



REGIONE BASILICATA



COMUNE DI POLICORO

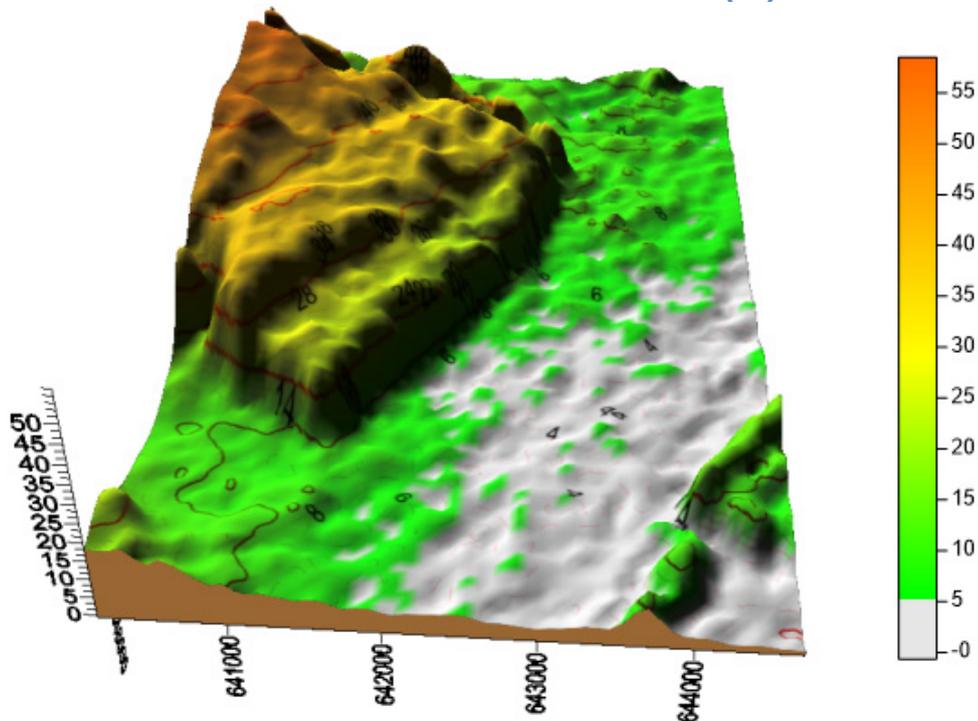
Provincia di Matera

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGRAMMA FESR DELLA REGIONE BASILICATA, MISURA 125 "INFRASTRUTTURE CONNESSE ALLO SVILUPPO E ALL'ADEGUAMENTO DELL'AGRICOLTURA E DELLA SILVICOLTURA" (TITOLO IV CAPO I, ARTICOLO 20 LETT. B) PUNTO V) ED ALL'ART. 30 DEL REGOLAMENTO (CE) 1698/2005 E SS.MM.II. ED ATTIVA, LIMITATAMENTE ALL'AZIONE 4, L'"ADEGUAMENTO, RISTRUTTURAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLA RETE VIARIA RURALE".

Committente:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI POLICORO (MT)



dr geol Giuseppe Gallicchio

Sommario

1.0	PREMESSA	4
2.0	UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA E DESCRIZIONE INTERVENTI PROGETTUALI	6
	a. Viale Matera – Via Firenze	7
	b. Via Giumenteria	8
	c. Via Barletta angolo Via Vito Stella	9
	d. Via Vicenza	9
	a. Via Siena – Via Massimo D'Azeglio	10
	PROGETTO	11
	a. Viale Matera	13
	b. Via Giumenteria	14
	c. Via Barletta – Via Vito Stella	17
	d. Via Firenze - Tratto	19
	e. Via Vicenza	21
	f. Via Siena	23
	g. Via Massimo D'Azeglio tratto	25
3.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	26
4.0	SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE	34
5.0	MORFOLOGIA, STABILITÀ DELL'AREA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA	43
6.0	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	44
	6.1 INDAGINI SISMICHE: VIA GIUMENTERIA	46
	6.1.1 - PREMESSA	46
	6.2.2 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE	46
	6.2.3 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)	50
7-	BASI TEORICHE DEL METODO H/V	51
	7.1 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO	53
	7.2 - ANALISI MASW	59
8.0-	SISMICA A RIFRAZIONE	63
	8.1 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE	76
9.0	INDAGINI SISMICHE: VIA D'AZEGLIO ANGOLO VIA GENOVA	79
	9.1 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE	79
	9.2 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)	84
	9.3- BASI TEORICHE DEL METODO H/V	85
	9.4 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO	87
10.0-	ANALISI MASW	94
	10.1 - SISMICA A RIFRAZIONE	98
	10.2 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE	114
11.0	INDAGINE SISMICA: VIA FIRENZE	117
	11.1 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE	117
	11.2 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)	122
	11.3- BASI TEORICHE DEL METODO H/V	123
	11.4 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO	125
12.0 -	ANALISI MASW	132
13.0 -	SISMICA A RIFRAZIONE	135
14.0 -	VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE	151
15.0	PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO: VIA FIRENZE	153
	15.1 PREMESSA	153
	15.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	153
	15.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO	155
	15.4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	157
	15.5 Pericolosità sismica di sito	161
	15.6 Coefficienti sismici	161
	15.7 Stabilità dei pendii e fondazioni	161
	15.8 Muri di sostegno	162
	15.9 Paratie	163
	15.10 STORIA SISMICA DEL SITO	165
	15.11 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	165
	15.12 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO	169
16.0	PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO: VIA D'AZEGLIO ANGOLO VIA GENOVA	173
	16.1 PREMESSA	173
	16.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	173
	16.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO	175
	16.4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	177
	16.5 Pericolosità sismica di sito	181
	16.6 Coefficienti sismici	181
	16.7 Stabilità dei pendii e fondazioni	182
	16.8 Muri di sostegno	183
	16.9 Paratie	183
17.0	PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO: VIA GIUMENTERIA	193
	17.1 PREMESSA	193
	17.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	193
	17.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO	195

17.4	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	197
17.5	Pericolosità sismica di sito.....	201
17.6	Coefficienti sismici.....	201
17.7	Stabilità dei pendii e fondazioni	202
17.8	Muri di sostegno.....	203
17.9	Paratie	203
18.0	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	213
19.0	CONCLUSIONI.....	218

1.0 PREMESSA

Con Determinazione Dirigenziale n° 1575 del 25.11.2014 del Comune di Policoro (MT) è stato conferito al sottoscritto l'incarico per la redazione dello studio geologico per il **Progetto relativo al programma FESR della Regione Basilicata, MISURA 125 "Infrastrutture connesse allo sviluppo e all'adeguamento dell'agricoltura e della silvicoltura" (Titolo IV capo I, articolo 20 lett. b) punto v) ed all'art. 30 del Regolamento (CE) 1698/2005 e ss.mm.ii. ed attiva, limitatamente all'Azione 4 , l'"Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale"**.

Nello specifico, gli interventi previsti riguarderanno le strade e le infrastrutture di deflusso delle acque in agricoltura nelle zone maggiormente colpite dai recenti eventi atmosferici alluvionali, al fine di garantire e mantenere il presidio dell'uomo sulle aree interessate a contrasto dei dissesti superficiali e dei fenomeni erosivi creatisi.

Le strade oggetto di intervento sono riportate nella Tavola 02 (in allegato alla presente relazione) e di seguito elencate:

1	VIALE MATERA dall'incrocio di via S.Pellico fino a confine TURSI
2	VIA GIUMENTERIA
3	VIA BARLETTA angolo VIA VITO STELLA
4	VIA FIRENZE per un breve tratto
5	VIA VICENZA
6	VIA SIENA
7	VIA MASSIMO D'AZEGLIO per un breve tratto

Per la stesura della presente relazione è stata effettuata preliminarmente una raccolta di dati bibliografici e cartografici, quindi si è proceduto ad un rilevamento geologico di dettaglio nelle zone di studio.

Successivamente è stata programmata una campagna di indagini dirette ed indirette come di seguito specificato:

- N. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30

m dal p.c. (S1 ubicato in via Firenze, S2 ubicato in via D'Azeglio e S3 ubicato in via Giumenteria);

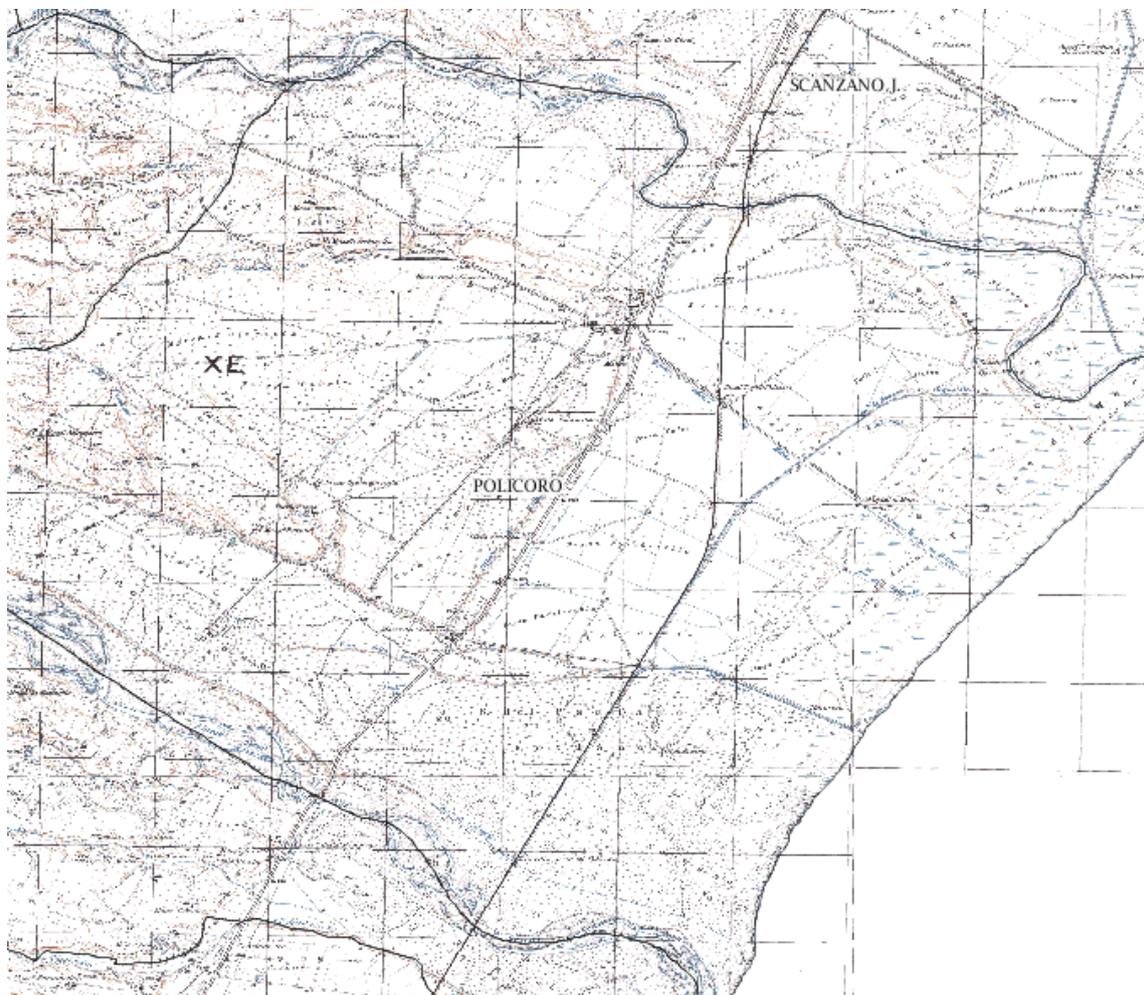
- N. 9 prove SPT in foro;
- Prelievo di n. 9 campioni indisturbati per le prove geotecniche di laboratorio;
- N. 3 indagini sismiche in onda P;
- N. 3 indagini sismiche tipo Masw;

La presente relazione, infine, è stata redatta in ottemperanza con quanto previsto da:

- *Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554 Art. 18-19 regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n. 109, e successive modificazioni;*
- *D.M. 11.3.88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione.....";*
- *Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- *Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008; Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP, istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- *Legge regionale Basilicata n° 9 del 7 Giugno 2011 riguardante "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica" del territorio regionale.*

2.0 UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA E DESCRIZIONE INTERVENTI PROGETTUALI

L'area in studio è compresa nella tavoletta IV SE "Policoro" in scala 1:25.000 del foglio 212.



a. *Viale Matera – Via Firenze*



Viale Matera costituisce, assieme a **Via Firenze**, l'unica arteria di traffico veicolare delle zone rurali situate il Località Madonnella (a confine del Comune di Tursi) di collegamento con il Centro Abitato del Comune di Policoro. **Via Firenze**, da Viale Matera, conduce a via C. Colombo (strada Provinciale di rilevante importanza per il collegamento intercomunale con Tursi). L'arteria stradale è censita in catasto al foglio n.1 del comune di Policoro, ricade in zona "E1" del vigente Piano Regolatore comunale e si trova all'interno del perimetro del Piano Paesaggistico di area Vasta del Metapontino. Dette arterie, per la presenza di numerose **Aziende Agricole circa 120-130 ivi servite**, sono caratterizzate da un intenso traffico costituito soprattutto da veicoli pesanti (mezzi agricoli, camion, tir ecc). A seguito dei recenti avvenimenti calamitosi (ottobre 2013) le condizioni del manto stradale, così come le banchine e le cunette poste a margine dello stesso, sono di fatto di difficile transito veicolare, divelte in più parti e che necessitano di interventi urgenti e straordinari. La lunghezza complessiva dei tratti interessati dagli interventi post-alluvione, si ribadisce di carattere straordinario, raggiungono i ml. 1750,00 circa per Viale MATERA e di ml. 400,00 circa per Via FIRENZE. Il Tratto di Viale Matera è caratterizzato da un andamento piano altimetrico pressochè costante e regolare con un piano viabile di larghezza media di ml 7,00 con banchina su entrambi i sensi di marcia e con canali di bonifica ai margini della stessa; diversamente via Firenze è un tratto

in forte pendenza di larghezza media di ml 5,00 oltre banchine e cunette.

b. Via Giumenteria



Via Giumenteria è una strada poderale che con unico accesso e uscita da via Mascagni, serve diverse aziende agricole ad indirizzo produttivo orto-frutticolo. L'arteria stradale è censita in catasto al foglio n.17 e n.18 del comune di Policoro, ricade in zona "E1" del vigente Piano Regolatore comunale e si trova all'interno del perimetro del Piano Paesaggistico di area Vasta del Metapontino. Detta arteria, per la presenza delle numerose **Aziende Agricole circa 35-40 ivi servite**, è caratterizzata da un intenso traffico costituito soprattutto da veicoli pesanti (mezzi agricoli, camion, tir ecc). Attualmente le condizioni del manto stradale, così come le banchine e le cunette poste a margine dello stesso, è di fatto di difficile transito veicolare, divelto in più parti necessitando di interventi urgenti e straordinari. La lunghezza complessiva dei tratti interessati dagli interventi post-alluvione, di carattere straordinario, raggiungono i ml. 3100,00 tutti caratterizzati da un andamento piano altimetrico pressochè costante e regolare con un piano viabile di larghezza media di ml 5,00 oltre banchine e cunette.

c. Via Barletta angolo Via Vito Stella



Via Barletta angolo Via Vito Stella, per i tratti interessati dall'intervento, risultano strade poderali situate in posizione geograficamente cruciale per il deflusso del traffico delle aree rurali che da Zona Madonnella intendono raggiungere il Centro Abitato di Policoro percorrendo poi Via Salerno. Detta arteria, è caratterizzata da un intenso traffico costituito sia da autoveicoli che da mezzi pesanti (macchine agricole, camion, tir ecc), ed è asservito ad **oltre 200 Aziende Agricole. Le arterie stradali sono censite in catasto al foglio n.6 del comune di Policoro, ricade in zona "EIS" e "S3/d" del vigente Piano Regolatore comunale e si trova all'interno del perimetro del Piano Paesaggistico di area Vasta del Metapontino. Attualmente le condizioni del manto stradale, così come le banchine e le cunette poste a margine dello stesso, è di fatto di difficile transito veicolare, divelto in più parti necessitando di interventi urgenti e straordinari. La lunghezza complessiva dei tratti interessati dagli interventi post-alluvione, di carattere straordinario, raggiungono i ml. 550,00 tutti caratterizzati da un andamento plano altimetrico pressocchè costante e regolare con un piano viabile di larghezza media di ml 6,00 circa oltre banchine e cunette.**

d. Via Vicenza



Via Vicenza è una strada poderale che con unico accesso e uscita da via Salerno, serve ben 18-20 aziende agricole ad indirizzo produttivo orto-frutticolo. L'arteria stradale è censita in catasto al

foglio n.6 del comune di Policoro, ricade in zona “E1” del vigente Piano Regolatore comunale e si trova all’interno del perimetro del Piano Paesaggistico di area Vasta del Metapontino. Detta arteria, per la presenza delle numerose Aziende Agricole ivi servite, è caratterizzata da un intenso traffico costituito soprattutto da veicoli pesanti (mezzi agricoli, camion, tir ecc). Attualmente le condizioni del manto stradale, così come le banchine e le cunette poste a margine dello stesso, è di fatto di difficile transito veicolare, divelto in più parti necessitando di interventi urgenti e straordinari. La lunghezza complessiva dei tratti interessati dagli interventi post-alluvione, di carattere straordinario, raggiungono i ml. 860,00 tutti caratterizzati da un andamento piano altimetrico pressochè costante e regolare con un piano viabile di larghezza media di ml 6,00 oltre banchine e cunette.

a. Via Siena – Via Massimo D’Azeglio



Via Siena costituisce, assieme a **Via Massimo D’Azeglio** (per il tratto interessato dall’intervento), l’unica arteria di traffico veicolare delle zone rurali situate il Località Bosco Soprano di collegamento con il Centro Abitato del Comune di Policoro. Difatti da Via Pesaro, percorrendo Via Siena si raggiunge prima via Massimo D’Azeglio e poi il Centro Abitato comunale. L’arteria stradale

è censita in catasto al foglio n.9 del comune di Policoro, ed insieme a Via M. D’Azeglio ricade in zona “E1” del vigente Piano Regolatore comunale e si trova all’interno del perimetro del Piano Paesaggistico di area Vasta del Metapontino. Dette arterie, per la presenza di numerose **Aziende Agricole oltre 250 ivi servite**, sono caratterizzate da un intenso traffico costituito sia da autoveicoli che da mezzi pesanti (macchine agricole, camion, tir ecc). Dopo gli eventi calamitosi (ottobre 2013) le condizioni del manto stradale, così come le banchine e le cunette poste a margine dello stesso, sono di fatto di difficile transito veicolare, divelte in più parti e necessitano di interventi urgenti e straordinari. La lunghezza complessiva dei tratti interessati dagli interventi post-alluvione, si ribadisce di carattere straordinario, raggiungono i ml. 1500,00 circa per Via Siena e di ml. 900,00 circa per Via M.D’AZEGLIO. Il Tratto di Viale M. D’Azeglio è caratterizzato da un andamento piano altimetrico pressochè costante e regolare con un piano viabile di larghezza media di ml 7,00 con banchina su entrambi i sensi di marcia e con canali di bonifica ai margini della stessa; diversamente via Siena è un tratto in forte pendenza di larghezza media di ml 6,00 oltre banchine e cunette.

PROGETTO

La proposta progettuale in oggetto il cui importo complessivo è pari a € 1.500.000,00, prevede un insieme di opere indirizzate alla sistemazione, miglioramento e messa in sicurezza di strade interpoderali che hanno subito notevoli danni a seguito delle piogge alluvionali che hanno interessato negli ultimi tempi il territorio comunale, al fine di rendere più agevoli gli spostamenti degli operatori agricoli.

Questi ultimi in tal modo potrebbero accrescere gli investimenti per l’incremento delle produzioni e per la valorizzazione dei prodotti del settore agricolo, comparto trainante per l’economia del territorio insieme a quello turistico.

La viabilità in questione presenta una massicciata stradale in buono stato. Le cunette sono state colmate dall’azione dell’acqua per cui sono stati interrati anche tutti i tombini esistenti.

Le opere previste possono essere così sommariamente riassunte:

- Sistemazione, miglioramento e messa in sicurezza di strade interpoderali ad uso collettivo e di reti viarie a responsabilità comunale, a beneficio di aziende agricole e forestali. Sono esclusi interventi di mera manutenzione ordinaria.
 - Pulizia delle cunette esistenti e la formazione di nuove nei tratti dove necessita per la regimazione delle acque meteoriche;
 - Sistemazione delle banchine e cunette trapezie per lo scolo delle acque;

- *Riconfigurazione della sezione stradale e delle relative pendenze previa scarificazione e rifacimento dei manti bituminosi oltre alla stesura di sottofondazione stradale in misto di cava stabilizzato, di idoneo spessore, nei diversi tratti maggiormente danneggiati;*
- *Rifacimento di finitura con tappetino dello spessore di cm.3;*
- *Potenziamento e dotazioni in genere di interventi per la regimentazione e lo scolo delle acque piovane nelle cunette vicinali;*
- *ecc..*
- *Cartellonistica;*
- *Opere di protezione e messa in sicurezza;*
- *Opere di regimazione delle acque superficiali;*
- *Attraversamenti per accesso a fondi agricoli;*

In particolare per ogni intervento si avrà

a. Viale Matera

Indagine Fotografica sullo stato di fatto



Indicazione orientativa natura delle operazioni e interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Ripporto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*

- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad € 306.250,00 escluso le voci di quadro economico relativo a

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

b. Via Giumenteria

Indagine Fotografica sullo stato di fatto



Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale–Policoro (MT)



Indicazione orientativa natura delle operazioni e interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Ripporto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad €390.600,00 escluso le voci di quadro economico relativo a

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

c. Via Barletta – Via Vito Stella

Indagine Fotografica sullo stato di fatto





Indicazione orientativa natura delle operazioni e interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Ripporto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad € 99.000,00 escluso le voci di quadro economico relativo a

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

d. Via Firenze - Tratto

Indagine Fotografica sullo stato di fatto



Indicazione orientativa natura delle operazioni e interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Riparto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*
- *Nuova regimentazione delle acque*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad € 50.000,00 escluso le voci di quadro economico relativo a

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

e. Via Vicenza

Indagine Fotografica sullo stato di fatto





Interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Riporto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*
- *Nuova regimentazione delle acque*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

*L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad € **154.800,00** escluso le voci di quadro economico relativo a*

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

f. Via Siena

Indagine Fotografica sullo stato di fatto





Interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 10 cm.*
- *Scavo cassonetto minimo spess.10 cm.*
- *Ripporto con materiale arido di cava frantumato e costipato spess. Cm.10*
- *Nuovo BINDER cm.7*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO cm. 3*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti;*
- *Nuova regimentazione delle acque*

Modalità (anche speditive) di valutazione della spesa

L'importo dei lavori previsto in progetto per il tratto interessato dall'intervento è pari ad € 225.000,00 escluso le voci di quadro economico relativo a

- *Oneri per la Sicurezza*
- *Somme a disposizione dell'amministrazione*
- *Spese per Cartellonistica Obbligatoria*
- *Iva*

g. Via Massimo D'Azeglio tratto

Indagine Fotografica sullo stato di fatto



Interventi previsti

- *Scarificazione asfalto esistente spess. 3-7 cm.*
- *Sistemazione di banchine laterali*
- *TAPPETINO spess. cm. 3-7*
- *Pulizia e risagomatura cunette nei tratti ostruiti e/o inesistenti*

3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Per conoscere le condizioni nelle quali si trovano i terreni in esame, si espongono alcuni cenni sui caratteri geologici della Fossa Bradanica in cui tale area ricade.

Nell'Italia meridionale, nel settore che comprende la Campania, la Basilicata e la Puglia, sono presenti tre unità strutturali: la catena sud-appenninica, l'avanfossa adriatica meridionale (Fossa Bradanica) e l'avampaese apulo (Fig. 1).

L'aria in esame fa parte della porzione meridionale della Fossa Bradanica nel retroterra ionico.

La Fossa Bradanica, definita per la prima volta da MIGLIORINI (1937) costituisce una vasta depressione, di età plio-pleistocenica, allungata da NO a SE, dal Fiume Fortore al Golfo di Taranto, compresa tra l'Appennino meridionale ad occidente e le Murge ad oriente; in questa zona affiorano estesamente depositi pliocenici e quaternari, in prevalenza argillosi, che mostrano struttura tabulare (RICCHETTI, 1981).

Il basamento dell'avanfossa è costituito da una potente successione di calcari mesozoici. Questi affiorano nell'intera area pugliese (Gargano, Murge e Salento) formando l'avampaese apulo. Le formazioni geologiche dell'avampaese sono riferibili al Gruppo dei calcari delle Murge cui appartiene il Calcare di Bari (Cenomaniano – Turroneo) ed il Calcare di Altamura (Coniaciano – Maastrichtiano sup.). La successione cretacea affiorante è costituita da calcari e dolomie, che nel complesso formano una monoclinale immersa a SSO, complicata da pieghe ad ampio raggio e interessata da importanti faglie a direzione OSO – ESE (CIARANFI et alii, 1979)

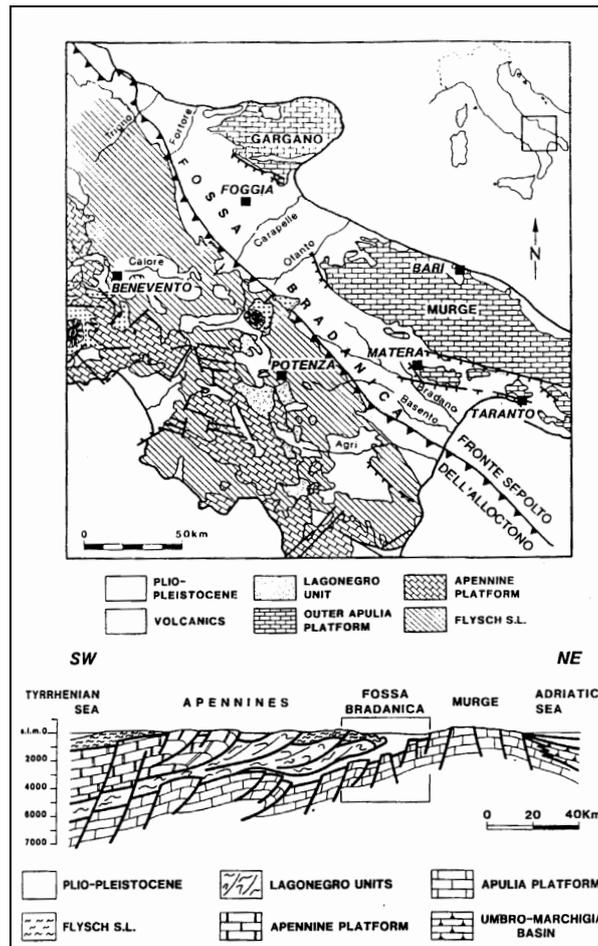


Figura 1 - Carta geologica schematica e sezione geologica attraverso l'Appennino meridionale e la Fossa Bradanica, da Sella et al. (1988) in Società Geologica Italiana (1994)

Il sottosuolo della Fossa è caratterizzato, in particolare sul margine appenninico, dalla presenza, sui calcari mesozoici, di depositi trasgressivi eo-oligocenici costituiti da calcareniti, di ambiente neritico-costiero, associate a lave e piroclastiti basiche con spessori a volte superiori a 200 metri (RICCHETTI, 1981).

In vaste aree dell'avanfossa, sia su depositi mesozoici che su quelli eo-oligocenici, giacciono in trasgressione sedimenti calcarenitici di età neogenica, costituiti da calcareniti organogene, calcareniti marnose, gessi, anidriti e dolomie. Lo spessore complessivo di tali sedimenti calcarenitici è di massimo 600 metri.

In trasgressione sui depositi miocenici e sui calcari di base sono presenti depositi terrigeni

depositatisi nel Pliocene inferiore aventi spessore non superiore a 200 metri.

Tali sedimenti rappresentano il ciclo sedimentario più antico e sono costituiti in affioramento, da una sequenza di sabbie e di argille siltose azzurre con lenti di conglomerato sabbioso, parautoctone in quanto sono state trasportate verso est solidalmente con la coltre alloctona, e nel sottosuolo da marne ed argille sabbiose, autoctone in quanto poggianti direttamente sul basamento carbonatico dell'avampaese (CIARANFI et al., 1979) (Fig. 2).

Il secondo ciclo sedimentario di riempimento della Fossa Bradanica è separato dal primo da una lacuna stratigrafica. In tale ciclo, si è avuto una trasgressione di sedimenti terrigeni di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore.

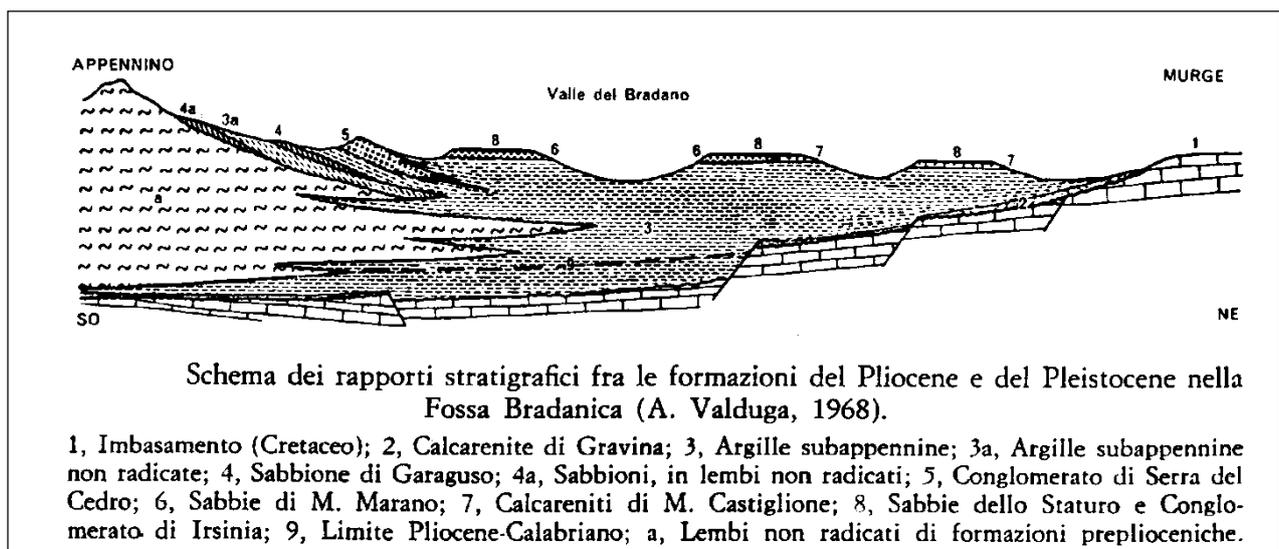


Figura 2 - Quadro stratigrafico della Fossa Bradanica, ricavato a conclusione dei lavori per la II edizione della Carta Geologica d'Italia (Valduga, 1973) in PIERI et al.(1996)

I depositi del secondo ciclo, sono costituiti dalle Argille subappennine, rappresentate da argille marnose e siltose con intercalazioni di sabbie, aventi spessore variabile da decine di metri a circa 3000 metri passando dal margine murgiano a quello appenninico.

In particolare sul margine appenninico le argille passano lateralmente a sabbie a grana grossa contenenti conglomerati poligenici, Sabbioni di Garaguso, mentre sul lato murgiano

a calcareniti organogene, Calcareniti di Gravina.

In successione stratigrafica sulle argille marnose-siltose vi sono depositate sabbie e arenarie con intercalazioni di conglomerati poligenici (Sabbie di Monte Marano), affioranti nella parte appenninica e assiale della Fossa Bradanica e di spessore non superiore a 100 metri, in cui sono presenti, in prossimità della piattaforma apula, calcareniti grossolane con spessore di circa 30 metri (Calcareniti di Monte Castiglione).

A chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica affiorano, nelle parti più elevate topograficamente i conglomerati poligenici contenenti lenti di sabbie, aventi spessore massimo di 50 metri (Conglomerato di Irsina).

I depositi del secondo ciclo poggianti sulla coltre alloctona sono neoautoctoni; quelli sottostanti la coltre e quelli direttamente trasgressivi sul substrato carbonatico dell'avampaese sono autoctoni (CIARANFI et al., 1979).

Intercalata a mo' di cuneo nelle successioni ferrigene medioplioceniche - infrapleistoceniche giace una coltre di terreni alloctoni di provenienza appenninica e di età prevalentemente miocenica. Lo spessore di tale coltre, determinata da dati di profondità derivanti da ricerche per idrocarburi (AGIP Mineraria), è dell'ordine di 3000 metri (Fig. 2).

Nell'entroterra dell'arco ionico, infine, affiorano estesamente depositi terrazzati sabbioso-conglomeratici, trasgressivi sui depositi argillosi pio-pleistocenici, riferiti a sette brevi cicli sedimentari di età da siciliana a versiliana; tali depositi, che mostrano spessori esigui, poggiano su superfici di abrasione poste a quote progressivamente decrescenti verso il Mar Ionio (RICCHETTI, 1981). Questi terrazzi marini, come riportato nella Carta Geologica d'Italia, sono compresi tra 392 m a 28-15 m s.l.m., e si sono formati, dopo il colmamento dell'avanfossa, durante la fase di definitiva emersione dell'avanfossa stessa (Fig. 3).

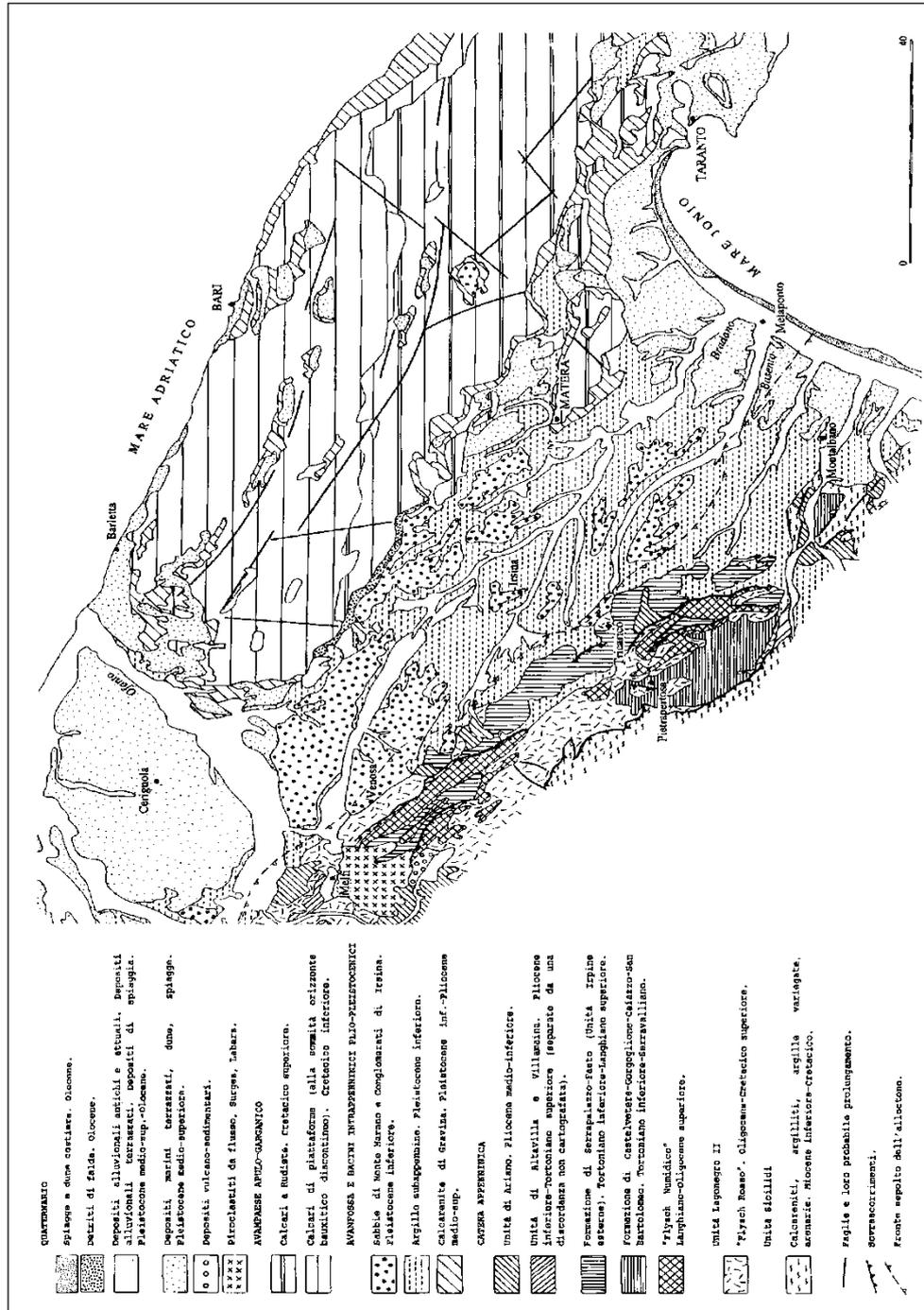


Figura 3 - Carta geologica schematica della Fossa Bradanica (in Società Geologica d'Italia, 1994)

Studi recenti sui depositi terrazzati indicano un numero variabile da otto (NEBOIT, 1975) ad undici (BRÜCKNER, 1980). Secondo quest'ultimo sono riconoscibili undici terrazzi morfologici costituiti in seguito a sette cicli sedimentari; inoltre lo stesso autore pone il terrazzo più antico e più elevato ad una quota di 492 m s.l.m. I terrazzi, inoltre, nel loro complesso

risultano inclinati verso Est per effetto del sollevamento più marcato sul lato appenninico. In generale i depositi terrazzati sono essenzialmente conglomeratici in prossimità dell'Appennino, sabbioso-ghiaiosi e, subordinatamente, limosi nella zona compresa tra il Fiume Sinni ed il Fiume Bradano, calcarenitici e localmente ghiaiosi nella zona a N-E del Fiume Bradano. La natura litologica di tali depositi dipende soprattutto dalla natura del substrato e dalla granulometria degli apporti fluviali (COTECCHIA et alii, 1967).

Sull'evoluzione neotettonica della Fossa Bradanica CIARANFI et alii (1979) asseriscono che all'inizio del Pliocene un abbassamento del substrato carbonatico provocò una ingressione marina e la formazione di un bacino subsidente con sedimentazione terrigena con apporti appenninici; l'abbassamento fu determinato da una serie di faglie ad andamento appenninico, prodottesi nel substrato calcareo. In tale periodo inizia la messa in posto della coltre alloctona. Nel Pliocene medio si è avuto un sollevamento con emersione di tutta l'area.

Dal Pliocene medio al Pleistocene inferiore si è avuto un abbassamento del substrato carbonatico con conseguente migrazione del bacino e della linea di costa verso NE; il bacino fu caratterizzato da notevole subsidenza con sedimentazione terrigena e dalla "colata" per gravità di masse alloctone di origine appenninica.

Verso la fine del Pleistocene inferiore, a causa di un sollevamento a scala regionale, si è avuta una emersione dell'area; tale sollevamento è stato particolarmente intenso sul lato appenninico ed è stato accompagnato da riattivazioni di faglie e formazione di nuove dislocazioni.

Il sollevamento è avvenuto in più fasi ed ha determinato stasi nella generale regressione del mare. In particolare, a partire dal Pleistocene medio-superiore, si verifica la deposizione di sedimenti ghiaioso-sabbiosi di ambienti costieri progradanti verso SE, a formare i Depositi marini terrazzati.

Studi recenti (PIERI et alii, 1996) hanno determinato che la Fossa Bradanica, al passaggio tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore presentava oltre che una marcata asimmetria trasversale anche una spiccata asimmetria assiale. In senso assiale è possibile distinguere un settore settentrionale ed uno centromeridionale.

Nel primo, in cui il fronte dell'alloctono converge con il gradino strutturale delle "faglie assiali" dell'avampese murgiano, il bacino presentava profondità e ampiezza modeste e trasversalmente una diminuzione di profondità da ovest verso est. Nel secondo settore assume i caratteri di un solco allungato in senso appenninico, con asimmetria trasversale evidente passando dalla profonda area depocentrale verso il ripiano premurgiano (Fig. 4).

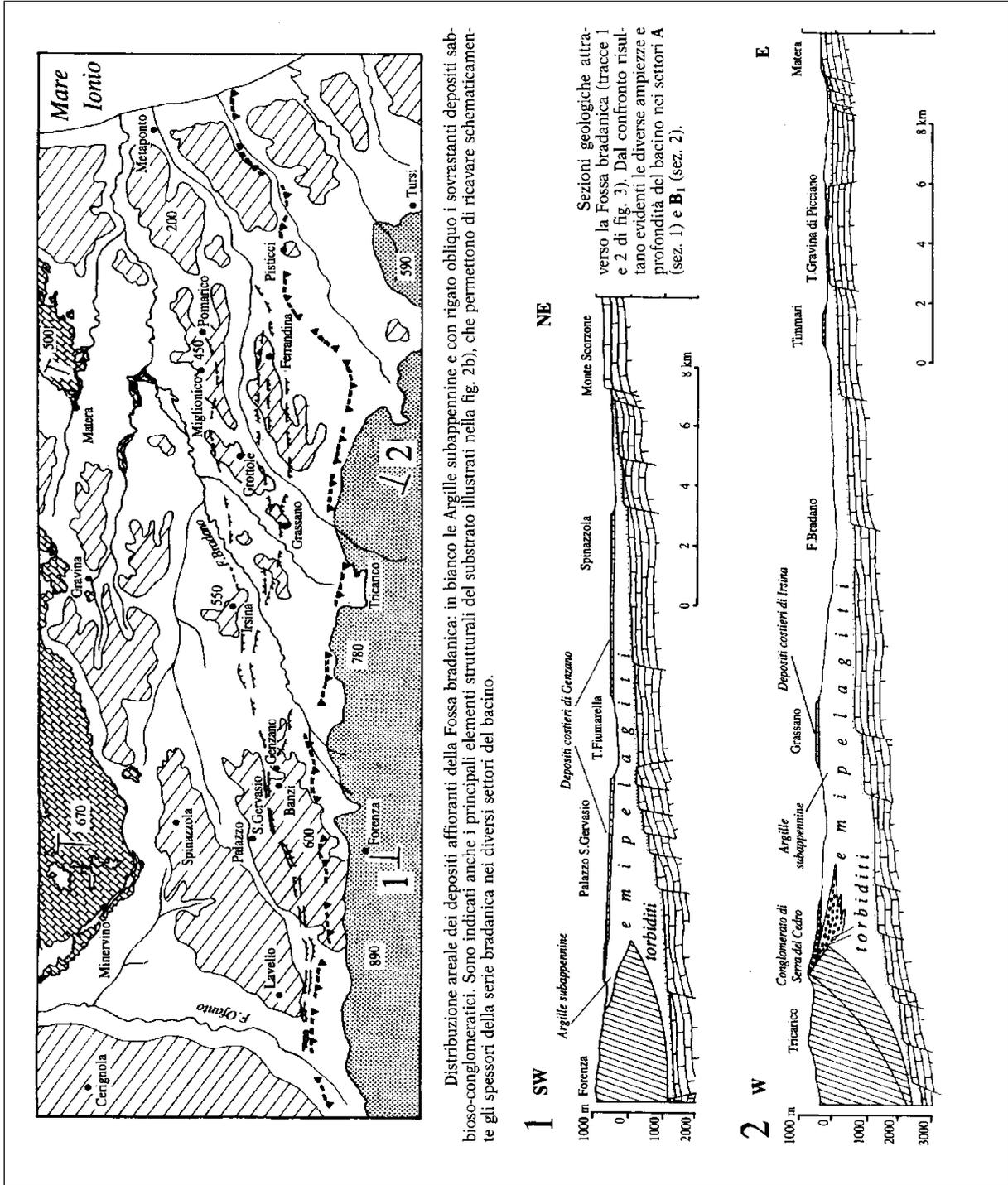


Figura 4 - Carta e sezioni geologiche della Fossa Bradanicca (Pieri et al., 1996)

4.0 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

Al fine di fornire un quadro preciso della costituzione geologica dell'area, sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c.

