	Mg/m³	1.88
Massa volumica secca	Mg/m³	1.51
Contenuto d'acqua	%	24.49

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-3:2005 - Metodo A

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S7 C1

Profondità m

0,10-0,50

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

27.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrusione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, picnometri, pompa per vuoto

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa picnometro	[g]	217.05	222.71
Massa picnometro + provino secco	[g]	327.79	332.15
Massa picnometro + provino + acqua	[g]	850.30	847.91
Massa picnometro + acqua	[g]	782.30	780.23
Temperatura acqua distillata	[°C]	18	18
Massa volumica dei granuli solidi a T (°C)	[Mg/m ³]	2.59	2.62
Densità dell'acqua a T (°C)	[Mg/m ³]	0.999	0.999
Massa volumica dei granuli solidi a 20 °C	[Mg/m ³]	2.59	2.62

Risultato della prova

Massa volumica dei granuli solidi	Mg/m³	2.60
--	-------------------------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusseri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

ANALISI GRANULOMETRICA

AGI - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" - 1994

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova 18/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Setf'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S7 C1 **Profondità** 0,10-0,50

Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione Q5

Contenitore fustella metallica

Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina **Forma campione** cilindrica

Lunghezza campione cm 27.0 **Diametro campione cm** 8.5

Condizioni campione all'estrazione campione integro

Massa campione secco iniziale g 305.47

Analisi per selacciatura ad umido

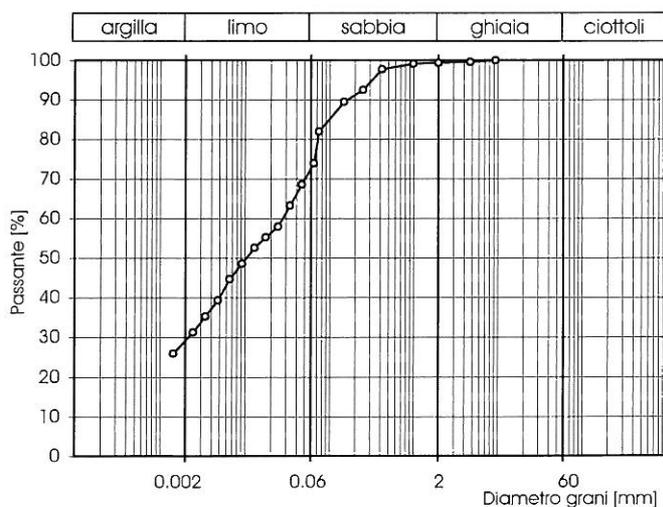
Aperture vagli [mm]	Trattenuto			Passante cumulativo [%]
	parziale [g]	parziale [%]	cumulativo [%]	
100	0.00	0.0	0.0	100.0
75	0.00	0.0	0.0	100.0
37.5	0.00	0.0	0.0	100.0
25	0.00	0.0	0.0	100.0
19	0.00	0.0	0.0	100.0
9.5	0.00	0.0	0.0	100.0
4.75	1.11	0.4	0.4	99.6
2	0.80	0.3	0.6	99.4
1	0.90	0.3	0.9	99.1
0.425	4.11	1.3	2.3	97.7
0.25	15.97	5.2	7.5	92.5
0.15	9.43	3.1	10.6	89.4
0.075	22.77	7.5	18.0	82.0

Analisi per sedimentazione

(metodo del densimetro)

Diametro grani [mm]	Passante cumulativo [%]
0.0652	73.9
0.0472	68.6
0.0341	63.2
0.0246	57.9
0.0176	55.2
0.0130	52.6
0.0093	48.6
0.0067	44.6
0.0048	39.3
0.0034	35.3
0.0025	31.3
0.0014	25.9

Massa volumica dei grani	Mq/m ³	2.60
Massa provino disperso	g	50.0
T minima di prova	°C	18
T massima di prova	°C	18



Coefficienti granulometrici

D ₁₀	mm	-----
D ₃₀	mm	0.0022
D ₆₀	mm	0.0280
Coefficiente di uniformità		-----
Coefficiente di curvatura		-----

Frazioni granulometriche

Argilla	%	28.7
Limo	%	43.6
Sabbia	%	27.1
Ghiaia	%	0.6
Ciottoii	%	0.0

Classificazione A.G.I.

limo con argilla con sabbia

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO COL PENETROMETRO A CONO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 17/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione S7 C1 **Profondità m** 0,10-0,50

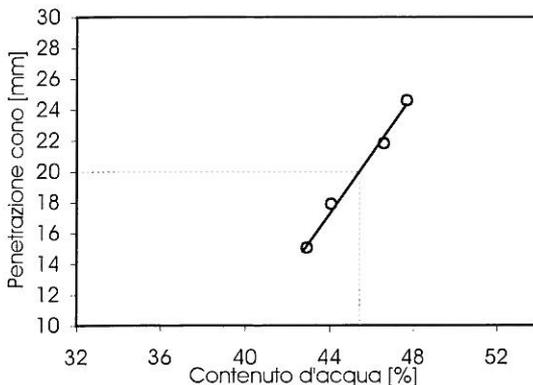
Campionamento eseguito da I.CO.SEM s.r.l.
Procedura di campionamento campionatore tipo Shelby
Classe di qualità del campione Q5
Contenitore fustella metallica
Chiusura contenitore nastro adesivo e paraffina
Forma campione cilindrica
Lunghezza campione cm 27,0
Diametro campione cm 8,5
Condizioni campione all'estrusione campione integro
Apparecchiatura utilizzata bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata, essiccatore in vetro

Materiale trattenuto allo staccio 0,425 mm 2.3 %

		Prova n° 1		Prova n° 2		Prova n° 3		Prova n° 4	
Letture finale comparatore	[div]	150	151	178	180	219	217	245	247
Letture finale comparatore	[mm]	15	15.1	17.8	18	21.9	21.7	24.5	24.7
<i>Penetrazione media</i>	[mm]	15.05		17.90		21.80		24.60	
Massa contenitore	[g]	13.89		11.32		9.11		8.98	
Massa contenitore + provino umido	[g]	25.01		26.03		26.04		24.65	
Massa contenitore + provino secco	[g]	21.67		21.53		20.66		19.59	
<i>Contenuto d'acqua</i>	[%]	42.93		44.07		46.58		47.69	

Risultato della prova

Limite liquido	%	45.4
-----------------------	---	-------------



----- Limite liquido
○ Dati sperimentali
— Interpolazione lineare

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO
Norma UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S7 C1

Profondità m

0,10-0,50

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

27.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g
stufa ventilata, essiccatore in vetro, lastra di vetro molato
calibro metallico diametro 3 mm

		Prova n° 1	Prova n° 2
Massa contenitore	[g]	28.43	24.38
Massa contenitore + provino umido	[g]	37.01	34.29
Massa contenitore + provino secco	[g]	35.39	32.43
Contenuto d'acqua	[%]	23.28	23.11
Differenza tra i valori del contenuto d'acqua	%	0.7	

Risultato della prova

Limite plastico	%	23.2
------------------------	----------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO
Norma BS 1377:Part 2:1990

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Data inizio prova

19/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da**

Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro

Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Sigla campione

S7 C1

Profondità m

0,10-0,50

Campionamento eseguito da

I.CO.SEM s.r.l.

Procedura di campionamento

campionatore tipo Shelby

Classe di qualità del campione

Q5

Contenitore

fustella metallica

Chiusura contenitore

nastro adesivo e paraffina

Forma campione

cilindrica

Lunghezza campione cm

27.0

Diametro campione cm

8.5

Condizioni campione all'estrazione

campione integro

Apparecchiatura utilizzata

bilancia elettronica con precisione di 0,01g, stufa ventilata
essiccatore in vetro, capsula di ritiro, cristallizzatore

		Provino 1	Provino 2
Massa della capsula	[g]	20.00	14.96
Massa capsula piena di mercurio	[g]	267.88	260.19
Volume del provino umido	[cm ³]	18.24	18.04
Massa della capsula + provino umido	[g]	49.64	44.61
Massa della capsula + provino secco	[g]	39.74	34.88
Massa provino paraffinato	[g]	22.49	23.09
Massa idrostatica	[g]	8.4	8.6
Contenuto d'acqua iniziale	[%]	50.15	48.85
Volume del provino secco	[cm ³]	11.21	11.15
Limite di ritiro di volume	[%]	14.5	14.2

Risultato della prova

Limite di ritiro di volume	%	14.4
-----------------------------------	----------	-------------

Lo sperimentatore
Dott. Michele Pusateri

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.1 pagina, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

PROVE SULLE ROCCE CA

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE PER PIETRE NATURALI
Norma UNI EN 1936:2001

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 18/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

Preparazione della superficie dei provini Spianatura e rettifica

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

Metodo di prova La determinazione del volume dei provini è effettuata mediante misure lineari

Persona o organizzazione che ha eseguito la campionatura I.CO.SEM. s.r.l.

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova, composto da n.3 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE PER PIETRE NATURALI
Norma UNI EN 1936:2001

Verbale di accettazione n.

GEO 458 del 03/11/10

Sigla campione	Profondità prelievo [m]	Dimensioni						Sezione [mm ²]	Massa [kg]	Massa volumica [kg/m ³]	
		d sup.1 [mm]	d sup.2 [mm]	d inf.1 [mm]	d inf.2 [mm]	d [mm]	h [mm]				
S1	6.65-7.00	77.93	77.95	77.72	77.66	77.8	42.9	4 756	0.549	2 689	provini preparati per la prova brasiliana
S1	7.15-7.40	77.86	78.02	77.83	77.89	77.9	40.8	4 766	0.521	2 680	
S1	9.70-9.85	77.66	77.78	77.79	77.85	77.8	42.5	4 750	0.541	2 684	
S2	5.10-5.20	78.09	78.13	77.79	77.92	78.0	39.1	4 776	0.489	2 620	
S4	3.80-3.95	82.08	82.08	81.88	81.90	82.0	41.9	5 279	0.552	2 494	
S4	5.55-5.70	81.61	81.81	82.03	81.78	81.8	40.2	5 256	0.502	2 372	
S4	7.45-7.60	81.55	81.61	81.48	81.82	81.6	40.1	5 232	0.505	2 408	
S4	8.40-8.55	81.60	81.52	81.80	81.94	81.7	40.6	5 244	0.549	2 576	
S4	9.60-10.00	81.55	81.57	81.78	81.68	81.6	43.6	5 235	0.589	2 581	
S6	16.50-16.60	77.63	77.55	77.62	77.77	77.6	39.7	4 735	0.491	2 610	
S1	13.18-13.38	78.06	78.49	78.44	77.81	78.2	198.8	4 803	2.559	2 680	provini preparati per la prova di compressione uniaxiale
S1	13.00-13.18	78.11	78.12	77.92	78.37	78.1	161.7	4 794	2.075	2 676	
S1	14.55-15.00	77.89	77.77	77.92	77.74	77.8	201.8	4 758	2.588	2 695	
S2	3.00-3.40	78.17	78.20	78.16	77.84	78.1	197.8	4 790	2.543	2 684	
S2	4.30-4.60	78.08	77.88	77.88	77.93	77.9	160.9	4 771	2.039	2 655	
S2	3.40-3.60	78.27	78.23	78.06	78.23	78.2	173.1	4 803	2.203	2 650	
S3	2.00-2.20	77.10	77.15	77.57	77.90	77.4	147.0	4 709	1.872	2 704	
S3	2.20-2.40	77.63	77.56	77.86	77.70	77.7	139.3	4 740	1.777	2 691	
S4	2.60-3.00	81.70	81.72	81.87	81.48	81.7	174.5	5 241	2.445	2 674	
S4	5.00-5.45	81.94	81.87	82.16	82.00	82.0	205.0	5 280	2.821	2 606	
S4	7.00-7.25	81.70	81.72	81.80	81.78	81.8	201.3	5 249	2.580	2 442	
S4	9.60-10.00	81.91	81.94	81.80	81.82	81.9	205.1	5 264	2.714	2 514	
S6	15.60-15.80	77.65	77.71	77.51	77.70	77.6	175.7	4 735	2.208	2 654	
S1	3.85-4.00	37.85	37.80	37.67	37.78	37.8	75.0	1 121	0.228	2 716	provini preparati per la prova di compressione triassiale
S1	4.00-4.10	37.83	37.70	37.76	37.81	37.8	74.4	1 121	0.224	2 687	
S1	4.80-5.00	37.73	37.84	37.80	37.84	37.8	75.0	1 122	0.228	2 712	
S1	6.65-7.00	37.89	37.84	37.83	37.73	37.8	74.7	1 124	0.227	2 704	
S1	7.14-7.40	37.81	37.71	37.78	37.80	37.8	74.7	1 121	0.227	2 711	
S4	9.00-9.30	37.85	37.86	37.85	37.85	37.9	74.7	1 125	0.221	2 632	
S4	9.00-9.30	38.03	37.97	37.86	37.80	37.9	74.6	1 129	0.214	2 547	
S4	9.00-9.30	37.92	37.83	37.88	37.82	37.9	73.8	1 126	0.217	2 612	
S4	9.30-9.60	37.80	37.81	37.75	37.92	37.8	74.8	1 123	0.212	2 528	
S4	9.30-9.60	37.84	37.89	37.79	37.80	37.8	74.9	1 124	0.218	2 592	

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE PER PIETRE NATURALI
Norma UNI EN 1936:2001

Verbale di accettazione n.

GEO 458 del 03/11/10

Sigla campione	Profondità prelievo [m]	Dimensioni						Sezione [mm ²]	Massa [kg]	Massa volumica [kg/m ³]
		d sup.1 [mm]	d sup.2 [mm]	d inf.1 [mm]	d inf.2 [mm]	d [mm]	h [mm]			
S1	0.40-0.45	82.31	82.32	82.35	82.40	82.3	39.9	5 326	0.560	2 635
S1	7.85-7.90	77.41	77.41	77.85	77.83	77.6	48.8	4 733	0.605	2 622
S1	7.90-8.00	77.91	77.93	77.85	77.84	77.9	65.8	4 764	0.835	2 665
S1	9.35-9.50	77.41	77.39	77.51	77.45	77.4	63.7	4 710	0.804	2 681
S1	9.90-10.00	75.42	75.39	75.45	75.25	75.4	61.5	4 462	0.742	2 704
S1	11.00-11.15	77.68	77.69	77.75	77.69	77.7	47.5	4 742	0.605	2 685
S1	11.80-11.95	77.74	77.77	77.72	77.79	77.8	45.5	4 748	0.571	2 646
S1	17.30-17.35	77.23	77.25	77.14	77.19	77.2	55.7	4 681	0.690	2 649
S2	10.00-10.10	76.12	76.18	76.21	76.26	76.2	51.4	4 559	0.611	2 609
S2	24.25-24.3	75.40	75.42	75.39	75.41	75.4	54.9	4 466	0.640	2 613
S2	25.15-25.2	80.80	81.49	81.12	81.08	81.1	49.9	5 169	0.682	2 645
S2	25.80-25.85	75.21	75.18	75.18	75.20	75.2	52.0	4 441	0.616	2 666
S3	4.70-4.80	77.39	77.47	77.51	77.56	77.5	48.4	4 715	0.615	2 696
S4	3.80-3.95	81.89	81.85	81.83	81.85	81.9	62.1	5 262	0.856	2 619
S4	5.55-5.70	82.02	82.01	81.92	81.91	82.0	62.2	5 277	0.850	2 589
S4	7.45-7.60	81.77	81.79	81.78	81.71	81.8	55.2	5 250	0.750	2 586
S6	12.30-12.35	77.75	77.71	77.71	77.77	77.7	42.6	4 746	0.532	2 630
S6	14.90-15.00	77.41	77.43	77.47	77.46	77.4	56.4	4 710	0.705	2 653
S7	5.30-5.40	74.95	74.92	74.88	74.93	74.9	58.7	4 408	0.686	2 650

provini preparati per la prova point load

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)

ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010 **Data della prova** 18-11-10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n. 10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica. Codice CIG 0493729E0B

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio della Geolab srl

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Provini cilindrici ricavati mediante carotaggio

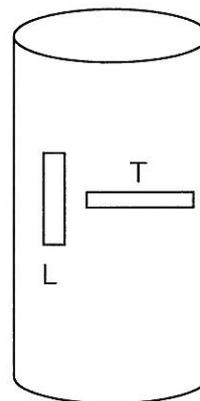
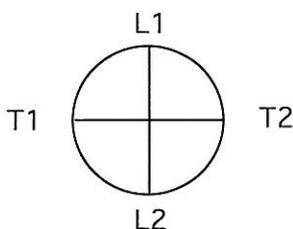
Preparazione della superficie dei provini Spianatura e rettifica

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

**Orientazione dell'asse del carico
rispetto ai piani di anisotropia** Piani di anisotropia assenti

Apparecchiatura utilizzata Pressa Galdabini CTM-60
Estensimetri Tokyo Sokki Kenkyuio Co. ltd. tipo PL-60-11
lunghezza mm 60 resistenza 120 Ω

Posizionamento estensimetri



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
Dott. Angelo Malone

Il presente rapporto di prova composto da n.15 pagine, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S1- 13,18-13,38 m

Diametro d	mm	78,20
Altezza h	mm	198,8
Sezione	mm ²	4803
Rapporto h/d		2,5
Tensione max di prova	MPa	10,0
Base di misura	mm	60

letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	1	2	1	0	0,00	0	0	0	1
31	34	9	7	3681	0,77	29	33	7	6
58	82	11	12	11042	2,30	56	81	9	11
95	140	13	16	18403	3,83	93	139	11	15
139	189	15	23	25764	5,36	137	188	13	22
205	237	27	28	33125	6,90	203	236	25	27
269	294	37	35	40485	8,43	267	293	35	34

Modulo elastico assiale retta L1
 Modulo elastico assiale retta L2

31162 MPa
 29548 MPa

Modulo elastico assiale E
 (da media dei singoli punti sperimentali)

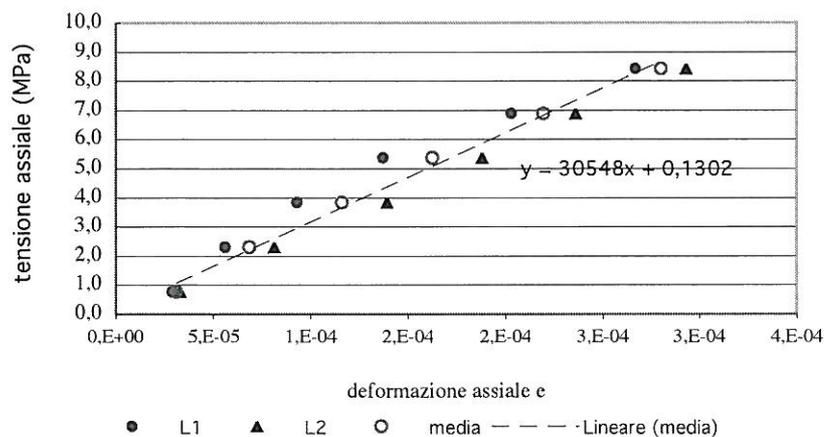
30547 MPa

Modulo di Poisson n
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

0,115

Modulo elastico trasversale G
 $G = E / 2(1+n)$

13692 MPa



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S1 13,00-13,18 m

Diametro d	mm	78,13
Altezza h	mm	161,7
Sezione	mm ²	4794
Rapporto h/d		2,1
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

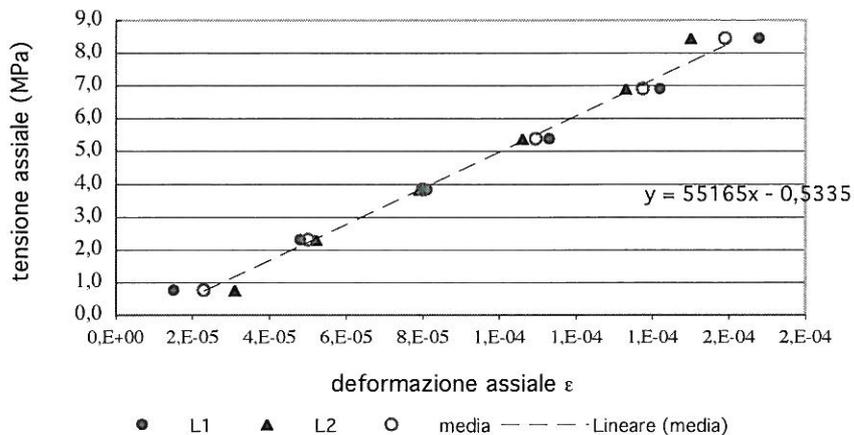
letture estensimetri		letture estensimetri		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 ($\mu\epsilon$)	def. ass. L2 ($\mu\epsilon$)	def. trasv. T1 ($\mu\epsilon$)	def. trasv. T2 ($\mu\epsilon$)
assiali ($\mu\epsilon$)		trasversali ($\mu\epsilon$)							
L1	L2	T1	T2						
0	1	0	1	0	0,00	0	0	0	1
15	32	11	9	3681	0,77	15	31	11	8
48	53	17	14	11042	2,30	48	52	17	13
81	80	21	18	18403	3,84	81	79	21	17
113	107	32	21	25764	5,37	113	106	32	20
142	134	38	24	33125	6,91	142	133	38	23
168	151	41	28	40485	8,44	168	150	41	27

Modulo elastico assiale retta L1 49702 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 61881 MPa

Modulo elastico assiale E 55164 MPa
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,182
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

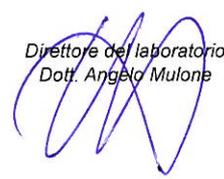
Modulo elastico trasversale G 23334 MPa
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone



DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S1 14,55-15,00

Diametro d	mm	77,83
Altezza h	mm	201,8
Sezione	mm ²	4758
Rapporto h/d		2,6
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

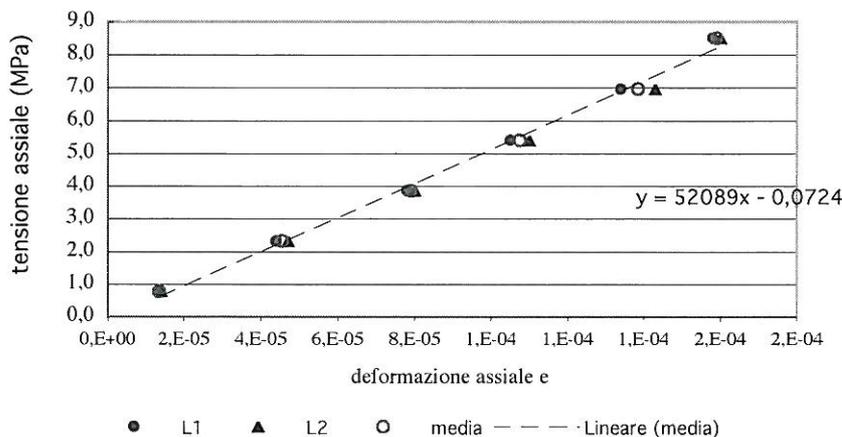
letture estensimetri assiali (μ€)		letture estensimetri trasversali (μ€)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μ€)	def. ass. L2 (μ€)	def. trasv. T1 (μ€)	def. trasv. T2 (μ€)
L1	L2	T1	T2						
0	1	1	0	0	0,00	0	0	0	1
13	15	4	6	3681	0,77	13	14	3	6
44	48	7	9	11042	2,32	44	47	6	9
78	81	11	14	18403	3,87	78	80	10	14
105	111	16	18	25764	5,42	105	110	15	18
134	144	19	21	33125	6,96	134	143	18	21
158	161	22	26	40485	8,51	158	160	21	26

Modulo elastico assiale retta L1 52837 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 51308 MPa

Modulo elastico assiale E 52088 MPa
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,131
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 23032 MPa
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strenght and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S2 3,00-3,40 m

Diametro d	mm	78,09
Altezza h	mm	197,8
Sezione	mm ²	4790
Rapporto h/d		2,5
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
1	2	3	0	0	0,00	0	0	0	1
6	10	7	5	3681	0,77	5	8	4	5
38	35	11	9	11042	2,31	37	33	8	9
71	58	15	12	18403	3,84	70	56	12	12
90	79	18	16	25764	5,38	89	77	15	16
108	97	22	18	33125	6,92	107	95	19	18
124	111	24	22	40485	8,45	123	109	21	22

Modulo elastico assiale retta L1
 Modulo elastico assiale retta L2

64002 MPa
 74844 MPa

Modulo elastico assiale E
 (da media dei singoli punti sperimentali)

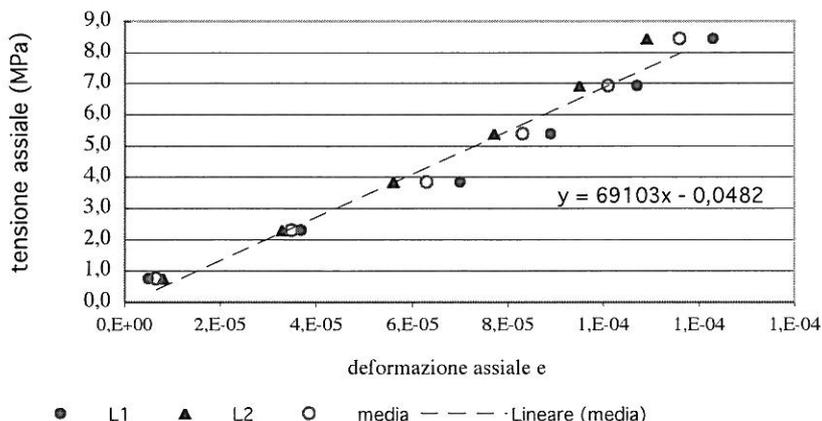
69103 MPa

Modulo di Poisson n
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

0,153

Modulo elastico trasversale G
 $G = E / 2(1+n)$

29974 MPa



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n. 10
Palermo

Campione S2 4,3-4,6 m

Diametro d	mm	77,94
Altezza h	mm	160,94
Sezione	mm ²	4771
Rapporto h/d		2,1
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

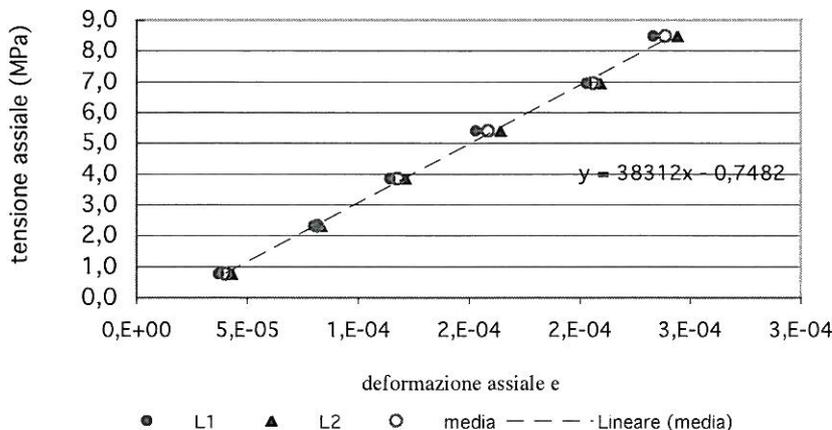
letture estensimetri assiali (μE)		letture estensimetri trasversali (μE)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μE)	def. ass. L2 (μE)	def. trasv. T1 (μE)	def. trasv. T2 (μE)
L1	L2	T1	T2						
1	1	2	0	0	0,00	0	0	0	1
38	44	9	6	3681	0,77	37	43	7	6
81	84	13	14	11042	2,31	80	83	11	14
115	122	18	19	18403	3,86	114	121	16	19
154	165	22	24	25764	5,40	153	164	20	24
204	210	26	31	33125	6,94	203	209	24	31
234	245	32	36	40485	8,49	233	244	30	36

Modulo elastico assiale retta L1 38784 MPa
Modulo elastico assiale retta L2 37831 MPa

Modulo elastico assiale E 38312 **MPa**
(da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,129
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

Modulo elastico trasversale G 16963 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
Dot. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
Dot. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova Fondazione Ri.MED
 sottoscritta da Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S2 3,40-3,60 m

Diametro d mm 78,20
 Altezza h mm 173,1
 Sezione mm² 4803
 Rapporto h/d 2,2
 Tensione max di prova MPa 7,7
 Base di misura mm 60

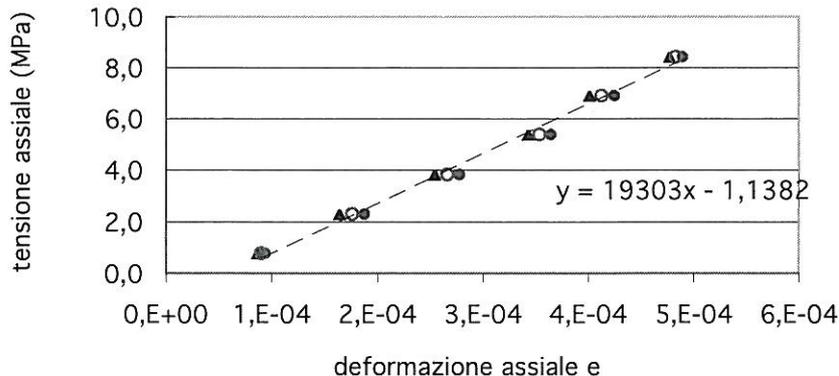
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
0	1	1	0	0	0,00	0	0	0	1
94	88	18	15	3681	0,77	94	87	17	15
188	165	26	24	11042	2,30	188	164	25	24
278	255	34	31	18403	3,83	278	254	33	31
365	344	42	44	25764	5,36	365	343	41	44
425	402	51	53	33125	6,90	425	401	50	53
490	478	62	64	40485	8,43	490	477	61	64

Modulo elastico assiale retta L1 19154 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 19433 MPa

Modulo elastico assiale E 19303 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,117
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 8641 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



● L1 ▲ L2 ○ media - - - Lineare (media)

Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S3 2,00-2,20 m

Diametro d	mm	77,43
Altezza h	mm	147,0
Sezione	mm ²	4709
Rapporto h/d		1,9
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

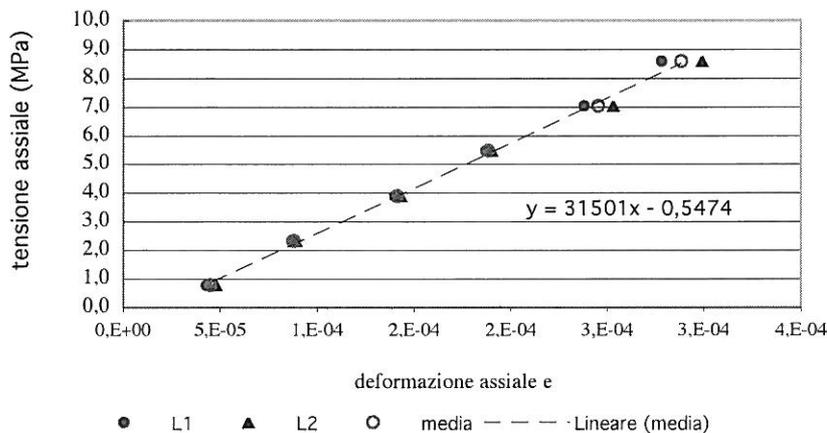
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	1	1	0	0	0,00	0	0	0	1
45	49	9	7	3681	0,78	43	48	8	7
89	90	17	16	11042	2,34	87	89	16	16
142	144	21	24	18403	3,91	140	143	20	24
189	191	28	31	25764	5,47	187	190	27	31
240	254	31	38	33125	7,03	238	253	30	38
280	300	40	44	40485	8,60	278	299	39	44

Modulo elastico assiale retta L1 32626 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 30414 MPa