Sono stati prelevati n. 9 campioni indisturbati e nei fori di sondaggio sono state eseguite n. 3 prove SPT per ogni sondaggio. Sono inoltre state effettuate n. 6 indagini geosismiche per la determinazione delle caratteristiche elastiche dei terreni e la determinazione della classe del suolo.

Le stratigrafie ricavate sono di seguito riportate.

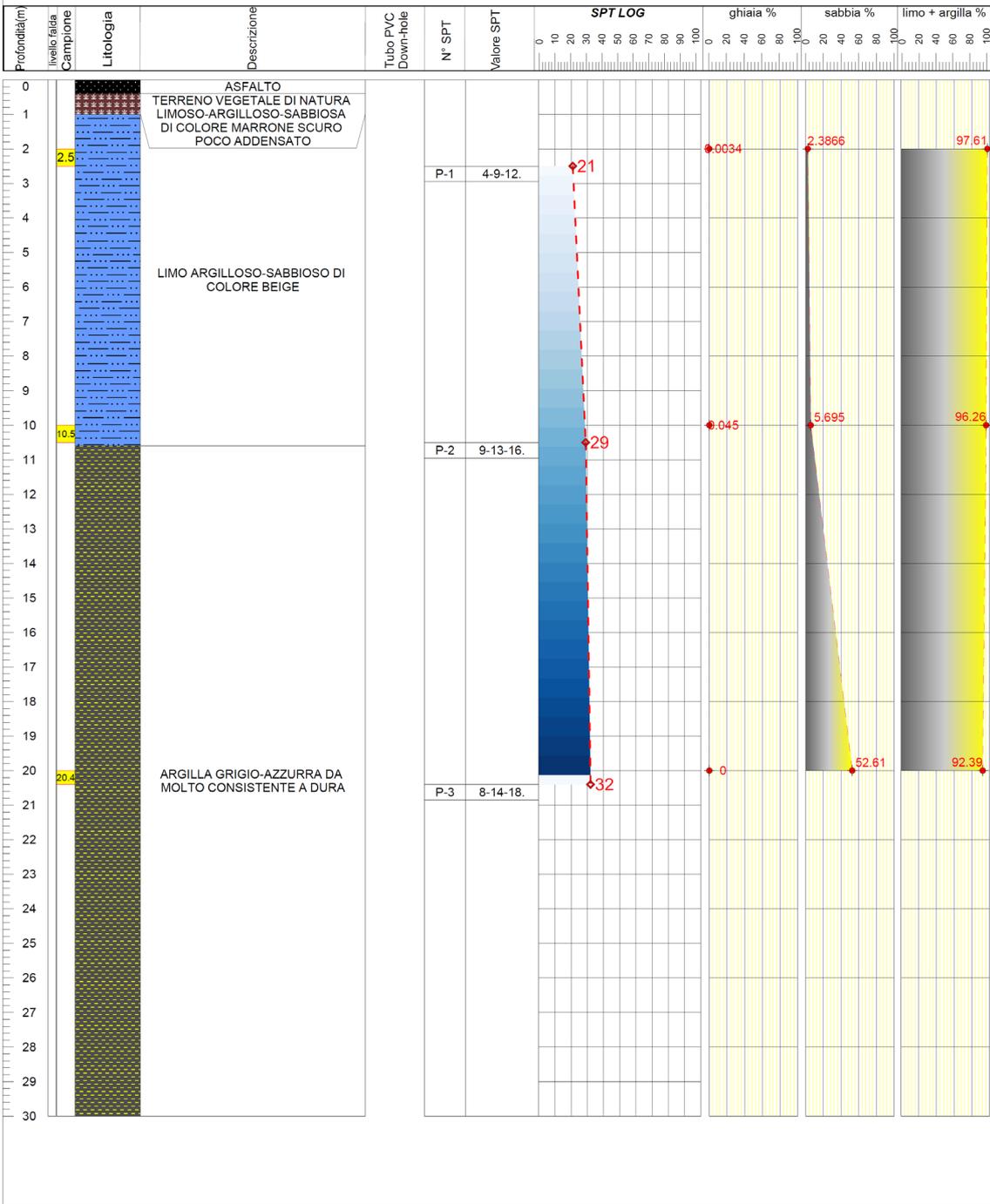
SONDAGGIO S1 – VIA FIRENZE

Da 0,0 m a 0,40 m dal p.c.	ASFALTO
Da 0.40 m a 1,00 m dal p.c.	TERRENO VEGETALE DI NATURA LIMOSOARGILLOSO-SABBIOSA DI COLORE MARRONE SCURO POCO ADDENSATO
Da 1.00 m a 10.6 m dal p.c.	LIMO ARGILLOSO-SABBIOSO DI COLORE BEIGE
Da 10.6 m a 30.0 m dal p.c.	ARGILLA GRIGIO-AZZURRA DA MOLTO CONSISTENTE A DURA

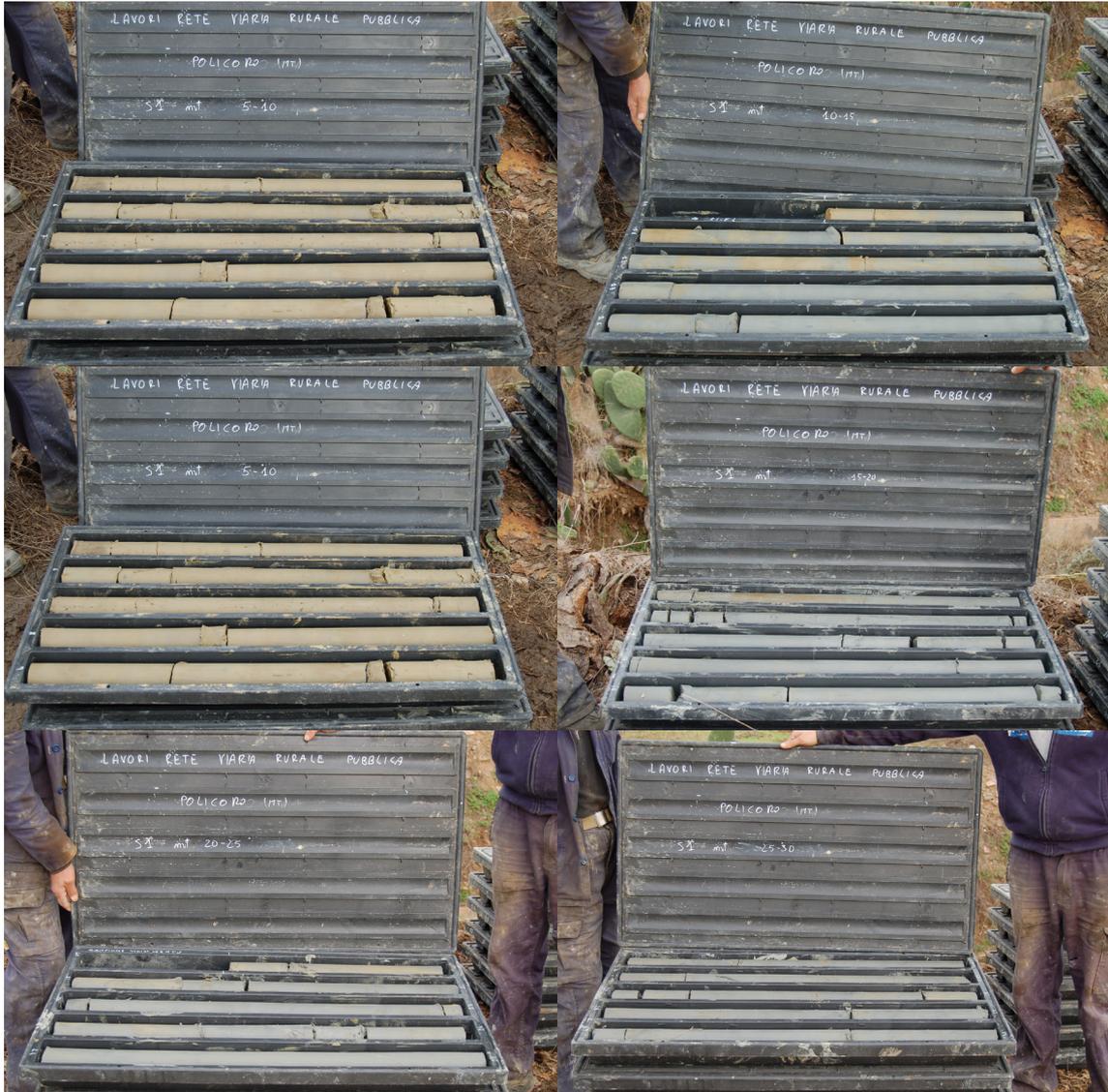
La falda non è stata intercettata nella fase di sondaggio

Relazione geologico-tecnica
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)

	Dott. Geol. Giuseppe GALLICCHIO Via De Angelis 16 75020 Scanzano Ionico (MT) tel. (039)7565017 giuseppgallicchio@epap sicurezzapostale.it gallicchio1@alice.it geologogallicchio@gmail.com	REGIONE BASILICATA Comune di POLICORO (MT) Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale	DRILLING HOLE: DH-1
---	---	---	----------------------------



Relazione geologico-tecnica
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)



SONDAGGIO S2 – VIA D'AZEGLIO ANGOLO VIA GENOVA

Da 0,0 m a 0,30 m dal p.c.	ASFALTO
Da 0.40 m a 4,00 m dal p.c.	TERRENO VEGETALE DI NATURA LIMOSOARGILLOSO-SABBIOSA DI COLORE MARRONE SCURO POCO ADDENSATO
Da 4.00 m a 19.3 m dal p.c.	SABBIA LIMOSA DI COLORE GRIGIO CHIARO
Da 19.3 m a 30 m dal p.c.	ARGILLA GRIGIO-AZZURRA DA MOLTO CONSISTENTE A DURA

La falda è stata intercettata nella fase di sondaggio ad una quota di 4 m dal p.c.

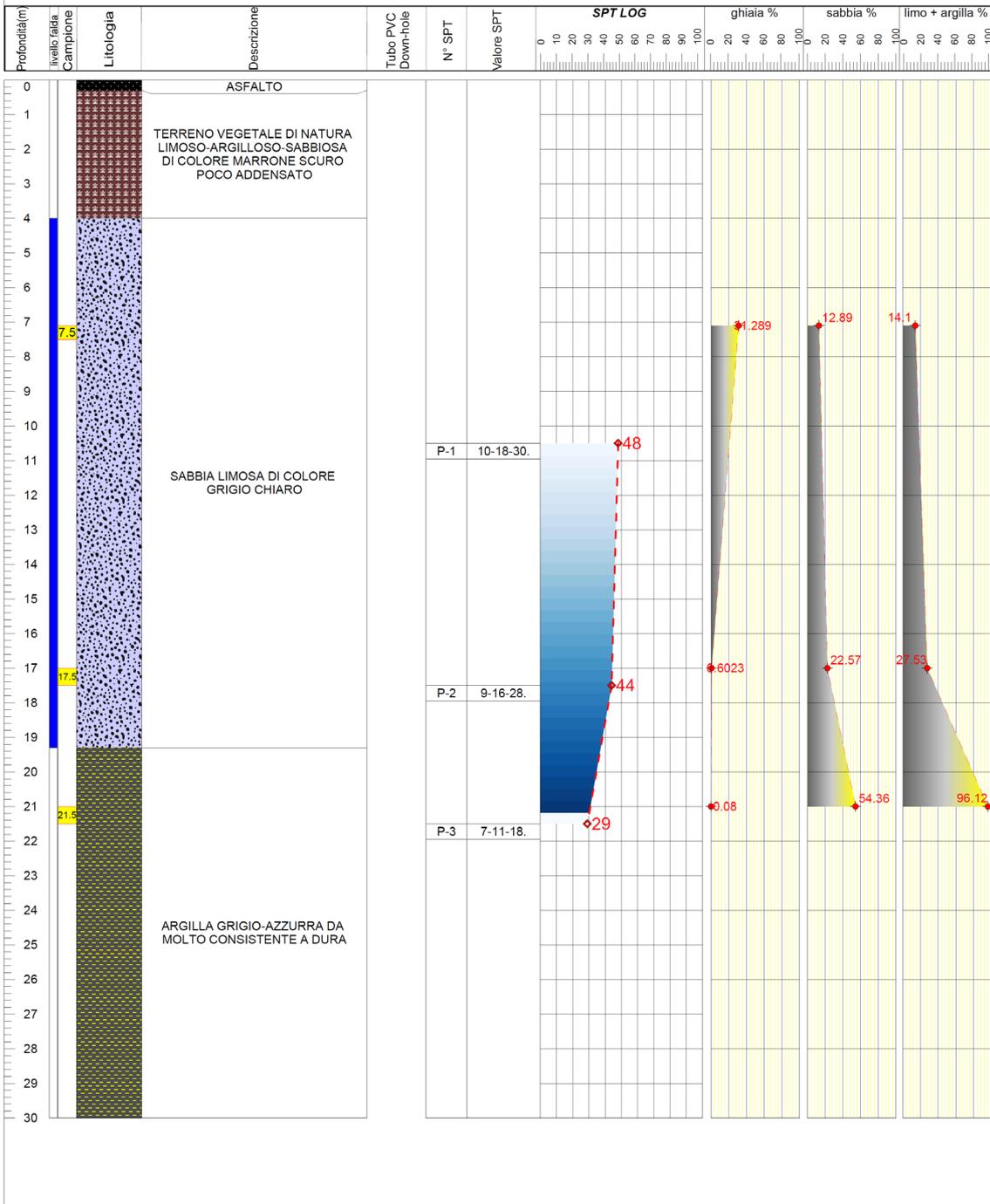
Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)

Dott. Geol. Giuseppe GALLICCHIO
 Via De Angelis 16
 75020 Scanzano Jonico (MT)
 tel. (339)7565017
 giuseppegallicchio@epap.sicurezzaapostale.it
 gallicchio1@galice.it
 geologagallicchio@gmail.com

REGIONE BASILICATA
 Comune di POLICORO (MT)
 Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale

DRILLING HOLE: DH-2



Relazione geologico-tecnica
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale-Policoro (MT)



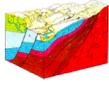
SONDAGGIO S3 – VIA GIUMENTERIA

- Da 0,0 m a 1,00 m dal p.c.** TERRENO VEGETALE DI NATURA LIMOSO-ARGILLOSO-SABBIOSA DI COLORE MARRONE SCURO POCO ADDENSATO
- Da 1.00 m a 2,00 m dal p.c.** LIMO ARGILLOSO-SABBIOSO DI COLORE BEIGE
- Da 2.00 m a 30.0 m dal p.c.** SABBIA LIMOSA DI COLORE GRIGIO CHIARO

La falda è stata intercettata nella fase di sondaggio ad una quota di 2 m dal p.c.

Relazione geologico-tecnica

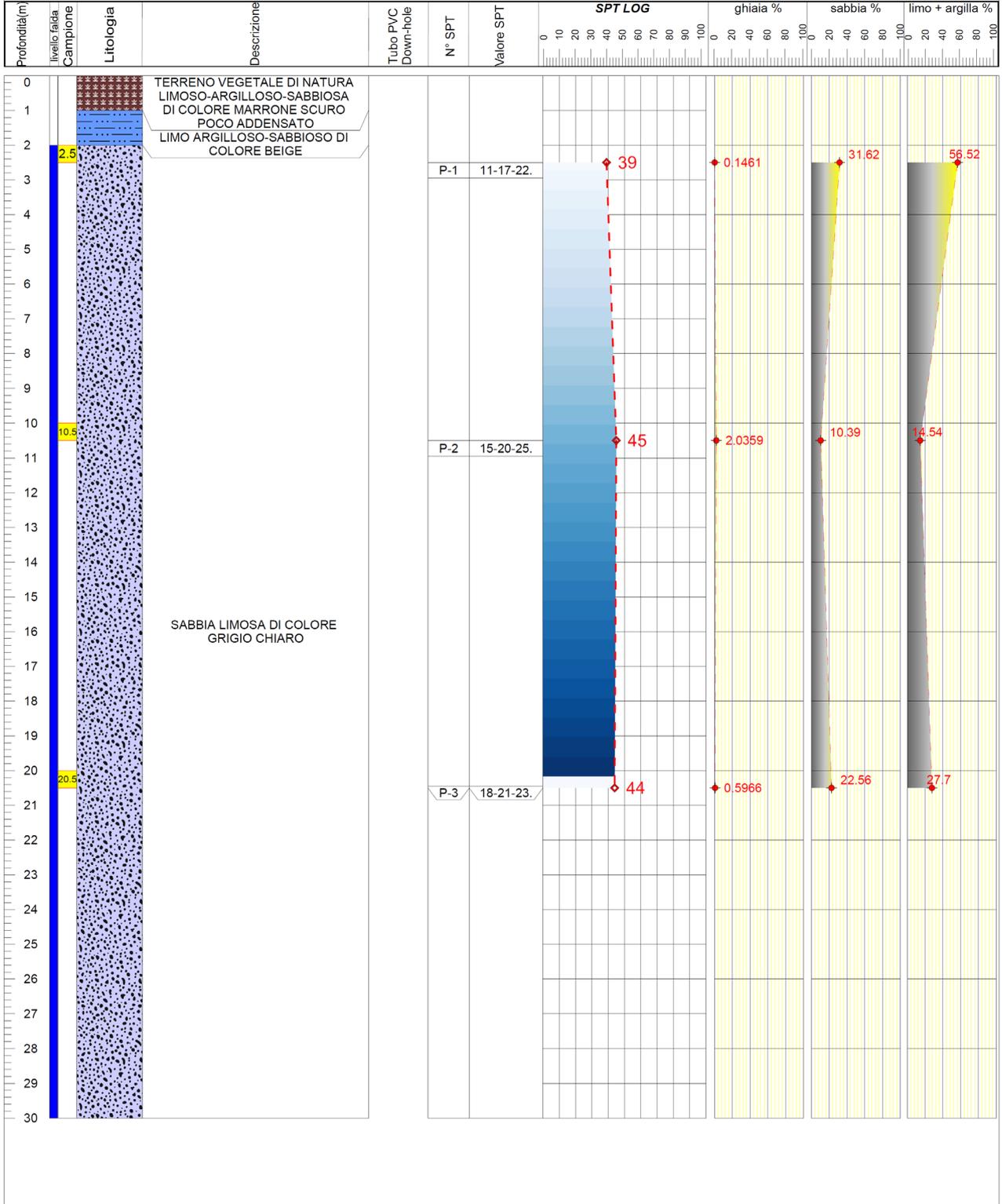
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)



Dott. Geol. Giuseppe GALLICCHIO
 Via De Angelis 16
 75020 Scanzano Jonico (MT)
 tel. (339)7565017
 giuseppegallicchio@epap.sicurezzaepostale.it
 gallicchio1@alice.it
 geologogallicchio@gmail.com

REGIONE BASILICATA
 Comune di POLICORO (MT)
 Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale

DRILLING HOLE: DH-3



Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)



5.0 MORFOLOGIA, STABILITA' DELL'AREA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame, dal punto di vista morfologico, si presenta nell'insieme pianeggiante, con variazioni altimetriche così specificate:

QUOTE ALTIMETRICHE RELATIVE ALLE VARIE AREE DI INTERVENTO		
<i>1</i>	<i>VIALE MATERA dall'incrocio di via S. Pellico fino a confine TURSI</i>	19 m slm
<i>2</i>	<i>VIA GIUMENTERIA</i>	3 m slm
<i>3</i>	<i>VIA BARLETTA angolo VIA VITO STELLA</i>	43 m slm
<i>4</i>	<i>VIA FIRENZE per un breve tratto</i>	31 m slm
<i>5</i>	<i>VIA VICENZA</i>	53 m slm
<i>6</i>	<i>VIA SIENA</i>	38 m slm
<i>7</i>	<i>VIA MASSIMO D'AZEGLIO per un breve tratto</i>	39 m slm

Le indagini in sito non hanno evidenziato la presenza di cavità sotterranee, né sono stati osservati fenomeni di instabilità legati a dissesti profondi. Fenomeni di instabilità sono stati riscontrati in via Firenze dove è presente un piccolo versante interessato da un modesto fenomeno di colamento lento.

Le deboli pendenze determinate dalla pianura non consentono l'instaurarsi di fenomeni gravitativi sia profondi che superficiali, pertanto la maggior parte delle zone si ritengono stabili dal punto di vista geomorfologico.

6.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

L'attività sismica dell'area è da collegare alla sua stessa posizione geografica. In un più ampio schema geologico regionale tale area si colloca nella parte sud – orientale della “Fossa Bradanica”.

La “Fossa Bradanica” costituisce una vasta depressione allungata da NO a SE, compresa tra l'Appennino e le Murge. In questa area affiorano estesamente depositi argillosi plio – pleistocenici e depositi sabbioso – conglomeratici che vanno dal Pleistocene inf. al post – Tirreniano.

L'insieme ha una struttura tabulare inclinata verso SE e presenta una morfologia abbastanza giovanile, con ampie valli attraversate da fiumi e torrenti, e vasti interfluvii a sommità pianeggianti.

L'attuale assetto tettonico della “Fossa Bradanica”, si può considerare il risultato di un progressivo sollevamento a partire dal Pleistocene inf., ma discontinuo nel tempo e disturbato da faglie e basculamenti di vario tipo.

Risente, pertanto, sia dell'attività dei sistemi di faglie dirette connesse ad una tettonica di tipo distensivo, sia delle caratteristiche sismotettoniche della Catena Appenninica.

Sulla base della distribuzione degli epicentri dei terremoti, catalogati dall'anno 1000 al 1975, quest'area della Regione Basilicata risulta interessata da fenomeni sismici di bassa frequenza e di intensità massima pari al VII grado della Scala Mercalli Modificata.

Dalla osservazione delle Carte della Distribuzione delle massime intensità osservabili, redatta in scala 1:500.000, in parte allegata al presente studio ed elaborata dal Gruppo di Lavoro “Scuotibilità”, afferente al Progetto finalizzato geodinamica del CNR, si evince che il territorio di Policoro ricade nella fascia delimitata da intensità mediamente pari al VII

grado della Scala Mercalli Modificata.

Tale Carta è stata redatta sulla base delle conoscenze sismotettoniche regionali e delle elaborazioni statistiche dei rilievi storici epicentrali relativi agli anni innanzidetti.

Di seguito si riportano le indagine sismiche eseguite e in dettaglio le relative elaborazione.

6.1 INDAGINI SISMICHE: VIA GIUMENTERIA

6.1.1 - PREMESSA

La presente relazione di indagini geofisiche riguarda la caratterizzazione sismica dell'areale di pertinenza del sito in oggetto, ubicato alla via Giumenteria, nel Comune di Policoro (MT). Sui terreni interessati dal progetto sono state effettuate opportune e puntuali indagini d'ordine geofisico, al fine di determinare le caratteristiche sismiche del sito.

La presente relazione tecnica di indagini indirette è costituita dai seguenti elaborati:

- ✓ *i report delle indagini geofisiche;*
- ✓ *la caratterizzazione sismica di sito;*
- ✓ *la planimetria delle indagini geofisiche.*

*Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti **sismo-stratigrafici**, e di **amplificazione** di sito, si è proceduto ad una campagna di indagini multidisciplinare che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.*

*Di seguito sono riportate le **indagini indirette** di tipo sismico.*

6.2.2 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE

Le locali caratteristiche geomorfologiche influenzano la risposta sismica del sito; tra i parametri più importanti ricade sicuramente l'acclività del terreno che esaspera le condizioni di stabilità in occasione di un evento sismico. Fenomeni di amplificazione sismica locale possono instaurarsi in presenza di materiali incoerenti o depositi sabbiosi non sufficientemente addensati con presenza di una falda acquifera. Le sollecitazioni dinamiche, che avvengono in occasione di un evento sismico, generano un aumento repentino delle sovrappressioni interstiziali con la possibilità di liquefazione spontanea. Altre situazioni morfologiche particolari, come bordi di terrazzi, linee di cresta, cigli di scarpate o brusche variazioni di pendenza nel versante, possono provocare amplificazioni sismiche e conseguenti aumenti di danni alle strutture. Infine va ricordato che terreni granulari o coesivi poco addensati rispondono agli eventi sismici con frequenze di vibrazione modeste; invece nei terreni molto addensati o rocciosi può essere importante l'interazione tra l'onda sismica e le frequenze di

vibrazione proprie dei manufatti.

Allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- Determinare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno;
- Verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);
- Caratterizzare i principali parametri geologico-sismici di sito ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;

nel sito interessato dal progetto in oggetto si è proceduto ad analisi congiunta di inversione di H/V e metodi di array sismico, mediante acquisizioni di:

- Una registrazione di rumore ambientale (sismica passiva a stazione singola per l'analisi H/V), effettuate con tromografo digitale Tromino;

REPORT FOTOGRAFICO



HVSRI

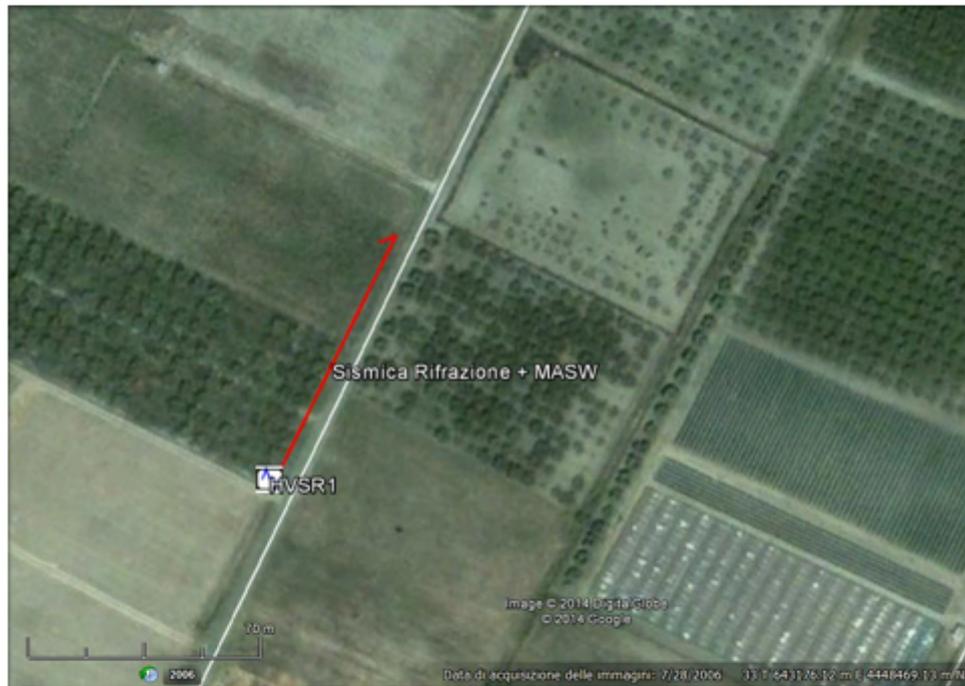


- **Uno** *stendimento di sismica attiva per la determinazione della curva di dispersione frequenziale delle onde sismiche, con tecnica MASW, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;*
- **Uno** *stendimento di sismica attiva di sismica a rifrazione che consente di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio);*

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il “TROMINO Engineer”, e SoilSpy Rosina 18 canali utilizzando tecniche di registrazione attive e passive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni ("Nuove Norme tecniche per le costruzioni", D.M. 14 gennaio 2008), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

I dettagli della strumentazione e delle tecniche utilizzate per l'investigazione sono esplicitati nei capitoli successivi.

PLANIMETRIA INDAGINI



- *HVSR = Registrazione di rumore ambientale a stazione singola, sismica passiva.*
- *MASW = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle V_s .*
- *Sismica a Rifrazione = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle V_p .*

6.2.3 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Figura 1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

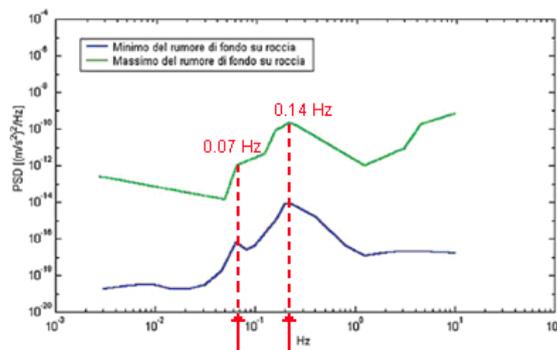


Fig. 1) Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra (secondo USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al. 2001; solo per

citarne alcune).

7- BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Consideriamo il sistema di Figura 2, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

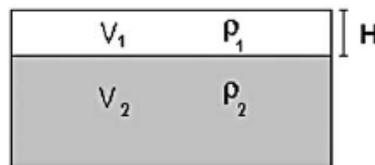


Fig. 2) Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione delle onde sismiche V .

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4H} \quad [1]$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che 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:

- il contenuto in frequenza
- la risposta strumentale
- l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, 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 (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

*(Tratto da: **Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica** Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Piermaria Luigi Rossi).*

7.1 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO

Nel sito oggetto di studio, è stata eseguita **una** registrazione di sismica passiva a stazione singola, HVSR che è stata effettuata in testa allo stendimento di sismica attiva MASW + Sismica a rifrazione, (vedi Planimetria indagini).

Coordinate dei punti di misura WGS84 UTM33

Name	Latitudine	Longitudine
<i>HVSR 1</i>	<i>643081</i>	<i>4448426</i>
<i>MASW_A(Testa)</i>	<i>643081</i>	<i>4448423</i>
<i>MASW_B(Coda)</i>	<i>643117</i>	<i>4448500</i>

La misura di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti in campo libero, è stata effettuata con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO versione Engineer) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente. La messa in stazione dello strumento è stata eseguita a regola, direzionando il Nord strumentale lungo il Nord magnetico e centrando la bolla sferica di cui è fornito, a garanzia dell'orizzontalità del posizionamento dello strumento; i dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz e successivamente processati con il programma dedicato "Grilla".

Per Tromino è possibile eseguire l'analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve HVSR per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture.

Per migliorare l'accuratezza del dato, in sito è stato realizzato uno stendimento multicanale con strumentazione Sismografo SoiSpy Rosina 18 canali, distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. L'antenna sismica è stata posizionata in campo in direzione SO-NE (vedi planimetria indagini). Sullo stesso lotto è stata effettuata una prova di sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e una prova di sismica a rifrazione, utilizzate in fase di processamento dati per la taratura delle acquisizioni di microtremore.

Per la tecnica MASW, gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 10 Kg lateralmente a una traversina in legno, che sono stati posizionati sui geofoni n° 1 e 25.

La metodologia MASW consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Love contenute nel segnale provocato dalle energizzazioni.

Dal segnale registrato sono stati ricavati i grafici di dispersione frequenziale relativi ad ogni Staking, ed il piking è stato eseguito manualmente al centro della curva di dispersione.

La curva di dispersione, ottenuta mediante la procedura sopra citata, è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Love nel modo fondamentale e nei modi superiori, in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alla curva sperimentale.

POLICORO Via Giumenteria, HVSR 1 (fitt congiunto con MASW)

Strumento: TEN-0013/01-07

Inizio registrazione: 05/12/14 13:33:57 Fine registrazione: 05/12/14 13:53:58

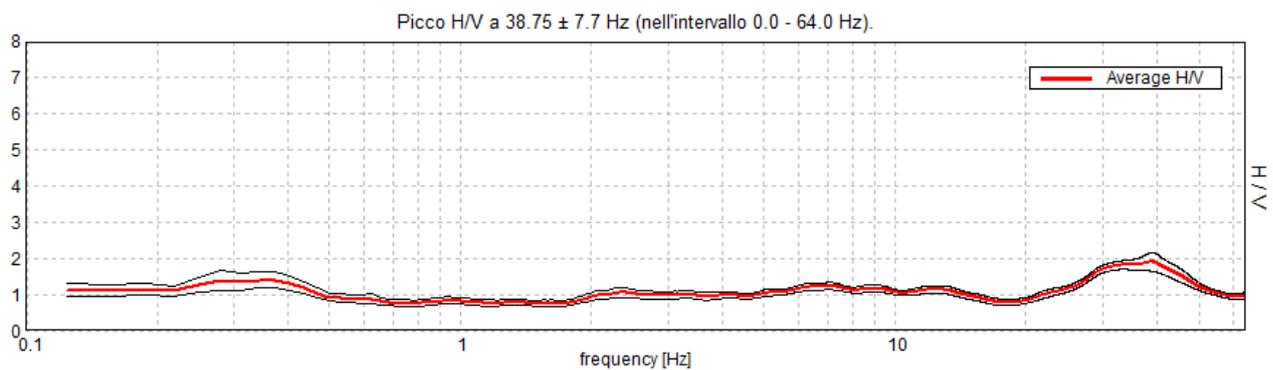
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

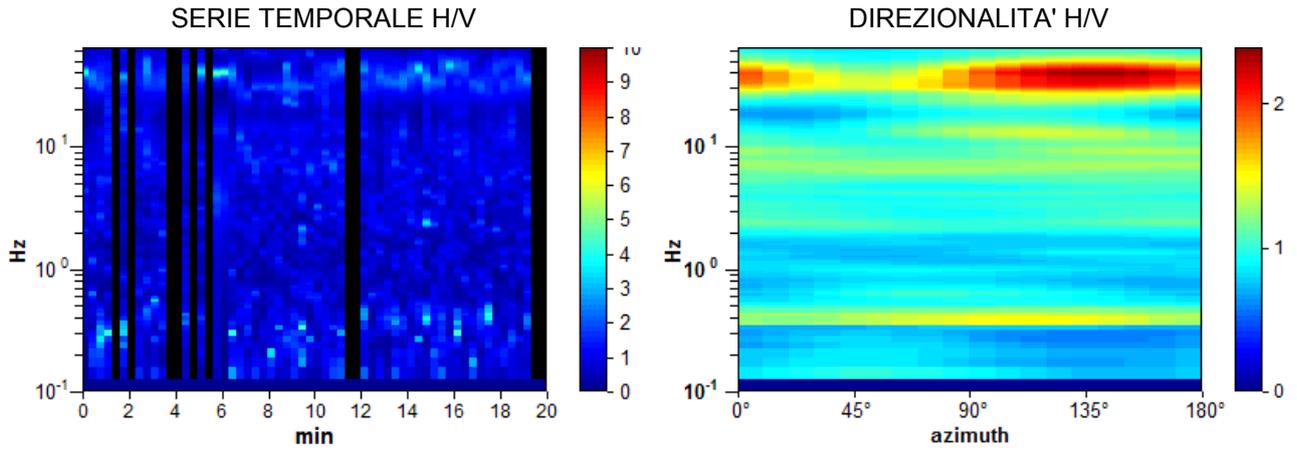
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

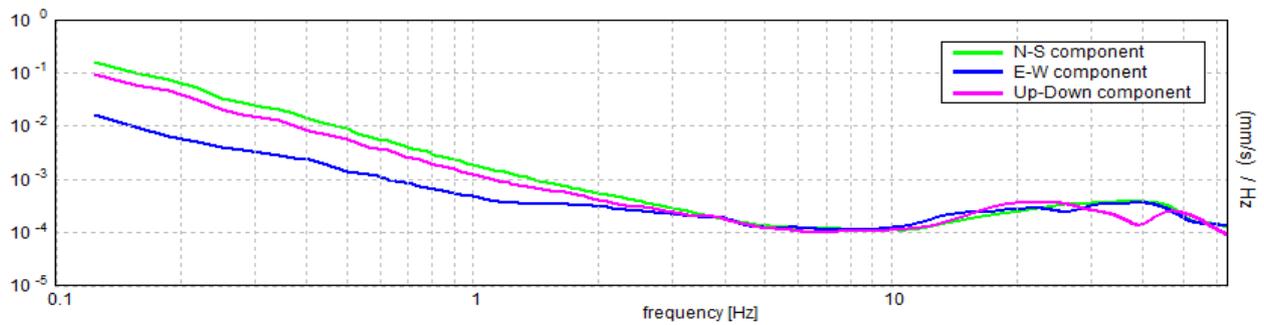
Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

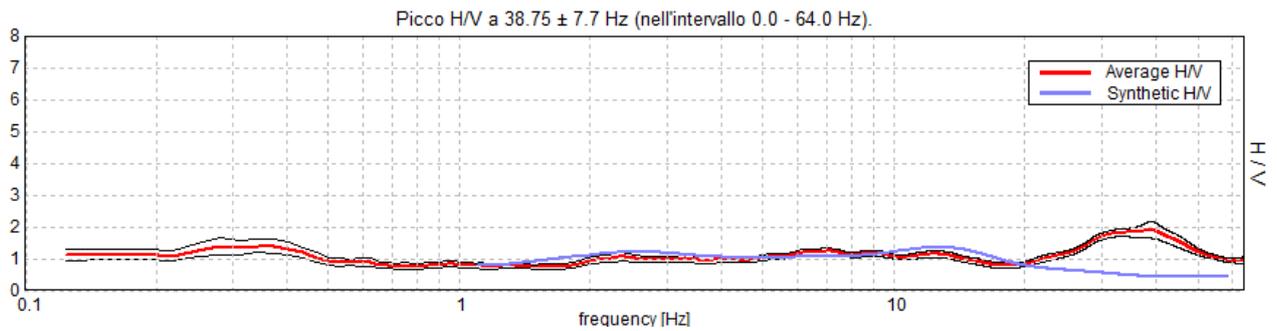




SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

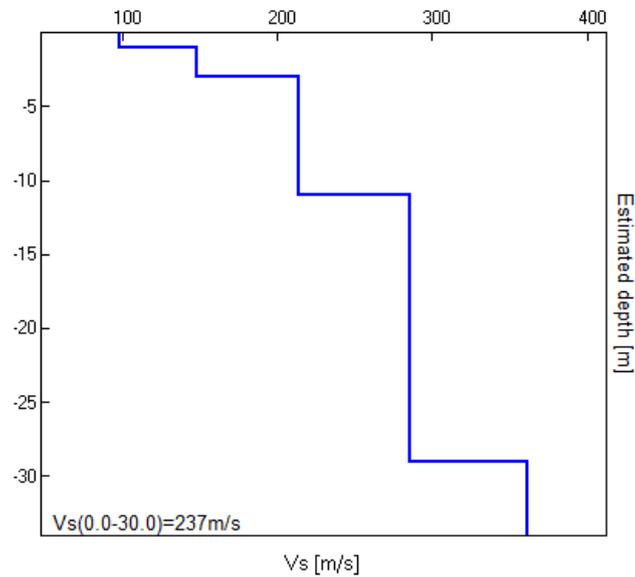


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	98	0.42
3.00	2.00	148	0.40
11.00	8.00	214	0.38
29.00	18.00	286	0.35
inf.	inf.	362	0.35

$V_s(0.0-30.0)=237\text{m/s}$



*Analizzando lo spettro di risposta HVSR, si nota che non ci sono picchi di risonanza particolarmente amplificati, ciò stà ad indicare una sismo-stratigrafia con valore crescente delle velocità man mano che ci si approfondisce, ma con contrasti di impedenza sismica deboli. Il valore dei rapporti spettrali rimane confinato tra 1 e 2 H/V, denunciando un **basso** valore di amplificazione locale.*

[Secondo le linee guida SESAME, 2005].

Picco H/V a 38.75 ± 7.7 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$38.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$38750.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1429	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	21.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	59.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.90 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19883 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.70481 < 1.9375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2553 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve

Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale – Policoro (MT)

$\sigma_A(f)$	essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{HV}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
$\sigma_{\log HV}(f)$	
$\theta(f_0)$	

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [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
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log HV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

7.2 - ANALISI MASW

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità, al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. Il metodo di prospezione sismica MASW utilizza le onde di superficie e si basa su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari. Per ogni strato si devono definire quattro parametri: lo spessore H dello strato, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità ρ dello strato; la velocità di propagazione delle onde di taglio V_s all'interno dello strato; il coefficiente di Poisson ν .

A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Love, per il sito in esame.

Quanto detto rappresenta il problema diretto; quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Love.

Nell'analisi dei dati occorre invece affrontare il problema inverso; a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici. La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

1. *Acquisizione:* *registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde di Love per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze. A tale proposito, si è settato lo strumento sismica multicanale SoilSpy Rosina (con geofoni orizzontali a frequenza 4.5 Hz) ad una frequenza di campionamento di 1024 Hz, si è proceduto al posizionamento dello stendimento distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro, si è poi proseguito sistemando punti di energizzazione in testa e in coda all'antenna sismica.*

2. *Processing:* *trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione*

delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza.

3. Inversione: uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità. Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.

La procedura MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). L'acquisizione simultanea di molti canali, che aumentano la ridondanza statistica, insieme alla semplicità delle operazioni, permettono al MASW, metodo attivo, di superare pienamente le limitazioni incontrate con precedenti metodi. Normalmente si accetta l'approssimazione secondo cui la massima profondità di indagine MASW per la quale calcolare il valore V_s può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda λ_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), quest'ultima in generale è considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

Nel metodo MASW la curva di dispersione viene ricavata dallo spettro selezionando i valori di frequenza e numero d'onda ai quali è associata l'energia massima. A tale proposito si procede con la fase di processamento dati che consiste nella inversione della curva di dispersione ricavata che ci porta alla definizione del profilo verticale delle onde di taglio negli ultimi 30 m di sottosuolo.

Di seguito sono riportate le elaborazioni con tecnica MASW.

POLICORO Via Giumenteria, MASW 1 (fitt congiunto con HVSR 1)

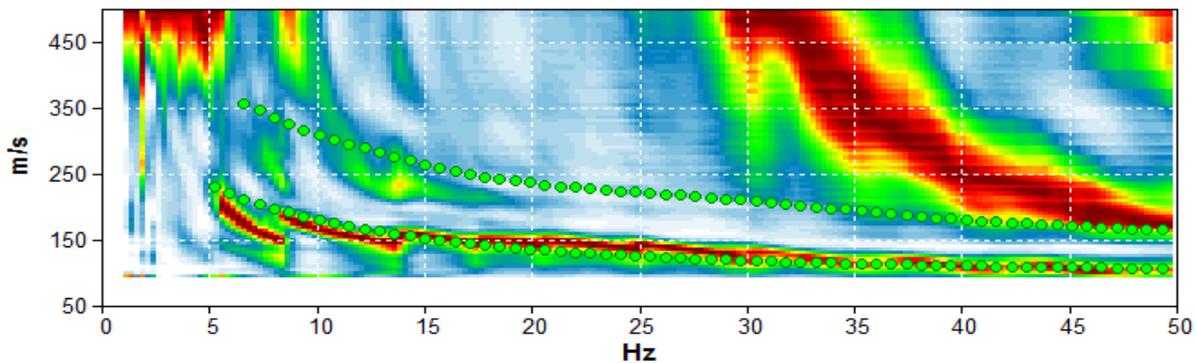
Inizio registrazione: 05/12/14 13:36:19 Fine registrazione: 05/12/14 13:36:55

Durata registrazione: 0h00'01". Freq. campionamento: 1024 Hz

Nomi canali: B1; B2 ; B3; B4; B5 ; B6; B7; B8; B9; B10; B11; B12; B13; B14; B15; B16, B17, B18.

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 65.0 70.0 75.0 80.0 85.0 m.

MODELLED LOVE WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE

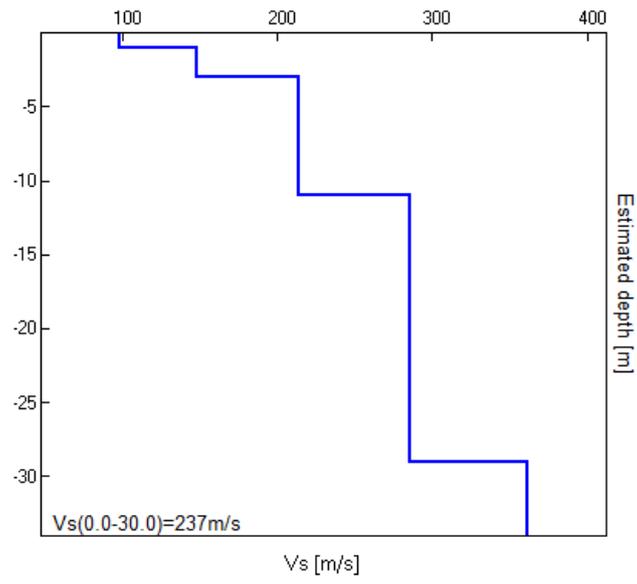


Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	98	0.35
3.00	2.00	148	0.35
11.00	8.00	214	0.35
29.00	18.00	286	0.35
inf.	inf.	362	0.35

Vs(0.0-30.0)=237m/s

Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale - Policoro (MT)



8.0 - SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

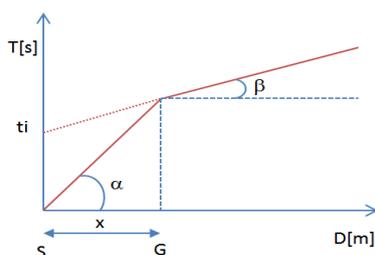
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

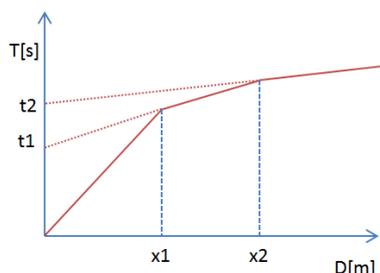
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

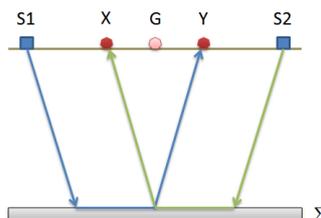


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

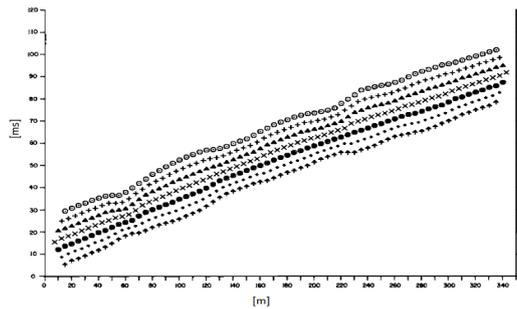
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare la **funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



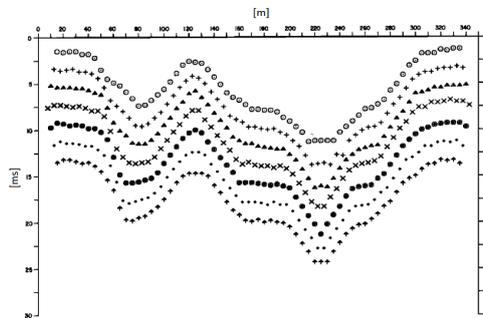
dove T_{S1Y} e T_{S2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente $S1$ ad X e dalla sorgente $S2$ ad Y mentre T_{S1S2} è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio $S1$ ed $S2$, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S1Y} + T_{S2X} - \left(T_{S1S2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

Dati generali

Descrizione: Studio geologico lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto delle aziende agricole -intervento straordinario per aree alluvionate.

Zona Policoro
Operatore Geol. Galileo Potenza
Responsabile Geol. Galileo Potenza
Data 05/12/2014
Via Via Giumenteria

Geometria geofoni

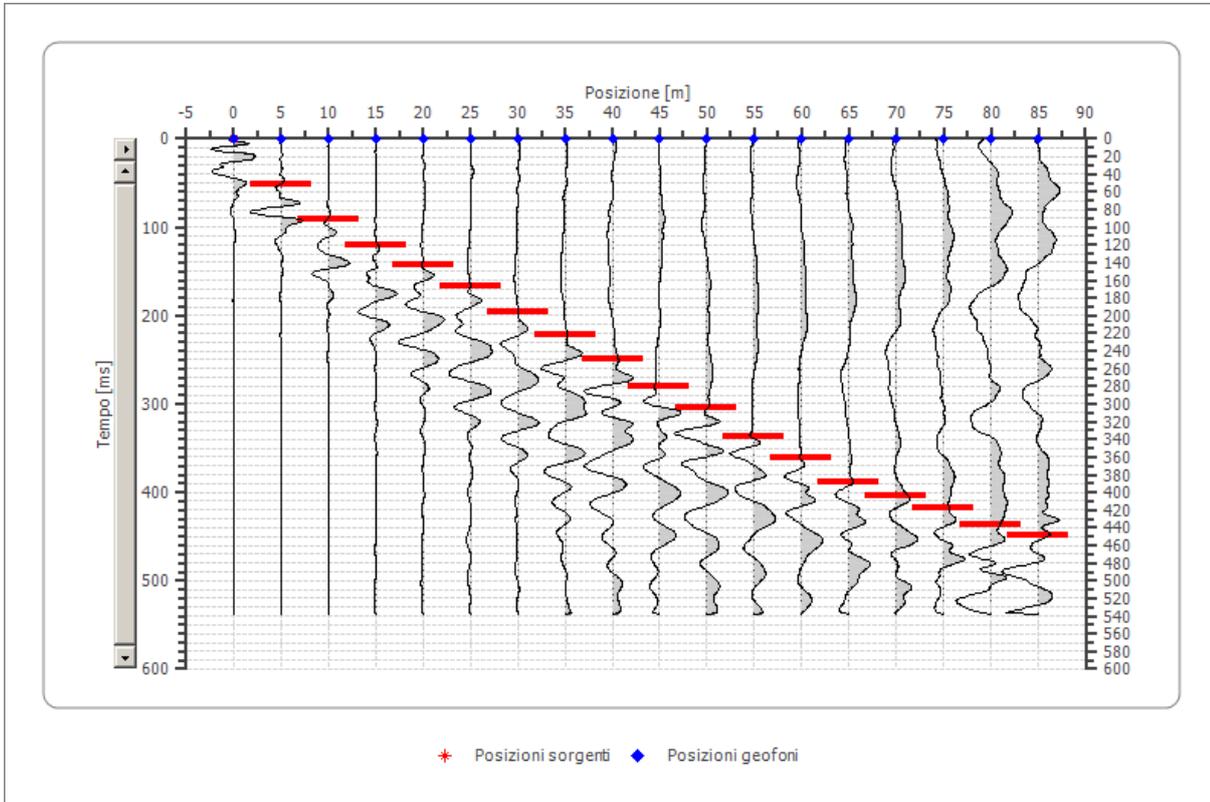
	<i>Posizione X</i> [m]	<i>Posizione Z</i> [m]
1	0.0	0.0
2	5.0	0.0
3	10.0	0.0
4	15.0	0.0
5	20.0	0.0
6	25.0	0.0
7	30.0	0.0
8	35.0	0.0
9	40.0	0.0
10	45.0	0.0
11	50.0	0.0
12	55.0	0.0
13	60.0	0.0
14	65.0	0.0
15	70.0	0.0
16	75.0	0.0
17	80.0	0.0
18	85.0	0.0

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

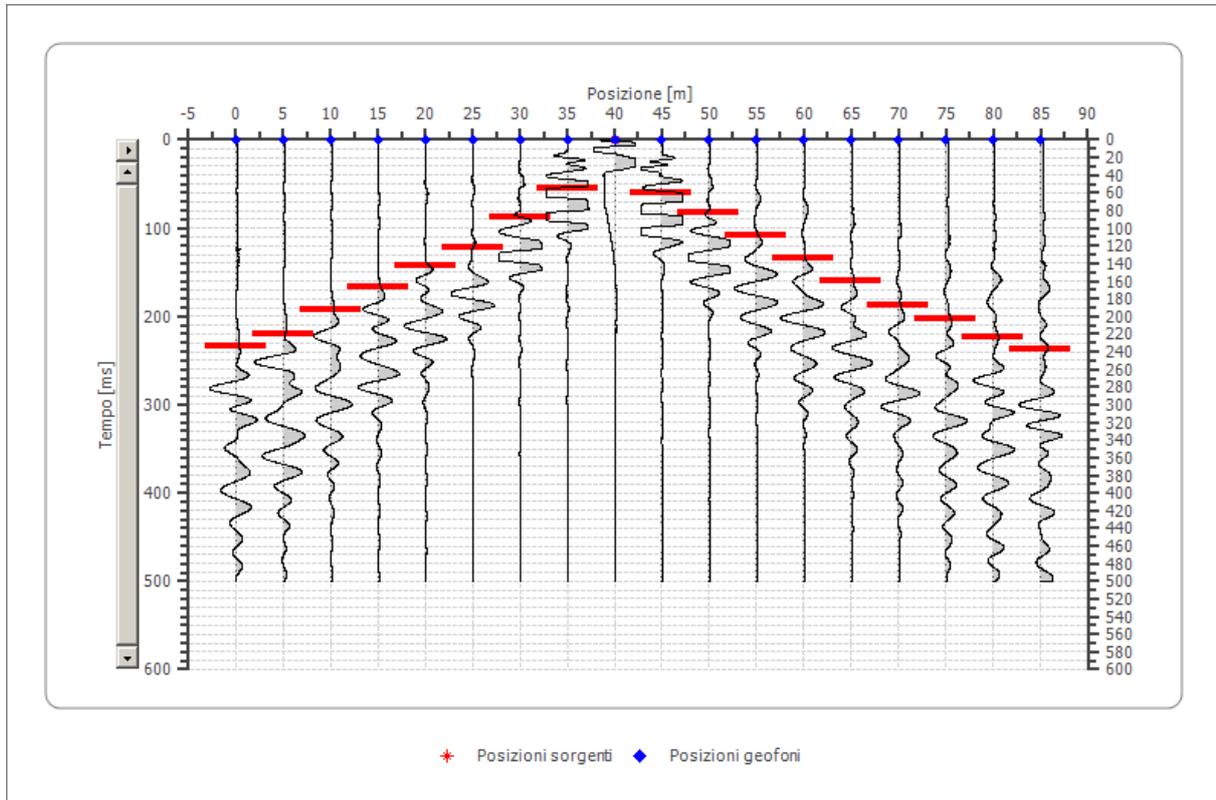


<i>Posizione geofono [m]</i>	<i>Tempo [ms]</i>
0.0	0.0000
5.0	51.7578
10.0	91.1175
15.0	120.3438
20.0	142.6934
25.0	166.7622
30.0	195.9885
35.0	221.7765
40.0	249.2837
45.0	280.2292
50.0	304.2980
55.0	336.9628
60.0	361.0315
65.0	388.5387
70.0	403.6963
75.0	417.7651
80.0	436.6762
85.0	448.7106

Battuta 2

Posizione sorgente X 40 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

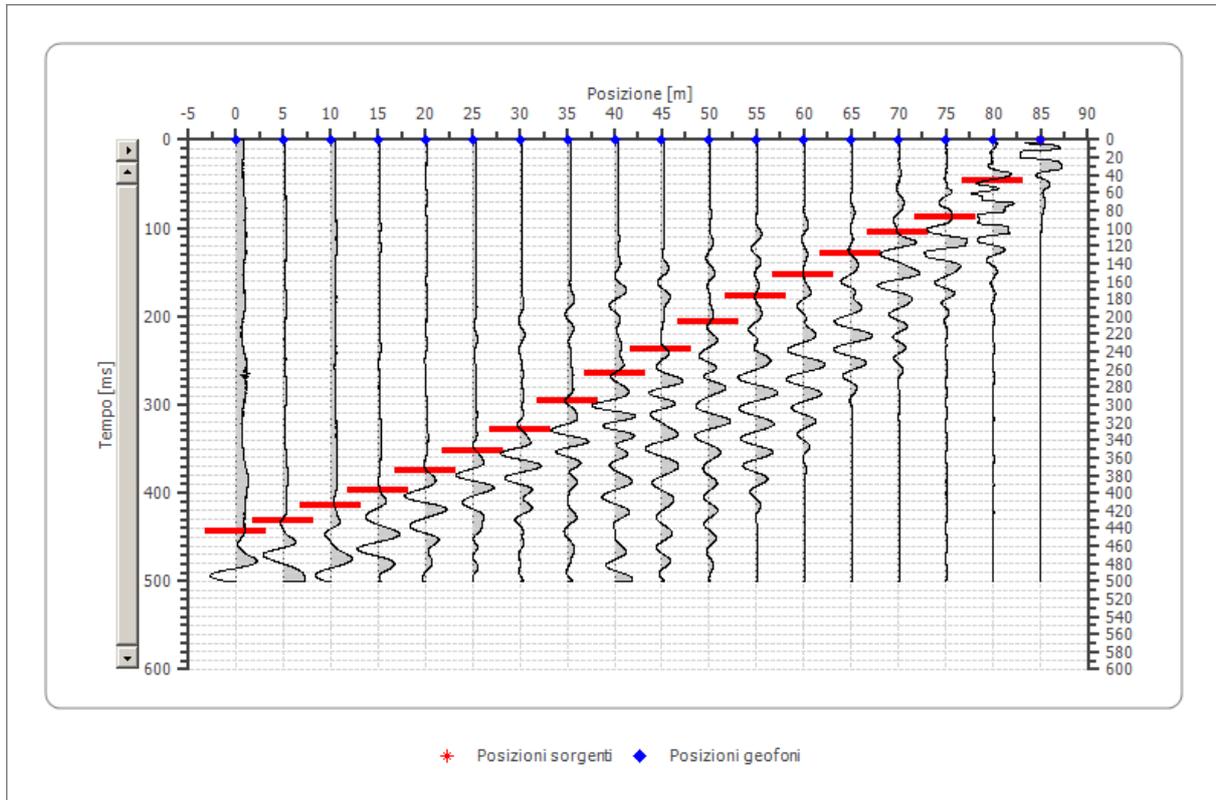


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	234.1261
5.0	219.7765
10.0	192.5502
15.0	166.4470
20.0	143.5358
25.0	122.0630
30.0	87.0313
35.0	55.4728
40.0	0.0000
45.0	59.7754
50.0	82.7637
55.0	108.1519
60.0	133.5918
65.0	159.9023
70.0	186.5703
75.0	202.8653
80.0	223.9341
85.0	237.2493

Battuta 3

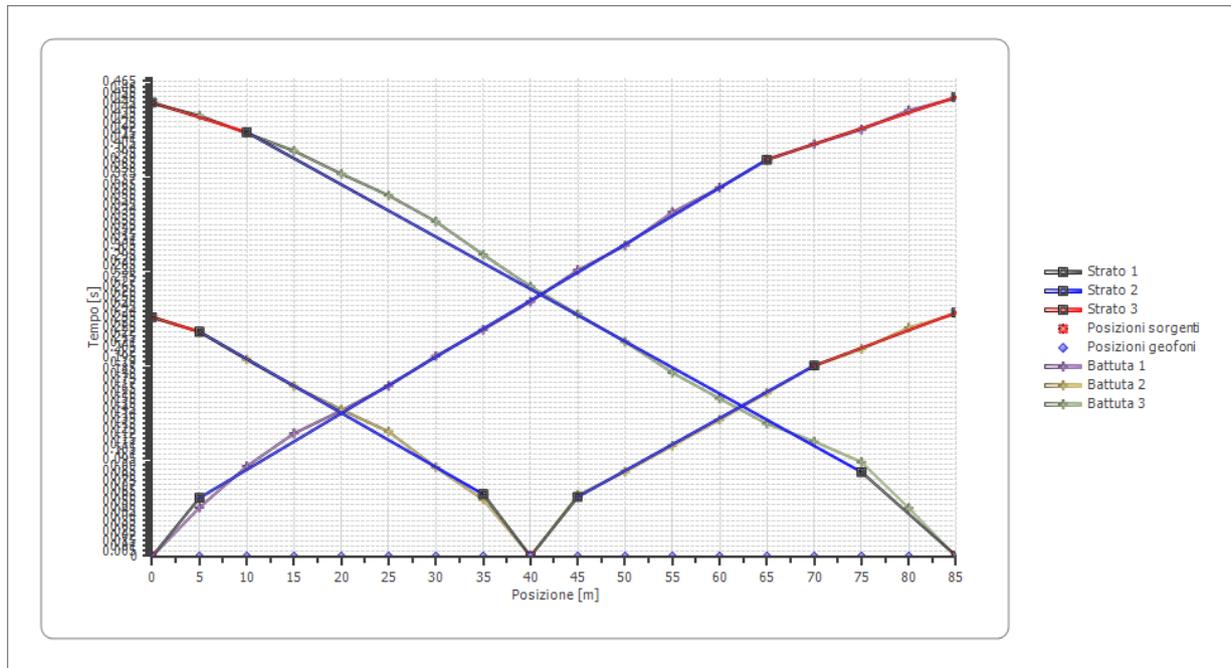
Posizione sorgente X 85 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

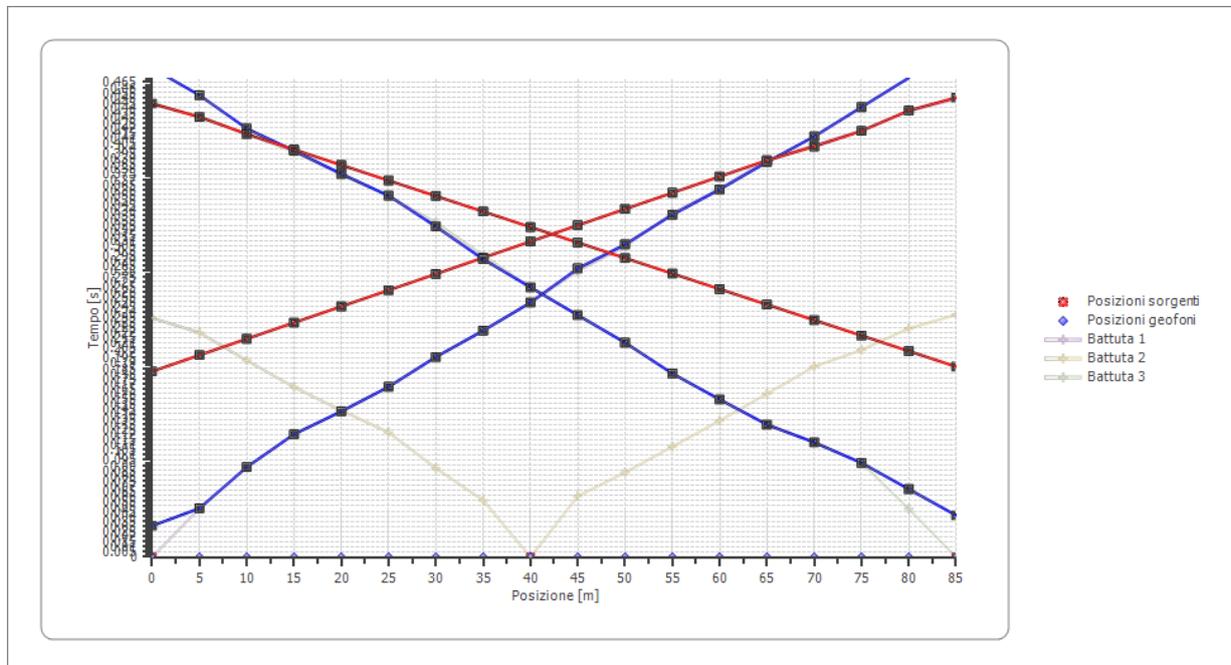


<i>Posizione geofono [m]</i>	<i>Tempo [ms]</i>
0.0	443.5530
5.0	431.5186
10.0	414.3267
15.0	396.9727
20.0	374.5117
25.0	353.2715
30.0	327.7364
35.0	295.3868
40.0	264.1261
45.0	236.9341
50.0	205.9885
55.0	176.7622
60.0	152.3782
65.0	129.7135
70.0	105.3295
75.0	88.2227
80.0	47.0996
85.0	0.0000

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

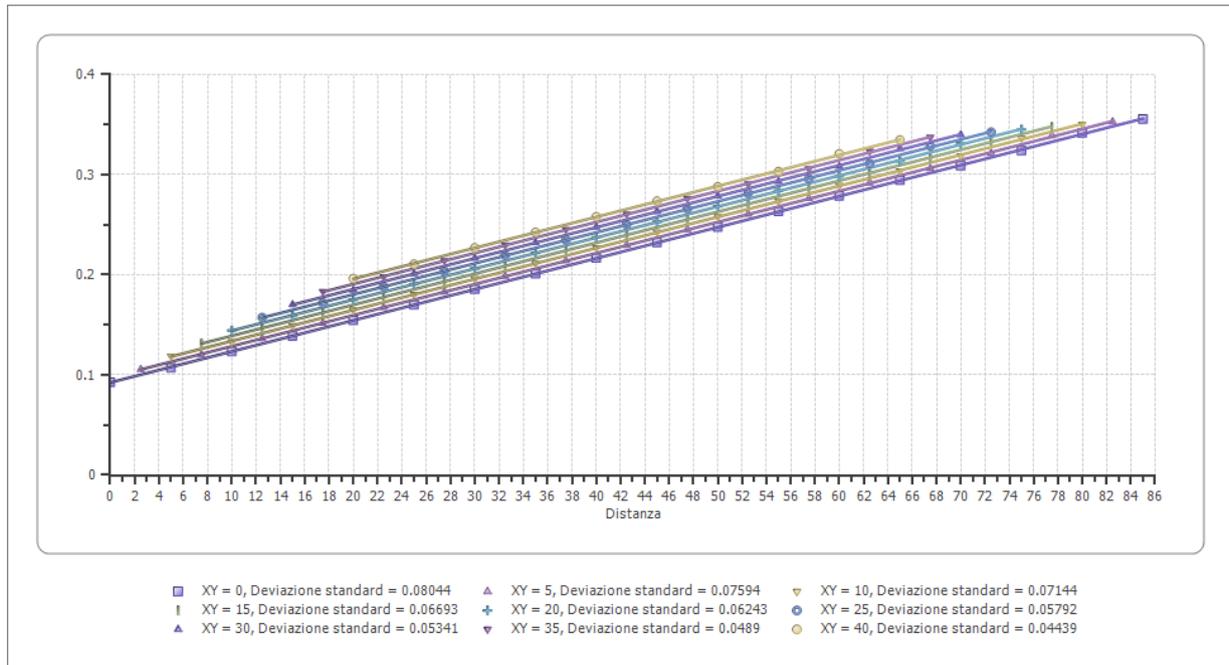
	<i>Strato n. 1</i>	<i>Strato n. 2</i>	<i>Strato n. 3</i>
<i>G= 0.0 [m]</i>	1.2	18.9	--
<i>G= 5.0 [m]</i>	0.7	19.9	--
<i>G= 10.0 [m]</i>	1.1	19.3	--
<i>G= 15.0 [m]</i>	1.7	18.6	--
<i>G= 20.0 [m]</i>	1.7	18.7	--
<i>G= 25.0 [m]</i>	1.9	18.6	--
<i>G= 30.0 [m]</i>	1.8	18.7	--
<i>G= 35.0 [m]</i>	1.5	19.3	--
<i>G= 40.0 [m]</i>	1.4	19.3	--
<i>G= 45.0 [m]</i>	1.8	19.0	--
<i>G= 50.0 [m]</i>	1.6	19.3	--
<i>G= 55.0 [m]</i>	1.5	19.5	--
<i>G= 60.0 [m]</i>	1.5	19.6	--
<i>G= 65.0 [m]</i>	1.6	19.5	--
<i>G= 70.0 [m]</i>	2.1	18.8	--
<i>G= 75.0 [m]</i>	2.5	18.2	--
<i>G= 80.0 [m]</i>	2.7	18.5	--
<i>G= 85.0 [m]</i>	2.9	18.0	--
<i>Velocità [m/sec]</i>	96.7	187.0	322.5
<i>Descrizione</i>			

Altri parametri geotecnici

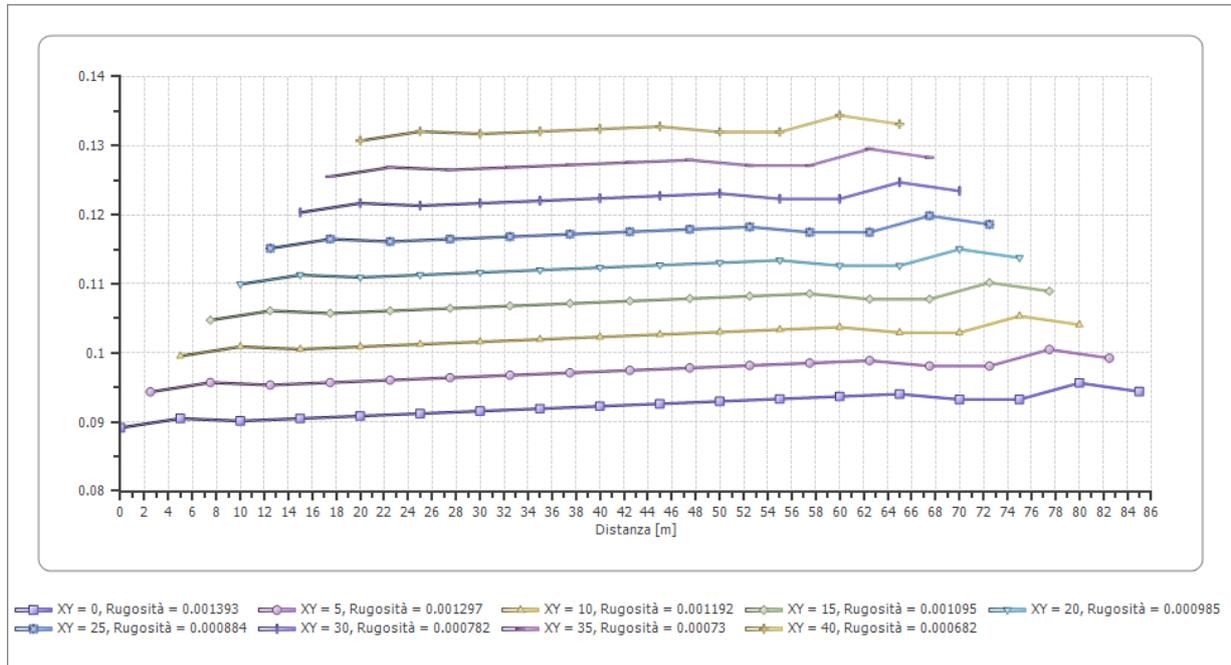
	<i>Strato n. 1</i>	<i>Strato n. 2</i>	<i>Strato n. 3</i>
<i>Coefficiente Poisson</i>	0.35	0.35	0.35
<i>Densità [kg/m³]</i>	1800.00	1800.00	1800.00
<i>Vp [m/s]</i>	201.36	389.24	671.32
<i>Vs [m/s]</i>	96.73	186.98	322.49
<i>G0 [MPa]</i>	16.84	62.93	187.20
<i>Ed [Mpa]</i>	72.98	272.71	811.21
<i>M0 [MPa]</i>	56.14	209.78	624.00
<i>Ey [Mpa]</i>	45.47	169.92	505.44

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;

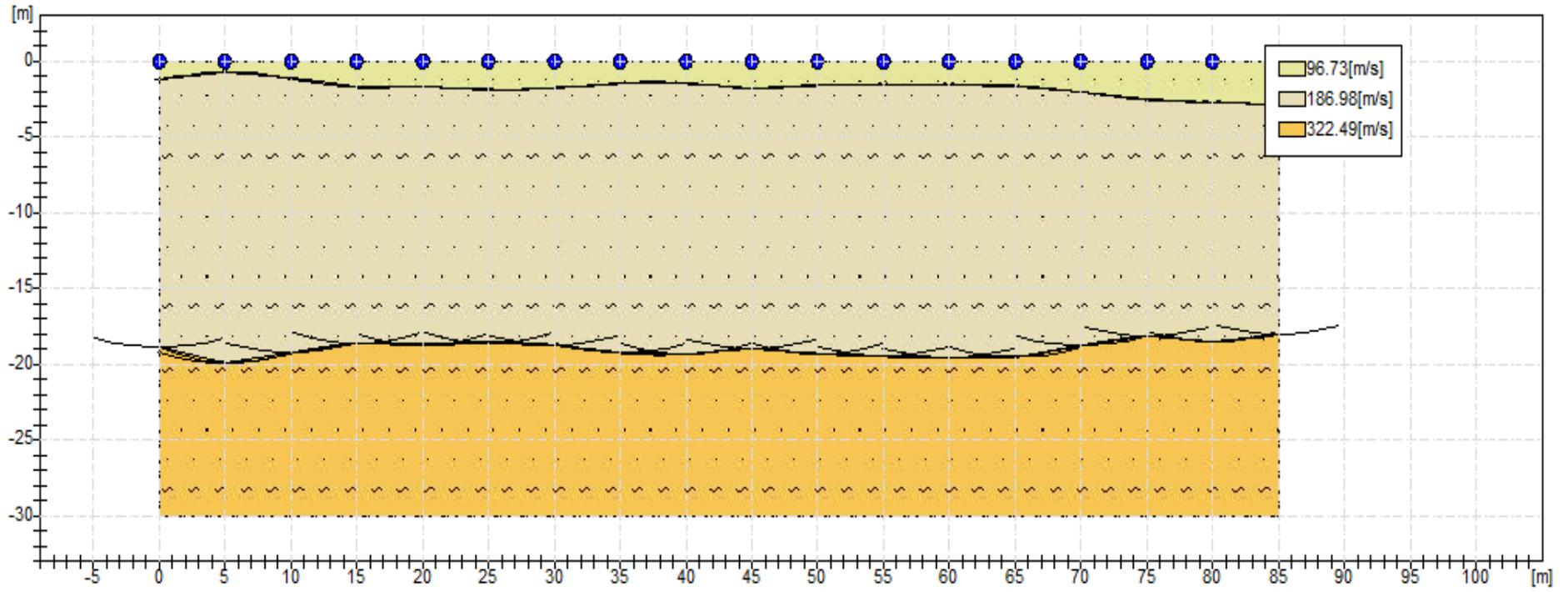
Funzione velocità



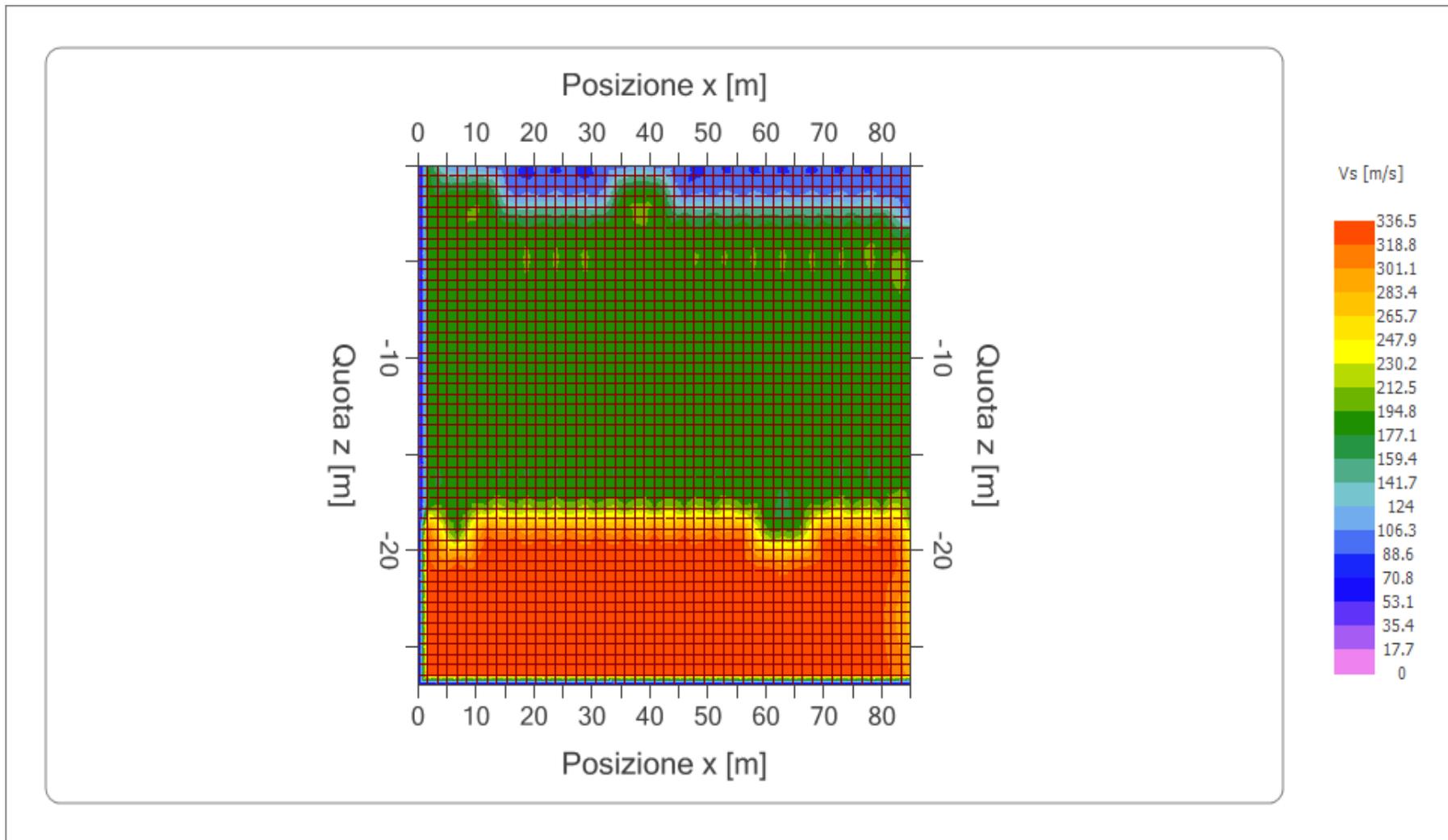
Funzione tempo – profondità



SEZIONE GEOLOGICA CORRELATIVA



Mappa Velocità



8 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE

Nel sito oggetto di studio, le tecniche di investigazione sismica utilizzate hanno dato informazioni del sottosuolo con differente risoluzione, ed in particolare, la tecnica MASW e Sismica a Rifrazione ci ha dato una buona risoluzione più in superficie, mentre la tecnica HVSR ci ha consentito di arrivare a strati più profondi. Tutte le tecniche sono state invertite con fitt congiunto, per porre dei vincoli di taratura ed ottenere un profilo di velocità affidabile.

Dal processamento dei dati ottenuti con le differenti tecniche si sono ottenute una serie di informazioni topografiche, stratigrafiche, sismiche e di amplificazione di sito con un'alta risoluzione di investigazione, che hanno consentito di avere un quadro chiaro e completo sull'andamento stratigrafico del territorio investigato.

Il sito investigato in questo lavoro è caratterizzato dal punto di vista sismo-stratigrafico, a partire dal piano campagna, dalla presenza dei seguenti sismostrati:

- **primo sismostrato** costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 1.00 m, caratterizzato da V_s di 98 m/s, con bassa rigidità sismica;
- **secondo sismostrato** scarsamente addensato, con spessore di circa 2.00 m, V_s di 148, con medio-bassa rigidità sismica;
- **terzo sismostrato**, mediamente addensato, con spessore di circa 8.00 m, V_s di 214 m/s, con media rigidità sismica.
- **quarto sismostrato**, discretamente addensato, con spessore di circa 18.00 m, V_s di 289 m/s, con media rigidità sismica.
- **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da V_s superiori a 362 m/s, buona rigidità sismica e non producono altri picchi di risonanza significativi.

Tabella 1. Tabella delle velocità sismiche P ed S espresse in m/s nei mezzi litologici desunta da dati sperimentali

		V_p		V_s	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
Sedimenti non consolidati	Sabbia	400	900	176	396
	Sabbia satura	700	1450	286	592
	Argilla	750	1600	280	500
	Limi e argille	650	1250	241	464
	Limi e sabbie	500	1000	212	425
Sedimenti consolidati	Argilla	1500	1850	557	687
	Calccare fratturato	750	1450	330	638
	Calccare	1400	2000	616	880
	Arenaria fratturata	800	2100	363	954
	Arenaria	2000	3500	935	1637
Rocce	Dolomia	2500	4500	1200	2162
	Basalto fratturato	950	1350	489	695
	Basalto	1800	3000	995	1658
	Granitoidi fratturati	1000	1750	514	900
	Granitoidi	1600	2800	884	1548
	Metamorfiti fratturate	1500	2000	772	1029
	Metamorfiti	1800	3500	1039	2021

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di $V_s 30$ valutato dalla seguente espressione:

$$V_s 30 = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato i esimo di N strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

Il modello di V_s nei primi 30 m di sottosuolo ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

L'amplificazione di sito misurata mediante analisi dei rapporti spettrali H/V rivela ampiezze di valore compresi tra 1 e 2 H/V alle frequenze di picco denunciando un **basso** valore di amplificazione locale.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio è stato determinato con le metodologie sopra citate il valore di $V_s 30$, che risulta essere di 237 m/s, dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria C.

Alla luce delle categorie previste dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M.

14 gennaio 2008, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati si collocano in categoria “C” descritta in normativa come: “Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_s 30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).” .

9 INDAGINI SISMICHE: VIA D'AZEGLIO ANGOLO VIA GENOVA

La presente relazione di indagini geofisiche riguarda la caratterizzazione sismica dell'areale di pertinenza del sito in oggetto, ubicato alla via D'Azeglio angolo via Genova, nel Comune di Policoro (MT). Sui terreni interessati dal progetto sono state effettuate opportune e puntuali indagini d'ordine geofisico, al fine di determinare le caratteristiche sismiche del sito.

La presente relazione tecnica di indagini indirette è costituita dai seguenti elaborati:

- ✓ *i report delle indagini geofisiche;*
- ✓ *la caratterizzazione sismica di sito;*
- ✓ *la planimetria delle indagini geofisiche.*

*Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti **sismo-stratigrafici**, e di **amplificazione** di sito, si è proceduto ad una campagna di indagini multidisciplinare che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.*

*Di seguito sono riportate le **indagini indirette** di tipo sismico.*

9.1 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE

Le locali caratteristiche geomorfologiche influenzano la risposta sismica del sito; tra i parametri più importanti ricade sicuramente l'acclività del terreno che esaspera le condizioni di stabilità in occasione di un evento sismico. Fenomeni di amplificazione sismica locale possono instaurarsi in presenza di materiali incoerenti o depositi sabbiosi non sufficientemente addensati con presenza di una falda acquifera. Le sollecitazioni dinamiche, che avvengono in occasione di un evento sismico, generano un aumento repentino delle sovrappressioni interstiziali con la possibilità di liquefazione spontanea. Altre situazioni morfologiche particolari, come bordi di terrazzi, linee di cresta, cigli di

scarpate o brusche variazioni di pendenza nel versante, possono provocare amplificazioni sismiche e conseguenti aumenti di danni alle strutture. Infine va ricordato che terreni granulari o coesivi poco addensati rispondono agli eventi sismici con frequenze di vibrazione modeste; invece nei terreni molto addensati o rocciosi può essere importante l'interazione tra l'onda sismica e le frequenze di vibrazione proprie dei manufatti.