Modulo elastico assiale E 31501 MPa
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,134
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 13895 MPa
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S3 2,20-2,40 m

Diametro d	mm	77,69
Altezza h	mm	139,3
Sezione	mm ²	4740
Rapporto h/d		1,8
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

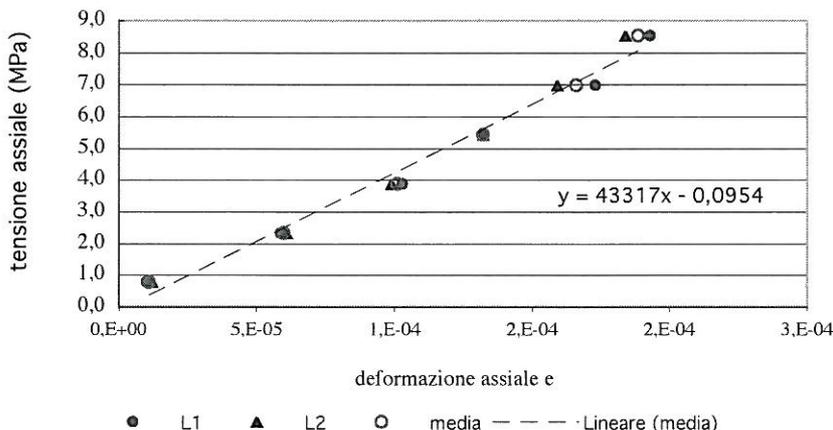
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	1	1	1	0	0,00	0	0	0	1
12	13	3	7	3681	0,78	10	12	2	6
61	62	7	9	11042	2,33	59	61	6	8
105	100	11	14	18403	3,88	103	99	10	13
134	133	19	18	25764	5,44	132	132	18	17
175	160	24	20	33125	6,99	173	159	23	19
195	185	31	24	40485	8,54	193	184	30	23

Modulo elastico assiale retta L1 41647 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 45048 MPa

Modulo elastico assiale E 43317 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,129
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

Modulo elastico trasversale G 19186 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del Laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)

ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strenght and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S4 2,60-3,00 m

Diametro d	mm	81,69
Altezza h	mm	174,5
Sezione	mm ²	5241
Rapporto h/d		2,1
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

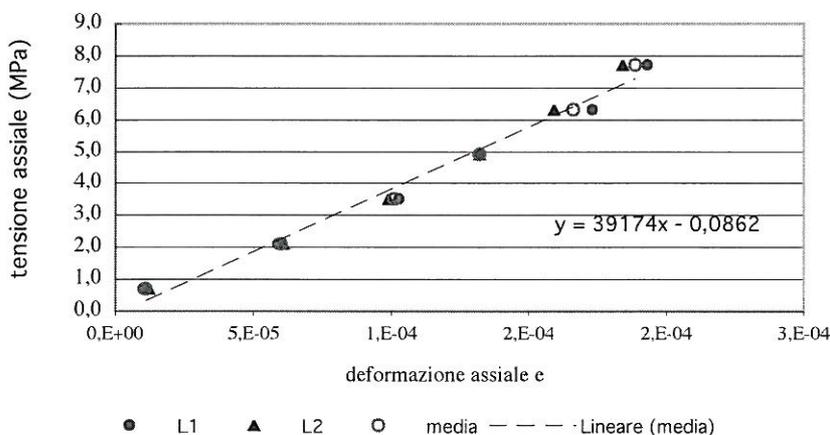
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	1	2	0	0	0,00	0	0	0	1
12	13	12	5	3681	0,70	10	12	10	5
61	62	18	9	11042	2,11	59	61	16	9
105	100	21	13	18403	3,51	103	99	19	13
134	133	26	16	25764	4,92	132	132	24	16
175	160	32	20	33125	6,32	173	159	30	20
195	185	34	24	40485	7,72	193	184	32	24

Modulo elastico assiale retta L1 37663 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 40739 MPa

Modulo elastico assiale E 39173 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,115
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

Modulo elastico trasversale G 17563 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S4 5,00-5,45 m

Diametro d mm 81,7425
 Altezza h mm 204,99
 Sezione mm² 5248
 Rapporto h/d 2,5
 Tensione max di prova MPa 7,7
 Base di misura mm 60

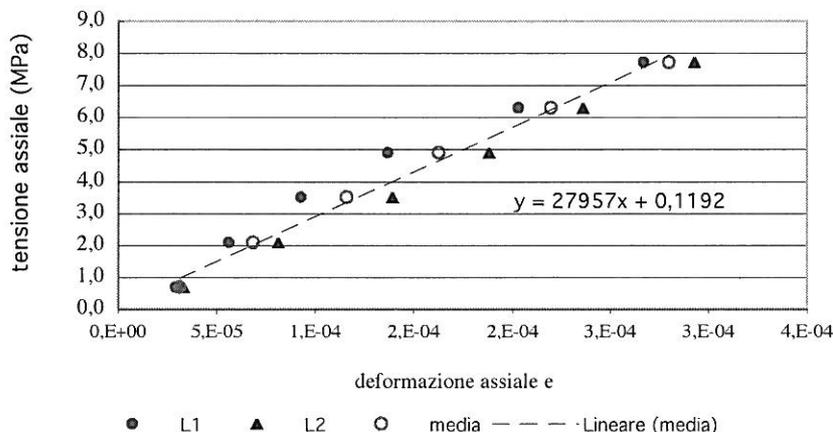
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	1	4	0	0	0,00	0	0	0	1
31	34	10	9	3681	0,70	29	33	6	9
58	82	21	17	11042	2,10	56	81	17	17
95	140	28	25	18403	3,51	93	139	24	25
139	189	36	36	25764	4,91	137	188	32	36
205	237	42	42	33125	6,31	203	236	38	42
269	294	48	48	40485	7,71	267	293	44	48

Modulo elastico assiale retta L1 28520 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 27043 MPa

Modulo elastico assiale E 27957 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,156
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 12097 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strenght and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova Fondazione Ri.MED
 sottoscritta da Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S4 6,45-6,90 m

Diametro d	mm	81,82
Altezza h	mm	200,7
Sezione	mm ²	5258
Rapporto h/d		2,5
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

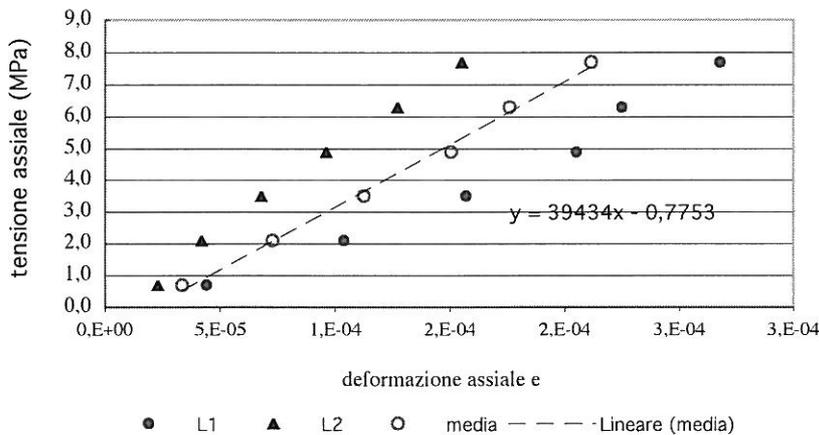
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
0	0	0	1	0	0,00	0	0	0	1
44	23	6	8	3681	0,70	44	23	6	7
104	42	9	12	11042	2,10	104	42	9	11
157	68	14	15	18403	3,50	157	68	14	14
205	96	20	23	25764	4,90	205	96	20	22
225	127	25	28	33125	6,30	225	127	25	27
268	155	30	34	40485	7,70	268	155	30	33

Modulo elastico assiale retta L1 31329 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 51703 MPa

Modulo elastico assiale E 39434 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,146
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

Modulo elastico trasversale G 17201 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

**DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
 ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strenght and deformability of rock materials-1979**

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S4 7,00-7,25 m

Diametro d	mm	81,75
Altezza h	mm	201,3
Sezione	mm ²	5249
Rapporto h/d		2,5
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

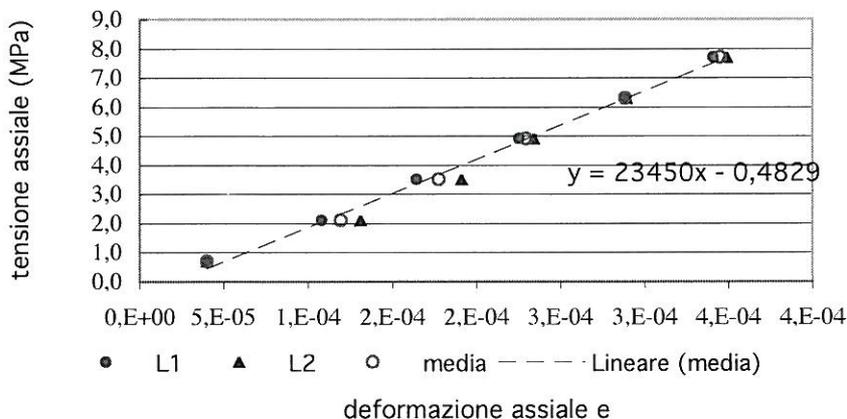
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
0	1	0	1	0	0,00	0	0	0	1
40	41	10	9	3681	0,70	40	40	10	8
108	132	21	11	11042	2,10	108	131	21	10
164	192	29	22	18403	3,51	164	191	29	21
225	235	32	29	25764	4,91	225	234	32	28
288	290	38	34	33125	6,31	288	289	38	33
341	350	44	39	40485	7,71	341	349	44	38

Modulo elastico assiale retta L1 23285 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 23499 MPa

Modulo elastico assiale E 23450 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,109
 $n = \epsilon_{\text{trasv}} / \epsilon_{\text{assiale}}$

Modulo elastico trasversale G 10575 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strenght and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova
 sottoscritta da Fondazione Ri.MED
 Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S4 9,60-10,00 m

Diametro d	mm	81,87
Altezza h	mm	205,1
Sezione	mm ²	5264
Rapporto h/d		2,5
Tensione max di prova	MPa	7,7
Base di misura	mm	60

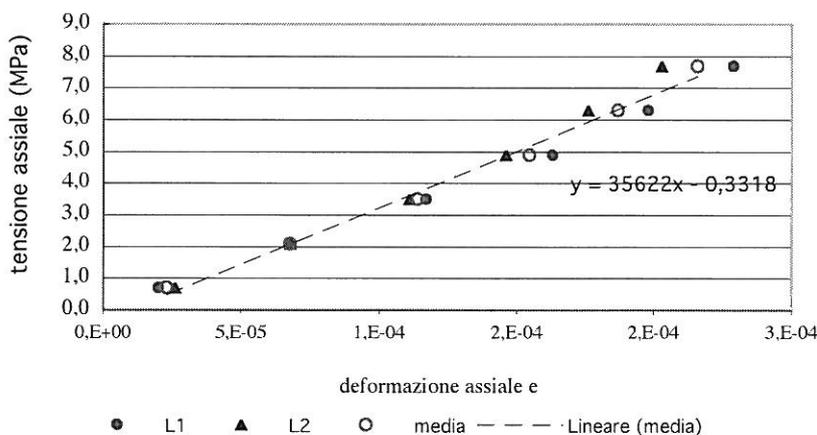
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
0	1	1	2	0	0,00	0	0	0	1
20	27	11	10	3681	0,70	20	26	10	8
68	69	18	17	11042	2,10	68	68	17	15
117	112	21	20	18403	3,50	117	111	20	18
163	147	28	27	25764	4,89	163	146	27	25
198	177	32	34	33125	6,29	198	176	31	32
229	204	41	42	40485	7,69	229	203	40	40

Modulo elastico assiale retta L1 32779 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 38994 MPa

Modulo elastico assiale E 35621 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,154
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 15437 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DEI MODULI DI ELASTICITA' ASSIALE (E) E TRASVERSALE (G)
ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials-1979

Riferimento lavoro n. GEO 458 del 3/11/2010

Data della prova 18-11-2010

Richiesta di prova Fondazione Ri.MED
 sottoscritta da Piazza Sett'Angeli n. 10
 Palermo

Campione S6 15,6-15,8 m

Diametro d mm 77,64
 Altezza h mm 175,7
 Sezione mm² 4735
 Rapporto h/d 2,3
 Tensione max di prova MPa 7,7
 Base di misura mm 60

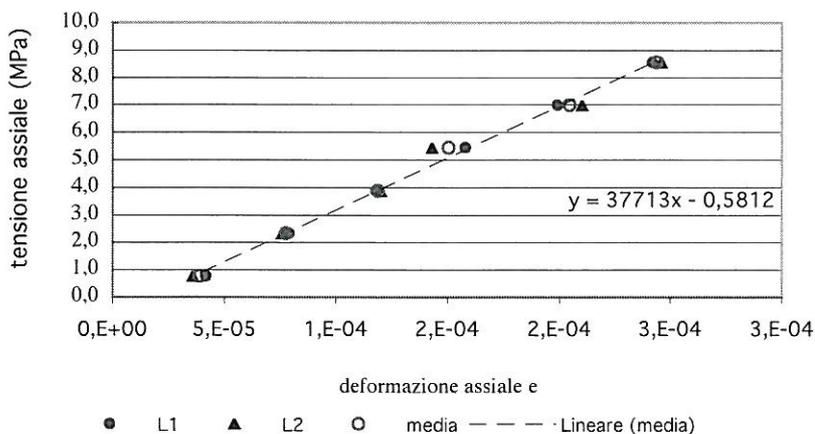
letture estensimetri assiali (μϵ)		letture estensimetri trasversali (μϵ)		carico assiale (N)	tensione assiale (MPa)	def. ass. L1 (μϵ)	def. ass. L2 (μϵ)	def. trasv. T1 (μϵ)	def. trasv. T2 (μϵ)
L1	L2	T1	T2						
2	2	1	0	0	0,00	0	0	0	1
44	38	8	9	3681	0,78	42	36	7	9
81	78	14	14	11042	2,33	79	76	13	14
120	122	18	20	18403	3,89	118	120	17	20
160	145	22	26	25764	5,44	158	143	21	26
201	212	26	30	33125	7,00	199	210	25	30
244	248	32	36	40485	8,55	242	246	31	36

Modulo elastico assiale retta L1 38843 MPa
 Modulo elastico assiale retta L2 36464 MPa

Modulo elastico assiale E 37713 **MPa**
 (da media dei singoli punti sperimentali)

Modulo di Poisson n 0,121
 $n = \epsilon_{trasv} / \epsilon_{assiale}$

Modulo elastico trasversale G 16818 **MPa**
 $G = E / 2(1+n)$



Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio
 Dott. Angelo Mulone

POINT LOAD TEST

"Suggested method for determining point load strength", I.S.R.M. 1984

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data della prova** 18/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

**Persona o organizzazione che ha
eseguito la campionatura** I.CO.SEM. s.r.l.

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

Preparazione della superficie dei provini Taglio delle facce terminali

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

Apparecchiatura Point load tester modello Matest fornito di due manometri con scala 0-5,5 kN con div. 0,1 kN e scala 0-55 kN con div. 1 kN

Tipo di prova Assiale

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova, composto da n.2 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

POINT LOAD TEST

"Suggested method for determining point load strength", I.S.R.M. 1984

Verbale di accettazione n.

GEO 458 del 03/11/10

Sigla campione	Sigla provino	Profondità [m]	D [mm]	P [kN]	D_e^2 [mm ²]	D_e [mm]	I_s [MPa]	F [mm]	$I_{s(50)}$ [MPa]
S1	1	0.40-0.45	39.9	16.5	1 592	39.9	10.36	0.90	9.36
S1	1	0.75-0.80	43.1	18.0	1 855	43.1	9.70	0.94	9.07
S1	1	7.85-7.90	48.8	14.0	2 377	48.8	5.89	0.99	5.82
S1	1	7.90-8.00	65.8	13.5	4 326	65.8	3.12	1.13	3.53
S1	1	9.35-9.50	63.7	11.5	4 055	63.7	2.84	1.11	3.16
S1	2	9.35-9.50	51.0	6.0	2 602	51.0	2.31	1.01	2.33
S1	1	9.70-9.85	45.7	17.5	2 086	45.7	8.39	0.96	8.06
S1	2	9.70-9.85	34.4	8.0	1 186	34.4	6.74	0.85	5.70
S1	1	9.80-9.90	44.9	13.0	2 015	44.9	6.45	0.95	6.15
S1	1	9.90-10.0	61.5	15.0	3 782	61.5	3.97	1.10	4.35
S1	1	10.20-10.25	45.8	15.0	2 094	45.8	7.16	0.96	6.88
S1	1	10.75-10.85	48.7	2.9	2 369	48.7	1.22	0.99	1.21
S1	1	11.00-11.15	47.5	10.5	2 258	47.5	4.65	0.98	4.54
S1	1	11.70-11.80	50.2	14.0	2 522	50.2	5.55	1.00	5.56
S1	1	11.80-11.95	45.5	12.5	2 066	45.5	6.05	0.96	5.80
S1	1	13.30-13.60	50.0	10.0	2 498	50.0	4.00	1.00	4.00
S1	1	17.30-17.35	55.7	15.0	3 097	55.7	4.84	1.05	5.08
S2	1	10.00-10.10	51.4	13.0	2 639	51.4	4.93	1.01	4.99
S2	1	24.25-24.30	54.9	19.0	3 009	54.9	6.32	1.04	6.58
S2	1	25.15-25.20	49.8	17.0	2 480	49.8	6.85	1.00	6.84
S2	1	25.80-25.85	52.0	18.0	2 708	52.0	6.65	1.02	6.77
S3	1	4.70-4.80	48.4	16.0	2 341	48.4	6.84	0.99	6.74
S4	1	3.80-3.95	62.1	13.5	3 858	62.1	3.50	1.10	3.86
S4	1	5.55-5.70	62.2	3.5	3 873	62.2	0.90	1.10	1.00
S4	1	7.45-7.60	55.2	12.0	3 051	55.2	3.93	1.05	4.11
S6	1	12.30-12.35	42.6	15.5	1 816	42.6	8.53	0.93	7.94
S6	1	14.90-15.00	56.4	14.0	3 182	56.4	4.40	1.06	4.65
S6	1	15.45-15.55	65.8	6.5	4 334	65.8	1.50	1.13	1.70
S7	1	5.30-5.40	58.7	16.5	3 447	58.7	4.79	1.07	5.15

$I_{s(50)}$ medio	MPa	5.13
-------------------	-----	------

legenda

- D diametro dello spezzone di carota
- P carico di rottura puntuale
- D_e diametro equivalente
- I_s indice di resistenza al punzonamento
- F fattore correttivo
- $I_{s(50)}$ indice di resistenza al punzonamento corretto

Nota: il valore medio di $I_{s(50)}$ è stato calcolato scartando i due valori più bassi ed i due valori più alti

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulane



DETERMINAZIONE INDIRECTA DELLA RESISTENZA A TRAZIONE CON LA PROVA BRASILIANA
Norma ISRM "Suggested methods for Determining Tensile Strength of Rock Materials", 1977

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data della prova** 19/11/10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sette Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

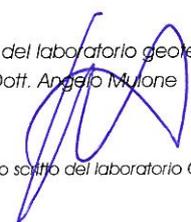
Preparazione della superficie dei provini Spianatura

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

Orientazione dell'asse del carico rispetto ai piani di anisotropia Piani di anisotropia variamente orientati rispetto all'asse di carico

Persona o organizzazione che ha eseguito la campionatura I.CO.SEM, s.r.l.


Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio


Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova, composto da n.2 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE INDIRETTA DELLA RESISTENZA A TRAZIONE CON LA PROVA BRASILIANA

Norma ISRM "Suggested methods for Determining Tensile Strength of Rock Materials", 1977

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Velocità di carico 200 N/s

Sigla campione	Profondità provino [m]	Diametro D ₁ [mm]	Diametro D ₂ [mm]	Diametro D _{medio} [mm]	Spessore t [mm]	Massa [g]	Carico a rottura P [N]	Resistenza a trazione 0,636*P/Dt [MPa]
S1	6.65-7.00	77.94	77.69	77.82	42.90	548.6	37 239	7.095
S1	7.15-7.40	77.94	77.86	77.90	40.75	520.5	36 621	7.337
S1	9.70-9.85	77.72	77.82	77.77	42.45	541.2	29 133	5.612
S2	5.10-5.20	78.11	77.85	77.98	39.06	488.7	9 474	1.978
S4	3.80-3.95	82.08	81.89	81.99	41.90	551.7	20 910	3.871
S4	5.55-5.70	81.71	81.91	81.81	40.24	501.7	18 132	3.503
S4	7.45-7.60	81.58	81.65	81.62	40.11	505.2	10 812	2.101
S4	8.40-8.55	81.56	81.87	81.72	40.63	549.0	42 510	8.143
S4	9.60-10.00	81.56	81.73	81.65	43.55	588.6	7 977	1.427
S6	16.50-16.60	77.59	77.70	77.64	39.74	491.1	32 103	6.617

Risultati della prova

Resistenza a trazione media	R	4.768	MPa
Deviazione standard	s	2.5	MPa
Coefficiente di variazione	v	0.52	

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulina



DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE MONOASSIALE DEI MATERIALI ROCCIOSI
Norma ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials - 1979

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/2010 **Data della prova** 18-11-10

Richiesta di prova sottoscritta da Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n. 10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica.
Responsabile del procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio della Geolab srl

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

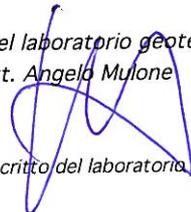
Preparazione della superficie dei provini Spianatura e rettifica

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

Orientazione dell'asse del carico rispetto ai piani di anisotropia provino S1 m 13,00-13,18 piani di anisotropia variamente orientati
provino S1 m 14,55-15,00 piani di anisotropia a circa 70° rispetto all'asse maggiore
provino S2 m 3,00-3,40 piani di anisotropia a circa 10° rispetto all'asse maggiore
provino S2 m 3,40-3,60 piani di anisotropia a circa 40° rispetto all'asse maggiore
provino S2 m 4,30-4,60 piani di anisotropia sub-paralleli all'asse minore
provino S3 m 2,00-2,20 piani di anisotropia variamente orientati
provino S3 m 2,20-2,40 piani di anisotropia variamente orientati
provino S4 m 2,60-3,00 piani di anisotropia a circa 20° rispetto all'asse maggiore
provino S4 m 5,00-5,45 piani di anisotropia variamente orientati
provino S4 m 7,00-7,25 piani di anisotropia variamente orientati
provino S4 m 9,60-10,00 piani di anisotropia a circa 60° rispetto all'asse maggiore

Persona o organizzazione che ha eseguito la campionatura I.CO.SEM. srl


Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio


Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova composto da n.2 pagine, non può essere riprodotto in forma parziale senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE MONOASSIALE DEI MATERIALI ROCCIOSI
 Norma ISRM-Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials - 1979

Verbale di accettazione n.

GEO 458 del 03/11/2010

Sigla campione	Profondità prelievo [m]	Dimensioni		Sezione [mm ²]	Massa provino [kg]	Massa volumica * [kg/m ³]	Carico di rottura F [N]	Resistenza a compressione R [MPa]
		d [mm]	h [mm]					
S1	13.00-13.18	78,1	161,7	4.794	2,075	2.676	111.500	23,26
S1	13.18-13.38	78,2	198,8	4.803	2,559	2.680	140.800	29,32
S1	14.55-15.00	77,8	201,8	4.758	2,588	2.695	268.800	56,50
S2	3.00-3.40	78,1	197,8	4.790	2,543	2.684	60.500	12,63
S2	3.40-3.60	78,2	173,1	4.803	2,203	2.650	46.000	9,58
S2	4.30-4.60	77,9	160,9	4.771	2,039	2.655	137.900	28,90
S3	2.00-2.20	77,4	147,0	4.709	1,872	2.704	175.000	37,16
S3	2.20-2.40	77,7	139,3	4.740	1,777	2.691	213.200	44,98
S4	2.60-3.00	81,7	174,5	5.241	2,445	2.674	83.700	15,97
S4	5.00-5.45	82,0	205,0	5.280	2,821	2.606	117.400	22,23
S4	6.45-6.90	81,8	200,7	5.258	2,610	2.473	122.600	23,32
S4	7.00-7.25	81,8	201,3	5.249	2,580	2.442	89.300	17,01
S4	9.60-10.00	81,9	205,1	5.264	2,714	2.514	181.200	34,42
S6	15.60-15.80	77,6	175,7	4.735	2,208	2.654	158.300	33,43

* determinata mediante misure lineari

Risultati della prova

Resistenza a compressione media **	R	28	MPa
Deviazione standard	s	12,9	MPa
Coefficiente di variazione	v	0,47	

** valore arrotondato a 1 MPa


 Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio


 Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 18/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Setti'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di
progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca
Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni prelevati nel sondaggio S1 alla profondità compresa fra m 3,85 e m 7,40

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

Preparazione della superficie dei provini Spianatura e rettifica

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

**Orientazione dell'asse del carico
rispetto ai piani di anisotropia** provino S1 m 4,00-4,10 piani di anisotropia sub-paralleli all'asse maggiore
provino S1 m 6,65-7,00 piani di anisotropia a circa 20° rispetto all'asse maggiore

**Persona o organizzazione che ha
eseguito la campionatura** I.CO.SEM. s.r.l.

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



Il presente certificato di prova, composto da n.3 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n.

GEO 458 del 03/11/10

Sigla campione	Sigla provino	Profondità prelievo [m]	Dimensioni		Sezione [mm ²]	Massa [kg]	Massa volumica [kg/m ³]	Pressione di confinamento σ_3 [MPa]	Carico di rottura F [N]	Sforzo assiale a rottura σ_1 [MPa]
			d [mm]	h [mm]						
S1	1	3.85-4.00	37.8	75.0	1 121	0.228	2 716	2.0	108 800	97.08
S1	1	4.00-4.10	37.8	74.4	1 121	0.224	2 687	4.0	108 000	96.37
S1	1	4.80-5.00	37.8	75.0	1 122	0.228	2 712	6.0	206 900	184.34
S1	1	6.65-7.00	37.8	74.7	1 124	0.227	2 704	8.0	197 100	175.43
S1	1	7.14-7.40	37.8	74.7	1 121	0.227	2 711	10.0	182 300	162.66


Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

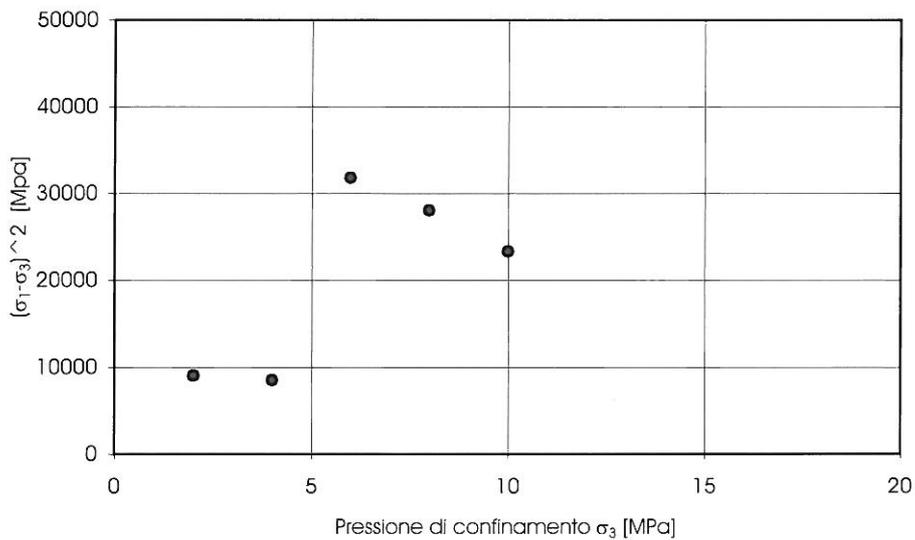
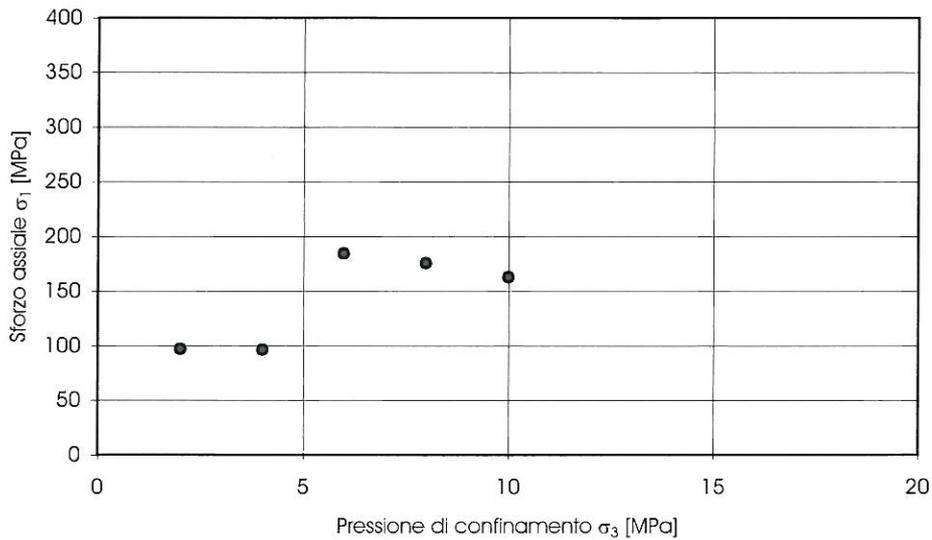

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S1



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone



**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 18/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di
progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca
Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni prelevati nel sondaggio S4 alla profondità compresa fra m 9,00 e m 9,60

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

Preparazione della superficie dei provini Spianatura e rettifica

Condizionamento dei provini Essiccamento in forno a 70 °C e successivo mantenimento a 20 °C

**Orientazione dell'asse del carico
rispetto ai piani di anisotropia** Piani di anisotropia assenti

**Persona o organizzazione che ha
eseguito la campionatura** I.CO.SEM. s.r.l.


Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio


Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Milione

Il presente certificato di prova, composto da n.3 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n.