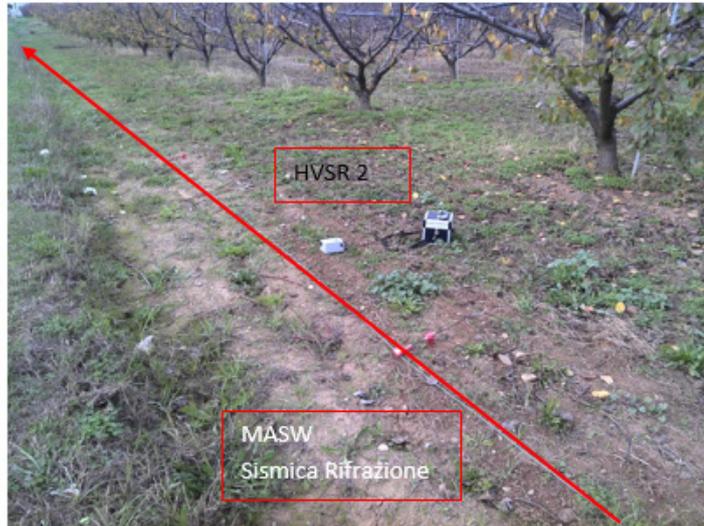
Allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- *determinare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno;*
- *verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);*
- *caratterizzare i principali parametri geologico-sismici di sito ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;*

nel sito interessato dal progetto in oggetto si è proceduto ad analisi congiunta di inversione di H/V e metodi di array sismico, mediante acquisizioni di:

- **una** *registrazione di rumore ambientale (sismica passiva a stazione singola per l'analisi H/V), effettuate con tromografo digitale Tromino;*

REPORT FOTOGRAFICO



HVSr2, MASW 2, SISMICA A RIFRAZIONE



MASW 2, SISMICA A RIFRAZIONE



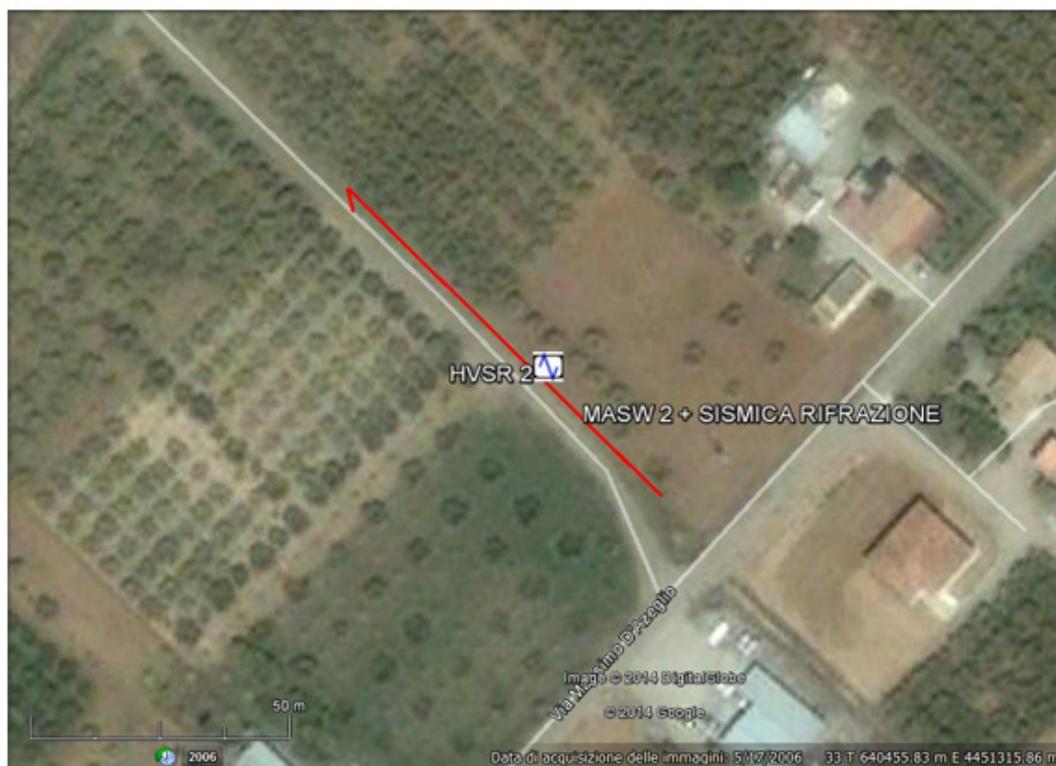
MASW Sismica Rifrazione

- **Uno** *stendimento di sismica attiva per la determinazione della curva di dispersione frequenziale delle onde sismiche, con tecnica MASW, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;*
- **Uno** *stendimento di sismica attiva di a rifrazione che consente di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio);*

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il “TROMINO Engineer”, e SoilSpy Rosina 18 canali utilizzando tecniche di registrazione attive e passive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni ("Nuove Norme tecniche per le costruzioni", D.M. 14 gennaio 2008), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

I dettagli della strumentazione e delle tecniche utilizzate per l'investigazione sono esplicitati nei capitoli successivi.

PLANIMETRIA INDAGINI



- HVSR = Registrazione di rumore ambientale a stazione singola, sismica passiva.
- MASW = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle Vs.
- Sismica a Rifrazione = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle Vp.

9.2 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Figura 1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

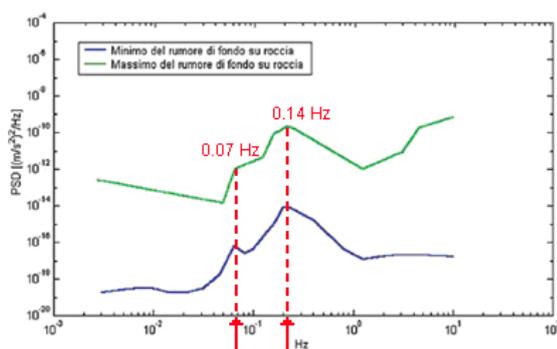


Fig. 1) Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra (secondo USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la

formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al. 2001; solo per citarne alcune).

9.3- BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Consideriamo il sistema di Figura 2, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

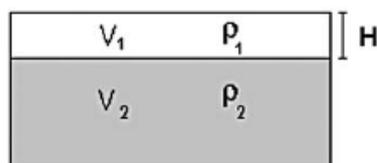


Fig. 2) Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione delle onde sismiche V .

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4H} \quad [1]$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che 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
- c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, 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 (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

(Tratto da: **Effetti di sito e V_{s30} : una risposta alla normativa antisismica** Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Piermaria Luigi Rossi)

9.4 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO

Nel sito oggetto di studio, è stata eseguita **una** registrazione di sismica passiva a stazione singola, HVSR che è stata effettuata a 35 m dalla testa dello stendimento di sismica attiva MASW + Sismica a rifrazione, (vedi Planimetria indagini).

Coordinate dei punti di misura WGS84 UTM33

Name	Latitudine	Longitudine
<i>HVSR 1</i>	640435	4451320
<i>MASW_A(Testa)</i>	640457	4451294
<i>MASW_B(Coda)</i>	640395	4451353

La misura di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti in campo libero, è stata effettuata con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO versione Engineer) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente. La messa in stazione dello strumento è stata eseguita a regola, direzionando il Nord strumentale lungo il Nord magnetico e centrando la bolla sferica di cui è fornito, a garanzia dell'orizzontalità del posizionamento dello strumento; i dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz e successivamente processati con il programma dedicato "Grilla".

Per Tromino è possibile eseguire l'analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve HVSR per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture.

Per migliorare l'accuratezza del dato, in sito è stato realizzato uno stendimento multicanale con strumentazione Sismografo SoiSpy Rosina 18 canali, distanziando i

geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. L'antenna sismica è stata posizionata in campo in direzione SE-NO (vedi planimetria indagini). Sullo stesso lotto è stata effettuata una prova di sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e una prova di sismica a rifrazione, utilizzate in fase di processamento dati per la taratura delle acquisizioni di microtremore.

Per la tecnica MASW, gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 10 Kg lateralmente a una traversina in legno, che sono stati posizionati sui geofoni n° 1 e 25.

La metodologia MASW consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Love contenute nel segnale provocato dalle energizzazioni.

Dal segnale registrato sono stati ricavati i grafici di dispersione frequenziale relativi ad ogni Staking, ed il piking è stato eseguito manualmente al centro della curva di dispersione.

La curva di dispersione, ottenuta mediante la procedura sopra citata, è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Love nel modo fondamentale e nei modi superiori, in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alla curva sperimentale.

POLICORO Via D'Azeglio angolo via Genova, HVSr 2 (fitt congiunto con MASW 2)

Strumento: TEN-0013/01-07

Inizio registrazione: 05/12/14 14:19:02 Fine registrazione: 05/12/14 14:39:02

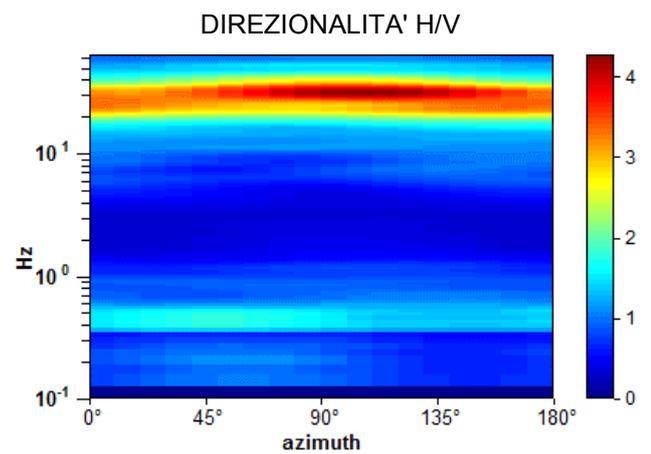
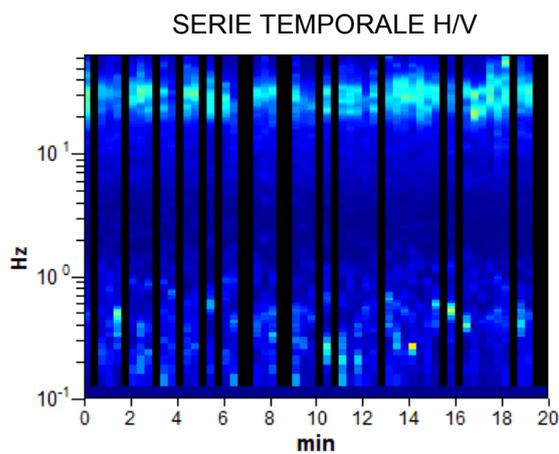
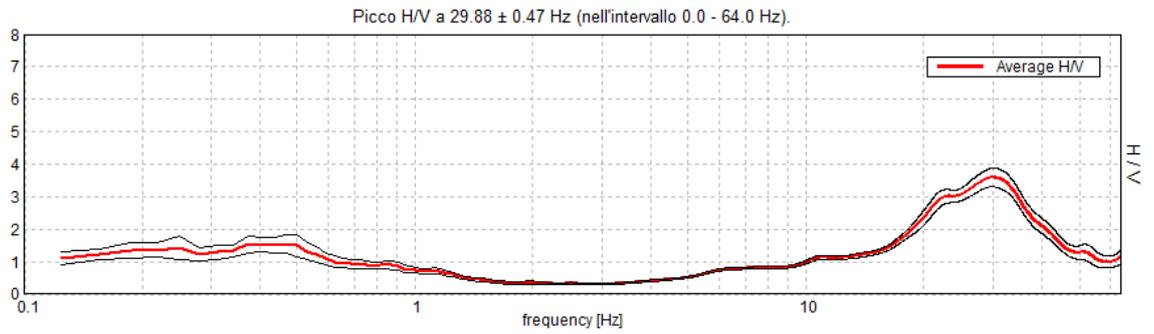
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)

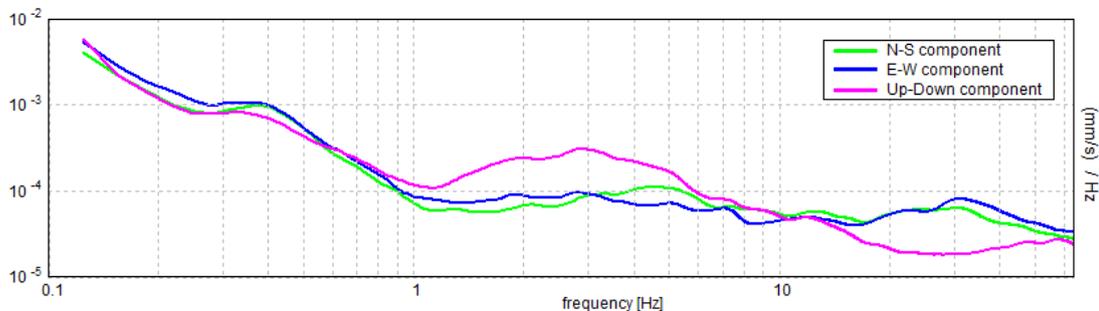
Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window Lisciamento: 10%

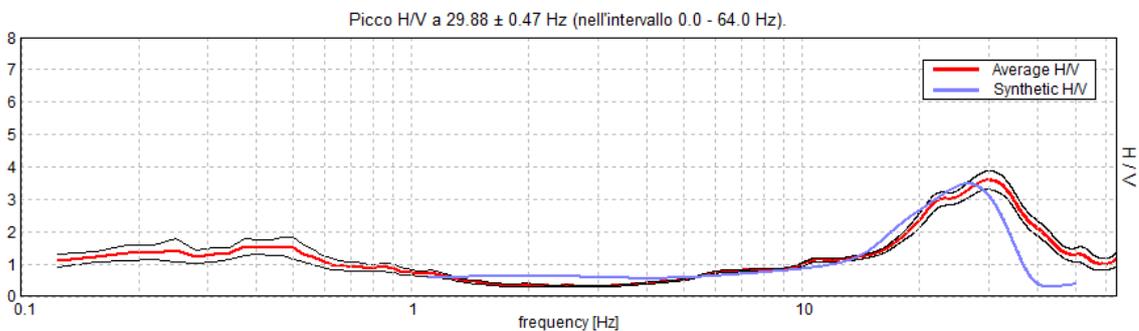
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

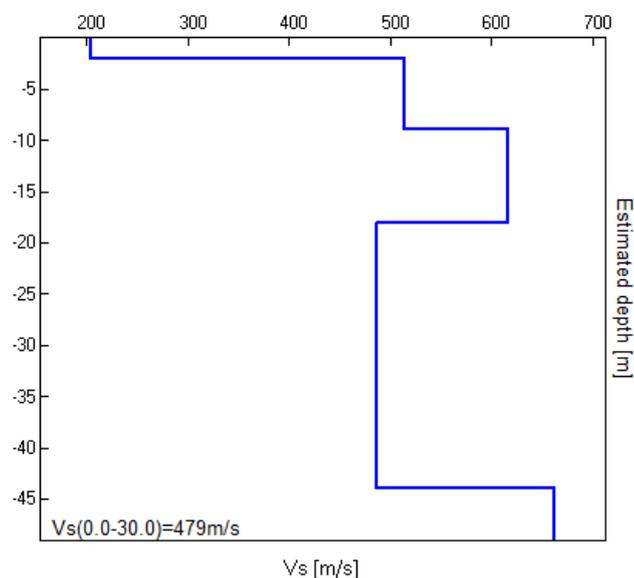


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	204	0.35
9.00	7.00	514	0.38
18.00	9.00	617	0.35
44.00	26.00	487	0.32
inf.	inf.	662	0.32

Vs(0.0-30.0)=479m/s



Analizzando lo spettro di risposta HVSR, si nota che l'unico picco di risonanza amplificato è collocato in altissima frequenza (20 – 30 Hz) fuori dalle frequenze di interesse ingegneristico (1 – 10 Hz).

Alle frequenze comprese tra 1 e 6 Hz si rileva la presenza una inversione di velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio, che può dare luogo a fenomeni di deamplificazione (smorzamento), in questo intervallo lo spettro di risposta H/V assume valori inferiori a 1 e contemporaneamente la componente verticale (curva magenta nel grafico SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI) passa al di sopra delle componenti orizzontali. Il valore dei rapporti spettrali rimane confinato tra 1 e 2 H/V, denunciando un **basso** valore di amplificazione locale, ma, in caso di evento sismico, potrebbero verificarsi fenomeni di prolungamento dei tempi di input, dovuti alla fascia relativamente meno rigida che induce alla inversione di velocità di propagazione del moto sismico.

[Secondo le linee guida SESAME, 2005].

Picco H/V a 29.88 ± 0.47 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$29.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$25095.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1435	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	42.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.59 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01589 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.47469 < 1.49375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2827 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi

$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [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
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

10 - ANALISI MASW

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità, al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. Il metodo di prospezione sismica MASW utilizza le onde di superficie e si basa su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari. Per ogni strato si devono definire quattro parametri: lo spessore H dello strato, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità ρ dello strato; la velocità di propagazione delle onde di taglio V_s all'interno dello strato; il coefficiente di Poisson ν . A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Love, per il sito in esame.

Quanto detto rappresenta il problema diretto; quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Love. Nell'analisi dei dati occorre invece affrontare il problema inverso; a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici. La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

1. Acquisizione: registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde

di Love per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze. A tale proposito, si è settato lo strumento sismica multicanale SoilSpy Rosina (con geofoni orizzontali a frequenza 4.5 Hz) ad una frequenza di campionamento di 1024 Hz, si è proceduto al posizionamento dello stendimento distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro, si è poi proseguito sistemando punti di energizzazione in testa e in coda all'antenna sismica.

2. Processing: trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza.

3. Inversione: uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità. Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.

La procedura MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). L'acquisizione simultanea di molti canali, che aumentano la ridondanza statistica, insieme alla semplicità delle operazioni, permettono al MASW, metodo attivo, di superare pienamente le limitazioni incontrate con precedenti metodi. Normalmente si accetta l'approssimazione secondo cui la massima profondità di indagine MASW per la quale calcolare il valore V_s può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda λ_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), quest'ultima in generale è considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

Nel metodo MASW la curva di dispersione viene ricavata dallo spettro selezionando i valori di frequenza e numero d'onda ai quali è associata l'energia massima. A tale proposito si procede con la fase di processamento dati che consiste nella inversione della curva di dispersione ricavata che ci porta alla definizione del profilo verticale delle onde di taglio negli ultimi 30 m di sottosuolo.

Di seguito sono riportate le elaborazioni con tecnica MASW.

POLICORO Via D'Azeglio angolo via Genova, MASW 2 (fitt congiunto con HVSR 2)

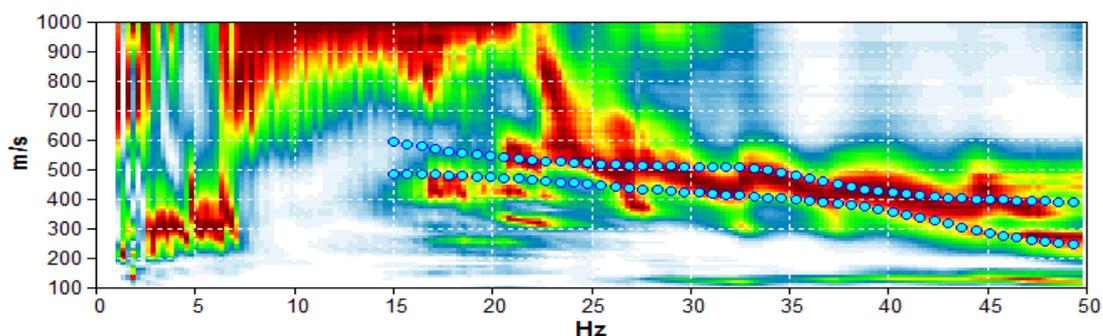
Inizio registrazione: 05/12/14 14:22:30 Fine registrazione: 05/12/14 14:22:53

Durata registrazione: 0h00'01". Freq. campionamento: 1024 Hz

Nomi canali: B1; B2 ; B3; B4; B5 ; B6; B7; B8; B9; B10; B11; B12; B13; B14; B15; B16, B17, B18.

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 65.0 70.0 75.0 80.0 85.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE

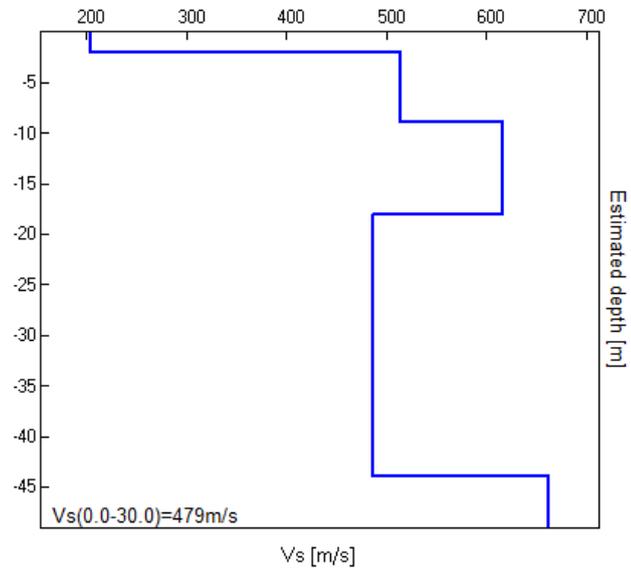


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	204	0.35
9.00	7.00	514	0.38
18.00	9.00	617	0.35
44.00	26.00	487	0.32
inf.	inf.	662	0.32

Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale- Policoro (MT)

$V_s(0.0-30.0)=479\text{m/s}$



10.1 - SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

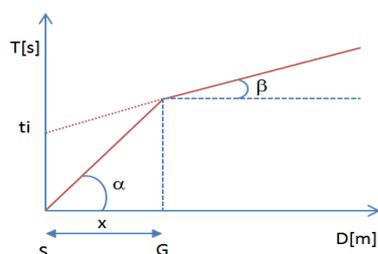
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

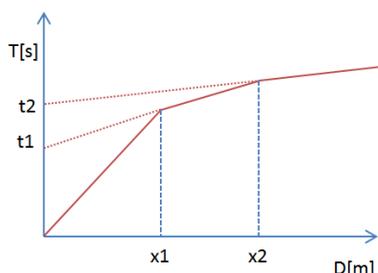
L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

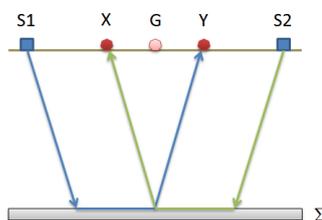


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

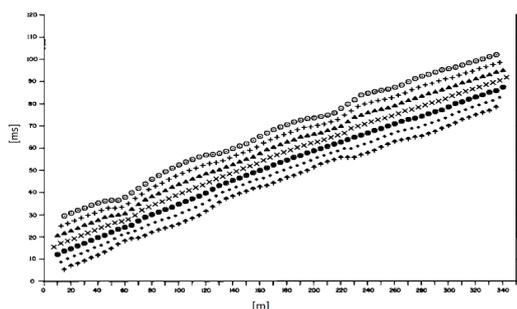
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



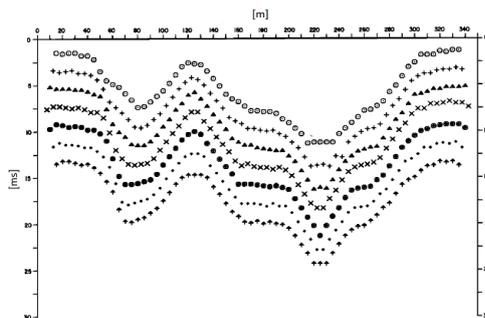
dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_v è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_v viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h .

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°.

Dati generali

Descrizione: Studio geologico lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto delle aziende agricole -intervento straordinario per aree alluvionate.

Zona Policoro (MT)

Operatore Geol. Galileo Potenza

Responsabile Geol. Galileo Potenza

Data 05/12/2014

Via Via D'Azeglio angolo via Genova

Geometria geofoni

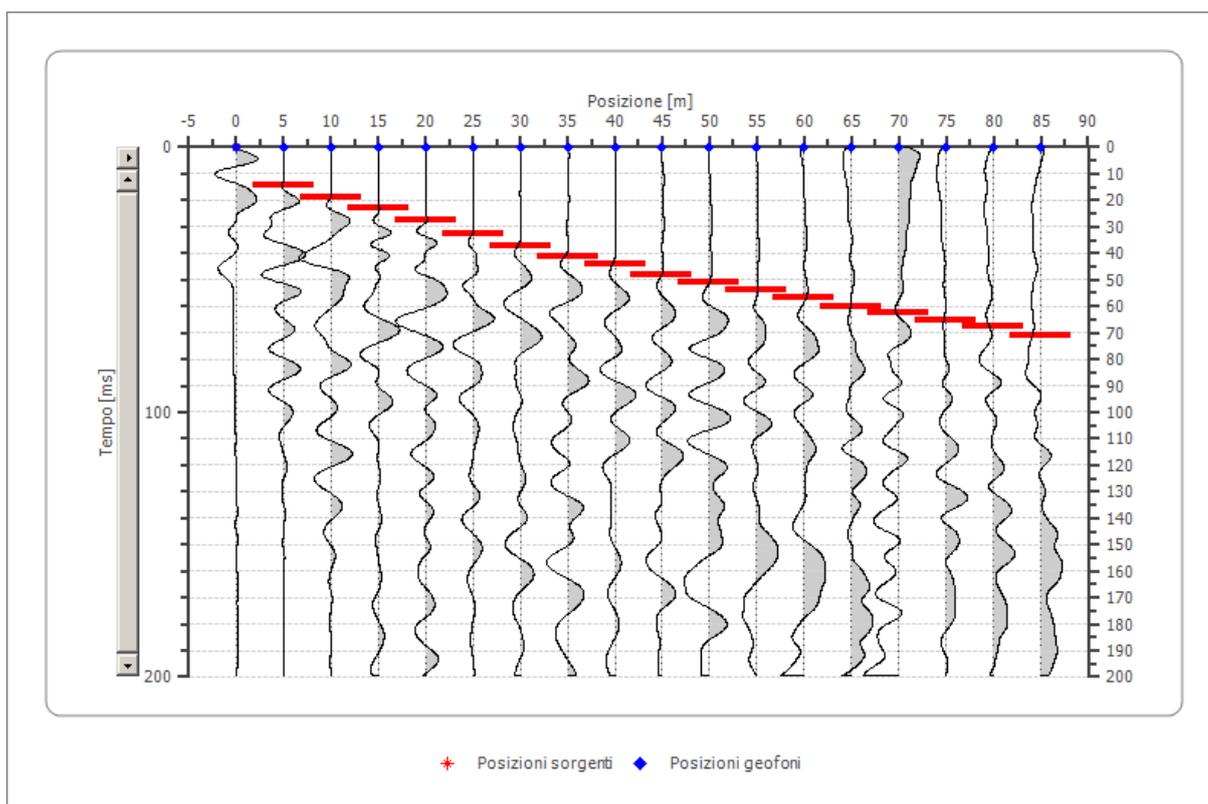
	<i>Posizione X</i> <i>[m]</i>	<i>Posizione Z</i> <i>[m]</i>
<i>1</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>
<i>2</i>	<i>5.0</i>	<i>0.0</i>
<i>3</i>	<i>10.0</i>	<i>0.0</i>
<i>4</i>	<i>15.0</i>	<i>0.0</i>
<i>5</i>	<i>20.0</i>	<i>0.0</i>
<i>6</i>	<i>25.0</i>	<i>0.0</i>
<i>7</i>	<i>30.0</i>	<i>0.0</i>
<i>8</i>	<i>35.0</i>	<i>0.0</i>
<i>9</i>	<i>40.0</i>	<i>0.0</i>
<i>10</i>	<i>45.0</i>	<i>0.0</i>
<i>11</i>	<i>50.0</i>	<i>0.0</i>
<i>12</i>	<i>55.0</i>	<i>0.0</i>
<i>13</i>	<i>60.0</i>	<i>0.0</i>
<i>14</i>	<i>65.0</i>	<i>0.0</i>
<i>15</i>	<i>70.0</i>	<i>0.0</i>
<i>16</i>	<i>75.0</i>	<i>0.0</i>
<i>17</i>	<i>80.0</i>	<i>0.0</i>
<i>18</i>	<i>85.0</i>	<i>0.0</i>

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



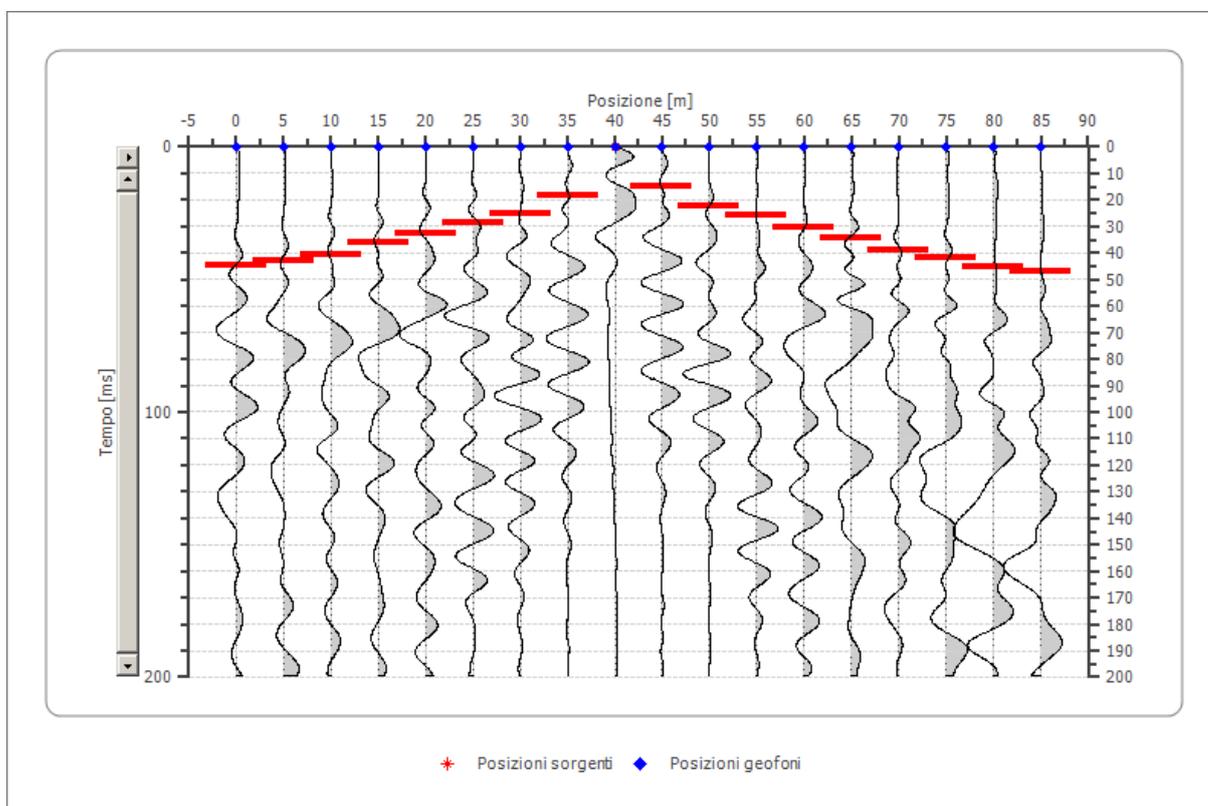
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	0.0000
5.0	14.4728
10.0	19.1920
15.0	22.7754
20.0	27.4609
25.0	32.6476
30.0	37.2266
35.0	41.5273
40.0	43.9246
45.0	48.0164

50.0	50.7163
55.0	54.0143
60.0	56.5931
65.0	60.0315
70.0	62.6103
75.0	65.0487
80.0	67.4871
85.0	70.7851

Battuta 2

Posizione sorgente X 40 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	44.6991
5.0	42.9799
10.0	40.6877
15.0	36.1032

Relazione geologico-tecnica

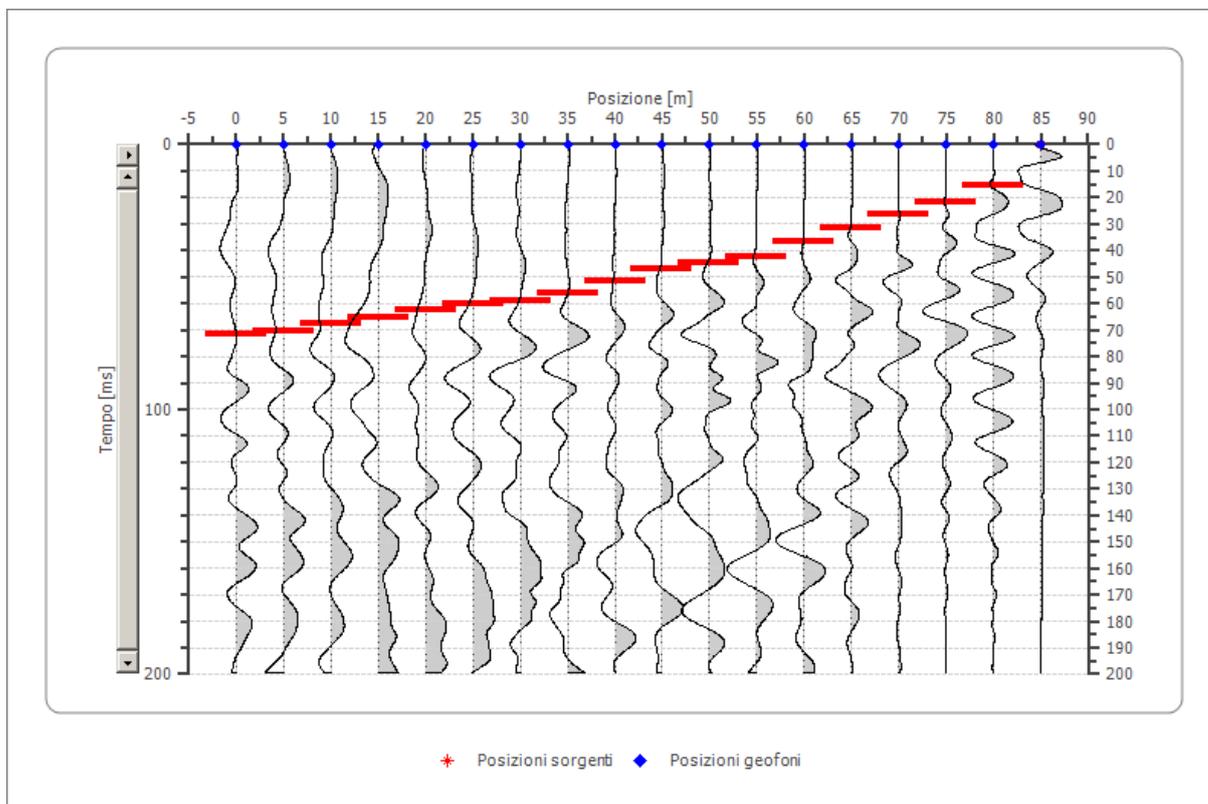
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale- Policoro (MT)

20.0	32.6648
25.0	28.9341
30.0	25.0688
35.0	18.0573
40.0	0.0000
45.0	15.0516
50.0	22.4842
55.0	25.6418
60.0	30.6533
65.0	34.3725
70.0	38.8224
75.0	41.8338
80.0	44.9914
85.0	47.0029

Battuta 3

Posizione sorgente X 85 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



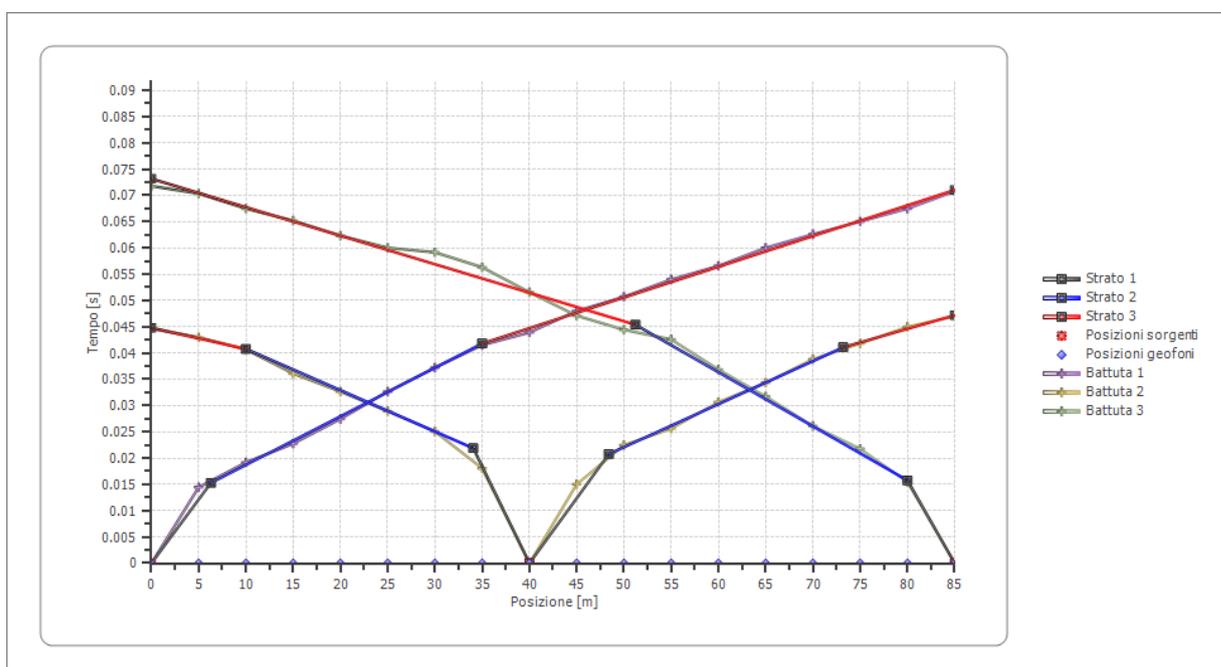
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	71.7966
5.0	70.3639
10.0	67.4986
15.0	65.2006
20.0	62.3352
25.0	60.0372
30.0	59.1719
35.0	56.3262
40.0	51.5759
45.0	47.1191
50.0	44.4336
55.0	42.5977

Relazione geologico-tecnica

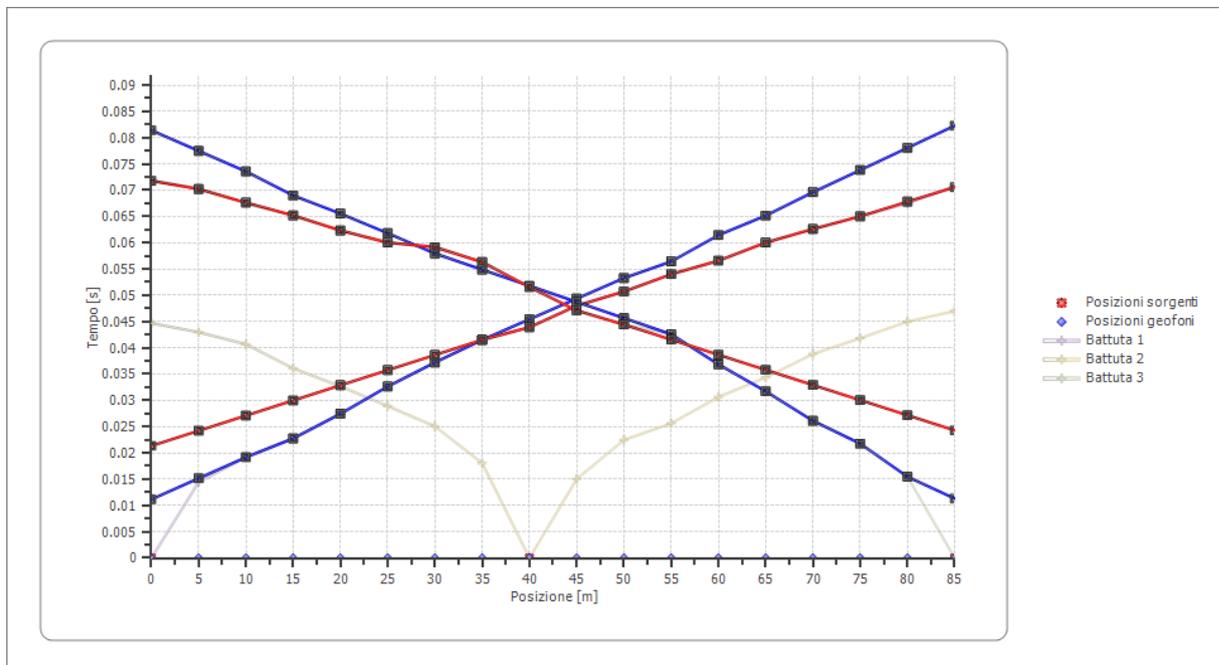
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale- Policoro (MT)

60.0	36.8652
65.0	31.7383
70.0	26.1230
75.0	21.7754
80.0	15.4728
85.0	0.0000

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	<i>Strato n. 1</i>	<i>Strato n. 2</i>	<i>Strato n. 3</i>
$G= 0.0 [m]$	1.7	10.8	--
$G= 5.0 [m]$	1.8	11.9	--
$G= 10.0 [m]$	1.8	12.0	--
$G= 15.0 [m]$	1.6	13.2	--
$G= 20.0 [m]$	1.8	12.3	--
$G= 25.0 [m]$	2.1	11.7	--
$G= 30.0 [m]$	2.2	13.0	--
$G= 35.0 [m]$	2.4	12.1	--
$G= 40.0 [m]$	2.5	9.4	--
$G= 45.0 [m]$	2.7	8.5	--
$G= 50.0 [m]$	2.8	7.9	--
$G= 55.0 [m]$	2.8	8.2	--
$G= 60.0 [m]$	2.7	8.5	--

<i>G= 65.0 [m]</i>	<i>2.5</i>	<i>10.0</i>	<i>--</i>
<i>G= 70.0 [m]</i>	<i>2.3</i>	<i>10.6</i>	<i>--</i>
<i>G= 75.0 [m]</i>	<i>2.2</i>	<i>10.3</i>	<i>--</i>
<i>G= 80.0 [m]</i>	<i>1.9</i>	<i>11.7</i>	<i>--</i>
<i>G= 85.0 [m]</i>	<i>1.9</i>	<i>11.6</i>	<i>--</i>
<i>Velocità [m/sec]</i>	<i>319.4</i>	<i>1225.5</i>	<i>1713.9</i>
<i>Descrizione</i>			

Altri parametri geotecnici

	<i>Strato n. 1</i>	<i>Strato n. 2</i>	<i>Strato n. 3</i>
<i>Coefficiente Poisson</i>	<i>0.35</i>	<i>0.35</i>	<i>0.35</i>
<i>Densità [kg/m³]</i>	<i>1800.00</i>	<i>1800.00</i>	<i>1800.00</i>
<i>Vp [m/s]</i>	<i>319.43</i>	<i>1225.46</i>	<i>1713.90</i>
<i>Vs [m/s]</i>	<i>153.45</i>	<i>588.69</i>	<i>823.33</i>
<i>G0 [MPa]</i>	<i>42.38</i>	<i>623.81</i>	<i>1220.18</i>
<i>Ed [Mpa]</i>	<i>183.66</i>	<i>2703.17</i>	<i>5287.43</i>
<i>M0 [MPa]</i>	<i>141.28</i>	<i>2079.37</i>	<i>4067.25</i>
<i>Ey [Mpa]</i>	<i>114.44</i>	<i>1684.29</i>	<i>3294.48</i>

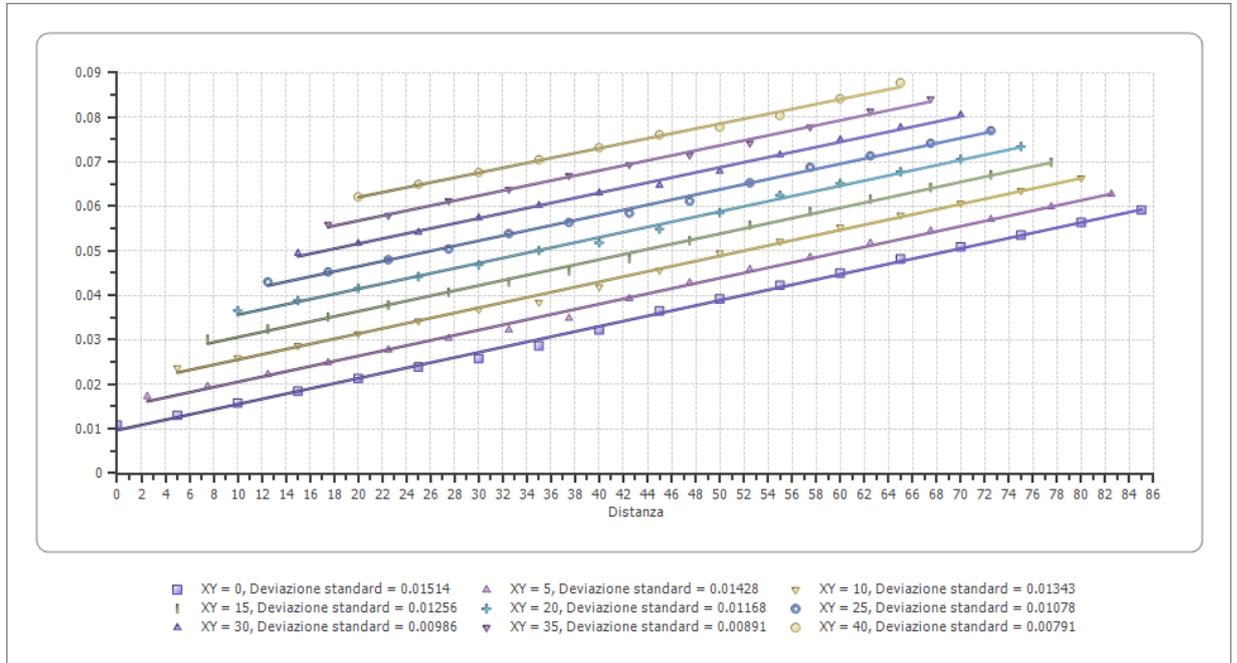
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

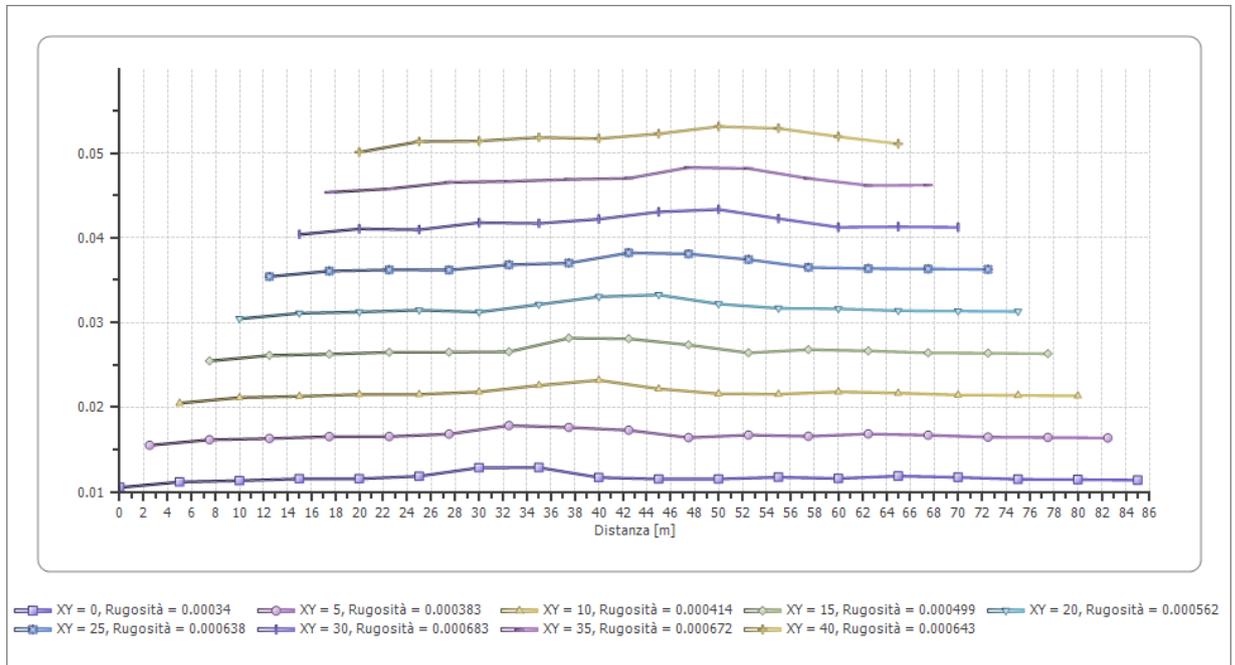
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

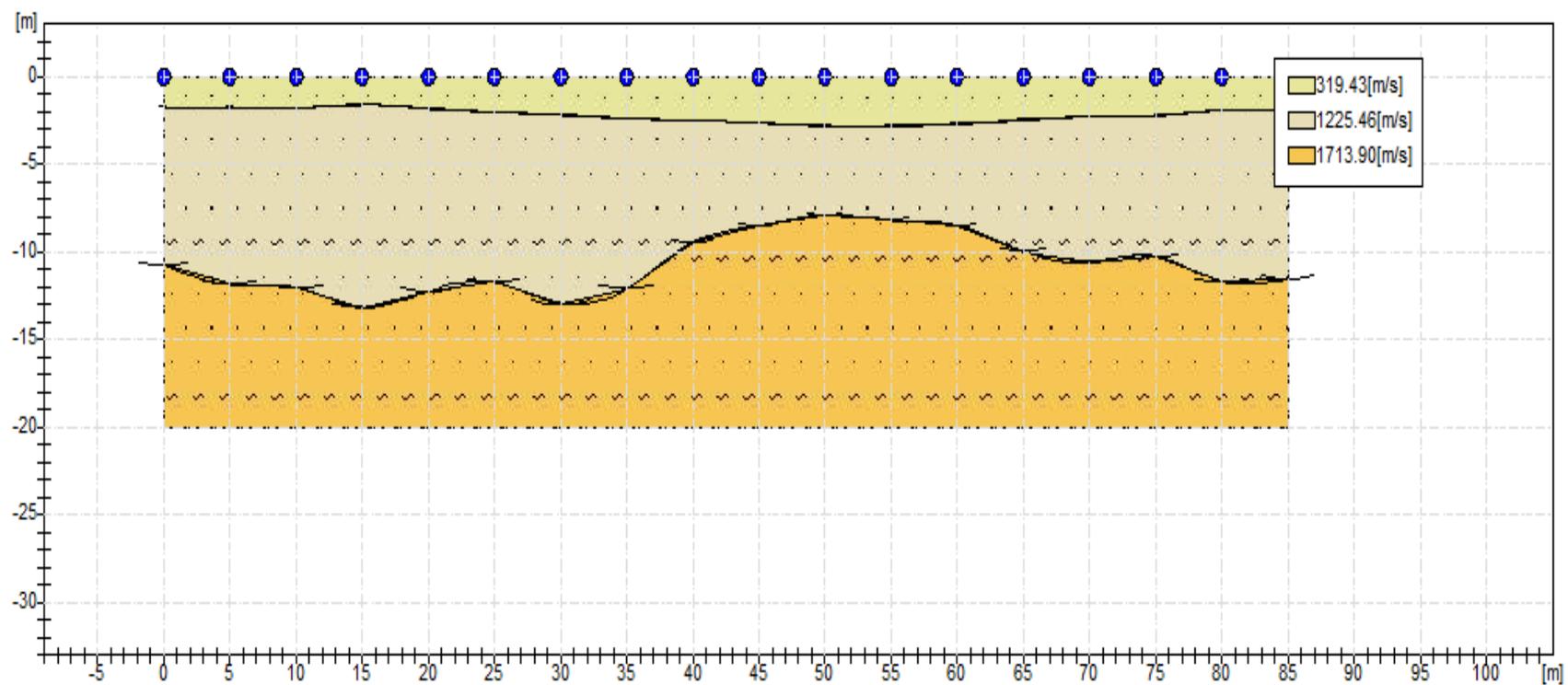
Funzione velocità



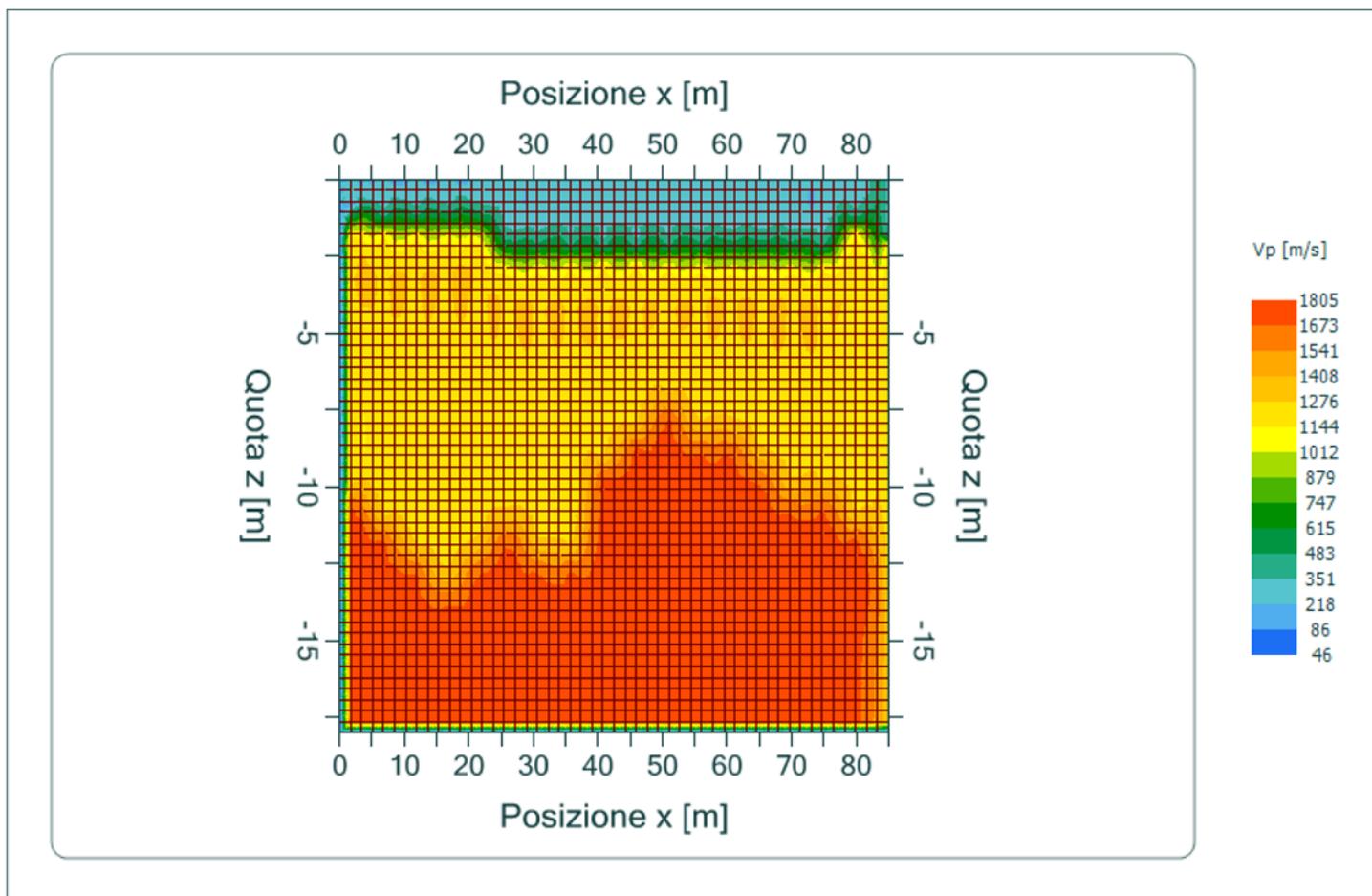
Funzione tempo – profondità



SEZIONE GEOLOGICA CORRELATIVA



Mappa Velocità



Il risultato della sismica a rifrazione è attendibile sino alla profondità di -18 m del p.c., in quanto oltre tale limite, con le tecniche MASW e HVSR, si rileva la presenza di una inversione di velocità di propagazione delle onde sismiche.

10.2 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE

Nel sito oggetto di studio, le tecniche di investigazione sismica utilizzate hanno dato informazioni del sottosuolo con differente risoluzione, ed in particolare, la tecnica MASW e Sismica a Rifrazione ci ha dato una buona risoluzione più in superficie, mentre la tecnica HVSR ci ha consentito di arrivare a strati più profondi. Tutte le tecniche sono state invertite con fitt congiunto, per porre dei vincoli di taratura ed ottenere un profilo di velocità affidabile.

Dal processamento dei dati ottenuti con le differenti tecniche si sono ottenute una serie di informazioni topografiche, stratigrafiche, sismiche e di amplificazione di sito con un'alta risoluzione di investigazione, che hanno consentito di avere un quadro chiaro e completo sull'andamento stratigrafico del territorio investigato.

Il sito investigato in questo lavoro è caratterizzato dal punto di vista sismo-stratigrafico, a partire dal piano campagna, dalla presenza dei seguenti sismostrati:

- **primo sismostrato** costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 2.00 m, caratterizzato da V_s di 204 m/s, con medio-bassa rigidità sismica;
- **secondo sismostrato** addensato, con spessore di circa 7.00 m, V_s di 514, con buona rigidità sismica;
- **terzo sismostrato**, addensato, con spessore di circa 9.00 m, V_s di 617 m/s, con buona rigidità sismica.
- **quarto sismostrato**, addensato, con spessore di circa 26.00 m, V_s di 487 m/s, con medio-buona rigidità sismica. Questo sismostrato assume velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio inferiori al sismostrato precedente (fenomeno di

inversione di velocità). In caso di evento sismico questo sismostrato deamplifica il moto, ma prolunga i tempi di input sismico.

- **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da V_s superiori a 662 m/s, buona rigidità sismica e non producono altri picchi di risonanza significativi.

Tabella 1. Tabella delle velocità sismiche P ed S espresse in m/s nei mezzi litologici desunta da dati sperimentali

		V_p		V_s	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
Sedimenti non consolidati	Sabbia	400	900	176	396
	Sabbia satura	700	1450	286	592
	Argilla	750	1600	280	500
	Limi e argille	650	1250	241	464
	Limi e sabbie	500	1000	212	425
Sedimenti consolidati	Argilla	1500	1850	557	687
	Calccare fratturato	750	1450	330	638
	Calccare	1400	2000	616	880
	Arenaria fratturata	800	2100	363	954
	Arenaria	2000	3500	935	1637
Rocce	Dolomia	2500	4500	1200	2162
	Basalto fratturato	950	1350	489	695
	Basalto	1800	3000	995	1658
	Granitoidi fratturati	1000	1750	514	900
	Granitoidi	1600	2800	884	1548
	Metamorfiti fratturate	1500	2000	772	1029
	Metamorfiti	1800	3500	1039	2021

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di $V_s 30$ valutato dalla seguente espressione:

$$V_s 30 = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato i -esimo di N strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

Il modello di V_s nei primi 30 m di sottosuolo ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

L'amplificazione di sito misurata mediante analisi dei rapporti spettrali H/V rivela ampiezze di valore compresi tra 1 e 2 H/V alle frequenze di picco denunciando un **basso** valore di amplificazione locale.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio è stato determinato con

*le metodologie sopra citate il valore di V_{s30} , che risulta essere di 479 m/s, dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria **B**.*

Alla luce delle categorie previste dalle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. 14 gennaio 2008, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati si collocano in categoria “B” descritta in normativa come: “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_{s30} 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)”.

11.0 INDAGINE SISMICA: VIA FIRENZE

La presente relazione di indagini geofisiche riguarda la caratterizzazione sismica dell'areale di pertinenza del sito in oggetto, ubicato alla via Firenze, nel Comune di Policoro (MT). Sui terreni interessati dal progetto sono state effettuate opportune e puntuali indagini d'ordine geofisico, al fine di determinare le caratteristiche sismiche del sito.

La presente relazione tecnica di indagini indirette è costituita dai seguenti elaborati:

- ✓ *i report delle indagini geofisiche;*
- ✓ *la caratterizzazione sismica di sito;*
- ✓ *la planimetria delle indagini geofisiche.*

*Per la caratterizzazione di tutti gli elementi utili alla esatta interpretazione dei requisiti **sismo-stratigrafici**, e di **amplificazione** di sito, si è proceduto ad una campagna di indagini multidisciplinare che ha consentito, attraverso la correlazione dei diversi dati, di limitare il numero di incertezze e di delineare un modello di sottosuolo affidabile.*

*Di seguito sono riportate le **indagini indirette** di tipo sismico.*

11.1 - ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE

Le locali caratteristiche geomorfologiche influenzano la risposta sismica del sito; tra i parametri più importanti ricade sicuramente l'acclività del terreno che esaspera le condizioni di stabilità in occasione di un evento sismico. Fenomeni di amplificazione sismica locale possono instaurarsi in presenza di materiali incoerenti o depositi sabbiosi non sufficientemente addensati con presenza di una falda acquifera. Le sollecitazioni dinamiche, che avvengono in occasione di un evento sismico, generano un aumento repentino delle sovrappressioni interstiziali con la possibilità di liquefazione spontanea.

Altre situazioni morfologiche particolari, come bordi di terrazzi, linee di cresta, cigli di scarpate o brusche variazioni di pendenza nel versante, possono provocare amplificazioni sismiche e conseguenti aumenti di danni alle strutture. Infine va ricordato che terreni granulari o coesivi poco addensati rispondono agli eventi sismici con frequenze di vibrazione modeste; invece nei terreni molto addensati o rocciosi può essere importante l'interazione tra l'onda sismica e le frequenze di vibrazione proprie dei manufatti.

Allo scopo di localizzare le aree più significative e successivamente:

- *determinare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno;*
- *verificare eterogeneità significative (variazioni litostratigrafiche);*
- *caratterizzare i principali parametri geologico-sismici di sito ove sia richiesta una elevata risoluzione e precisione spaziale;*

nel sito interessato dal progetto in oggetto si è proceduto ad analisi congiunta di inversione di H/V e metodi di array sismico, mediante acquisizioni di:

- **una** *registrazione di rumore ambientale (sismica passiva a stazione singola per l'analisi H/V), effettuate con tromografo digitale Tromino;*

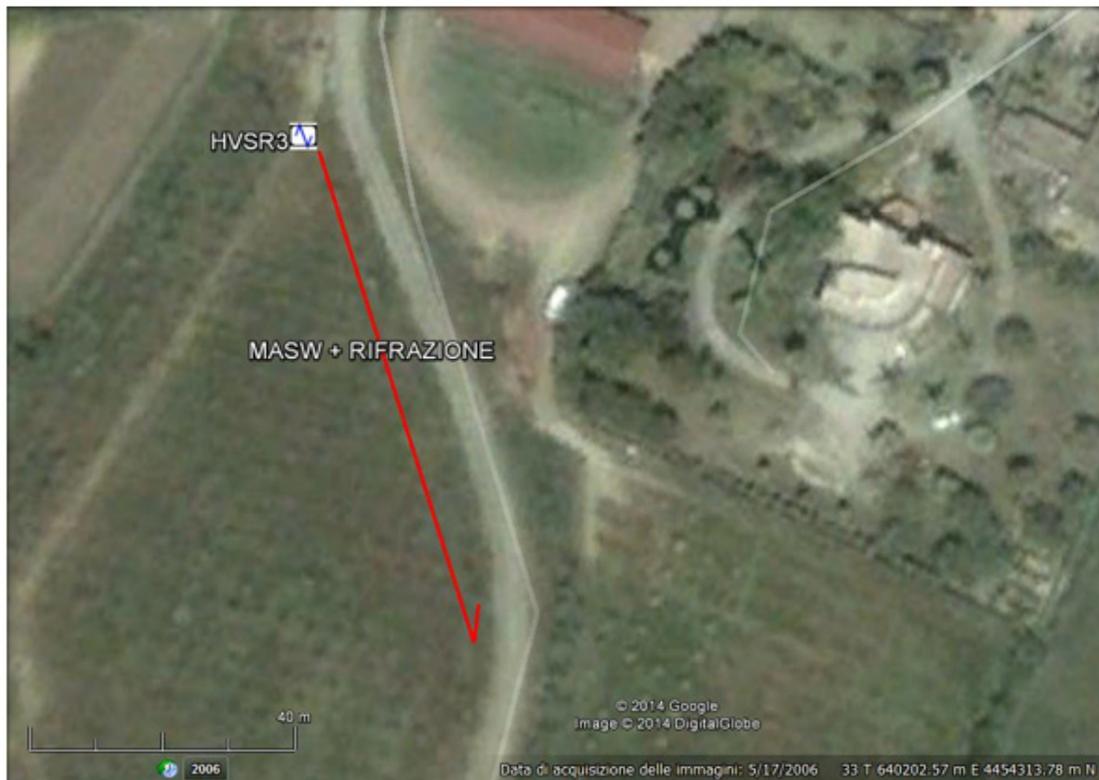


- **Uno** stendimento di sismica attiva per la determinazione della curva di dispersione frequenziale delle onde sismiche, con tecnica MASW, metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh e Love;
- **Uno** stendimento di sismica attiva di a rifrazione che consente di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio);

Le misure sismiche effettuate ed i parametri calcolati con la strumentazione utilizzata in questo lavoro, il “TROMINO Engineer”, e SoilSpy Rosina 18 canali utilizzando tecniche di registrazione attive e passive, possono essere utilizzati nell'ambito della nuova normativa vigente in materia di costruzioni ("Nuove Norme tecniche per le costruzioni", D.M. 14 gennaio 2008), anche per quanto riguarda le opere di fondazione, sostegno e scavo.

I dettagli della strumentazione e delle tecniche utilizzate per l'investigazione sono esplicitati nei capitoli successivi.

PLANIMETRIA INDAGINI



- HVS3 = Registrazione di rumore ambientale a stazione singola, sismica passiva.
- MASW = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle Vs.
- Sismica a Rifrazione = Sismica attiva per ottenere il modello verticale delle V_p .

11.2 - IL RUMORE SISMICO (MICROTREMORE AMBIENTALE)

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Figura 1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

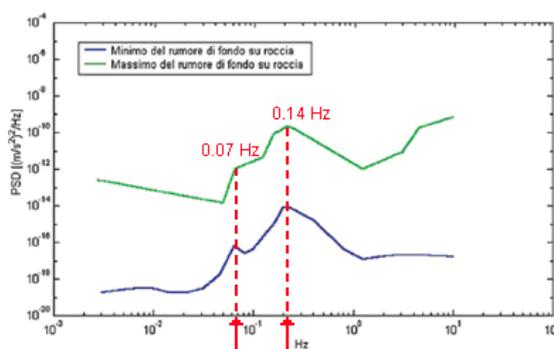


Fig. 1) Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra (secondo USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S (vedi ad es. Lachet e Bard, 1994), il che spiega la dipendenza di tutta la

formulazione dalla velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970).

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (Field e Jacob, 1993; Lachet e Bard, 1994; Lermo e Chavez-Garcia, 1993, 1994; Bard, 1998; Ibs-von Seht e Wohlenberg, 1999; Fah et al. 2001; solo per citarne alcune).

11.3- BASI TEORICHE DEL METODO H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Consideriamo il sistema di Figura 2, in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

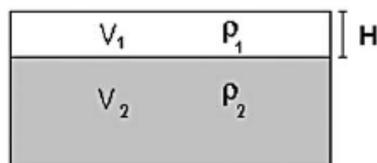


Fig. 2) Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione delle onde sismiche V .

Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4H} \quad [1]$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che 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
- c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, 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 (per le basi teoriche si veda ad es. Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981; Arai e Tokimatsu, 2004).

(Tratto da: **Effetti di sito e Vs30: una risposta alla normativa antisismica** Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Piermaria Luigi Rossi)

11.4 - DESCRIZIONE DELLE PROVE GEOFISICHE IN SITO

Nel sito oggetto di studio, è stata eseguita **una** registrazione di sismica passiva a stazione singola, HVSR che è stata effettuata in testa dello stendimento di sismica attiva MASW + Sismica a rifrazione, (vedi Planimetria indagini).

Coordinate dei punti di misura WGS84 UTM33

Name	Latitudine	Longitudine
<i>HVSR 1</i>	<i>640141</i>	<i>4454356</i>
<i>MASW_A(Testa)</i>	<i>640143</i>	<i>4454352</i>
<i>MASW_B(Coda)</i>	<i>640172</i>	<i>4454273</i>

La misura di microtremore ambientale, della durata di 20 minuti in campo libero, è stata effettuata con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (TROMINO versione Engineer) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente. La messa in stazione dello strumento è stata eseguita a regola, direzionando il Nord strumentale lungo il Nord magnetico e centrando la bolla sferica di cui è fornito, a garanzia dell'orizzontalità del posizionamento dello strumento; i dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz e successivamente processati con il programma dedicato "Grilla".

Per Tromino è possibile eseguire l'analisi spettrale completa delle tracce, calcolo delle curve HVSR per la determinazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo, procedure di pulizia dei tracciati nel dominio del tempo e della frequenza, test sulla significatività dei picchi secondo le linee guida europee, determinazione delle frequenze dei modi di vibrare delle strutture.

Per migliorare l'accuratezza del dato, in sito è stato realizzato uno stendimento multicanale con strumentazione Sismografo SoiSpy Rosina 18 canali, distanziando i

geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro e con geometria a lineare. L'antenna sismica è stata posizionata in campo in direzione NO-SE (vedi planimetria indagini). Sullo stesso lotto è stata effettuata una prova di sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e una prova di sismica a rifrazione, utilizzate in fase di processamento dati per la taratura delle acquisizioni di microtremore.

Per la tecnica MASW, gli scoppi, sono stati ottenuti mediante percussione con mazza da 10 Kg lateralmente a una traversina in legno, che sono stati posizionati sui geofoni n° 1 e 25.

La metodologia MASW consente di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Love contenute nel segnale provocato dalle energizzazioni.

Dal segnale registrato sono stati ricavati i grafici di dispersione frequenziale relativi ad ogni Staking, ed il piking è stato eseguito manualmente al centro della curva di dispersione.

La curva di dispersione, ottenuta mediante la procedura sopra citata, è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Love nel modo fondamentale e nei modi superiori, in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alla curva sperimentale.

POLICORO Via Firenze HVSr 3 (fitt congiunto con MASW 3)

Strumento: TEN-0013/01-07

Inizio registrazione: 05/12/14 15:03:30 Fine registrazione: 05/12/14 15:23:31

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

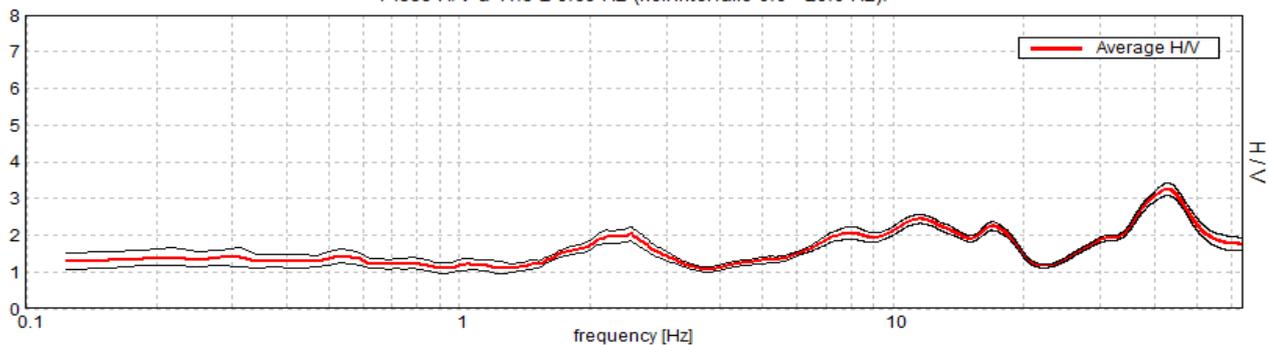
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

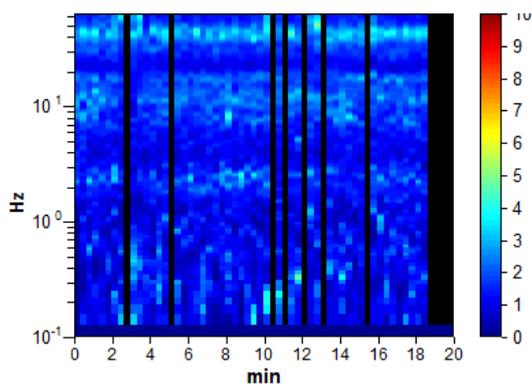
Tipo di lisciamiento: Triangular window Lisciamiento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

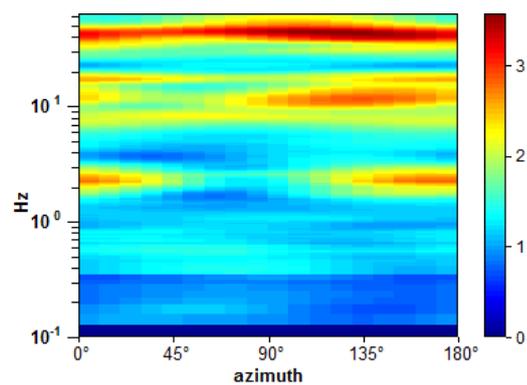
Picco H/V a 11.5 ± 0.69 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



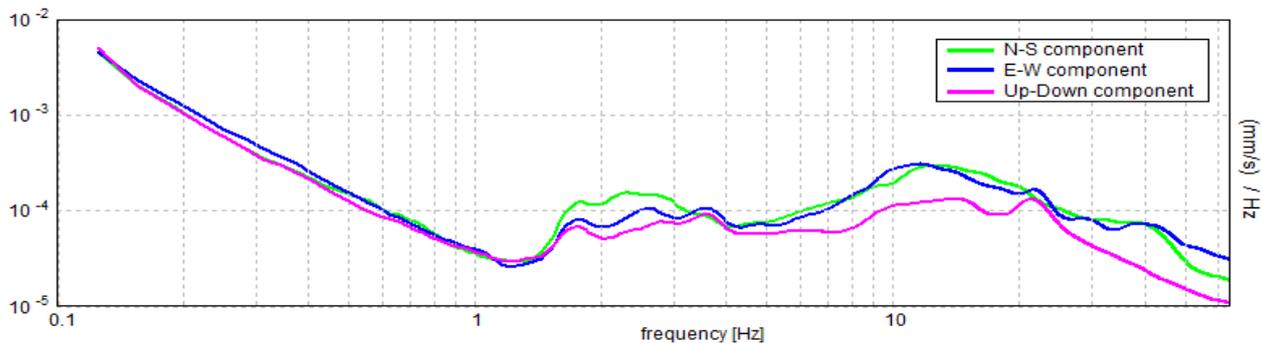
SERIE TEMPORALE H/V



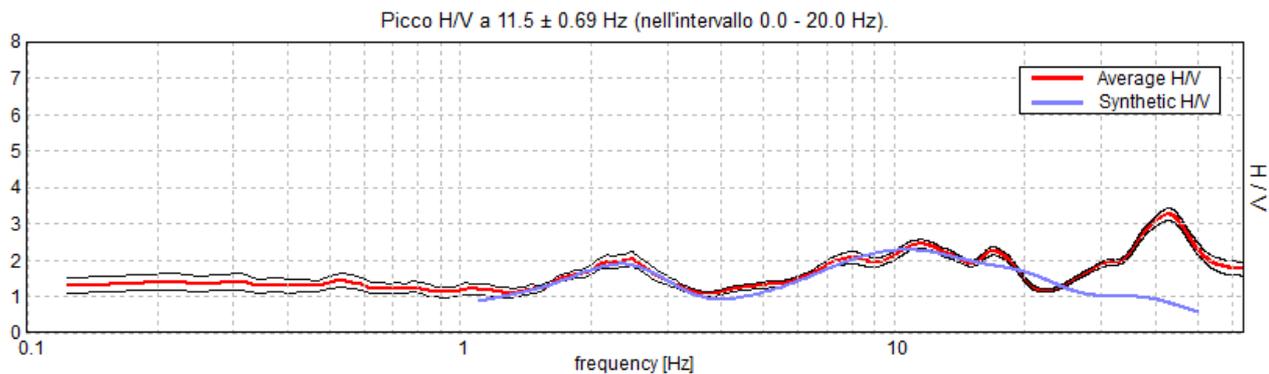
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

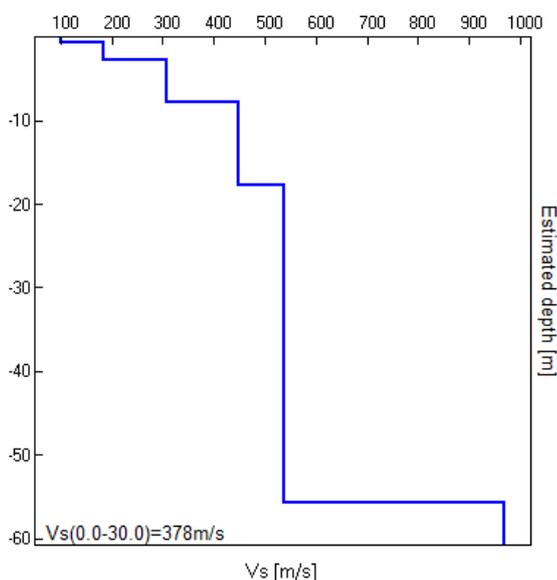


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	100	0.35
2.70	2.00	184	0.35
7.70	5.00	307	0.35
17.70	10.00	448	0.32
55.70	38.00	538	0.32
inf.	inf.	969	0.30

Vs(0.0-30.0)=378m/s



*Analizzando lo spettro di risposta HVSR, si nota che il picco di risonanza più amplificato è collocato in alta frequenza (10 – 12 Hz) fuori dalle frequenze di interesse ingegneristico (1 – 10 Hz). Si rileva la presenza di un altro picco di risonanza significativo alla frequenza di 1.5 Hz determinato da un riflettore sismico profondo (oltre i 55 m di profondità). Il valore dei rapporti spettrali rimane confinato intorno al valore di 2 H/V, denunciando un **basso valore di amplificazione locale***

[Secondo le linee guida SESAME, 2005.].

Picco H/V a 11.5 ± 0.69 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	11.50 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	11270.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 553	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^* in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	4.344 Hz	OK	
Esiste f^* in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	21.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.44 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06021 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.69245 < 0.575		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1204 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0

Relazione geologico-tecnica

Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale – Policoro (MT)

$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f				
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [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
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

12.0 - ANALISI MASW

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità, ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità, al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. Il metodo di prospezione sismica MASW utilizza le onde di superficie e si basa su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari. Per ogni strato si devono definire quattro parametri: lo spessore H dello strato, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità ρ dello strato; la velocità di propagazione delle onde di taglio V_s all'interno dello strato; il coefficiente di Poisson ν . A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Love, per il sito in esame.

Quanto detto rappresenta il problema diretto; quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Love. Nell'analisi dei dati occorre invece affrontare il problema inverso; a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici. La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

1. Acquisizione: registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde

di Love per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze. A tale proposito, si è settato lo strumento sismica multicanale SoilSpy Rosina (con geofoni orizzontali a frequenza 4.5 Hz) ad una frequenza di campionamento di 1024 Hz, si è proceduto al posizionamento dello stendimento distanziando i geofoni di 5.00 m l'uno dall'altro, si è poi proseguito sistemando punti di energizzazione in testa e in coda all'antenna sismica.

2. Processing: *trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza.*

3. Inversione: *uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità. Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.*

La procedura MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). L'acquisizione simultanea di molti canali, che aumentano la ridondanza statistica, insieme alla semplicità delle operazioni, permettono al MASW, metodo attivo, di superare pienamente le limitazioni incontrate con precedenti metodi. Normalmente si accetta l'approssimazione secondo cui la massima profondità di indagine MASW per la quale calcolare il valore V_s può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda λ_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), quest'ultima in generale è considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

Nel metodo MASW la curva di dispersione viene ricavata dallo spettro selezionando i valori di frequenza e numero d'onda ai quali è associata l'energia massima. A tale proposito si procede con la fase di processamento dati che consiste nella inversione della curva di dispersione ricavata che ci porta alla definizione del profilo verticale delle onde di taglio negli ultimi 30 m di sottosuolo.

Di seguito sono riportate le elaborazioni con tecnica MASW.

POLICORO_Via Firenze MASW 3 (fitt congiunto con HVSr 3)

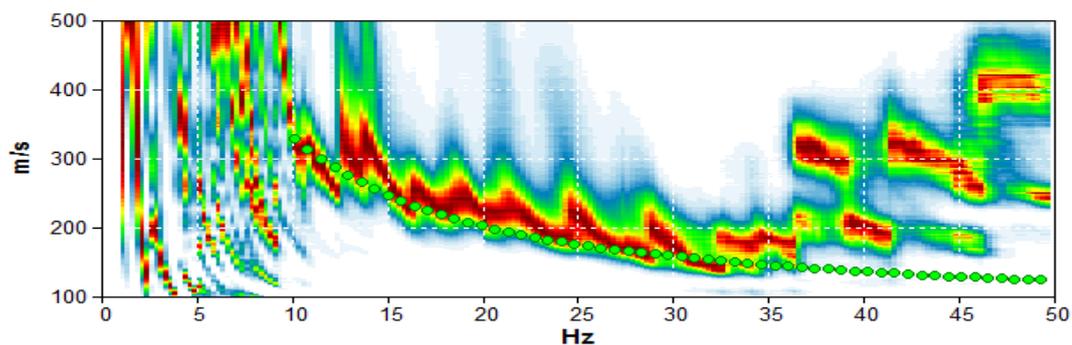
Inizio registrazione: 05/12/14 15:06:25 Fine registrazione: 05/12/14 15:06:52

Durata registrazione: 0h00'01". Freq. campionamento: 1024 Hz

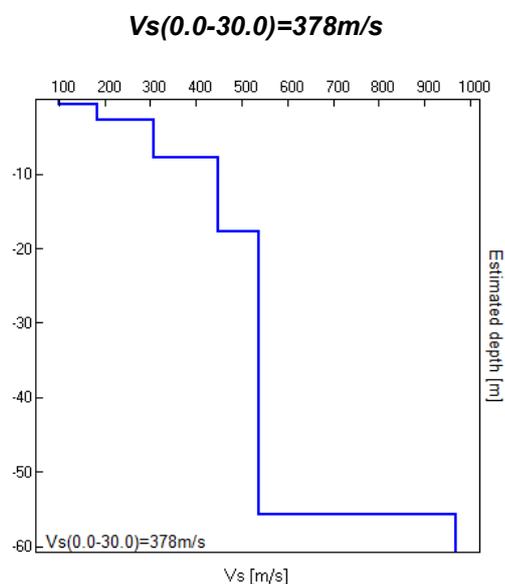
Nomi canali: B1; B2; B3; B4; B5; B6; B7; B8; B9; B10; B11; B11; B12; B13; B14; B15; B16;
B17; B18.

Array geometry (x): 0.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 35.0 40.0 45.0 50.0 55.0 60.0 65.0 70.0 75.0
80.0 85.0 m.