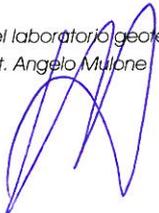
GEO 458 del 03/11/10

Sigla campione	Sigla provino	Profondità prelievo [m]	Dimensioni		Sezione [mm ²]	Massa [kg]	Massa volumica [kg/m ³]	Pressione di confinamento σ_3 [MPa]	Carico di rottura F [N]	Sforzo assiale a rottura σ_1 [MPa]
			d [mm]	h [mm]						
S4	1	9.00-9.30	37.9	74.7	1 125	0.221	2 632	2.0	100 600	89.40
S4	2	9.00-9.30	37.9	74.6	1 129	0.214	2 547	4.0	121 300	107.44
S4	3	9.00-9.30	37.9	73.8	1 126	0.217	2 612	6.0	180 900	160.67
S4	1	9.30-9.60	37.8	74.8	1 123	0.212	2 528	8.0	134 200	119.46
S4	2	9.30-9.60	37.8	74.9	1 124	0.218	2 592	10.0	168 100	149.56

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

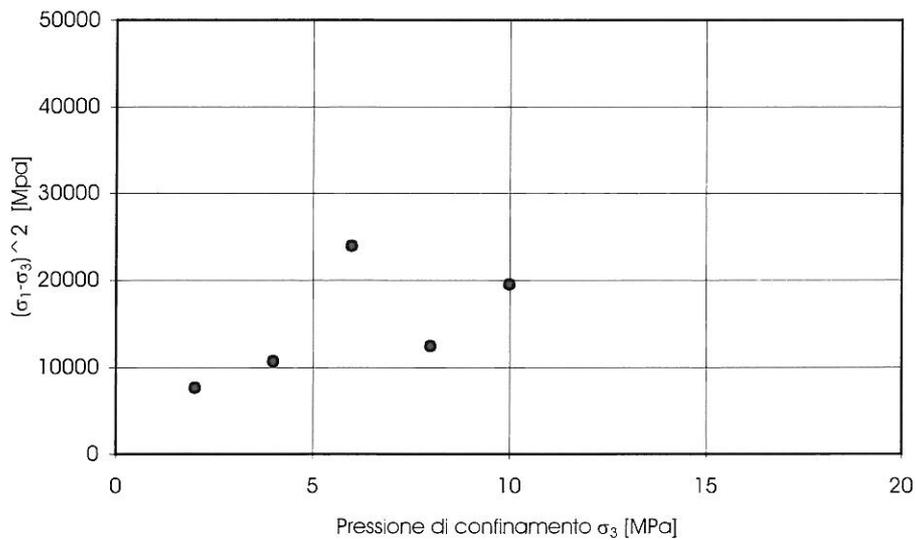
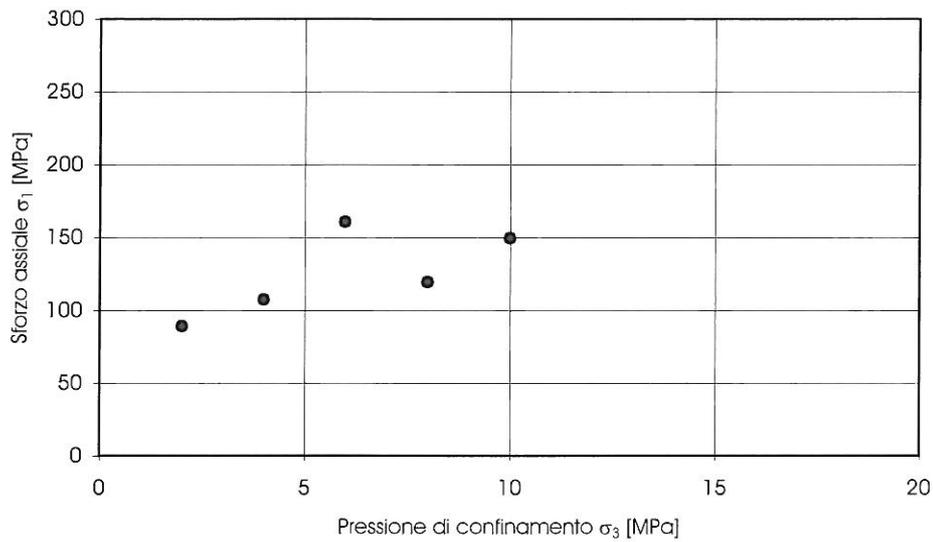


**DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESIONE TRIASSIALE
DI MATERIALI ROCCIOSI**

Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression, 1977 March

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S4



Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO SU CAMPIONI DI ROCCIA
"Suggested method for determining shear strenght", I.S.R.M. 1974

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10 **Data inizio prova** 17/11/10

**Richiesta di prova
sottoscritta da** Fondazione Ri.MED
Piazza SetteAngeli n°10
Palermo

Lavoro Servizio di redazione di studi geologici, geotecnici, sismici, idrologici ed idraulici
e delle relative indagini in sito ed in laboratorio, a supporto delle attività di
progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca
Biomedica.
Responsabile del Procedimento: Ing. Massimo Inzerillo

Campioni consegnati in laboratorio da Dott. Alberto Genio

Tipologia dei campioni Carote di litoide

Geometria dei provini Cilindrica

Preparazione della superficie dei provini Nessuna

Condizionamento dei provini Essiccamento all'aria

**Persona o organizzazione che ha
eseguito la campionatura** I.CO.SEM. s.r.l.

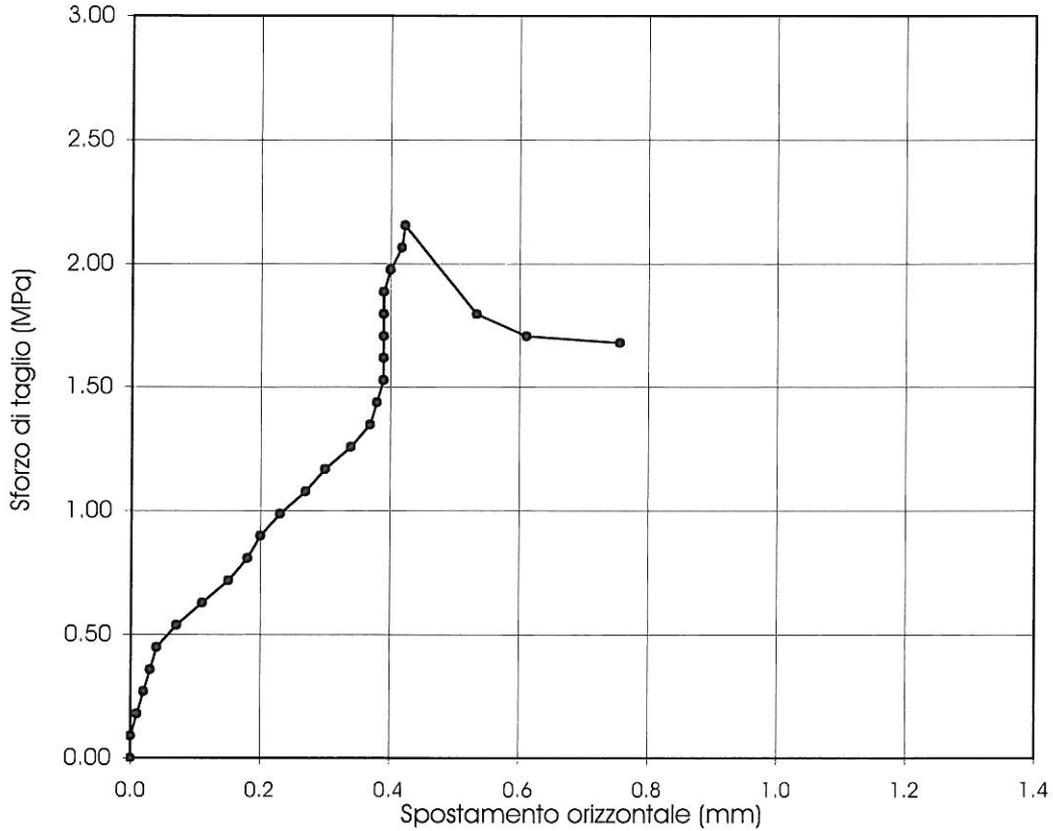

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio


Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Il presente certificato di prova, composto da n. 10 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

FASE DI TAGLIO



PROVINO S1 m 12.15-12.50

area della superficie di discontinuità	5568	mm ²
tensione normale	0.18	MPa
resistenza al taglio di picco	2.16	MPa

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

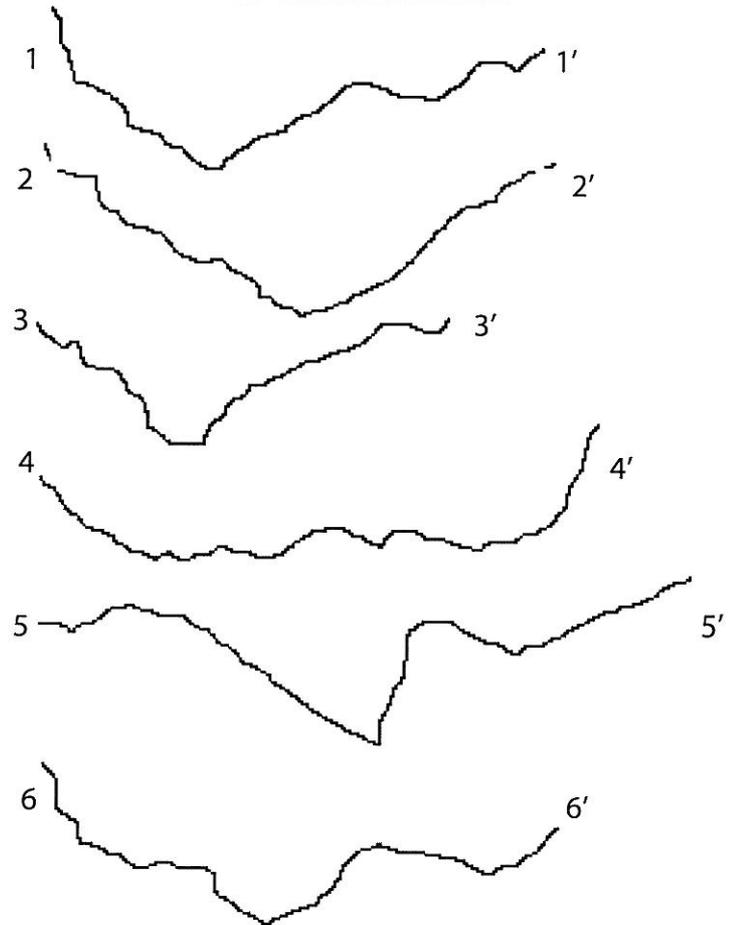
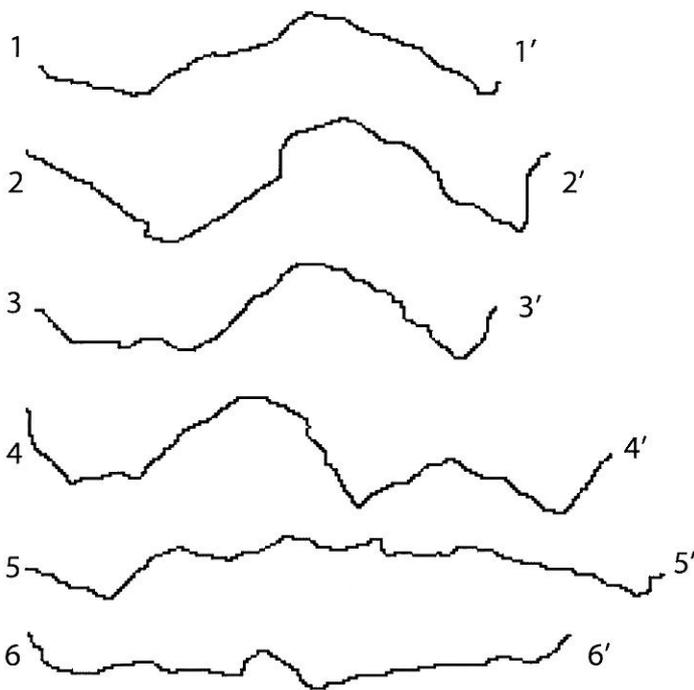
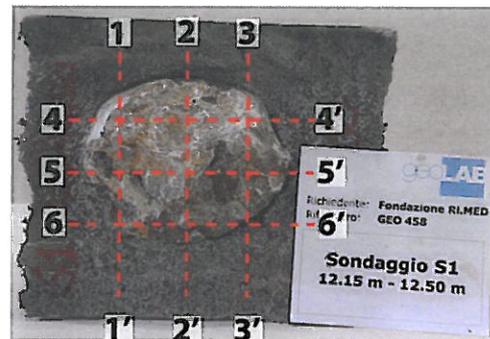
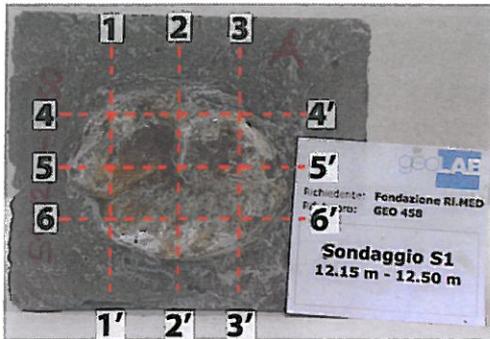


DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO SU CAMPIONI DI ROCCIA
 "Suggested method for determining shear strenght", I.S.R.M. 1974

PROFILI DI RUGOSITA'

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S1 m 12,15-12,50



←
verso di scorrimento

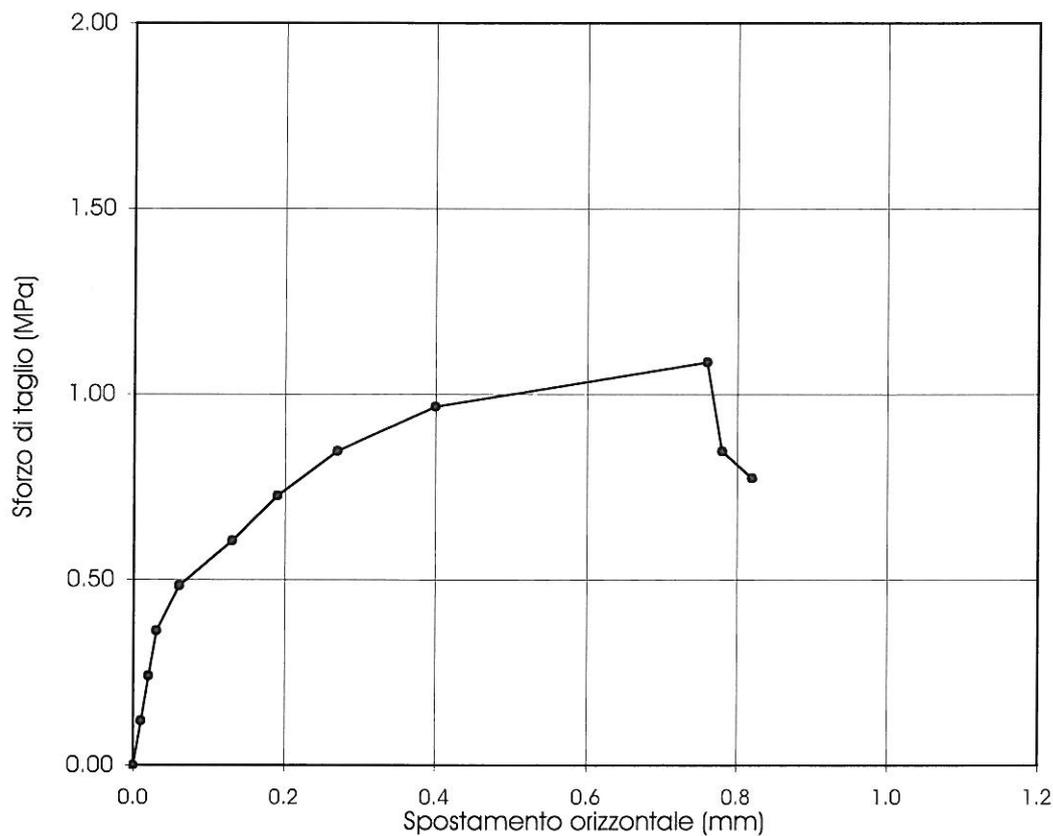
scala dei profili 1:1

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

FASE DI TAGLIO



PROVINO S4 m 5.00-5.45

area della superficie di discontinuità	4140	mm ²
tensione normale	0.48	MPa
resistenza al taglio di picco	1.09	MPa