MODELLED LOVE WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	100	0.35
2.70	2.00	184	0.35
7.70	5.00	307	0.35
17.70	10.00	448	0.32
55.70	38.00	538	0.32
inf.	inf.	969	0.30



13.0 - SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda o, comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

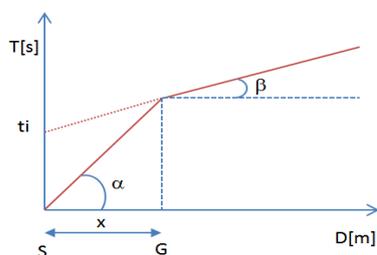
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

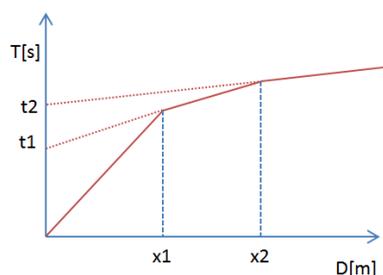
L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati punti di ginocchio e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione. Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

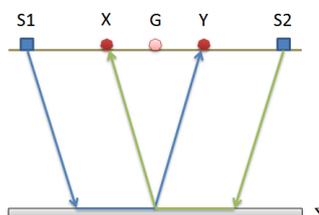


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

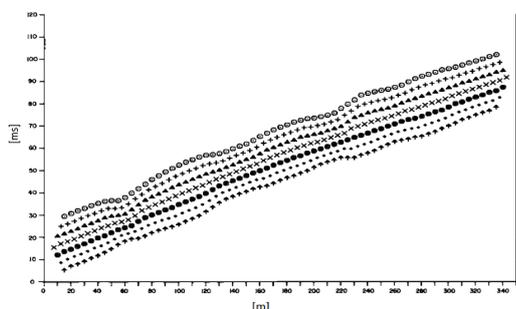
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare **la funzione velocità** secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



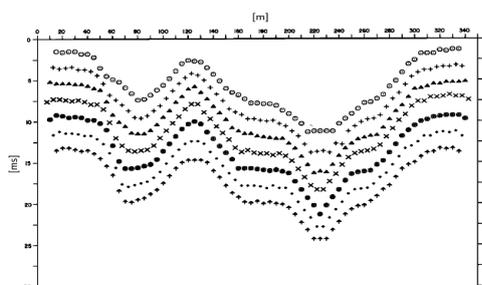
dove T_{S1Y} e T_{S2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S1 ad X e dalla sorgente S2 ad Y mentre T_{S1S2} è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S1 ed S2, esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_V è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y, non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l'XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S1Y} + T_{S2X} - \left(T_{S1S2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono *G* dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio *h*.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

Dati generali

Descrizione	Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale.
Zona	Policoro
Operatore	Geol. Galileo Potenza
Responsabile	Geol. Galileo Potenza
Data	05/12/2014
Via	Via Firenze

Geometria geofoni

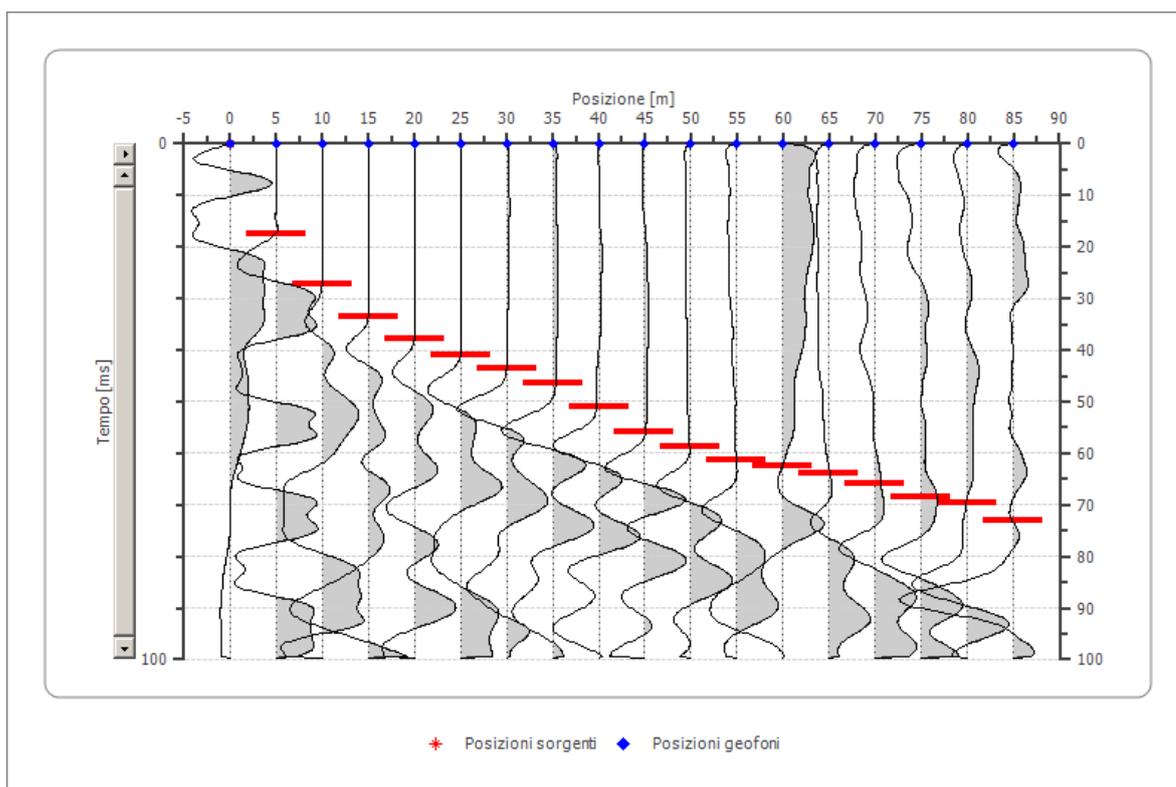
	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	-6.5
2	5.0	-6.0
3	10.0	-5.5
4	15.0	-5.0
5	20.0	-4.5
6	25.0	-4.5
7	30.0	-4.0
8	35.0	-4.0
9	40.0	-4.0
10	45.0	-3.0
11	50.0	-3.0
12	55.0	-2.0
13	60.0	-2.5
14	65.0	-2.5
15	70.0	-1.5
16	75.0	-1.0
17	80.0	-0.5
18	85.0	-0.5

Dati battute

Battuta 1

Posizione sorgente X 0 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



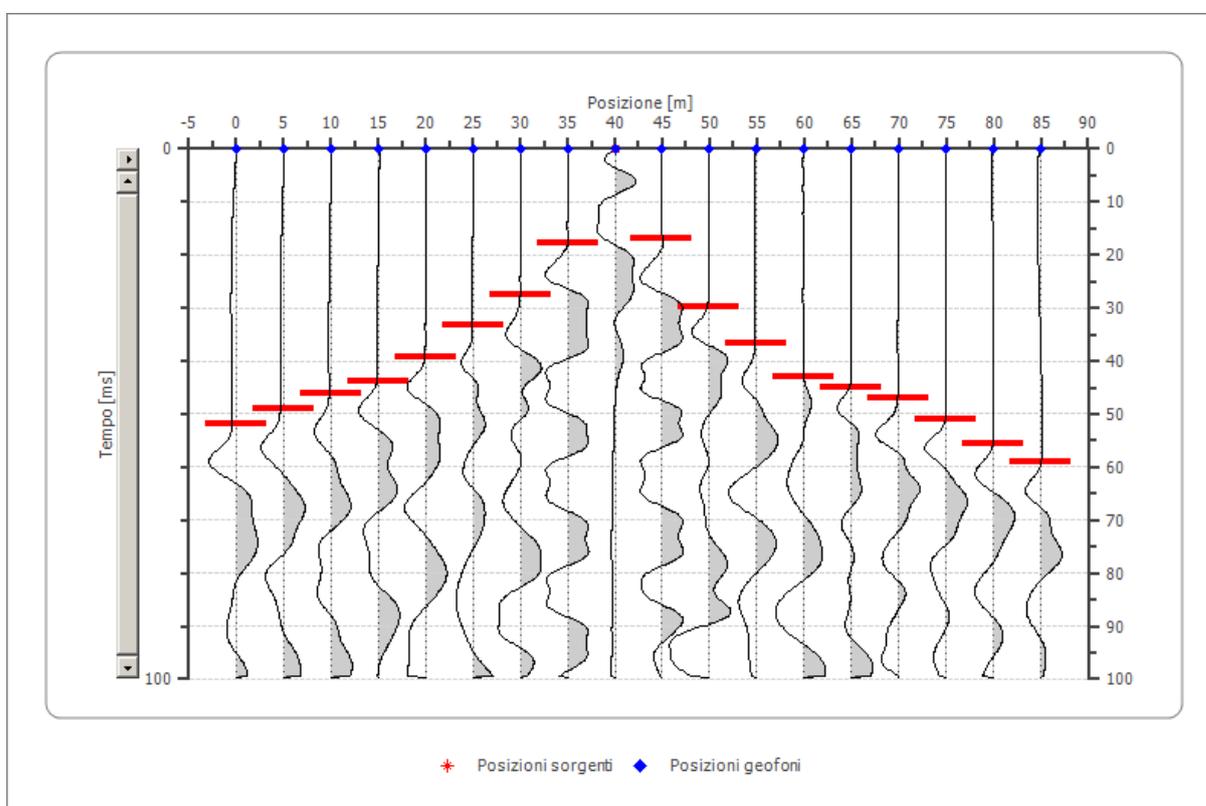
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	0.0000
5.0	17.4785
10.0	27.2206
15.0	33.5244
20.0	37.8224
25.0	40.9742
30.0	43.5530
35.0	46.4183
40.0	51.0029
45.0	55.8739

50.0	58.7393
55.0	61.3181
60.0	62.4642
65.0	63.8968
70.0	65.9026
75.0	68.4814
80.0	69.6275
85.0	73.0659

Battuta 2

Posizione sorgente X 40 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]



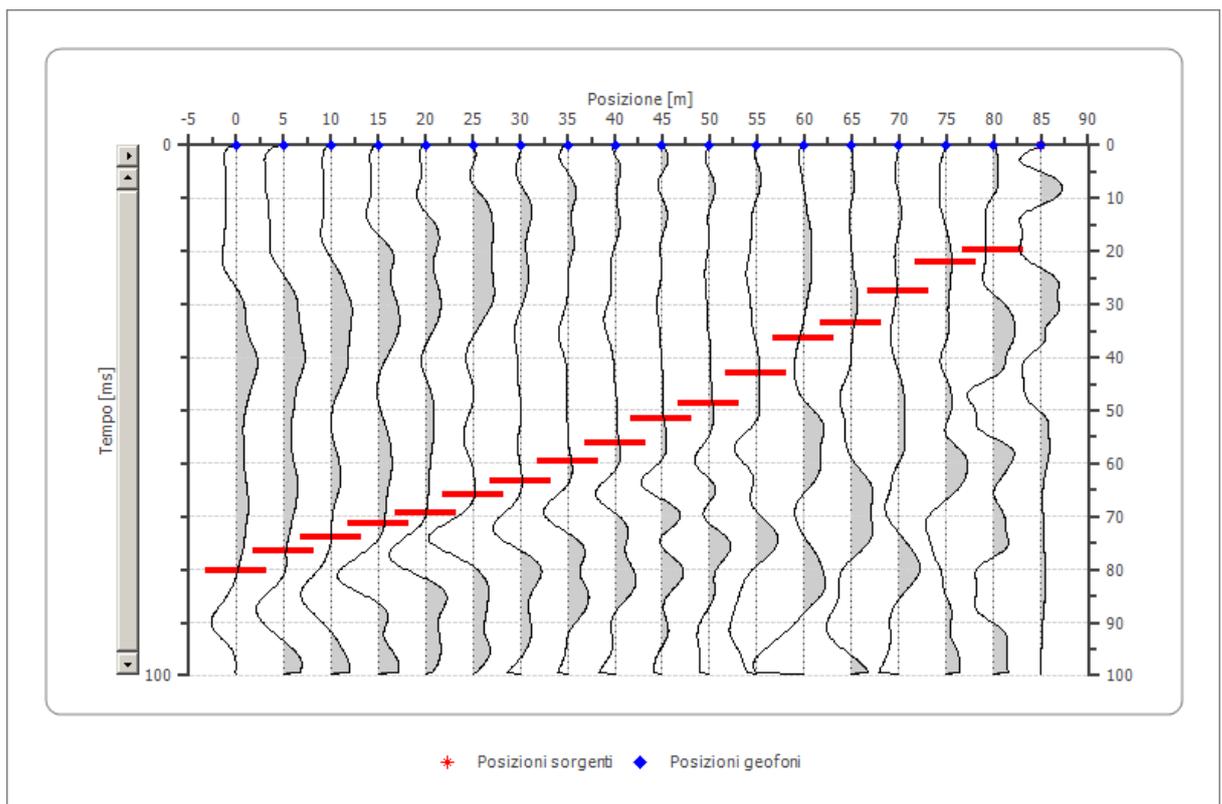
Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	51.8625
5.0	48.9971
10.0	46.1318
15.0	43.9453

20.0	39.2550
25.0	33.2378
30.0	27.5072
35.0	17.7650
40.0	0.0000
45.0	16.9054
50.0	29.7994
55.0	36.6762
60.0	42.9799
65.0	44.9857
70.0	46.9914
75.0	51.0029
80.0	55.6641
85.0	59.0258

Battuta 3

Posizione sorgente X 85 [m]

Posizione sorgente Z 0 [m]

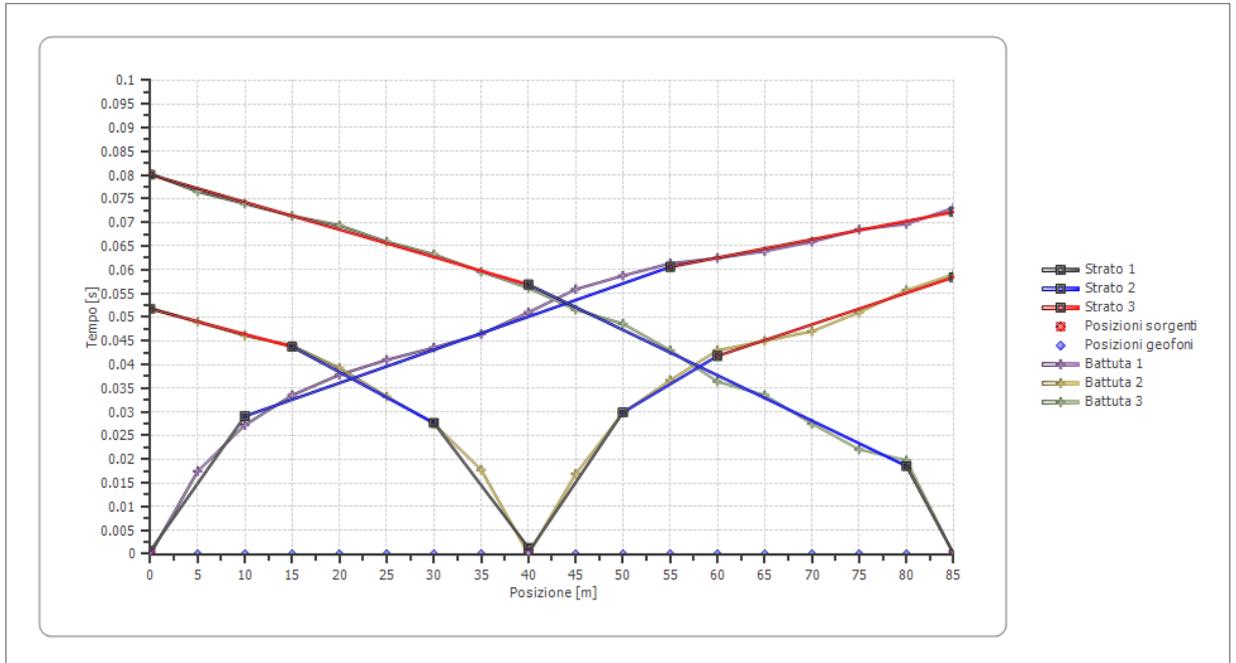


Relazione geologico-tecnica

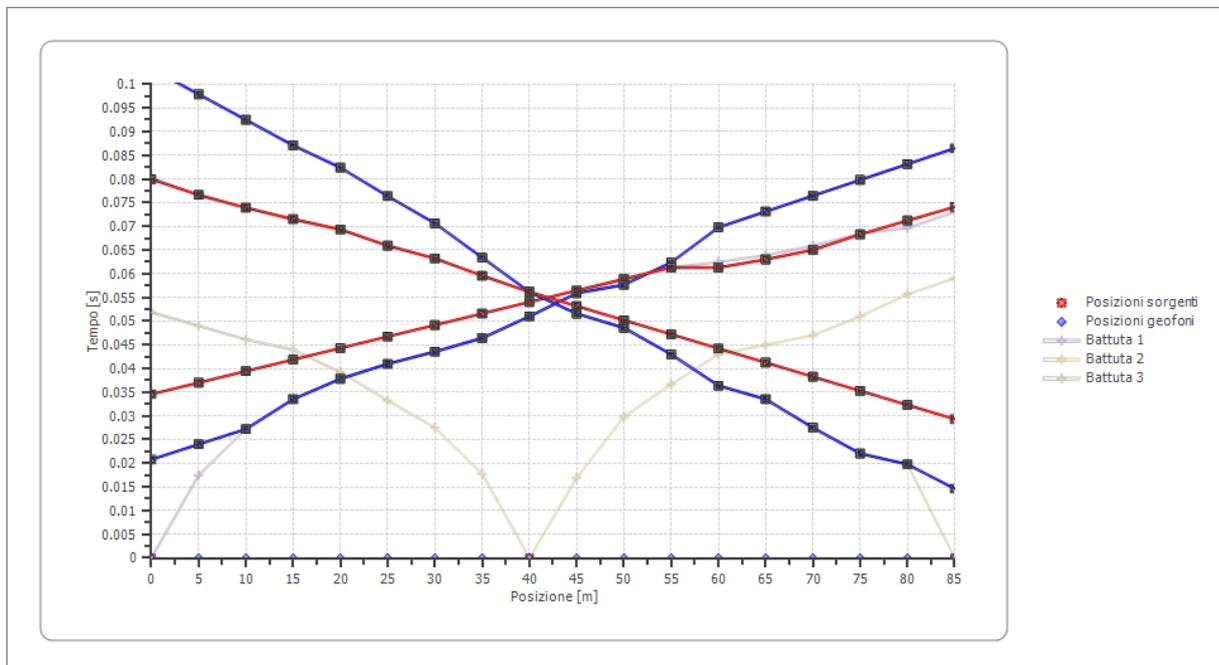
Adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale- Policoro (MT)

<i>Posizione geofono [m]</i>	<i>Tempo [ms]</i>
0.0	80.2292
5.0	76.5043
10.0	73.9255
15.0	71.3467
20.0	69.3410
25.0	65.9026
30.0	63.2324
35.0	59.5703
40.0	56.1605
45.0	51.5759
50.0	48.5840
55.0	42.9799
60.0	36.3897
65.0	33.5244
70.0	27.5072
75.0	22.0630
80.0	19.7754
85.0	0.0000

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.,R.M.

XY: 0

	<i>Strato n. 1</i>	<i>Strato n. 2</i>	<i>Strato n. 3</i>
$G= 0.0 [m]$	5.1	9.8	--
$G= 5.0 [m]$	4.7	10.3	--
$G= 10.0 [m]$	4.4	11.2	--
$G= 15.0 [m]$	4.5	10.8	--
$G= 20.0 [m]$	4.4	11.2	--
$G= 25.0 [m]$	4.0	11.9	--
$G= 30.0 [m]$	3.4	13.4	--
$G= 35.0 [m]$	2.7	14.8	--
$G= 40.0 [m]$	2.2	15.5	--
$G= 45.0 [m]$	2.3	15.0	--
$G= 50.0 [m]$	2.1	15.2	--
$G= 55.0 [m]$	1.9	15.3	--
$G= 60.0 [m]$	2.0	12.9	--

$G= 65.0 [m]$	2.1	11.9	--
$G= 70.0 [m]$	1.7	12.6	--
$G= 75.0 [m]$	1.3	13.9	--
$G= 80.0 [m]$	1.5	13.3	--
$G= 85.0 [m]$	1.2	14.1	--
Velocità [m/sec]	326.5	1080.6	1907.8
Descrizione			

Altri parametri geotecnici

	Strato n. 1	Strato n. 2	Strato n. 3
Coefficiente Poisson	0.35	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1800.00	1800.00	1800.00
$V_p [m/s]$	326.51	1080.64	1907.83
$V_s [m/s]$	156.85	519.12	916.49
$G_0 [MPa]$	44.28	485.08	1511.92
$E_d [Mpa]$	191.89	2101.99	6551.64
$M_0 [MPa]$	147.61	1616.92	5039.73
$E_y [Mpa]$	119.56	1309.70	4082.18

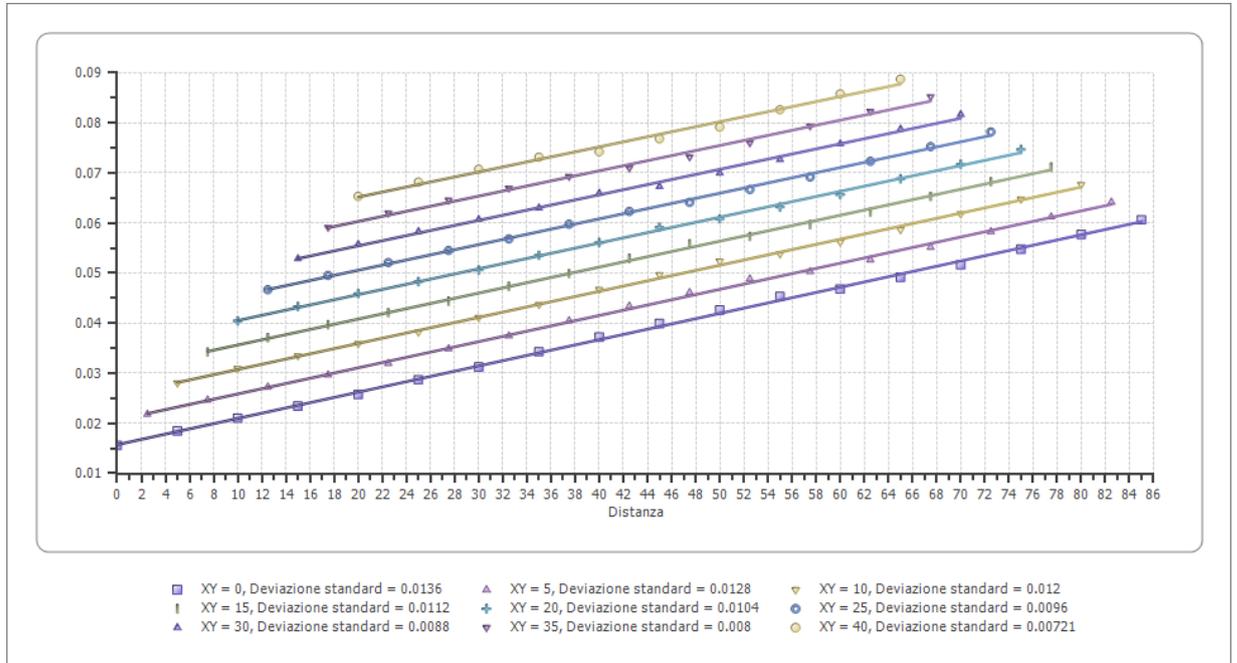
G_0 : Modulo di deformazione al taglio;

E_d : Modulo edometrico;

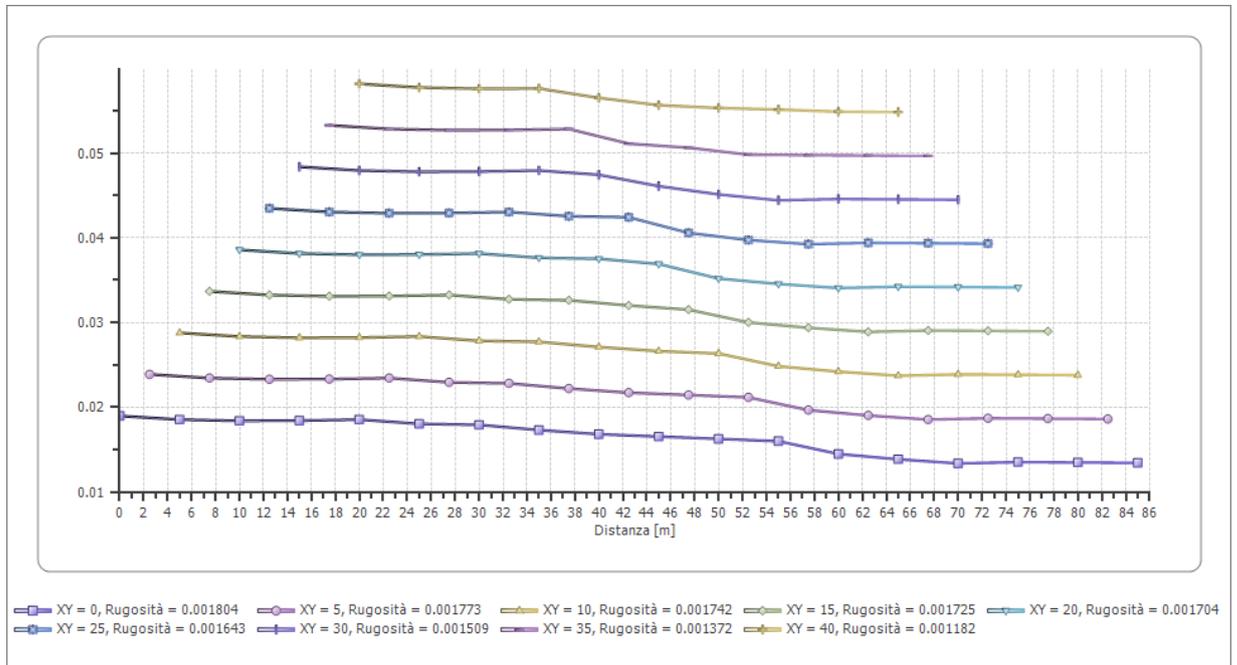
M_0 : Modulo di compressibilità volumetrica;

E_y : Modulo di Young;

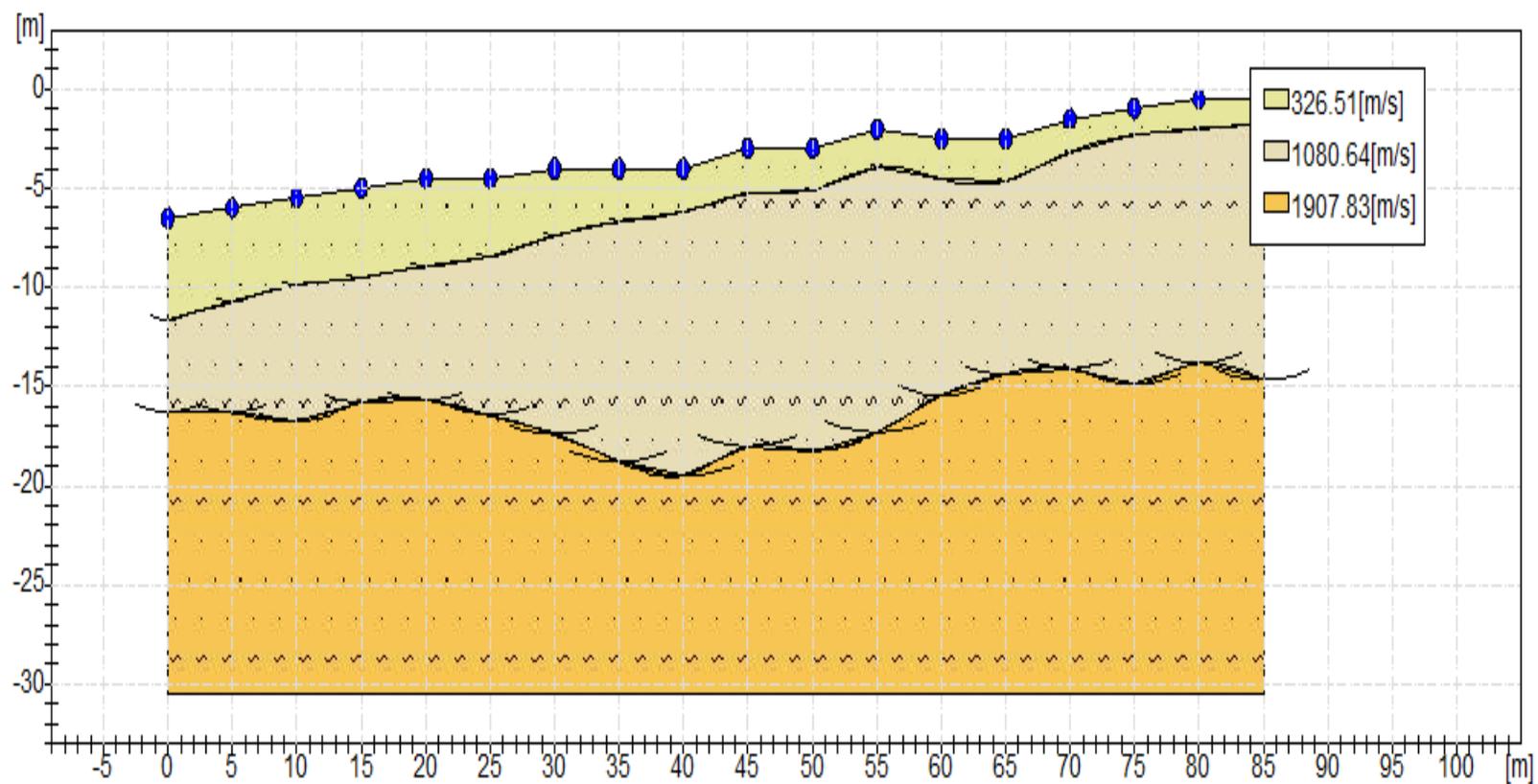
Funzione velocità



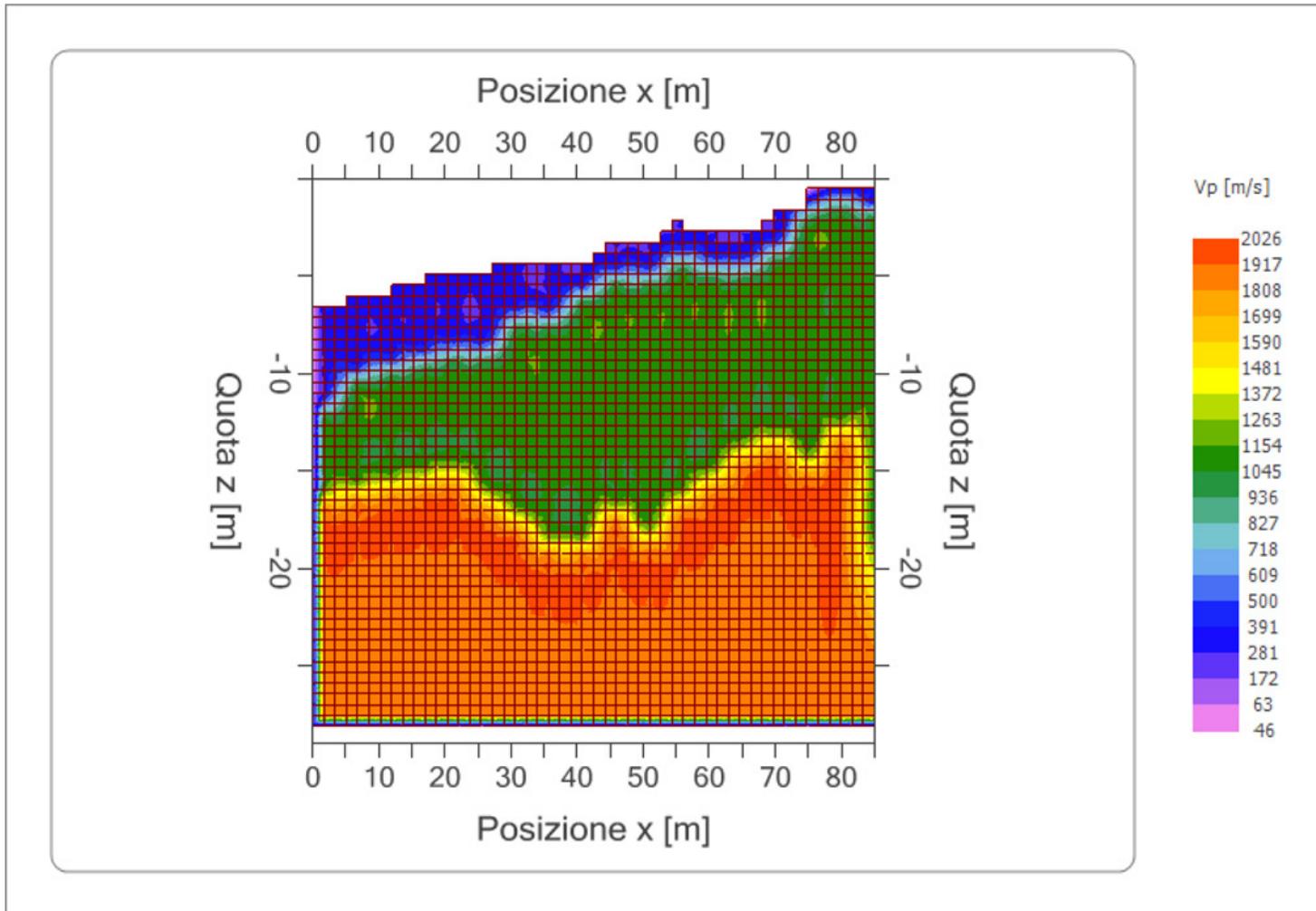
Funzione tempo – profondità



SEZIONE GEOLOGICA CORRELATIVA



Mappa Velocità



14.0 - VALUTAZIONI SISMO-STRATIGRAFICHE

Nel sito oggetto di studio, le tecniche di investigazione sismica utilizzate hanno dato informazioni del sottosuolo con differente risoluzione, ed in particolare, la tecnica MASW e Sismica a Rifrazione ci ha dato una buona risoluzione più in superficie, mentre la tecnica HVSR ci ha consentito di arrivare a strati più profondi. Tutte le tecniche sono state invertite con fitt congiunto, per porre dei vincoli di taratura ed ottenere un profilo di velocità affidabile.

Dal processamento dei dati ottenuti con le differenti tecniche si sono ottenute una serie di informazioni topografiche, stratigrafiche, sismiche e di amplificazione di sito con un'alta risoluzione di investigazione, che hanno consentito di avere un quadro chiaro e completo sull'andamento stratigrafico del territorio investigato.

Tabella 1. Tabella delle velocità sismiche P ed S espresse in m/s nei mezzi litologici desunta da dati sperimentali

		V_p		V_s	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
Sedimenti non consolidati	Sabbia	400	900	176	396
	Sabbia satura	700	1450	286	592
	Argilla	750	1600	280	500
	Limi e argille	650	1250	241	464
	Limi e sabbie	500	1000	212	425
Sedimenti consolidati	Argilla	1500	1850	557	687
	Calcare fratturato	750	1450	330	638
	Calcare	1400	2000	616	880
	Arenaria fratturata	800	2100	363	954
	Arenaria	2000	3500	935	1637
Rocce	Dolomia	2500	4500	1200	2162
	Basalto fratturato	950	1350	489	695
	Basalto	1800	3000	995	1658
	Granitoidi fratturati	1000	1750	514	900
	Granitoidi	1600	2800	884	1548
	Metamorfiti fratturate	1500	2000	772	1029
	Metamorfiti	1800	3500	1039	2021

Il sito investigato in questo lavoro è caratterizzato dal punto di vista sismo-stratigrafico, a partire dal piano campagna, dalla presenza dei seguenti sismostrati:

- **Primo sismostrato** costituito da terreno vegetale, con spessore di circa 0.70 m, V_s di 100 m/s, con scarsa rigidità sismica;
- **Secondo sismostrato** costituito da primo sottosuolo alterato, con spessore di circa 2.00 m e V_s di 184 m/s, con bassa rigidità sismica;
- **Terzo sismostrato**, discretamente addensato, spessore di circa 5.00 m, V_s di 307 m/s con media rigidità sismica.
- **Quarto sismostrato**, addensato, spessore di circa 10.00 m, V_s di 448 m/s con buona rigidità sismica.
- **Quinto sismostrato**, decisamente addensato, spessore di circa 38.00 m, V_s di 538 m/s con buona rigidità sismica.

- **i sismostrati sottostanti** sono caratterizzati da V_s superiori a 969 m/s, alta rigidità sismica e non producono altri picchi di risonanza significativi.

La classificazione del terreno di fondazione viene effettuata sulla base del valore di $V_s 30$ valutato dalla seguente espressione:

$$V_s 30 = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

con h_i e V_i rispettivamente spessore e velocità dello strato i -esimo di N strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

Il modello di V_s nei primi 30 m di sottosuolo ci dà informazioni riguardanti gli spessori e le velocità dei singoli sismostrati, per definire l'azione sismica di progetto e la categoria del terreno di fondazione del sito oggetto di studio.

L'amplificazione di sito misurata mediante analisi dei rapporti spettrali H/V rivela ampiezze di valore intorno a 3 H/V alle frequenze di picco, denunciando un **medio valore di amplificazione locale**.

In materia di microzonazione sismica, nel sito oggetto di studio sono stati determinati con le metodologie sopra citate i valori di **$V_s 30$** , che risultano essere di **378 m/s**, calcolata dal p.c. attuale, dato che conferma l'appartenenza del sottosuolo alla categoria **B**.

Alla luce delle categorie previste dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 14 gennaio 2008, e dalle misure effettuate in sito, i terreni di fondazione esaminati si collocano in categoria **"B"** descritta in normativa come: "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)".

15.0 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO: VIA FIRENZE

15.1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- *in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;*
- *una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;*
- *a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.*

15.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

15.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti

con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

15.4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230

10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{V_R} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1}, 2$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

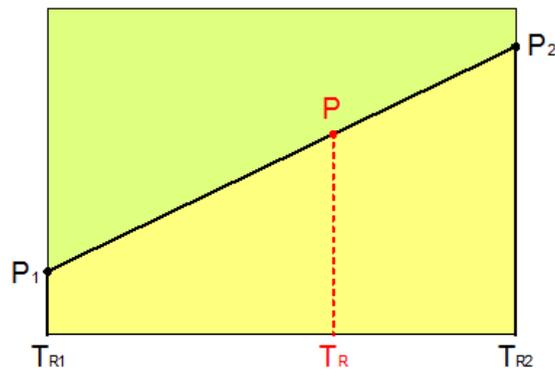


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

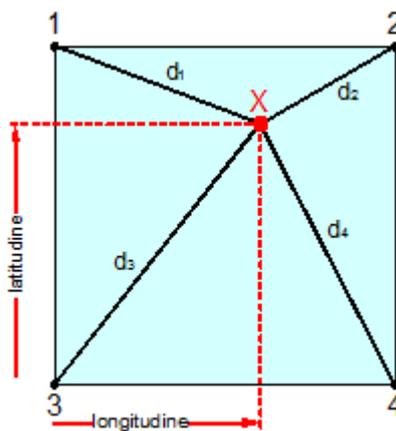


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliono rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

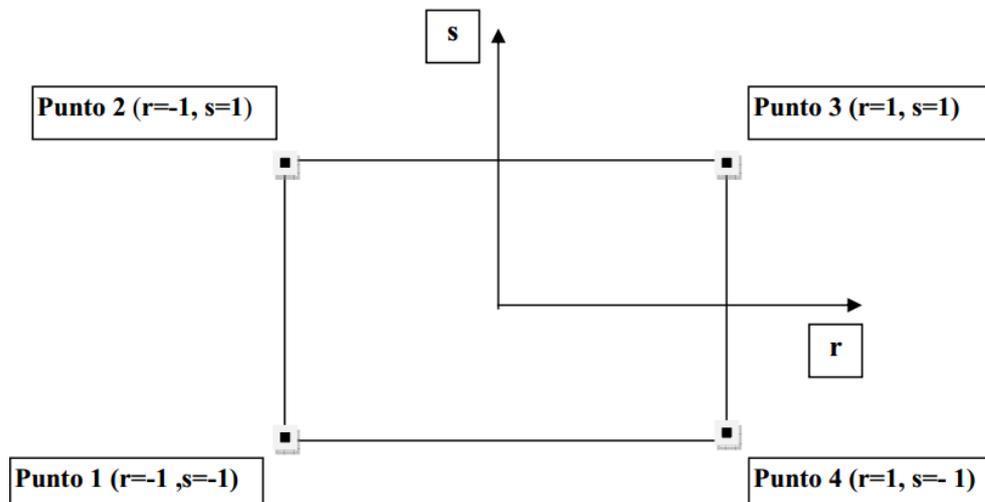


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

15.5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

15.6 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

15.7 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
 a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
 g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

15.8 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	B_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Tabella 5.2 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

15.9 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

K_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

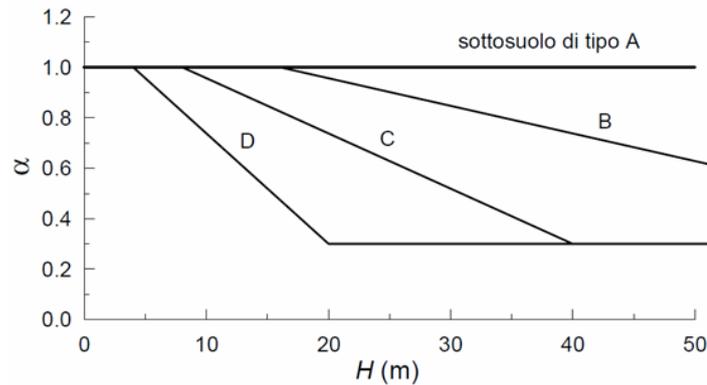


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

$\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

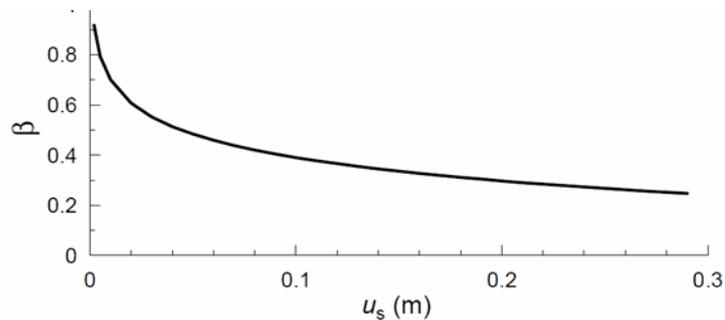


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $K_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

15.10 STORIA SISMICA DEL SITO

Mappa sismogenetica



15.11 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (V_n): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (C_u): 1

Periodo di riferimento (V_r): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40.2275500 [°]

Longitudine (WGS84): 16.6476300 [°]

Latitudine (ED50): 40.2285500 [°]

Longitudine (ED50): 16.6484400 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	35679	40.240920	16.633270	1884.26
2	35680	40.239060	16.698700	4424.10
3	35902	40.189090	16.696220	5976.16
4	35901	40.190950	16.630860	4438.93

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	$F0$ [-]	Tc^* [s]
SLO	30	0.034	2.395	0.275
SLD	50	0.041	2.452	0.316
	72	0.048	2.456	0.345

	101	0.053	2.529	0.363
	140	0.059	2.596	0.377
	201	0.066	2.588	0.420
SLV	475	0.084	2.717	0.459
SLC	975	0.101	2.817	0.511
	2475	0.126	2.963	0.542

Punto 2

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
SLO	30	0.033	2.388	0.273
SLD	50	0.040	2.461	0.316
	72	0.047	2.448	0.345
	101	0.052	2.517	0.364
	140	0.058	2.589	0.378
	201	0.064	2.597	0.420
SLV	475	0.081	2.738	0.459
SLC	975	0.097	2.841	0.513
	2475	0.119	3.004	0.545

Punto 3

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
SLO	30	0.033	2.374	0.275
SLD	50	0.040	2.455	0.318
	72	0.046	2.451	0.348
	101	0.052	2.516	0.366
	140	0.058	2.576	0.383
	201	0.065	2.581	0.421
SLV	475	0.082	2.706	0.459
SLC	975	0.099	2.798	0.520
	2475	0.123	2.943	0.551

Punto 4

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.034	2.386	0.277
<i>SLD</i>	50	0.041	2.446	0.318
	72	0.048	2.455	0.347
	101	0.053	2.527	0.365
	140	0.059	2.582	0.381
	201	0.067	2.572	0.422
<i>SLV</i>	475	0.086	2.684	0.458
<i>SLC</i>	975	0.104	2.764	0.518
	2475	0.130	2.906	0.547

Punto d'indagine

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.034	2.389	0.275
<i>SLD</i>	50	0.041	2.453	0.317
<i>SLV</i>	475	0.084	2.713	0.459
<i>SLC</i>	975	0.101	2.808	0.514

15.12 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1.000

Categoria sottosuolo:

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 $NSPT_{30}$ maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fina).