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

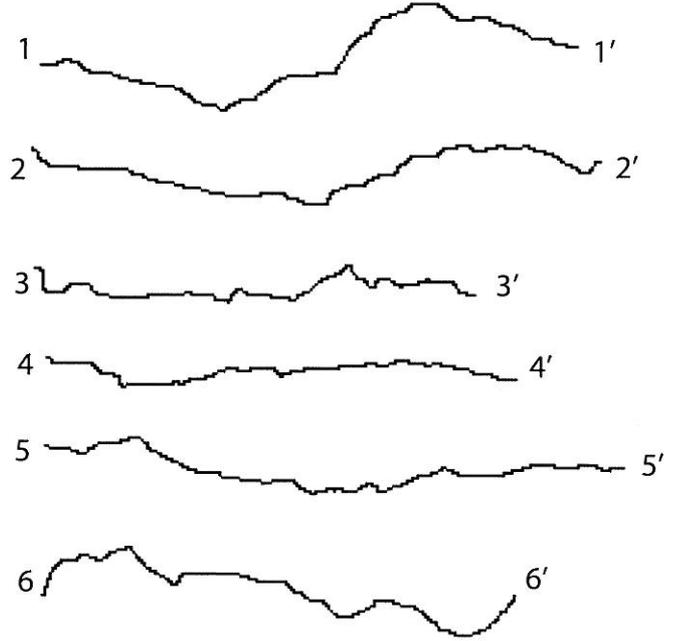
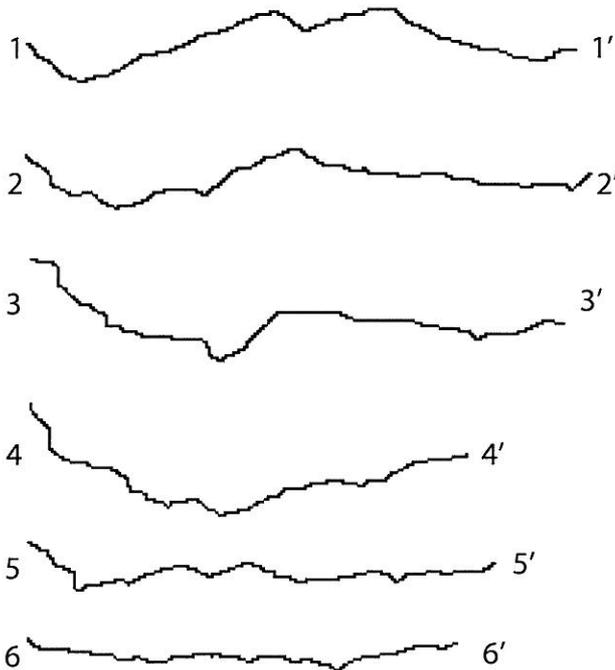
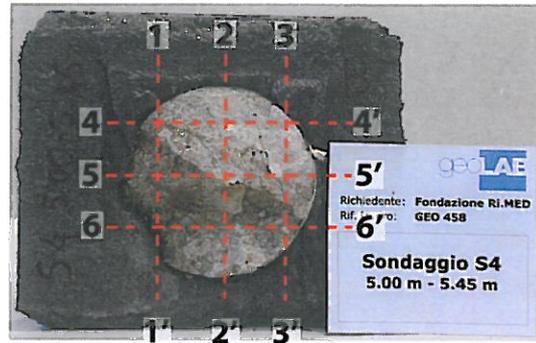
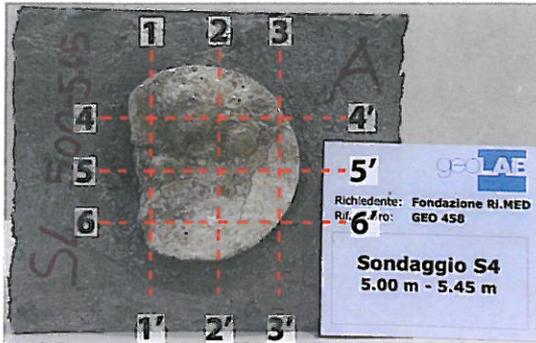
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO SU CAMPIONI DI ROCCIA
 "Suggested method for determining shear strenght", I.S.R.M. 1974

PROFILI DI RUGOSITA'

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S4 m 5,00-5,45




 verso di scorrimento

scala dei profili 1:1

Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

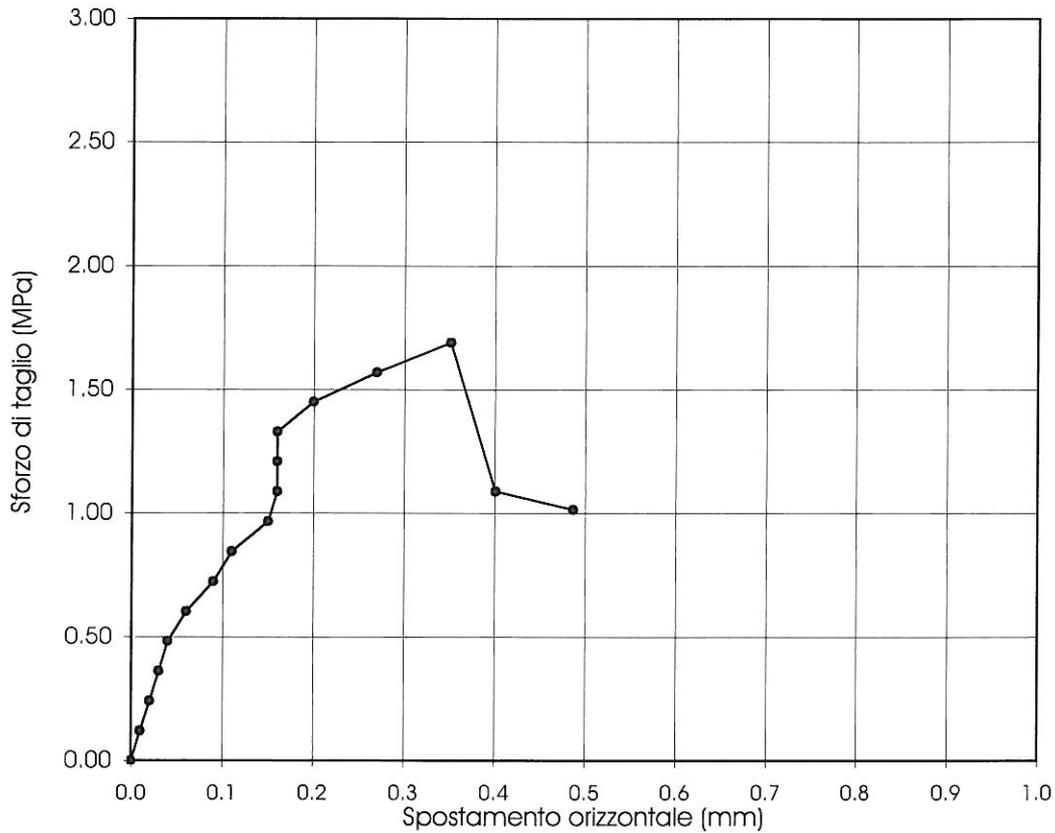


Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone



Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

FASE DI TAGLIO



PROVINO S4 m 6.45-6.90

area della superficie di discontinuità	4140	mm ²
tensione normale	0.72	MPa
resistenza al taglio di picco	1.69	MPa

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio



Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

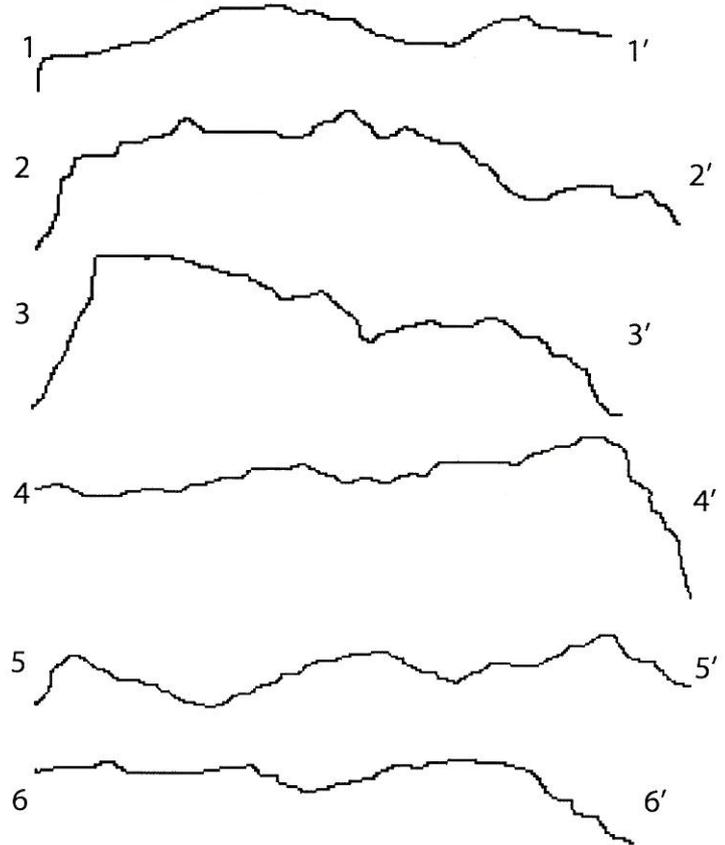
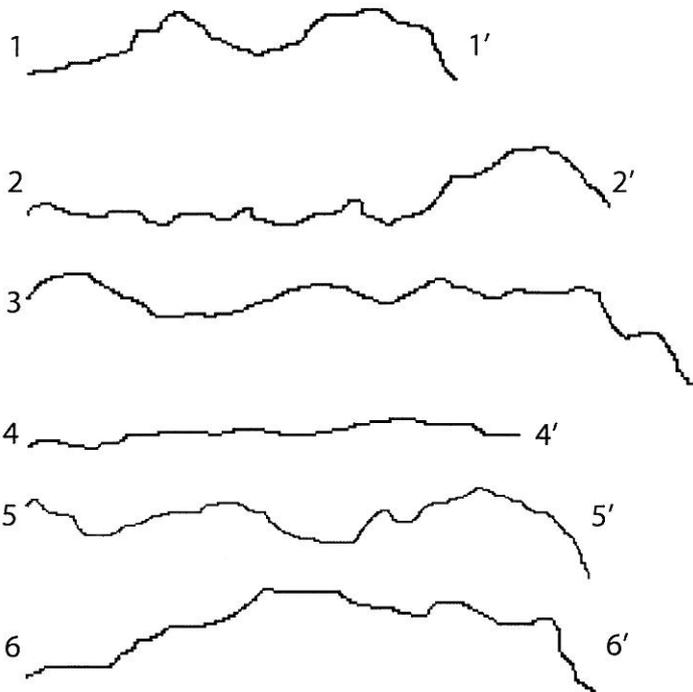
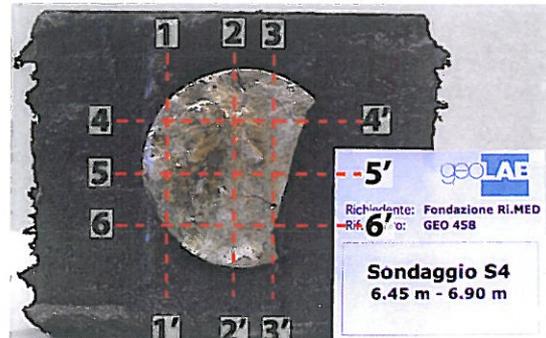
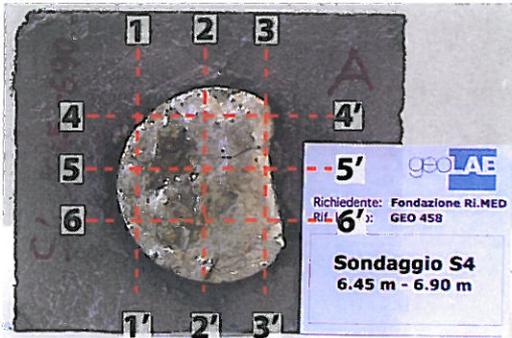


DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO SU CAMPIONI DI ROCCIA
 "Suggested method for determining shear strenght", I.S.R.M. 1974

PROFILI DI RUGOSITA'

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S4 m 6,45-6,90



←
verso di scorrimento

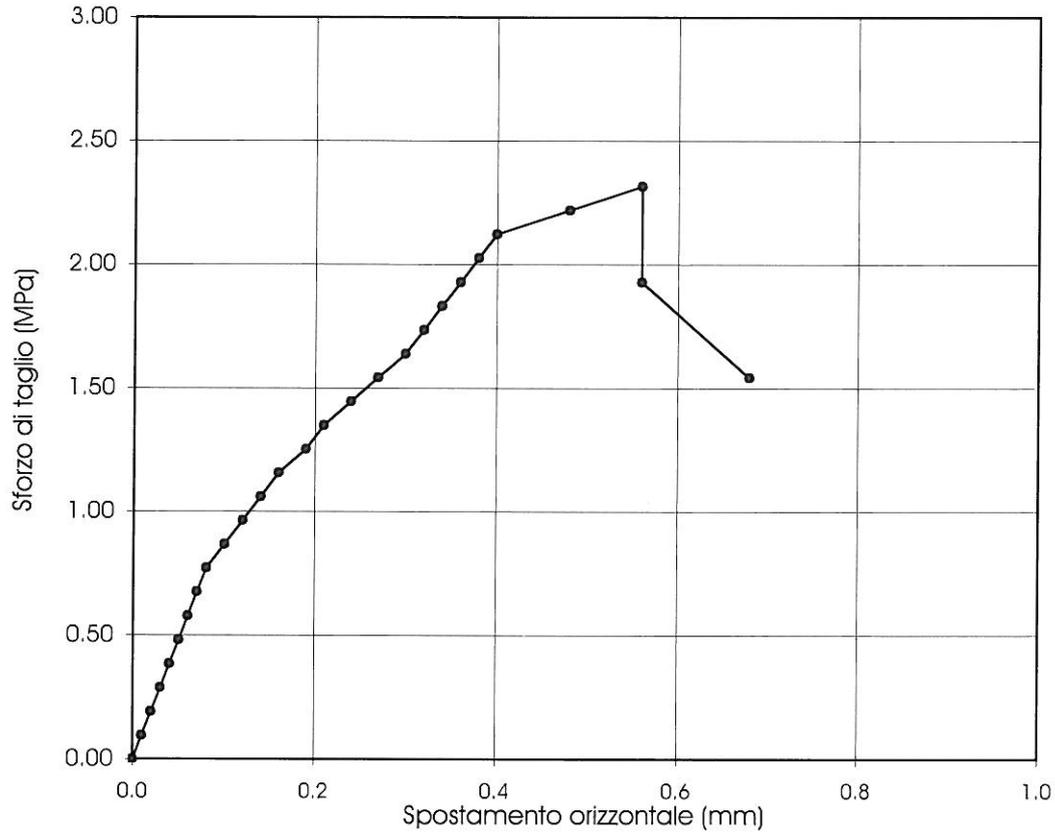
scala dei profili 1:1

Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio

Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

FASE DI TAGLIO



PROVINO S7 m 5,40-5,65

area della superficie di discontinuità	5185	mm ²
tensione normale	0.77	MPa
resistenza al taglio di picco	2.31	MPa