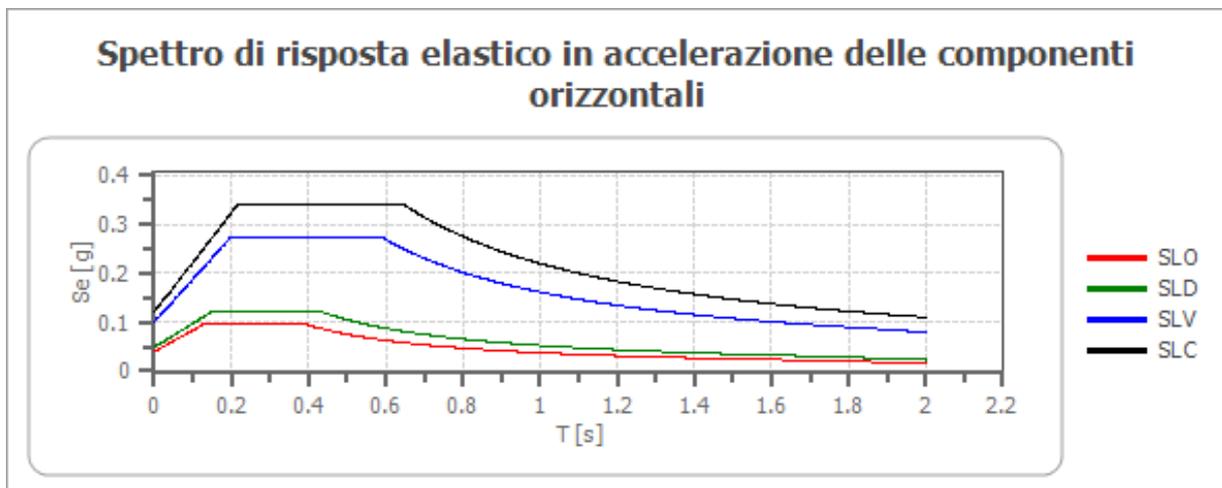
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.010	0.020	0.029
k_v	0.004	0.005	0.010	0.015
$a_{max} [m/s^2]$	0.396	0.480	0.986	1.187
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	<i>cu</i>	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]	<i>Ss</i> [-]	<i>Cc</i> [-]	<i>St</i> [-]	<i>S</i> [-]	η [-]	<i>TB</i> [s]	<i>TC</i> [s]	<i>TD</i> [s]	<i>Se(0)</i> [g]	<i>Se(T</i> <i>B)</i> [g]
<i>SLO</i>	1.0	0.034	2.389	0.275	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.130	0.390	1.735	0.040	0.096
<i>SLD</i>	1.0	0.041	2.453	0.317	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.146	0.437	1.763	0.049	0.120
<i>SLV</i>	1.0	0.084	2.713	0.459	1.200	1.290	1.000	1.200	1.000	0.197	0.592	1.935	0.101	0.273
<i>SLC</i>	1.0	0.101	2.808	0.514	1.200	1.260	1.000	1.200	1.000	0.216	0.648	2.003	0.121	0.340

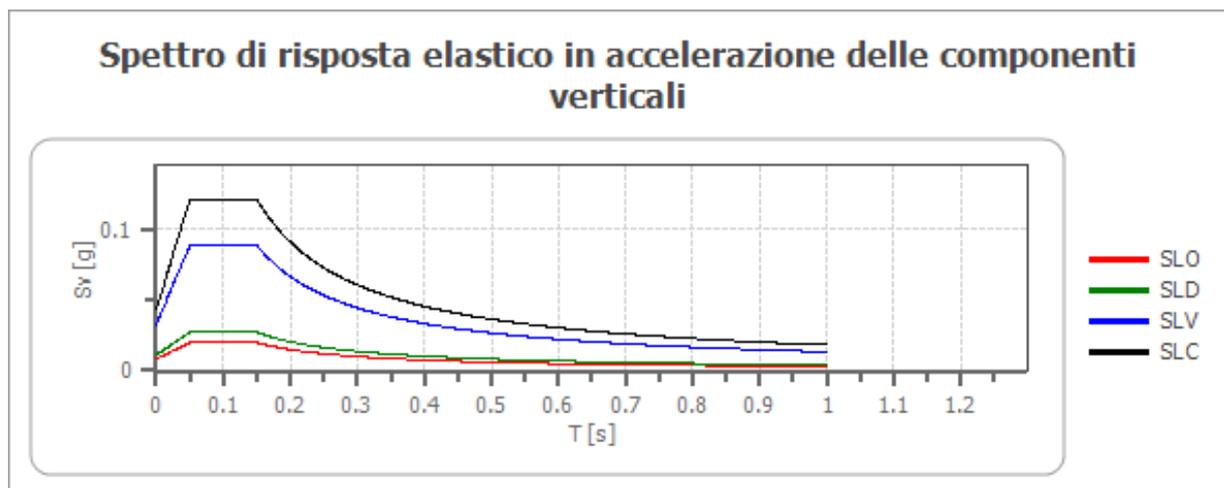
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ζ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\zeta)]^{(1/2)}$:

1.000

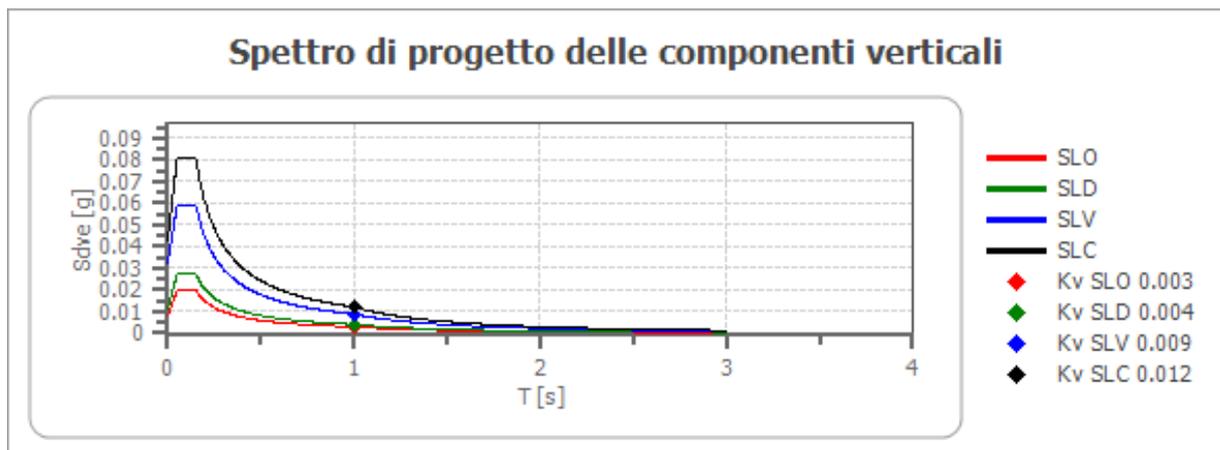
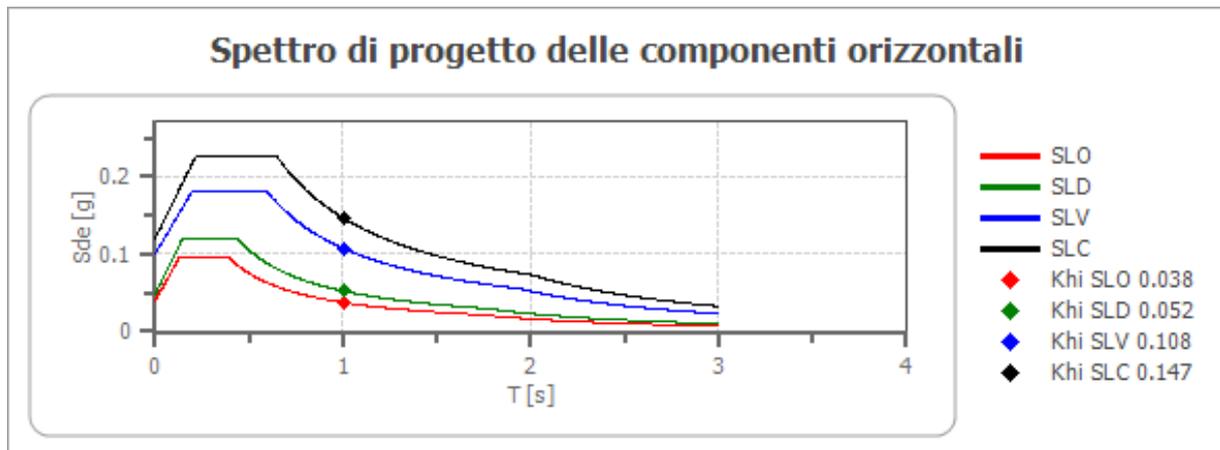


	<i>cu</i>	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]	<i>Ss</i> [-]	<i>Cc</i> [-]	<i>St</i> [-]	<i>S</i> [-]	η [-]	<i>TB</i> [s]	<i>TC</i> [s]	<i>TD</i> [s]	<i>Se(0)</i> [g]	<i>Se(T</i> <i>B)</i> [g]
<i>SLO</i>	1.0	0.034	2.389	0.275	1	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
<i>SLD</i>	1.0	0.041	2.453	0.317	1	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
<i>SLV</i>	1.0	0.084	2.713	0.459	1	1.290	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.033	0.089
<i>SLC</i>	1.0	0.101	2.808	0.514	1	1.260	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.043	0.121

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q :	1.50
Fattore di struttura spettro verticale q :	1.50
Periodo fondamentale T :	1.00 [s]

	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.038	0.052	0.108	0.147
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.003	0.004	0.009	0.012



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.034	2.389	0.275	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.130	0.390	1.735	0.040	0.096
SLO verticale	1.0	0.034	2.389	0.275	1.200	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
SLD orizzontale	1.0	0.041	2.453	0.317	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.146	0.437	1.763	0.049	0.120
SLD verticale	1.0	0.041	2.453	0.317	1.200	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
SLV orizzontale	1.0	0.084	2.713	0.459	1.200	1.290	1.000	1.200	1.500	0.197	0.592	1.935	0.101	0.182
SLV verticale	1.0	0.084	2.713	0.459	1.200	1.290	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.033	0.059
SLC orizzontale	1.0	0.101	2.808	0.514	1.200	1.260	1.000	1.200	1.500	0.216	0.648	2.003	0.121	0.227
SLC verticale	1.0	0.101	2.808	0.514	1.200	1.260	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.043	0.081

16.0 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO: VIA D'AZEGLIO ANGOLO VIA GENOVA

16.1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- ❑ *in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;*
- ❑ *una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;*
- ❑ *a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.*

16.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda

dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

16.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si

utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di $\mathbf{a_g}$ prefissata ($\mathbf{a_g}$ = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ ($\mathbf{T_R}$ = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $\mathbf{V_R = 50}$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

16.4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://essel-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250

13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1, p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1}, T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

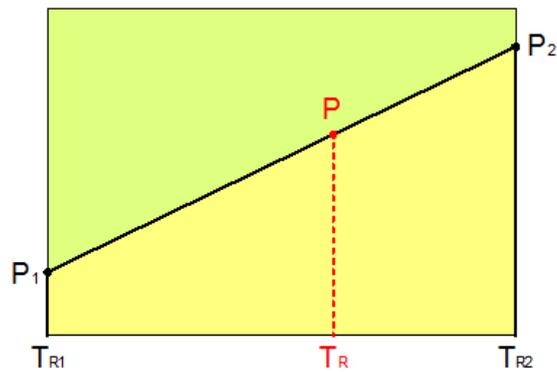


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

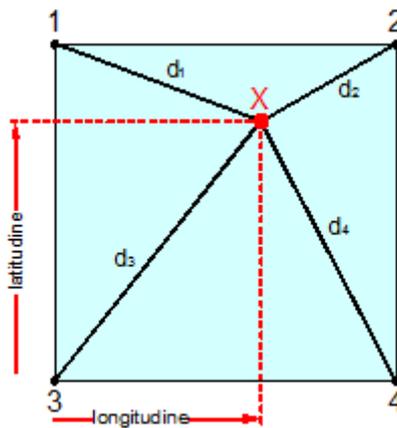


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

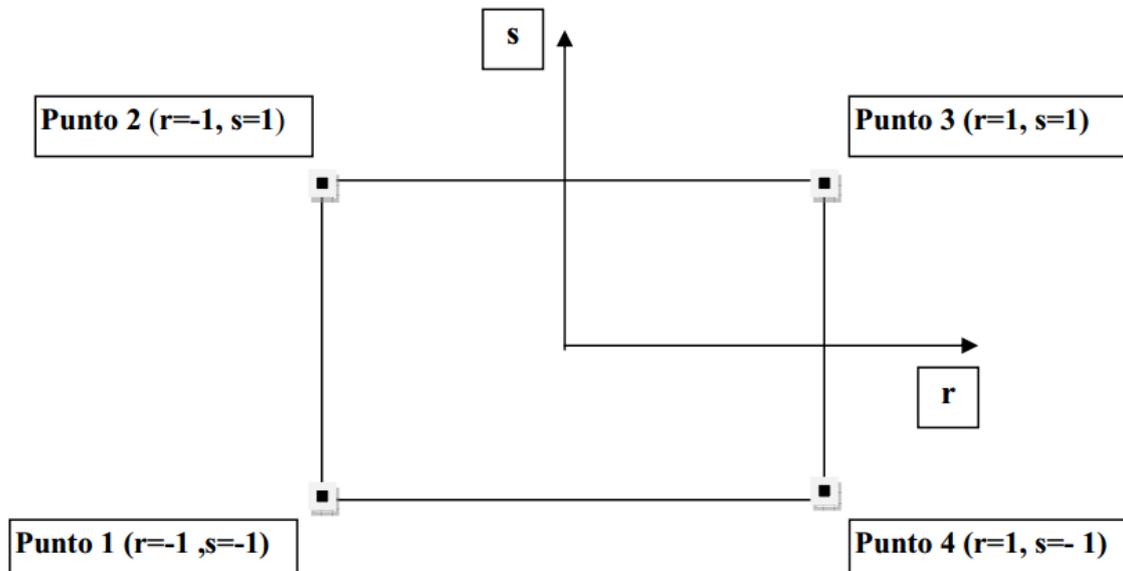


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

16.5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

16.6 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v , dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

16.7 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

A_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Categoria di sottosuolo		
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

16.8 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	B_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Tabella 5.2 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

16.9 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

K_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera.

Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

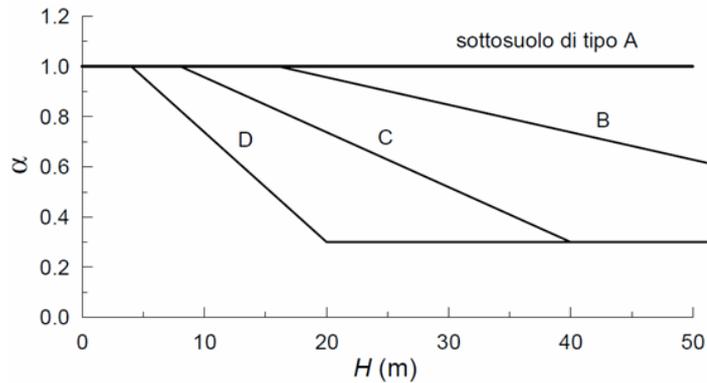


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

$\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

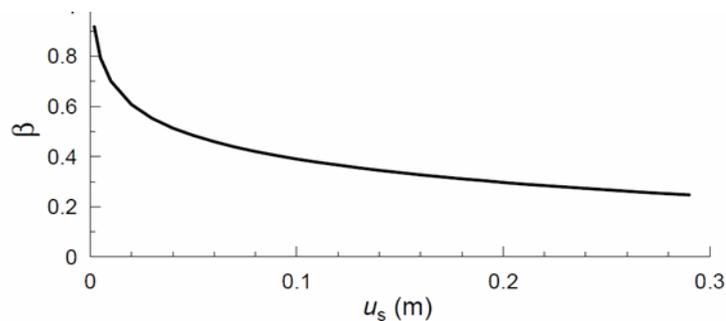


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

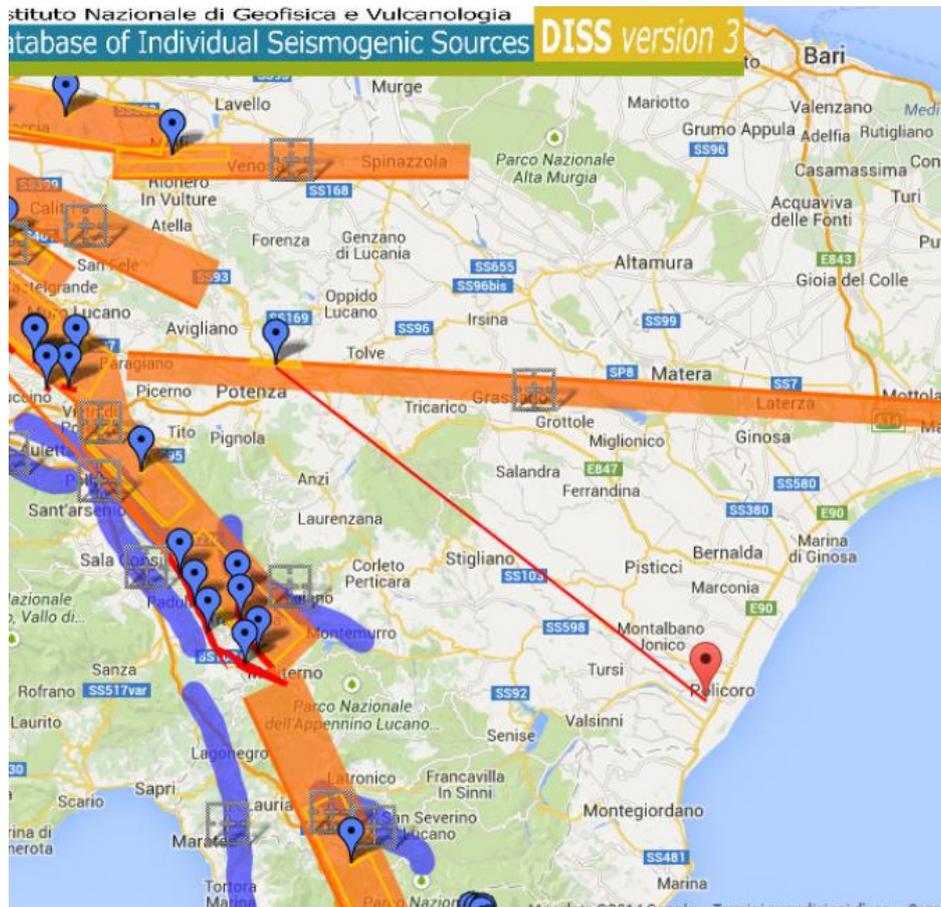
S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $K_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

STORIA SISMICA DEL SITO

Mappa sismogenetica



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40.2002300 [°]

Longitudine (WGS84): 16.6502000 [°]

Latitudine (ED50): 40.2012200 [°]

Longitudine (ED50): 16.6510100 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

<i>Punto</i>	<i>ID</i>	<i>Latitudine (ED50)</i> [°]	<i>Longitudine (ED50)</i> [°]	<i>Distanza</i> [m]
1	35901	40.190950	16.630860	2057.62
2	35902	40.189090	16.696220	4069.53
3	35680	40.239060	16.698700	5839.40
4	35679	40.240920	16.633270	4664.69

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> [anni]	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]
<i>SLO</i>	30	0.034	2.386	0.277
<i>SLD</i>	50	0.041	2.446	0.318
	72	0.048	2.455	0.347
	101	0.053	2.527	0.365
	140	0.059	2.582	0.381
	201	0.067	2.572	0.422
<i>SLV</i>	475	0.086	2.684	0.458
<i>SLC</i>	975	0.104	2.764	0.518
	2475	0.130	2.906	0.547

Punto 2

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> [anni]	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]
<i>SLO</i>	30	0.033	2.374	0.275
<i>SLD</i>	50	0.040	2.455	0.318
	72	0.046	2.451	0.348
	101	0.052	2.516	0.366

	140	0.058	2.576	0.383
	201	0.065	2.581	0.421
SLV	475	0.082	2.706	0.459
SLC	975	0.099	2.798	0.520
	2475	0.123	2.943	0.551

Punto 3

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
SLO	30	0.033	2.388	0.273
SLD	50	0.040	2.461	0.316
	72	0.047	2.448	0.345
	101	0.052	2.517	0.364
	140	0.058	2.589	0.378
	201	0.064	2.597	0.420
SLV	475	0.081	2.738	0.459
SLC	975	0.097	2.841	0.513
	2475	0.119	3.004	0.545

Punto 4

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
SLO	30	0.034	2.395	0.275
SLD	50	0.041	2.452	0.316
	72	0.048	2.456	0.345
	101	0.053	2.529	0.363
	140	0.059	2.596	0.377
	201	0.066	2.588	0.420
SLV	475	0.084	2.717	0.459
SLC	975	0.101	2.817	0.511
	2475	0.126	2.963	0.542

Punto d'indagine

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.034	2.386	0.275
<i>SLD</i>	50	0.041	2.452	0.317
<i>SLV</i>	475	0.084	2.703	0.459
<i>SLC</i>	975	0.102	2.793	0.516

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo:

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 NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

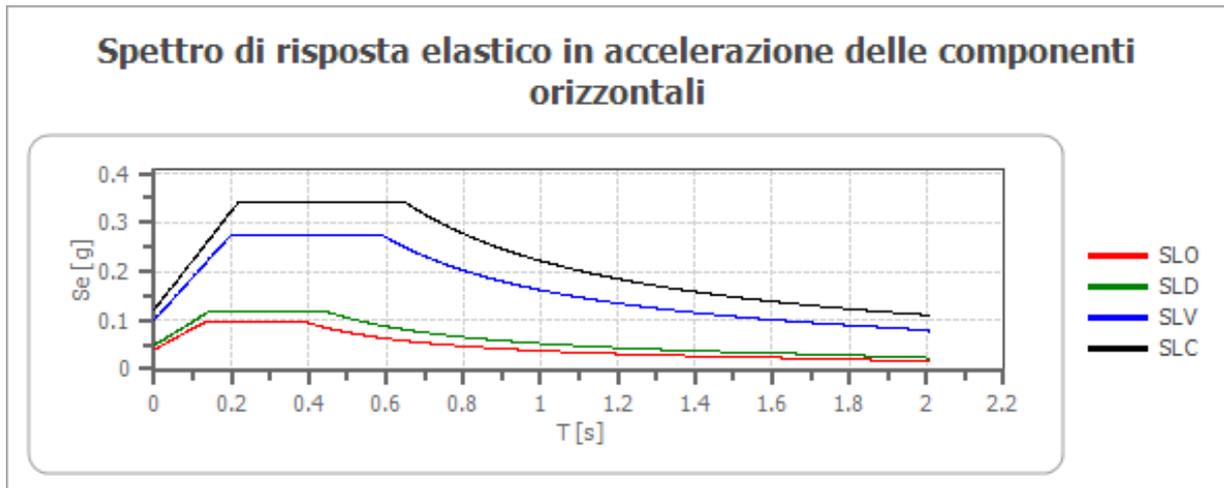
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

<i>Coefficienti</i>	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
<i>kh</i>	0.008	0.010	0.020	0.029
<i>k_v</i>	0.004	0.005	0.010	0.015
<i>amax [m/s²]</i>	0.396	0.479	0.991	1.195
<i>Beta</i>	0.200	0.200	0.200	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	<i>cu</i>	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]	<i>Ss</i> [-]	<i>Cc</i> [-]	<i>St</i> [-]	<i>S</i> [-]	η [-]	<i>TB</i> [s]	<i>TC</i> [s]	<i>TD</i> [s]	<i>Se(0)</i> [g]	<i>Se(T</i> <i>B)</i> [g]
<i>SLO</i>	1.0	0.034	2.386	0.275	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.130	0.391	1.734	0.040	0.096
<i>SLD</i>	1.0	0.041	2.452	0.317	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.146	0.438	1.763	0.049	0.120
<i>SLV</i>	1.0	0.084	2.703	0.459	1.200	1.290	1.000	1.200	1.000	0.197	0.592	1.937	0.101	0.273
<i>SLC</i>	1.0	0.102	2.793	0.516	1.200	1.260	1.000	1.200	1.000	0.217	0.651	2.006	0.122	0.340

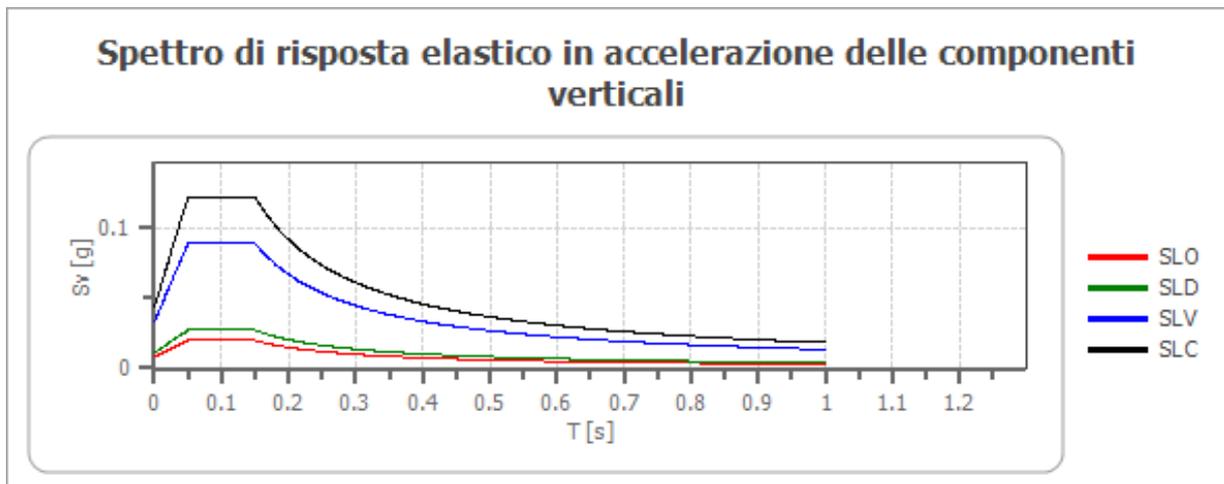
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$:

1.000



	cu	ag [g]	$F0$ [-]	Tc^* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	$Se(0)$ [g]	$Se(T)$ [g]
<i>SLO</i>	1.0	0.034	2.386	0.275	1	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
<i>SLD</i>	1.0	0.041	2.452	0.317	1	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
<i>SLV</i>	1.0	0.084	2.703	0.459	1	1.290	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.033	0.089
<i>SLC</i>	1.0	0.102	2.793	0.516	1	1.260	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.044	0.122

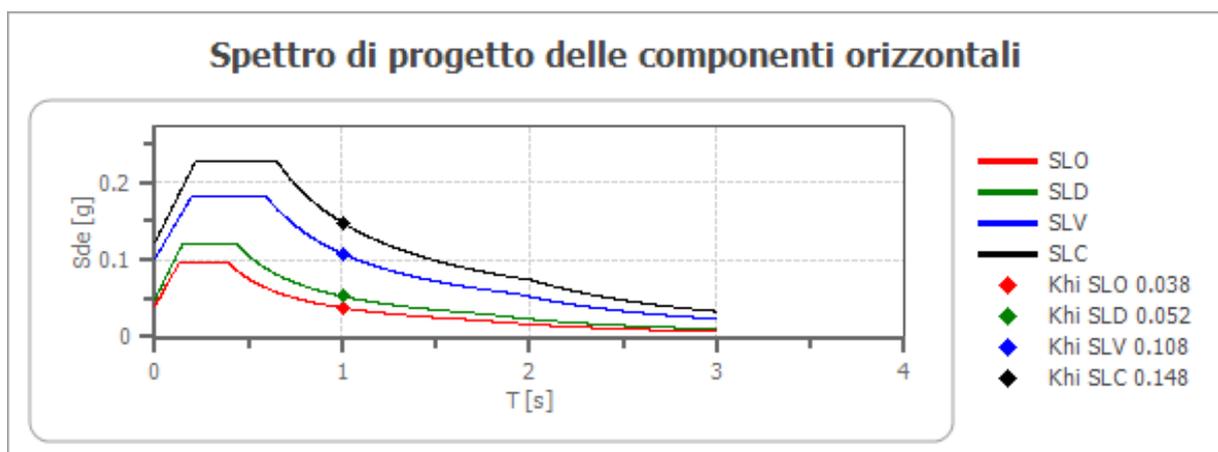
Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1.50

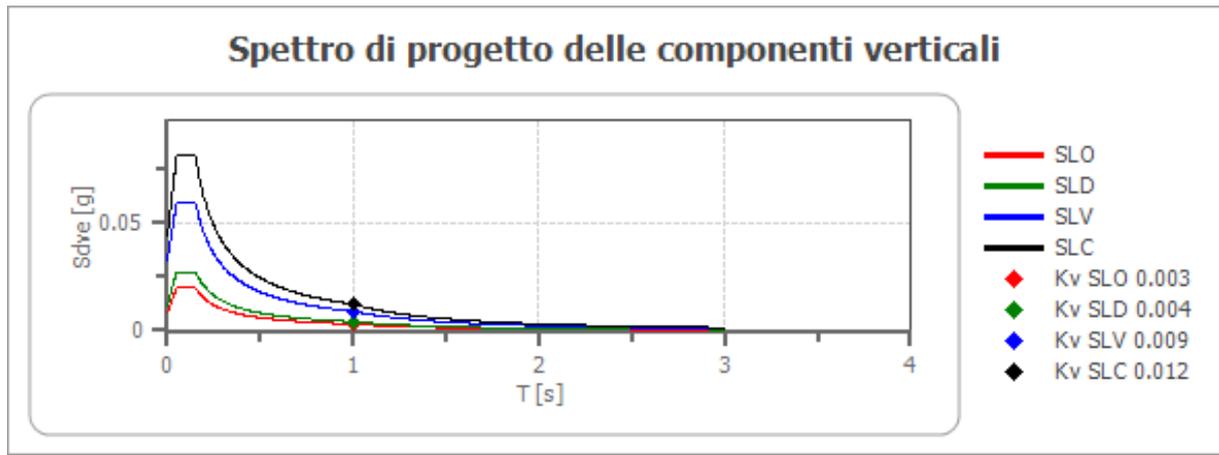
Fattore di struttura spettro verticale q : 1.50

Periodo fondamentale T : 1.00 [s]

	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.038	0.052	0.108	0.148
$k_{v} = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.003	0.004	0.009	0.012



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.034	2.386	0.275	1.200	1.420	1.000	1.200	1.000	0.130	0.391	1.734	0.040	0.096
SLO verticale	1.0	0.034	2.386	0.275	1.200	1.420	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
SLD orizzontale	1.0	0.041	2.452	0.317	1.200	1.380	1.000	1.200	1.000	0.146	0.438	1.763	0.049	0.120
SLD verticale	1.0	0.041	2.452	0.317	1.200	1.380	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
SLV orizzontale	1.0	0.084	2.703	0.459	1.200	1.290	1.000	1.200	1.500	0.197	0.592	1.937	0.101	0.182
SLV verticale	1.0	0.084	2.703	0.459	1.200	1.290	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.033	0.059
SLC orizzontale	1.0	0.102	2.793	0.516	1.200	1.260	1.000	1.200	1.500	0.217	0.651	2.006	0.122	0.227
SLC verticale	1.0	0.102	2.793	0.516	1.200	1.260	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.044	0.081

17.0 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO: VIA GIUMENTERIA

17.1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- ❑ *in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;*
- ❑ *una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;*
- ❑ *a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.*

17.2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda

dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.
- $V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

17.3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti

con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

17.4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://essel-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250

13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1, p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1}, T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

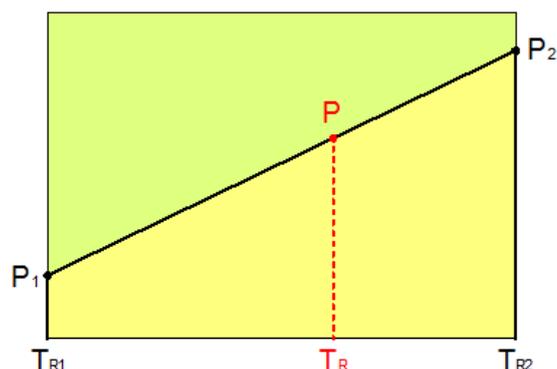


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

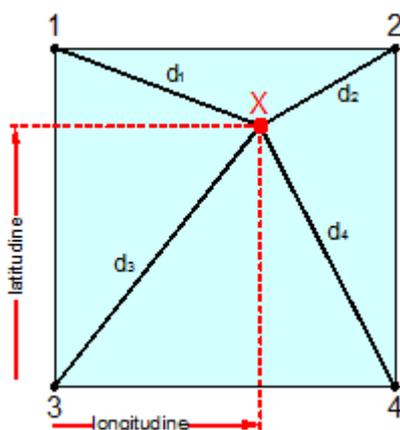


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

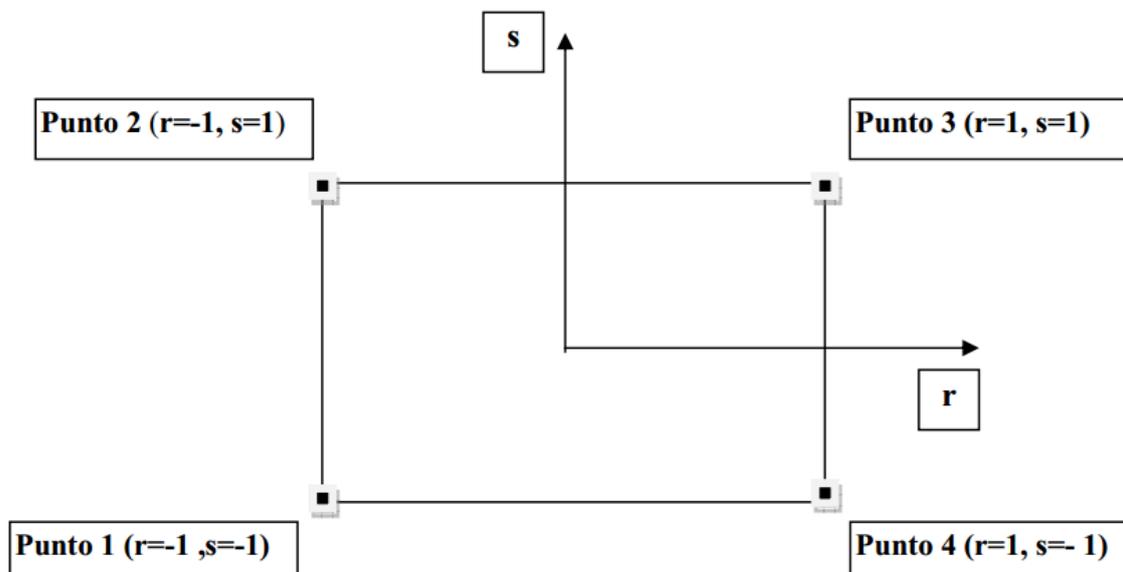


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

17.5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

17.6 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono dal punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

17.7 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Categoria di sottosuolo		
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.2; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

17.8 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati nella Tabella 5.2.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	B_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Tabella 5.2 - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

17.9 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = K_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

K_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera.

Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

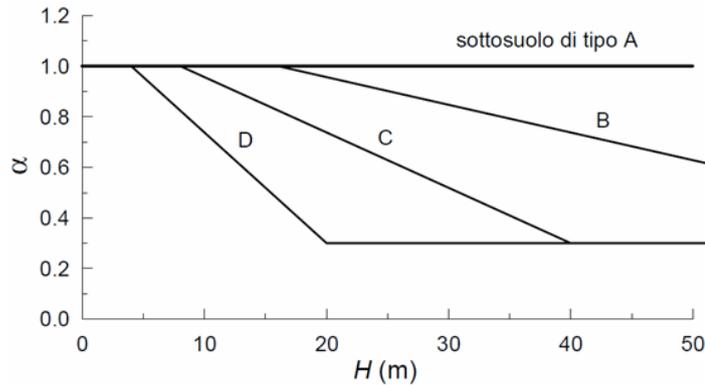


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

$\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

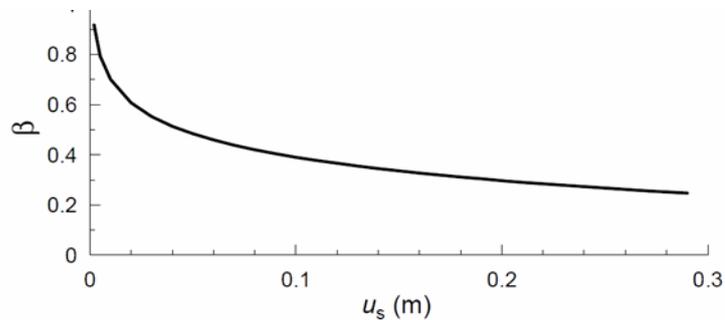


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

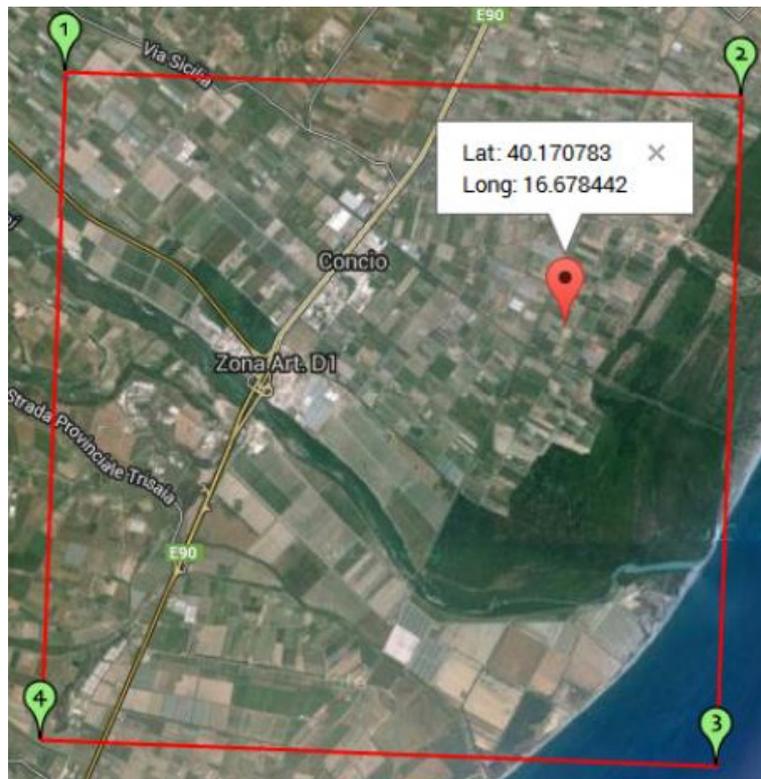
Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $K_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

STORIA SISMICA DEL SITO

Mappa sismogenetica



PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40.1707800 [°]
Longitudine (WGS84): 16.6784400 [°]
Latitudine (ED50): 40.1717800 [°]
Longitudine (ED50): 16.6792500 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

<i>Punto</i>	<i>ID</i>	<i>Latitudine (ED50) [°]</i>	<i>Longitudine (ED50) [°]</i>	<i>Distanza [m]</i>
1	35901	40.190950	16.630860	4630.47
2	35902	40.189090	16.696220	2405.03
3	36124	40.139130	16.693800	3835.37
4	36123	40.140980	16.628470	5509.13

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.034	2.386	0.277
<i>SLD</i>	50	0.041	2.446	0.318
	72	0.048	2.455	0.347
	101	0.053	2.527	0.365
	140	0.059	2.582	0.381
	201	0.067	2.572	0.422
<i>SLV</i>	475	0.086	2.684	0.458
<i>SLC</i>	975	0.104	2.764	0.518
	2475	0.130	2.906	0.547

Punto 2

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.033	2.374	0.275
<i>SLD</i>	50	0.040	2.455	0.318
	72	0.046	2.451	0.348
	101	0.052	2.516	0.366
	140	0.058	2.576	0.383
	201	0.065	2.581	0.421
<i>SLV</i>	475	0.082	2.706	0.459
<i>SLC</i>	975	0.099	2.798	0.520
	2475	0.123	2.943	0.551

Punto 3

<i>Stato limite</i>	<i>Tr</i> <i>[anni]</i>	<i>ag</i> <i>[g]</i>	<i>F0</i> <i>[-]</i>	<i>Tc*</i> <i>[s]</i>
<i>SLO</i>	30	0.033	2.376	0.278
<i>SLD</i>	50	0.040	2.453	0.320
	72	0.046	2.450	0.349
	101	0.052	2.511	0.370
	140	0.058	2.566	0.386

	201	0.066	2.566	0.422
SLV	475	0.085	2.680	0.461
SLC	975	0.103	2.766	0.521
	2475	0.128	2.909	0.551

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.034	2.390	0.279
SLD	50	0.041	2.455	0.320
	72	0.048	2.454	0.349
	101	0.054	2.521	0.368
	140	0.060	2.573	0.384
	201	0.068	2.555	0.420
SLV	475	0.089	2.656	0.458
SLC	975	0.108	2.730	0.519
	2475	0.136	2.871	0.547

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.033	2.380	0.277
SLD	50	0.040	2.453	0.319
SLV	475	0.085	2.687	0.459
SLC	975	0.103	2.772	0.520

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ζ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\zeta)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero

NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu_{30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

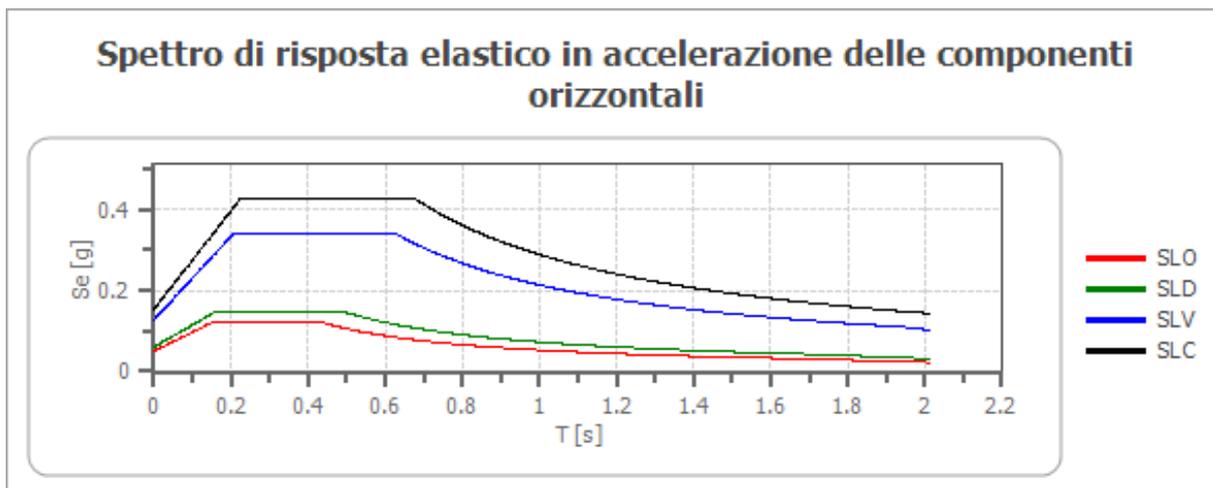
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.012	0.025	0.037
kv	0.005	0.006	0.013	0.018
$amax [m/s^2]$	0.491	0.595	1.247	1.509
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	$F0$ [-]	Tc^* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	$Se(0)$ [g]	$Se(T)$ B) [g]
SLO	1.0	0.033	2.380	0.277	1.500	1.600	1.000	1.500	1.000	0.148	0.443	1.734	0.050	0.119
SLD	1.0	0.040	2.453	0.319	1.500	1.530	1.000	1.500	1.000	0.163	0.488	1.762	0.061	0.149
SLV	1.0	0.085	2.687	0.459	1.500	1.360	1.000	1.500	1.000	0.208	0.624	1.939	0.127	0.342
SLC	1.0	0.103	2.772	0.520	1.500	1.300	1.000	1.500	1.000	0.225	0.676	2.010	0.154	0.427