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Genio

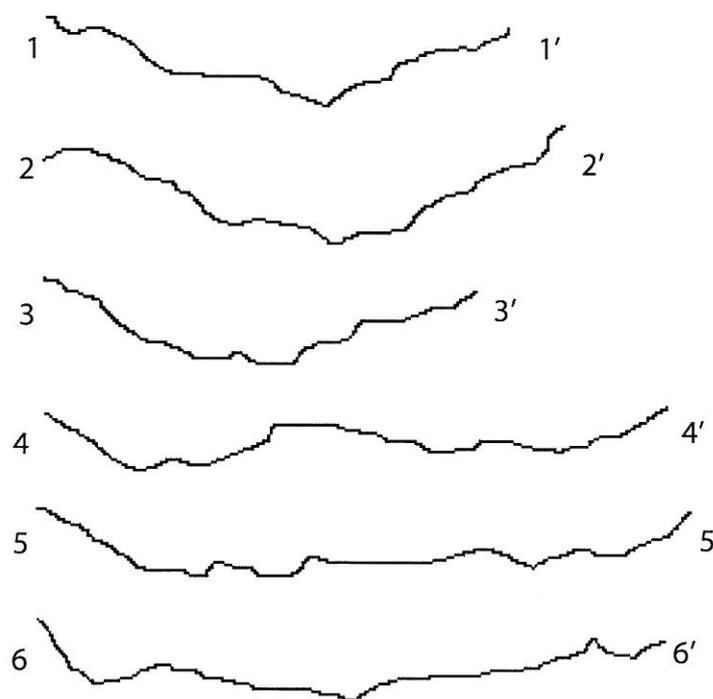
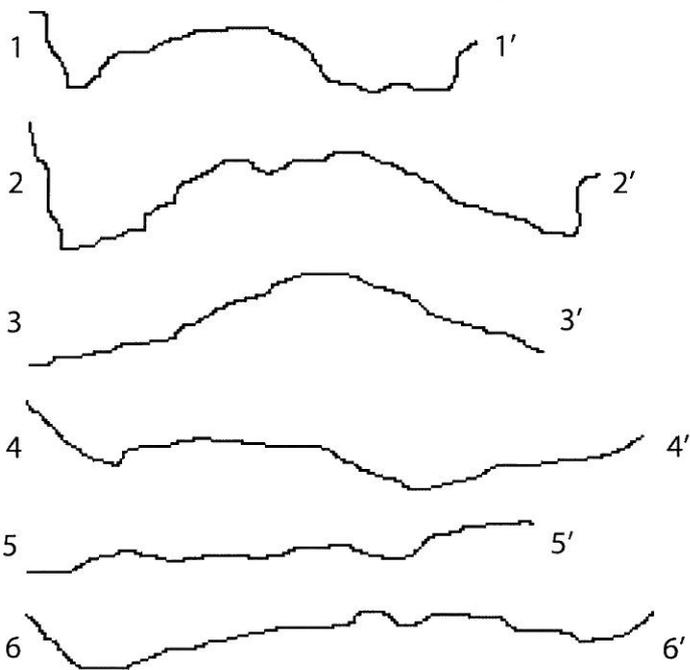
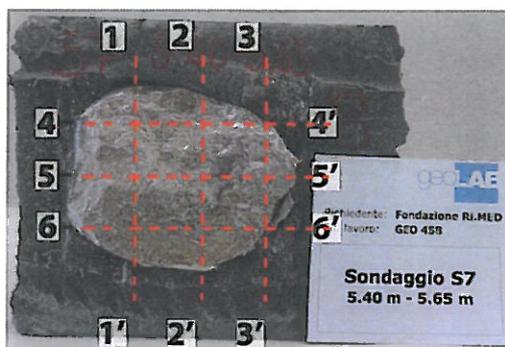
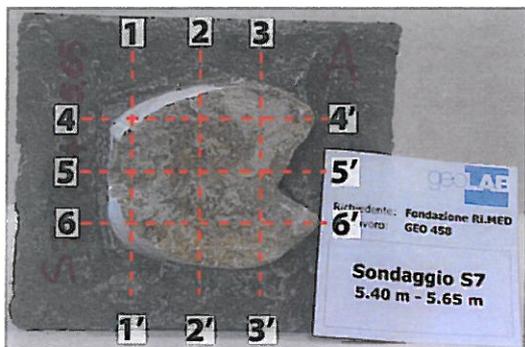
Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DIRETTO SU CAMPIONI DI ROCCIA
 "Suggested method for determining shear strenght", I.S.R.M. 1974

PROFILI DI RUGOSITA'

Verbale di accettazione n. GEO 458 del 03/11/10

Sondaggio S7 m 5,40-5,65




 verso di scorrimento

scala dei profili 1:1


 Lo sperimentatore
 Dott. Alberto Genio


 Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Angelo Mulone

Verbale di accettazione n. GEO 0458 del 03/11/10

PROVINO S1 m 12,15-12,50

spostamento orizzontale mm	sforzo di taglio MPa
0.00	0.00
0.00	0.09
0.01	0.18
0.02	0.27
0.03	0.36
0.04	0.45
0.07	0.54
0.11	0.63
0.15	0.72
0.18	0.81
0.20	0.90
0.23	0.99
0.27	1.08
0.30	1.17
0.34	1.26
0.37	1.35
0.38	1.44
0.39	1.53
0.39	1.62
0.39	1.71
0.39	1.80
0.39	1.89
0.40	1.98
0.42	2.07
0.42	2.16
0.53	1.80
0.61	1.71
0.76	1.68

PROVINO S4 m 6,45-6,90

spostamento orizzontale mm	sforzo di taglio MPa
0.00	0.00
0.01	0.12
0.02	0.24
0.03	0.36
0.04	0.48
0.06	0.60
0.09	0.72
0.11	0.85
0.15	0.97
0.16	1.09
0.16	1.21
0.16	1.33
0.20	1.45
0.27	1.57
0.35	1.69
0.40	1.09
0.49	1.01

PROVINO S4 m 5,00-5,45

spostamento orizzontale mm	sforzo di taglio MPa
0.00	0.00
0.01	0.12
0.02	0.24
0.03	0.36
0.06	0.48
0.13	0.60
0.19	0.72
0.27	0.85
0.40	0.97
0.76	1.09
0.78	0.85
0.82	0.77

PROVINO S7 m 5,40-5,65

spostamento orizzontale mm	sforzo di taglio MPa
0.00	0.00
0.01	0.10
0.02	0.19
0.03	0.29
0.04	0.39
0.05	0.48
0.06	0.58
0.07	0.68
0.08	0.77
0.10	0.87
0.12	0.96
0.14	1.06
0.16	1.16
0.19	1.25
0.21	1.35
0.24	1.45
0.27	1.54
0.30	1.64
0.32	1.74
0.34	1.83
0.36	1.93
0.38	2.03
0.40	2.12
0.48	2.22
0.56	2.31
0.56	1.93
0.68	1.54

Lo sperimentatore
Dott. Alberto Cento

Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Angelo Mulone

**Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli, 10
Palermo**

Contratto d'affidamento di servizi per la redazione degli studi geologici, geotecnica sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica (il "CBRB"), necessarie alla Fondazione Ri.MED, a Carini - Palermo

Descrizione macroscopica dei campioni sottoposti ad analisi chimica e mineralogica

Riferimento lavoro GEO 458

1. PREMESSA

Le analisi chimiche e mineralogiche sono state effettuate su una selezione di campioni rappresentativa delle varietà litologiche delle sequenze stratigrafiche individuate nei carotaggi. In particolare sono stati esaminati sei campioni, tre di roccia integra e tre di roccia disgregata, prelevati nei sondaggi e alle profondità di seguito indicati:

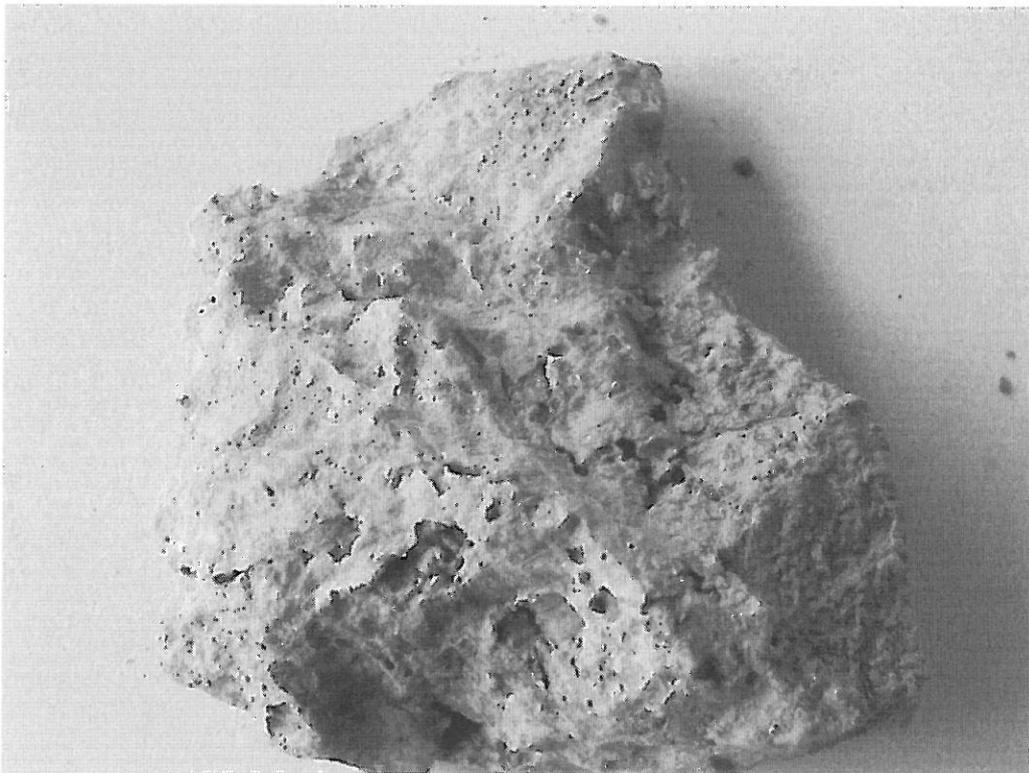
- campione 1: sondaggio S1, 5.0 – 5.5 m
- campione 2: sondaggio S2, 10.6 m
- campione 3: sondaggio S4, 8.0 – 8.5 m
- campione 4: sondaggio S5, 27.0 – 27.7 m
- campione 5: sondaggio S6, 6.0 – 6.5 m
- campione 6: sondaggio S7, 16 m

CERTIFICATO			
n.	5159	del	22 nov 2010
D. M. n. 52651 del 26.11.04			

2. DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Campione 1: sondaggio S1, 5.0 – 5.5 m

Frammento di roccia carbonatica compatta. Presenta diffusa fessurazione di origine tettonica e macrovuoti da azione carsica, con residui di ossidi di ferro nelle pareti interne.



Campione 2: sondaggio S2, 10,6 m

Frammento di roccia carbonatica compatta interessata da pervasiva fessurazione di origine tettonica.



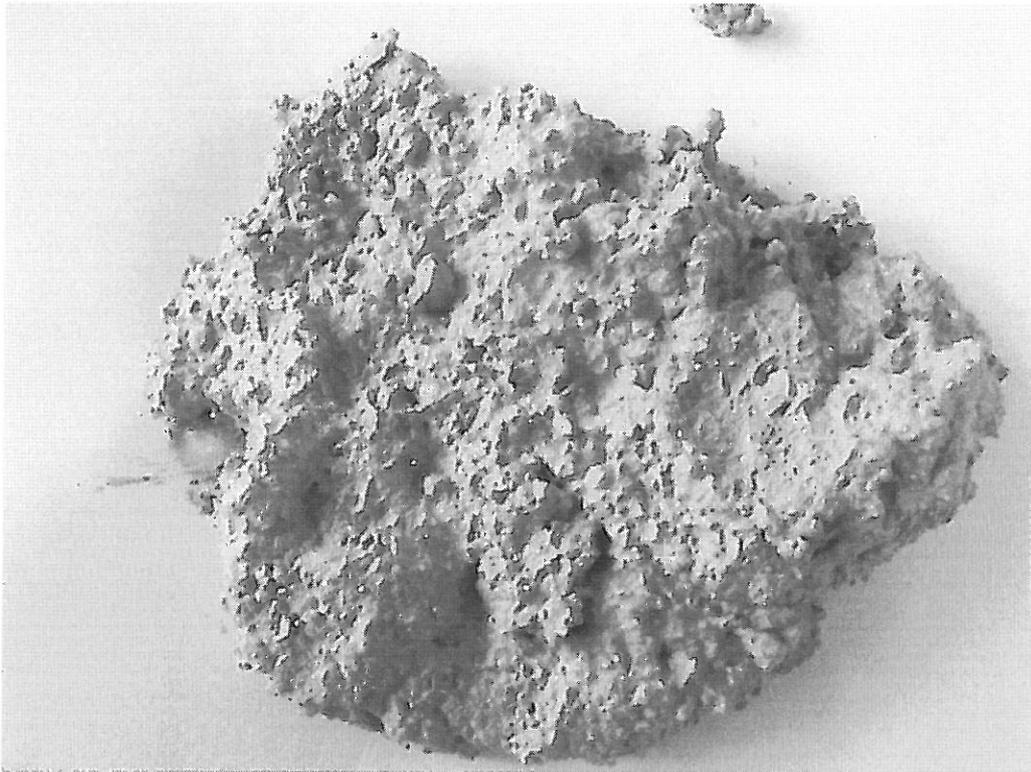
Campione 3: sondaggio S4, 8.0 – 8.5 m

Frammento di roccia carbonatica compatta intensamente tettonizzata. Presenta una struttura brecciata, con elementi angolosi di taglia centimetrica in matrice microporosa d'aspetto travertinoide.



Campione 4: sondaggio S5, 27.0 – 27.5 m

Materiale incoerente costituito da frammenti angolosi di roccia calcarea a granulometria della ghiaia fine, verosimilmente formatosi per fenomeni di clastesi tettonica.



Campione 5: sondaggio S6, 6.0 – 6.5 m

Materiale incoerente costituito da frammenti angolosi di roccia calcarea, a granulometria da sabbioso grossolana a ghiaioso fine, verosimilmente formatosi per fenomeni di clastesi tettonica.



Campione 6: sondaggio S7, 16.0 m

Materiale incoerente costituito da frammenti angolosi di roccia calcarea, a granulometria da sabbioso grossolana a ghiaioso fine, verosimilmente formatosi per fenomeni di clastesi tettonica



Il presente rapporto di prova, costituito da n. 8 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

Il Tecnico petrografo
Dott. Renato Giarrusso

Il direttore del laboratorio
Dott. Angelo Mulone

**Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli, 10
Palermo**

Contratto d'affidamento di servizi per la redazione degli studi geologici, geotecnica sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica (il "CBBR"), necessarie alla Fondazione Ri.MED, a Carini - Palermo

Analisi microanalitiche mediante fluorescenza a raggi X (XRF)

Riferimento lavoro GEO 458

1. Premessa

L'analisi chimica elementare è stata effettuata mediante fluorescenza a raggi X su campioni polverizzati. La fluorescenza a raggi X determina l'emissione di radiazione di energia caratteristica corrispondente a uno specifico elemento chimico. L'intensità della radiazione emessa è direttamente proporzionale alla concentrazione dell'elemento in esame. I risultati sono infine espressi sul campione al netto del contenuto di acqua e anidride carbonica, che vengono determinate per gravimetria tramite calcinazione.

2. Campioni di prova

Sono stati analizzati i seguenti campioni: S1 (m 5-5.5), S2 (m 10.6), S4 (m 8-8.5), S5 (m 27-27.7), S6 (m 6-6.5), S7 (m 16). Da ciascun campione è stata prelevata una porzione di circa 2 kg: questa è stata frantumata grossolanamente, ridotta tramite quartatura, e infine macinata in mortaio d'agata fino ad ottenere una granulometria costante di circa 0.05 mm.

3. Metodologia di analisi

Una porzione di ciascun campione è stata sottoposta a calcinazione a 950 °C per 1 ora, per determinare la perdita in peso corrispondente al contenuto di acqua e anidride carbonica. Gli spettri di fluorescenza a raggi X sono stati raccolti con uno spettrometro Philips PW2400. La radiazione incidente è stata prodotta con un tubo di rodio. I dati sono stati analizzati con il software SuperQ Quantitative. Nei paragrafi seguenti, si riportano i risultati delle analisi chimiche.

4. Risultati

Nella tabella seguente sono indicate le frazioni in peso dei diversi componenti, espresse in percentuale.

	S1 (m 5-5.5)	S2 (m 10.6)	S4 (m 8-8.5)	S5 (m 27-27.7)	S6 (m 6-6.5)	S7 (m 16)
SiO₂	2.858	0.571	0.207	4.489	2.269	0.532
Al₂O₃	1.389	0.429	0.308	2.059	1.083	0.380
Fe₂O₃	0.522	0.254	0.352	0.878	0.400	0.198
MnO	0.007	0.012	0.097	0.017	0.007	0.004
MgO	0.338	0.603	15.52	1.236	0.292	0.180
CaO	54.63	57.73	38.81	49.75	55.05	57.00
K₂O	0.291	0.035	0.000	0.155	0.077	0.024
TiO₂	0.085	0.049	0.058	0.120	0.068	0.051
P₂O₅	0.179	0.152	0.095	0.115	0.073	0.137
Cl	0.035	0.021	0.030	0.030	0.028	0.032
S	0.050	0.033	0.085	0.034	0.031	0.031
Sr	0.014	0.007	0.040	0.015	0.019	0.032
CO₂ + H₂O	39.6	40.1	44.4	41.1	40.6	41.4

Il presente rapporto di prova, costituito da n. 3 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

Il chimico

Dott. Francesco Giannici



Il direttore del laboratorio

Ing. Filippo Carcara





Fondazione Ri.MED
Piazza Sett'Angeli, 10
Palermo

Contratto d'affidamento di servizi per la redazione degli studi geologici, geotecnica sismici, idrologici ed idraulici e delle relative indagini in sito e in laboratorio, a supporto delle attività di progettazione e di realizzazione del Centro per le Biotecnologie e la Ricerca Biomedica (il "CBRB"), necessarie alla Fondazione Ri.MED, a Carini - Palermo

**Analisi microanalitiche mediante
diffrazione dei raggi X (XRD)**

Riferimento lavoro GEO 458

1. Premessa

La determinazione delle fasi mineralogiche presenti nel campione è stata effettuata mediante il metodo di diffrazione delle polveri a raggi X, su campioni polverizzati. La diffrattometria a raggi X sfrutta la capacità dei piani reticolari (hkl) di riflettere (diffrangere) un fascio di raggi X solo per determinati angoli definiti in base all'equazione di Bragg: $2d\sin\theta=n\lambda$; in questo modo ogni volta che tutti i raggi riflessi da successivi piani reticolari si trovano in fase, si ha un massimo d'intensità riflessa che corrisponde ad un ben determinato valore di d-spacing. L'analisi permette di ottenere un diagramma (diffrattogramma) con i picchi di diffrazione, sull'ascissa del quale possiamo leggere gli angoli 2θ e quindi risalire, risolvendo l'equazione di Bragg, al valore di d-spacing corrispondente e quindi riconoscere le fasi cristalline.

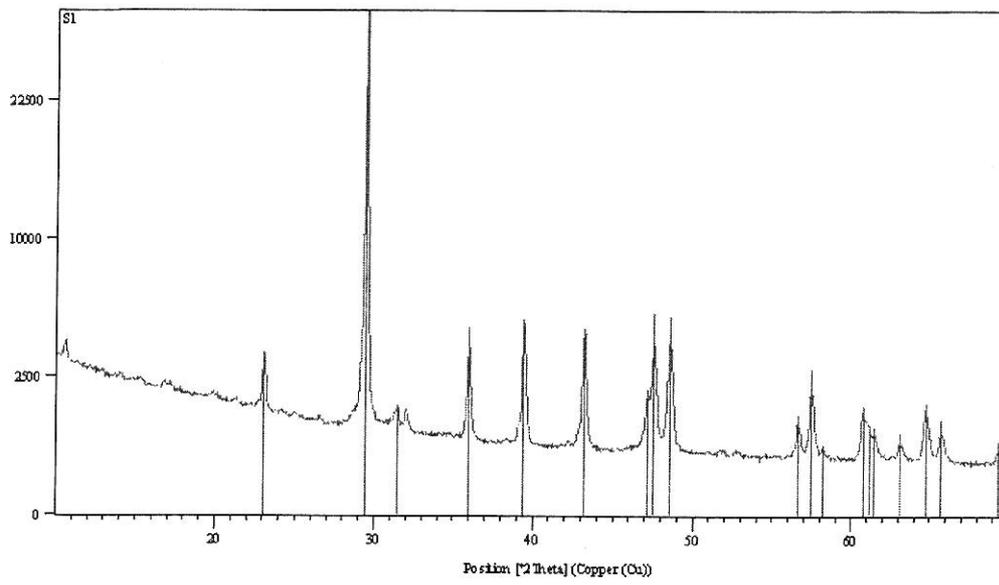
2. Campioni di prova

Sono stati analizzati i seguenti campioni: S1 (m 5-5.5), S2 (m 10.6), S4 (m 8-8.5), S5 (m 27-27.7), S6 (m 6-6.5), S7 (m 16). Da ciascun campione è stata prelevata una porzione di circa 2 kg: questa è stata frantumata grossolanamente, ridotta tramite quartatura, e infine macinata in mortaio d'agata fino ad ottenere una granulometria costante di circa 0.05 mm.

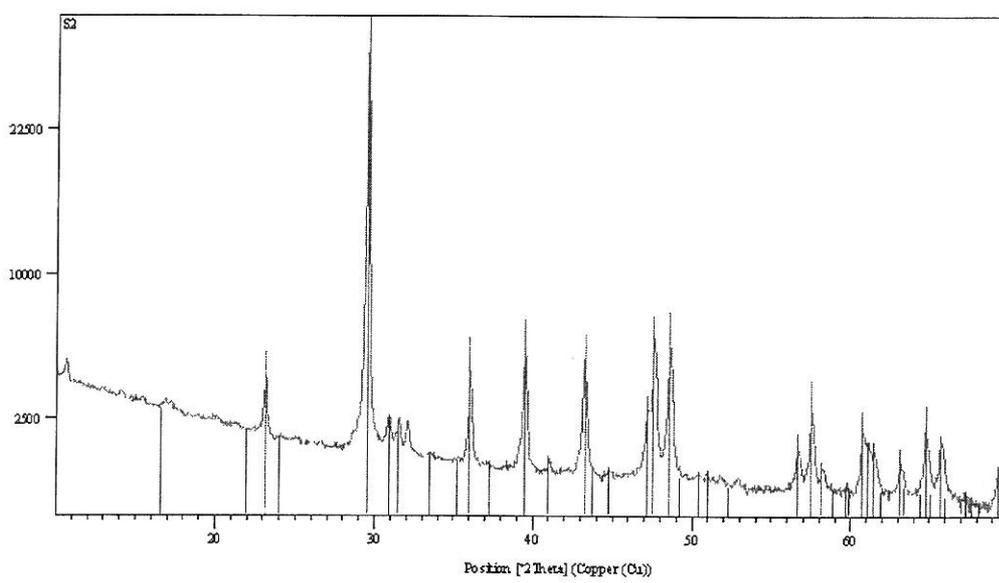
3. Metodologia di analisi

I diffrattogrammi a raggi X sono stati raccolti con un diffrattometro Panalytical X'Pert Pro. La radiazione incidente è stata prodotta con un tubo di rame e filtro di nichel, operante a 40 kV e 30 mA. I dati sono stati raccolti per angoli 2θ da 10° a 70° con spaziatura di 0.04° , e con un tempo di acquisizione di 15 s per ogni punto. L'identificazione delle fasi cristalline presenti nel database database PDF-4 è stata condotta con il software X'Pert Quantify. Nei paragrafi seguenti, si riportano i dati sperimentali e l'identificazione delle fasi.

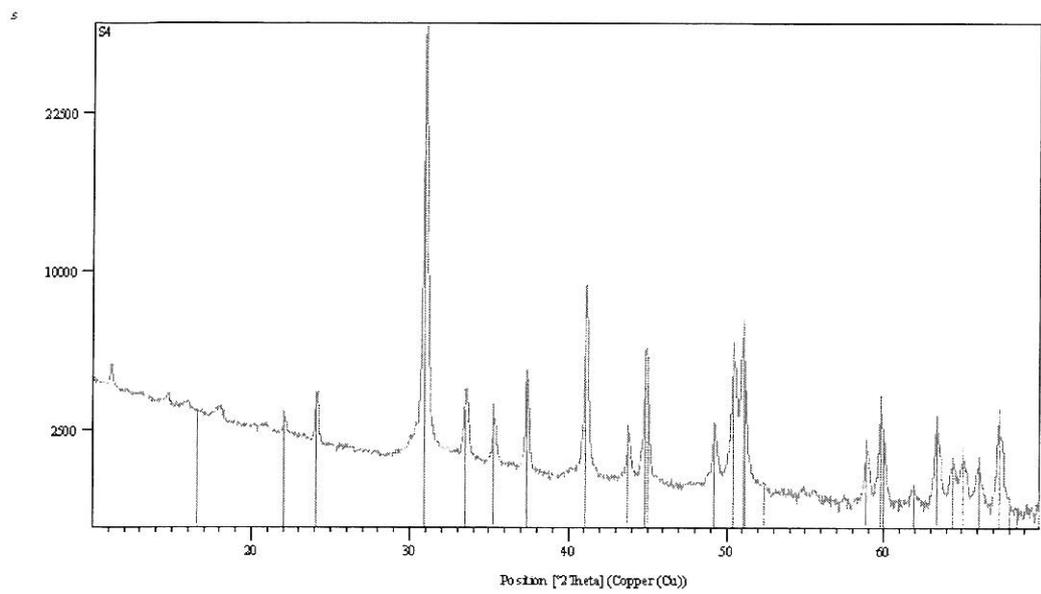
4. Analisa XRD: S1 (m 5-5.5)



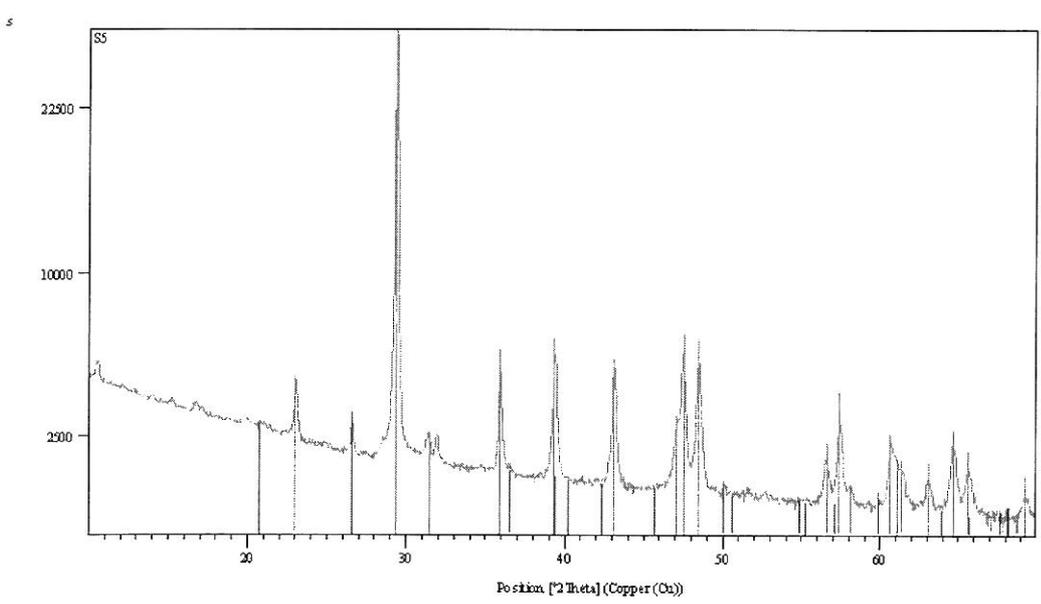
5. Analisa XRD: S2 (m 10.6)



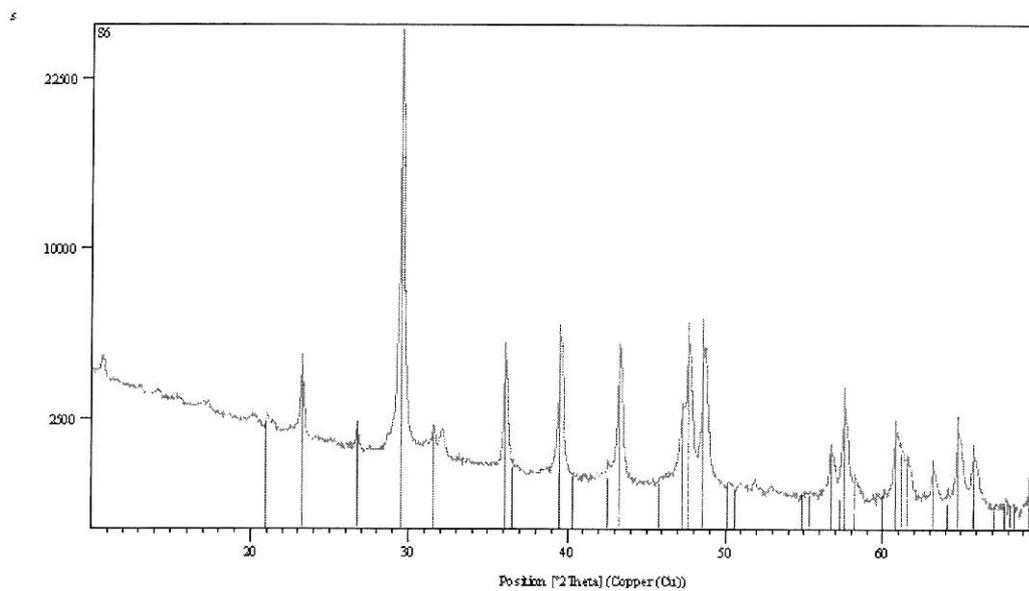
6. Analisa XRD: S4 (m 8-8.5)



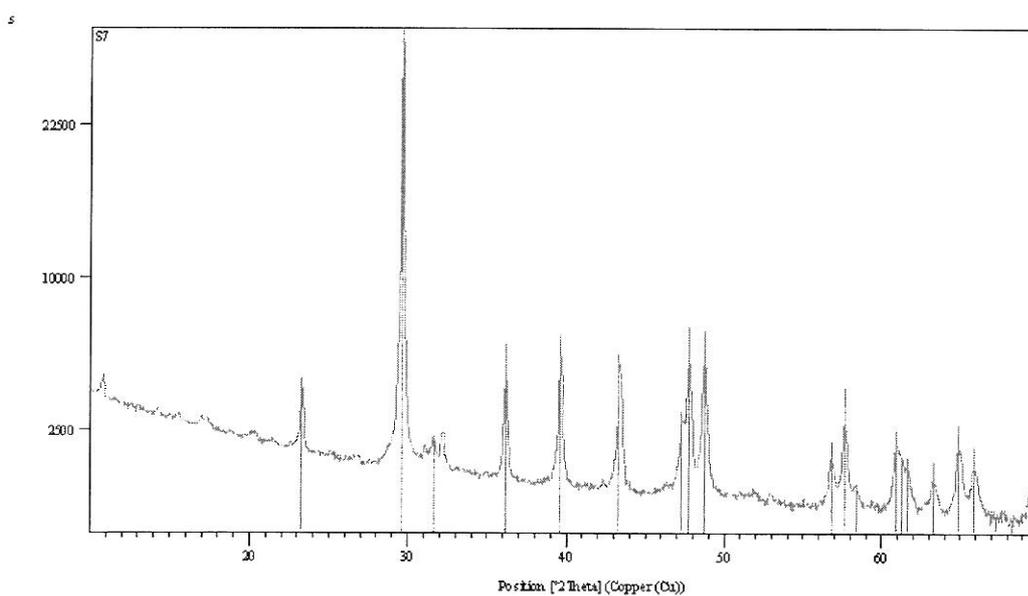
7. Analisa XRD: S5 (m 27-27.7)



8. Analisa XRD: S6 (m 6-6.5)



9. Analisa XRD: S7 (m 16)



10. Risultati

Nella tabella seguente sono indicate le frazioni in peso delle diverse fasi cristalline presenti nei campioni di prova.

	S1 (m 5-5.5)	S2 (m 10.6)	S4 (m 8-8.5)	S5 (m 27-27.7)	S6 (m 6-6.5)	S7 (m 16)
Calcite	100%	97%	--	96%	98%	100%
Dolomite	--	3%	100%	--	--	--
Quarzo	--	--	--	4%	2%	--

Il presente rapporto di prova, costituito da n. 6 pagine, non può essere riprodotto parzialmente senza il consenso scritto del laboratorio Geolab s.r.l.

Il tecnico petrografo
Dott. Renato Giarrusso



Il direttore del laboratorio
Ing. Filippo Carcara