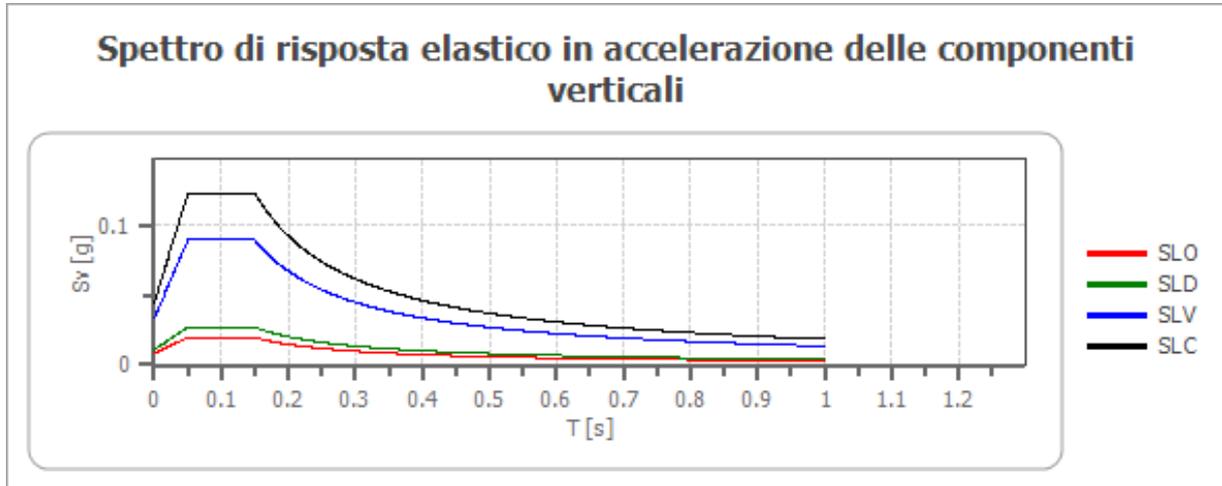
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5 + \xi)]^{1/2}$:

1.000

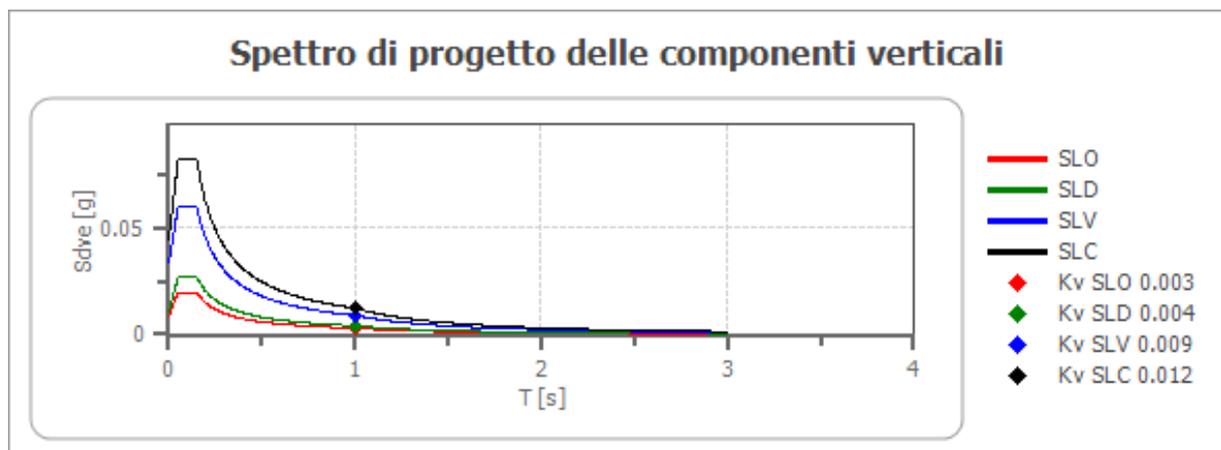
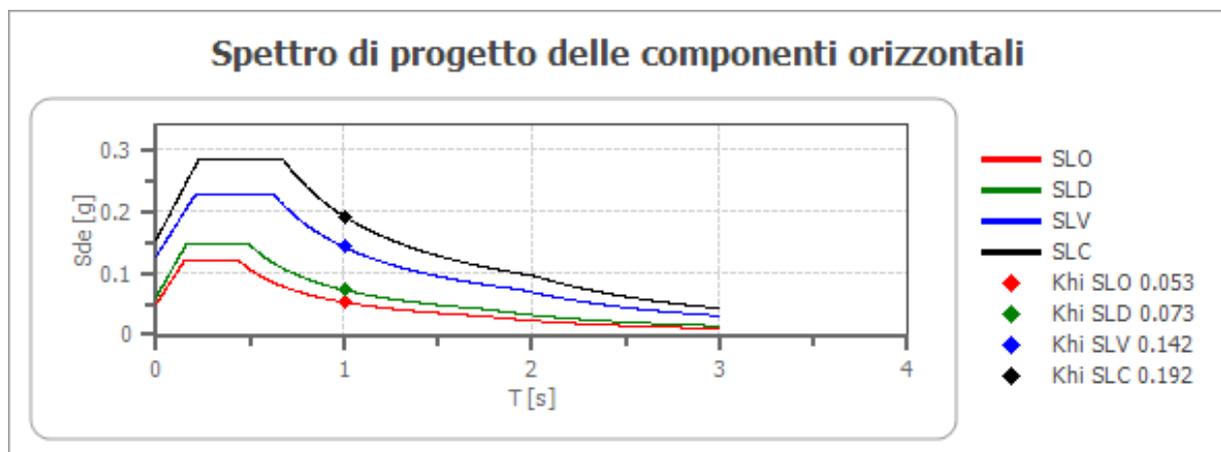


	<i>cu</i>	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]	<i>Ss</i> [-]	<i>Cc</i> [-]	<i>St</i> [-]	<i>S</i> [-]	η [-]	<i>TB</i> [s]	<i>TC</i> [s]	<i>TD</i> [s]	<i>Se(0)</i> [g]	<i>Se(T)</i> [g]
<i>SLO</i>	1.0	0.033	2.380	0.277	1	1.600	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
<i>SLD</i>	1.0	0.040	2.453	0.319	1	1.530	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
<i>SLV</i>	1.0	0.085	2.687	0.459	1	1.360	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.033	0.090
<i>SLC</i>	1.0	0.103	2.772	0.520	1	1.300	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.044	0.123

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q :	1.50
Fattore di struttura spettro verticale q :	1.50
Periodo fondamentale T :	1.00 [s]

	<i>SLO</i>	<i>SLD</i>	<i>SLV</i>	<i>SLC</i>
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.053	0.073	0.142	0.192
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.003	0.004	0.009	0.012



	<i>cu</i>	<i>ag</i> [g]	<i>F0</i> [-]	<i>Tc*</i> [s]	<i>Ss</i> [-]	<i>Cc</i> [-]	<i>St</i> [-]	<i>S</i> [-]	<i>q</i> [-]	<i>TB</i> [s]	<i>TC</i> [s]	<i>TD</i> [s]	<i>Sd(0)</i> [g]	<i>Sd(TB)</i> [g]
<i>SLO orizzontale</i>	1.0	0.033	2.380	0.277	1.500	1.600	1.000	1.500	1.000	0.148	0.443	1.734	0.050	0.119
<i>SLO verticale</i>	1.0	0.033	2.380	0.277	1.500	1.600	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
<i>SLD orizzontale</i>	1.0	0.040	2.453	0.319	1.500	1.530	1.000	1.500	1.000	0.163	0.488	1.762	0.061	0.149
<i>SLD verticale</i>	1.0	0.040	2.453	0.319	1.500	1.530	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.027
<i>SLV orizzontale</i>	1.0	0.085	2.687	0.459	1.500	1.360	1.000	1.500	1.500	0.208	0.624	1.939	0.127	0.228
<i>SLV verticale</i>	1.0	0.085	2.687	0.459	1.500	1.360	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.033	0.060
<i>SLC orizzontale</i>	1.0	0.103	2.772	0.520	1.500	1.300	1.000	1.500	1.500	0.225	0.676	2.010	0.154	0.284
<i>SLC verticale</i>	1.0	0.103	2.772	0.520	1.500	1.300	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.044	0.082

18.0 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La caratterizzazione geotecnica consiste nella formulazione di un modello geo-meccanico dei terreni di fondazione, tale da condurre la complessa situazione naturale a schemi più semplici facilmente utilizzabili per i calcoli di progetto. Essa è stata esplicitata mediante l'analisi di sondaggi terebrati nell'area interessata dalla lottizzazione.

La caratterizzazione dei terreni presenti nell'area indagata è stata fatta utilizzando i valori ricavati su n. 9 campioni prelevati nei fori di sondaggio S1-S2 e S3 spinti fino alla profondità di 30 m dal p.c.

CAMPIONE S1-C1 (2.0-2.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Limo argilloso di colore variabile dal verde oliva al marroncino”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.88 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 24.8 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 26.16 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 10 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 19^\circ$.

CAMPIONE S1-C2 (10.0-10.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Limo argilloso di colore variabile dal verde oliva al marroncino”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.55 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 26.2 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 26.23 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 23 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 16^\circ$.

CAMPIONE S1-C3 (20.0-20.40 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Limo argilloso di colore variabile dal bluastrò al grigiastro”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.58 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 27.2 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 26.12 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 14 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 14^\circ$.

CAMPIONE S2-C1 (7.10-7.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Sabbia debolmente limosa di colore marroncino”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 16.07 KN/m³, mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 9.1 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 25.81 KN/m³.

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 2 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 24^\circ$.

CAMPIONE S2-C2 (17.00-17.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Sabbia debolmente limosa di colore marroncino”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 21.28 KN/m³, mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 18.7 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 25.81 KN/m³.

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 16 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 23^\circ$.

CAMPIONE S2-C3 (21.00-21.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Limo argilloso di colore variabile dal verde bluastrò al grigiastro”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.70 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 27.0 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 26.14 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 10 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 16^\circ$.

CAMPIONE S3-C1 (2.0-2.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Limo argilloso di colore variabile dal verde oliva al marroncino”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.73 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 24.8 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 25.7 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 0 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 19^\circ$.

CAMPIONE S3-C2 (10.0-10.50 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Sabbia limosa di colore variabile dal verde al grigio”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 19.74 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 22.6 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 25.81 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 7 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 33^\circ$.

CAMPIONE S3-C3 (20.0-20.40 m dal p.c.)

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come **“Sabbia argillosa debolmente limosa”**.

Il peso di volume dei provini indisturbati è pari a 21.29 KN/m^3 , mentre il contenuto umidità naturale risulta pari a 18.9 %.

Il peso specifico, infine, ha un valore di 25.84 KN/m^3 .

La prova di taglio diretto del tipo consolidato e drenato ha fornito un valore di coesione $c = 3 \text{ KN/m}^2$ e un valore dell'angolo di attrito interno $\phi = 27^\circ$.

19.0 CONCLUSIONI

Sulla base degli elementi acquisiti dalle indagini in sito e di laboratorio, è possibile stilare le seguenti conclusioni:

- ❖ *L'area di intervento è possibile suddividerla, dal punto di vista geologico, in due macrozone: la prima, a monte della SS 106, è riferibile ai depositi marini terrazzati e comprende le zone del centro abitato. La seconda, a valle della SS 106, costituita dai depositi alluvionali si riferisce esclusivamente a via Giumenteria.*
- ❖ *Si evidenziano morfotipi che indichino un disequilibrio in atto esclusivamente per via Firenze dove risulterà necessario la realizzazione di gabbionate a sostegno della sede stradale oltre che un razionale smaltimento delle acque endogene mediante la realizzazione/ripristino delle cunette di scolo.*
- ❖ *L'area non rientra tra quelle vincolate dal Pai di Basilicata;*
- ❖ *la prova sismica in foro ha permesso di classificare il sottosuolo come appartenente alla classe C esclusivamente per via Giumenteria, tutte le altre rientrano nella classe B.*

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

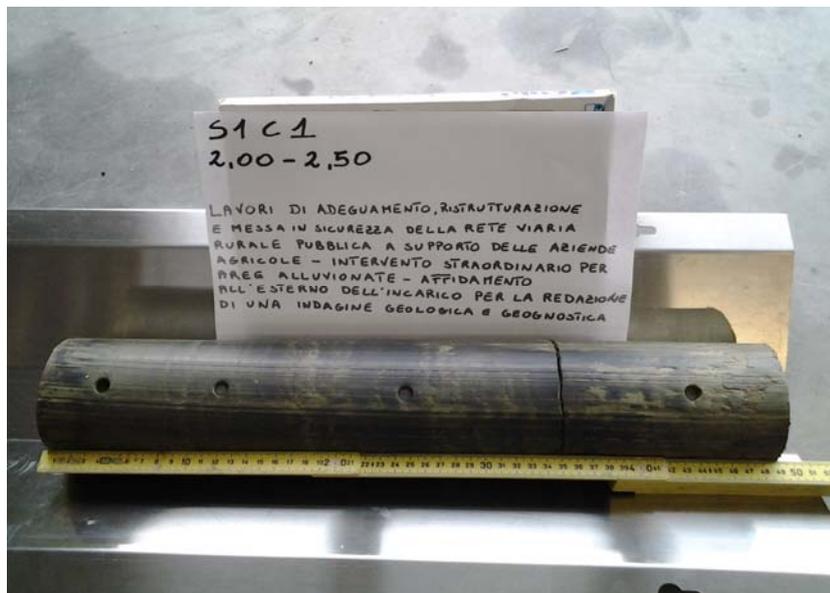
Certificato di prova numero:	169	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	490.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Limo argilloso di colore variabile dal verde oliva al marroncino	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	169/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	169/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	169/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	169/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	169/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	169/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	169/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	169/H
Prova Triassiale TX	<input checked="" type="checkbox"/>	169/I
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1	6		
TD2	6		
TD3	6		
TX1		n.e.	
TX2			
TX3			
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	169/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	48.46	50.70	50.98
Peso Lordo Secco (g)	43.67	45.87	45.84
Tara (g)	24.74	26.08	25.01
Umidità relativa W (%)	25.3%	24.4%	24.7%

Umidità naturale media W_n (%)

24.8%

Deviazione standard

0.46%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	169/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
59.54	39.95	140.51	80.97

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19.88

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{Sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	64.56

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

15.85

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	169/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	22.38	22.49	22.455
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	191.18	191.24	191.23
Temperatura (°C)	19.2	19.2	19.2
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.191	177.191	177.191
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6672	2.6644	2.6682
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0002	1.0002	1.0002
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6677	2.6650	2.6687

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.667	Deviazione standard	0.002
---	--------------	----------------------------	--------------

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

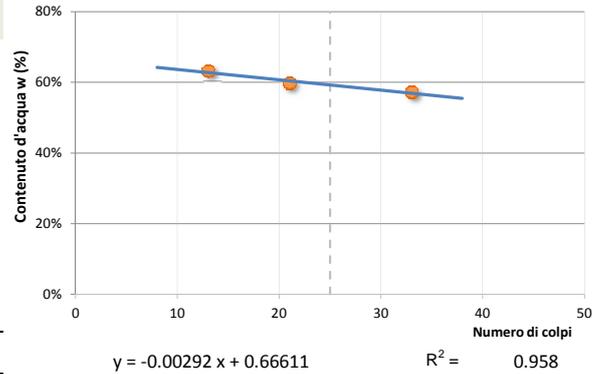
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	169/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

	A	B	C
Contenitore N°	1	2	3
P _T - tara (g)	24.73	26.09	25
P _T + campione umido (g)	40.88	40.23	43.56
P _T + campione secco (g)	35	34.94	36.37
N° di colpi	33	21	13
Contenuto d'acqua W (%)	57.25%	59.77%	63.24%
LIMITE LIQUIDO W_L (%)	59.3%		



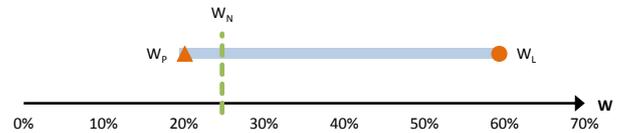
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°	20	21
P _T - Peso contenitore (g)	26.42	26.21
P _T + campione umido (g)	44.29	39.55
P _T + campione secco (g)	41.31	37.31
Contenuto d'acqua W (%)	20.01%	20.18%
LIMITE PLASTICO W_p (%)	20.1%	

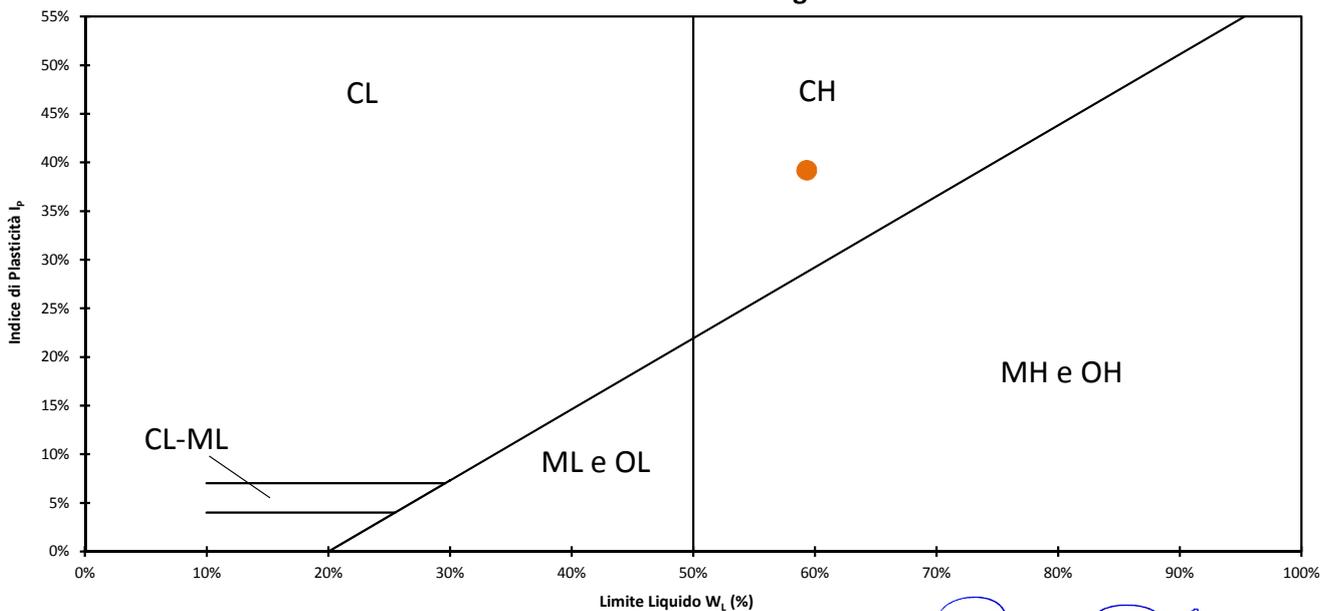
Indice di Plasticità I_p **39.2%**

Indice di consistenza I_c **0.880**

Indice di liquidità I_l **0.120**



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolpe)



ANALISI GRANULOMETRICA

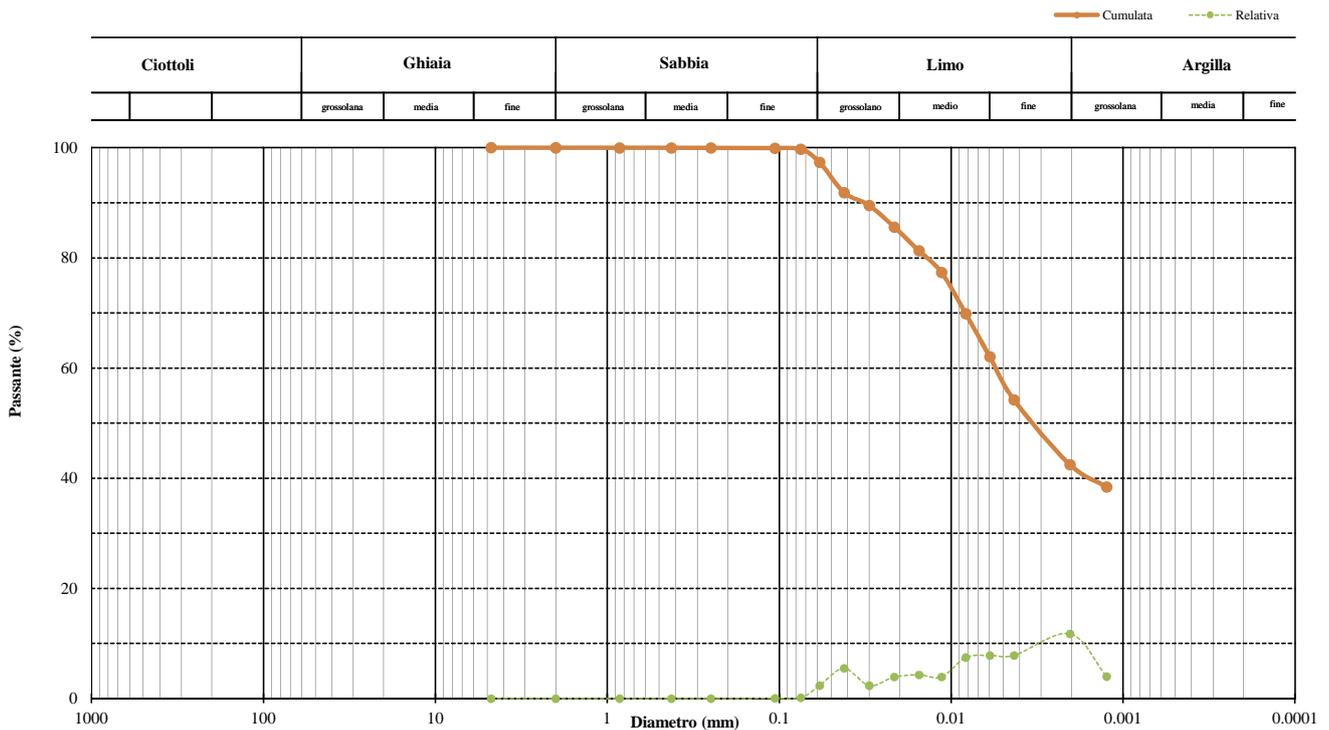
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	169/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4.7500	100.00 %	0.0420	91.88 %	0.0020	42.46 %
2.0000	100.00 %	0.0300	89.52 %	0.0012	38.44 %
0.8500	99.98 %	0.0215	85.60 %	#N/D	#N/D
0.4250	99.97 %	0.0154	81.29 %	#N/D	#N/D
0.2500	99.95 %	0.0114	77.36 %	#N/D	#N/D
0.1060	99.90 %	0.0082	69.91 %	#N/D	#N/D
0.0750	99.74 %	0.0060	62.07 %	#N/D	#N/D
0.0583	97.37 %	0.0043	54.22 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Limo con Argilla	
Passante setaccio 10 (2 mm)	100.00 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.97 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.74 %	D_{50}	0.00350 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00553 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.03242 mm
Argilla (< 0,002 mm)	42.25 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	55.36 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	2.39 %
		Ghiaia (> 2 mm)	0.00 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	169/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.

Sondaggio

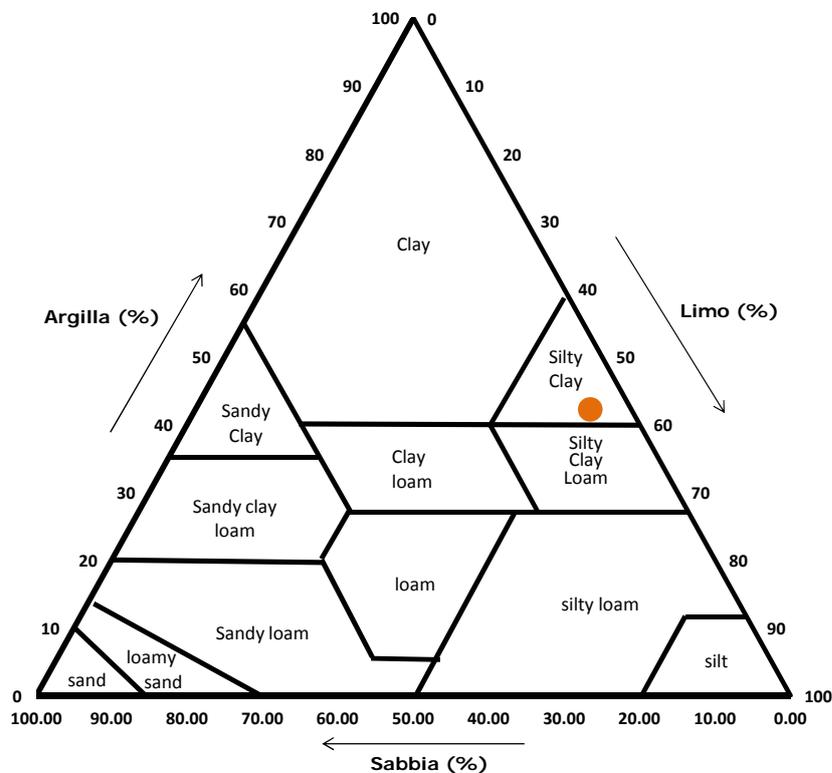
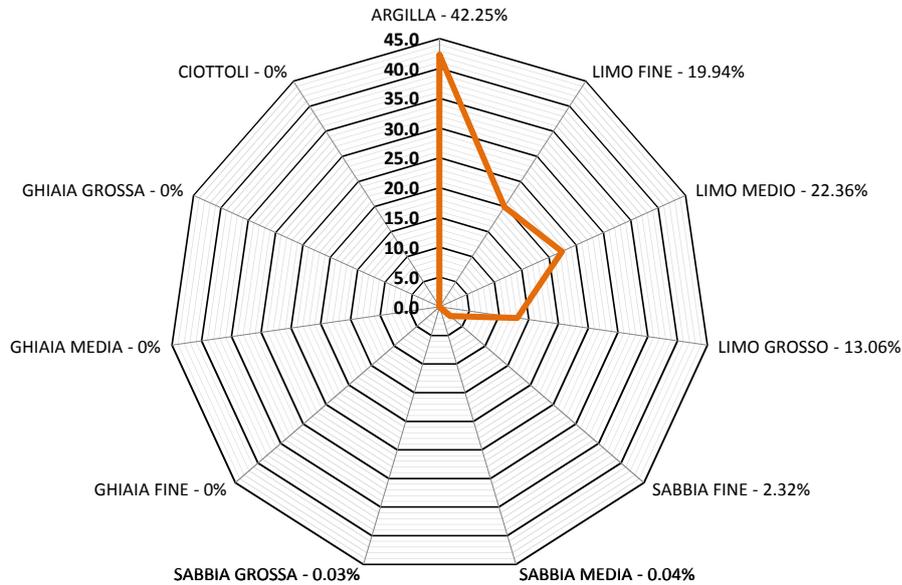
1

Campione

1

Profondità

2.00 ÷ 2.50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
42.25 %	52.31 %	5.44 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

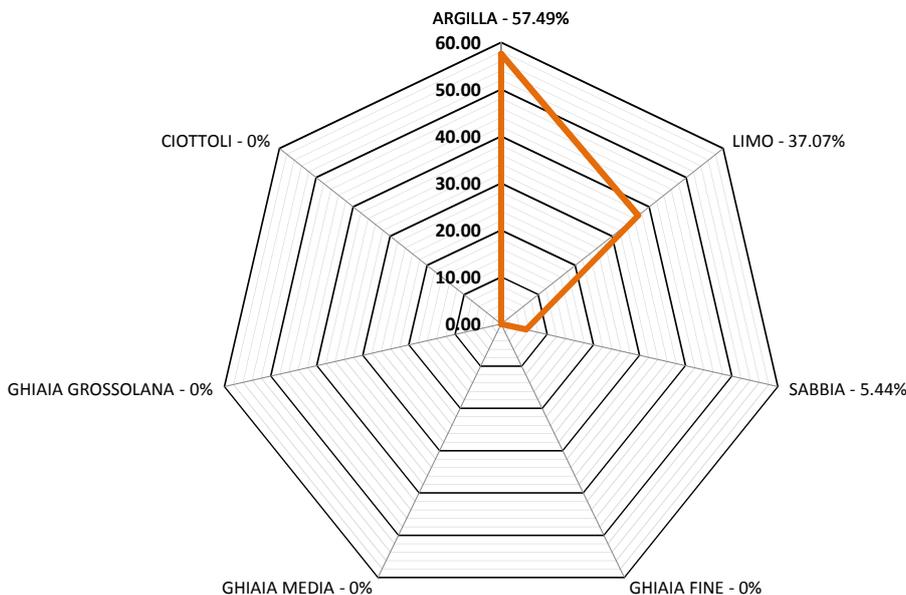
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	169/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50	

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.00 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.97 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.74 %	D_{50}	0.00350 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00553 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.03242 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
57.49 %	37.07 %	5.44 %	0.00 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
59.3%	20.10%	39.21%	13

Classificazione CNR-UNI 10006 **A7-6**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	169/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	19.81
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	80.97	80.97
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	26.16	26.16
Umidità (trimming) (%)	24.8%	24.8%
Umidità (misura diretta) (%)	25.4%	26.2%
Densità umida (kN/m ³)	20.16	20.49
Densità secca (kN/m ³)	16.08	16.23
Indice dei vuoti	0.628	0.612
Grado di saturazione (%)	108.0%	114.4%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
170.0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	20.01	-0.04%	0.628					
25	20.01	-0.05%	0.628					
50	19.99	0.08%	0.626	0.007	0.053	18865.4		
100	19.87	0.67%	0.617	0.032	0.121	8243.7	0.0650	5.25E-07
200	19.63	1.87%	0.597	0.065	0.122	8175.0	0.0406	3.25E-07
400	19.32	3.39%	0.572	0.082	0.077	12907.9	0.0346	4.39E-07
800	18.97	5.16%	0.544	0.096	0.045	22169.5	0.0332	7.23E-07
1600	18.52	7.41%	0.507	0.122	0.029	34802.7	0.0315	1.08E-06
800	18.60	6.98%	0.514					
400	18.82	5.90%	0.531					
100	19.32	3.41%	0.572					
25	19.81	0.98%	0.612					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

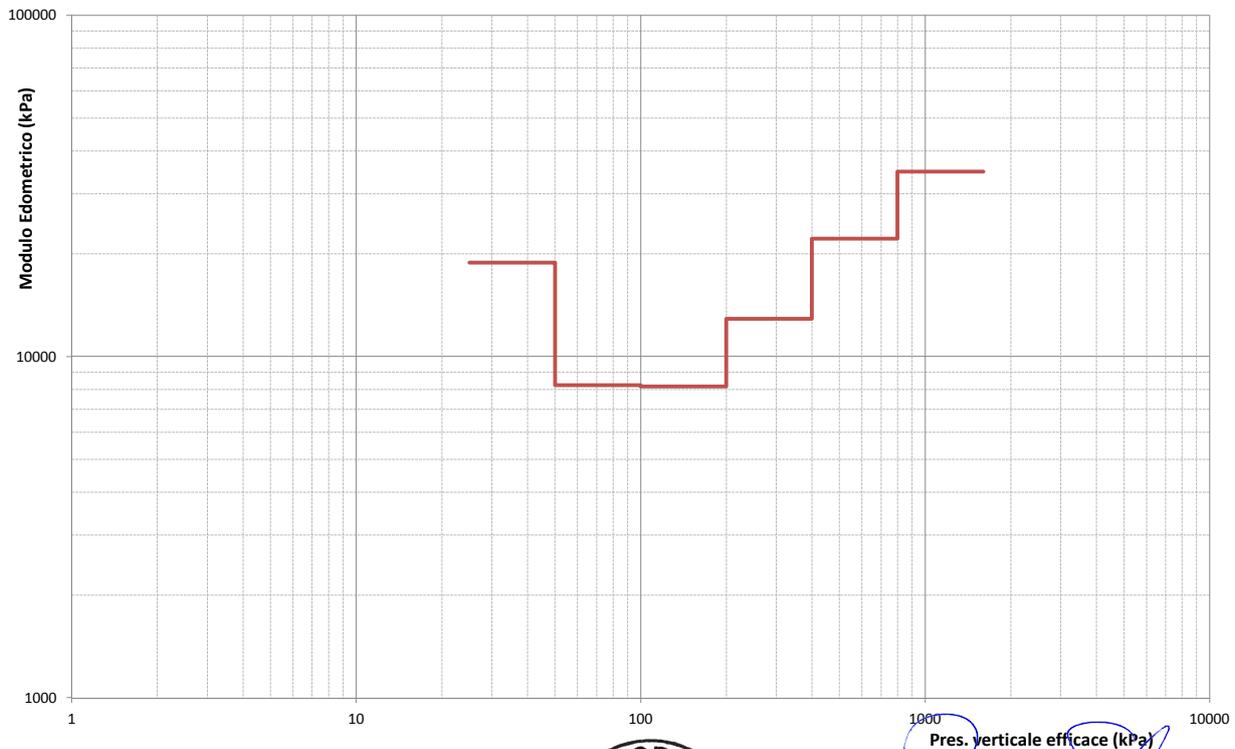
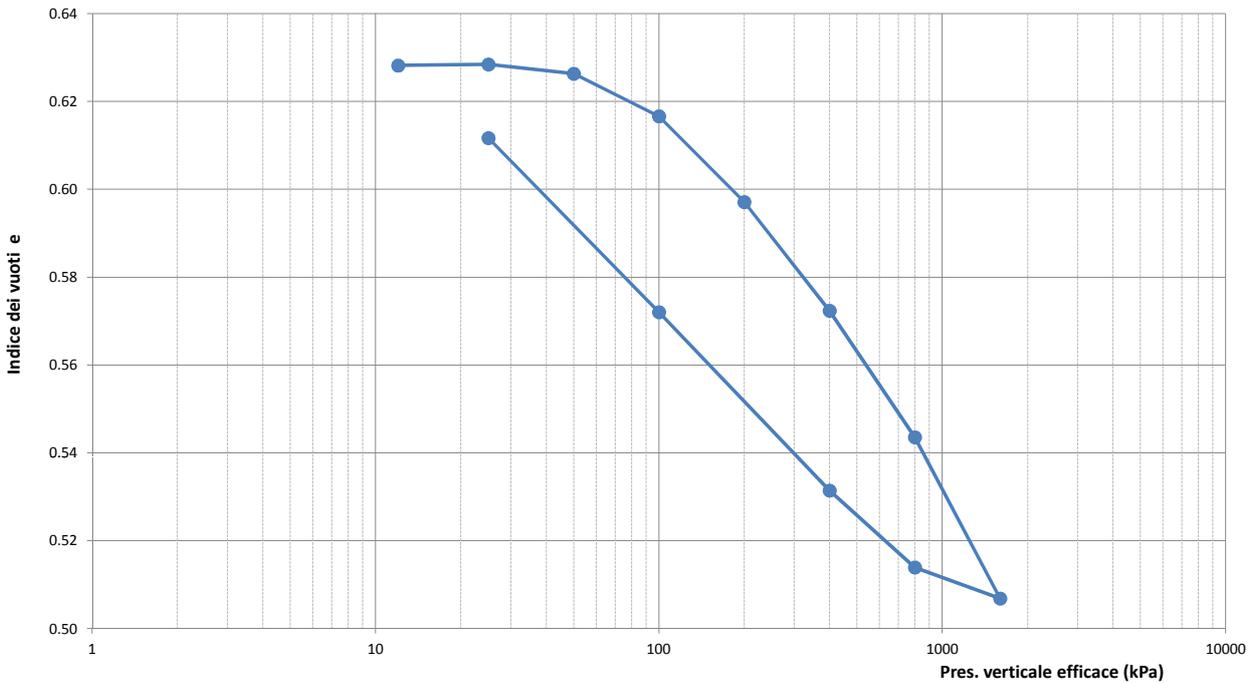


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

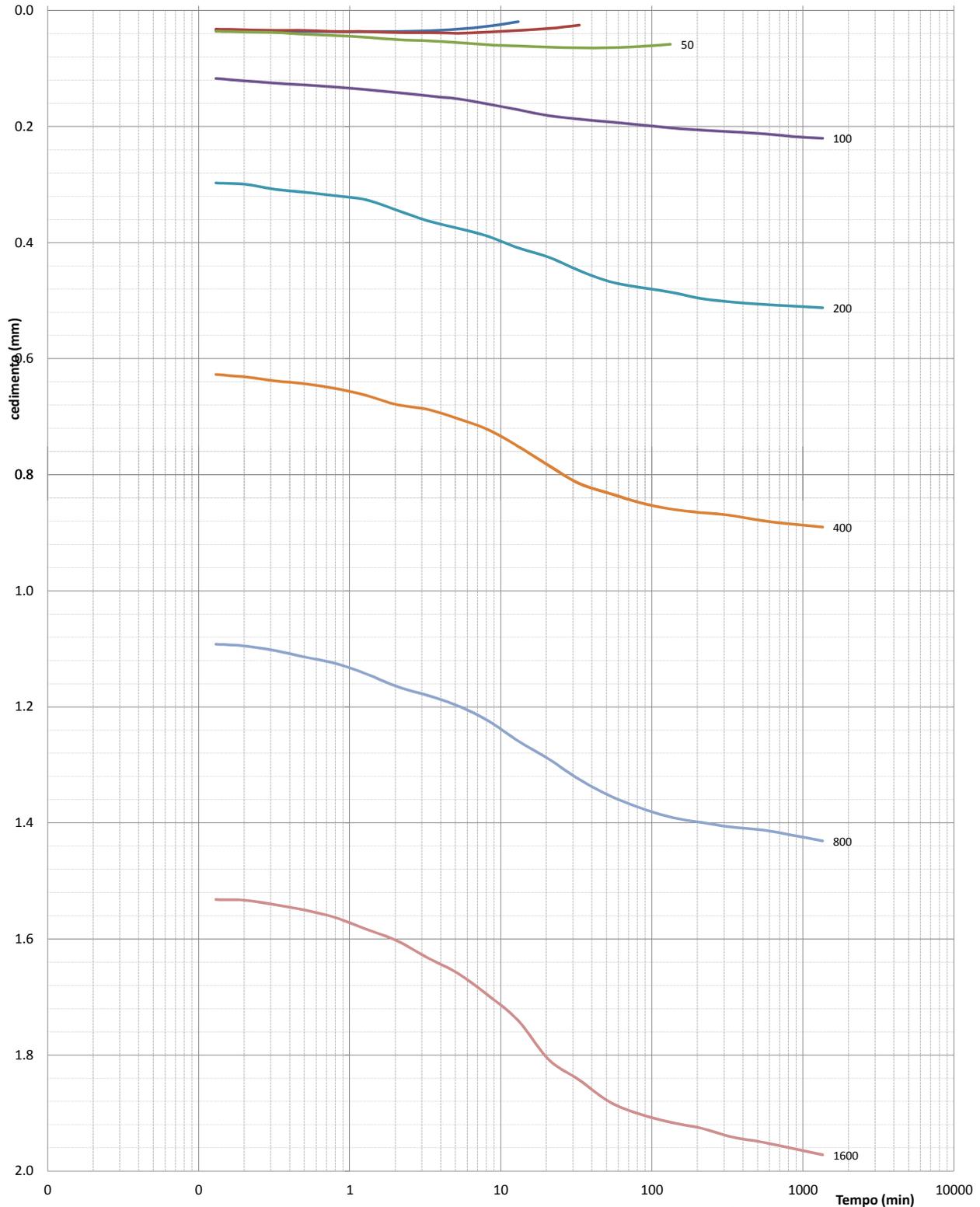


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0.00	0.027	0.028	0.032	0.101	0.272	0.586	1.077	1.521
0.08	0.031	0.031	0.035	0.114	0.291	0.621	1.089	1.528
0.13	0.034	0.032	0.036	0.117	0.297	0.627	1.092	1.532
0.20	0.035	0.033	0.037	0.121	0.299	0.631	1.095	1.533
0.32	0.036	0.034	0.038	0.125	0.308	0.638	1.103	1.541
0.50	0.036	0.034	0.041	0.128	0.313	0.643	1.114	1.550
0.80	0.036	0.036	0.043	0.132	0.319	0.651	1.125	1.563
1.28	0.036	0.036	0.046	0.136	0.326	0.663	1.143	1.583
2.05	0.036	0.038	0.050	0.141	0.344	0.679	1.165	1.603
3.25	0.035	0.038	0.052	0.147	0.362	0.687	1.180	1.632
5.17	0.032	0.039	0.055	0.152	0.375	0.703	1.198	1.659
8.22	0.027	0.037	0.059	0.161	0.389	0.722	1.224	1.697
13.05	0.019	0.034	0.061	0.171	0.409	0.751	1.259	1.741
20.75		0.031	0.063	0.181	0.425	0.784	1.290	1.808
33.00		0.025	0.064	0.187	0.448	0.815	1.325	1.843
52.47			0.064	0.192	0.467	0.832	1.353	1.881
83.43			0.062	0.197	0.477	0.848	1.374	1.902
132.65			0.058	0.202	0.485	0.859	1.390	1.916
210.92				0.206	0.496	0.865	1.399	1.926
335.37				0.209	0.502	0.870	1.407	1.941
533.23				0.212	0.506	0.879	1.412	1.950
847.83				0.217	0.509	0.885	1.421	1.961
1348.05				0.220	0.512	0.890	1.431	1.972

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0.08	1.942	1.816	1.553	1.032
0.32	1.935	1.812	1.541	1.020
1.28	1.920	1.788	1.517	1.006
5.17	1.898	1.732	1.453	0.971
20.75	1.874	1.666	1.326	0.900
83.43	1.861	1.616	1.172	0.745
335.37	1.858	1.606	1.063	0.552

533.23

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	148.45	145.79	148.59
Umidità (misura diretta) (%)	23.47%	25.79%	23.42%
Umidità (trimming) (%)	25.30%	24.41%	24.68%
Densità umida (kN/m ³)	20.23	19.86	20.25
Densità secca (kN/m ³)	16.38	15.79	16.40
Indice dei vuoti	0.628	0.689	0.626
Grado di saturazione (%)	99.7%	99.8%	99.8%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100.0	200.0	300.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.148	0.224	0.286

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00972	0.00985	0.00971
Pressione verticale (kPa)	100.0	200.0	300.0
Tensione di taglio (kPa)	42.0	83.4	110.0
Spostamento orizzontale (mm)	1.29	2.17	2.22
Deformazione verticale (mm)	0.004	-0.092	0.186

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

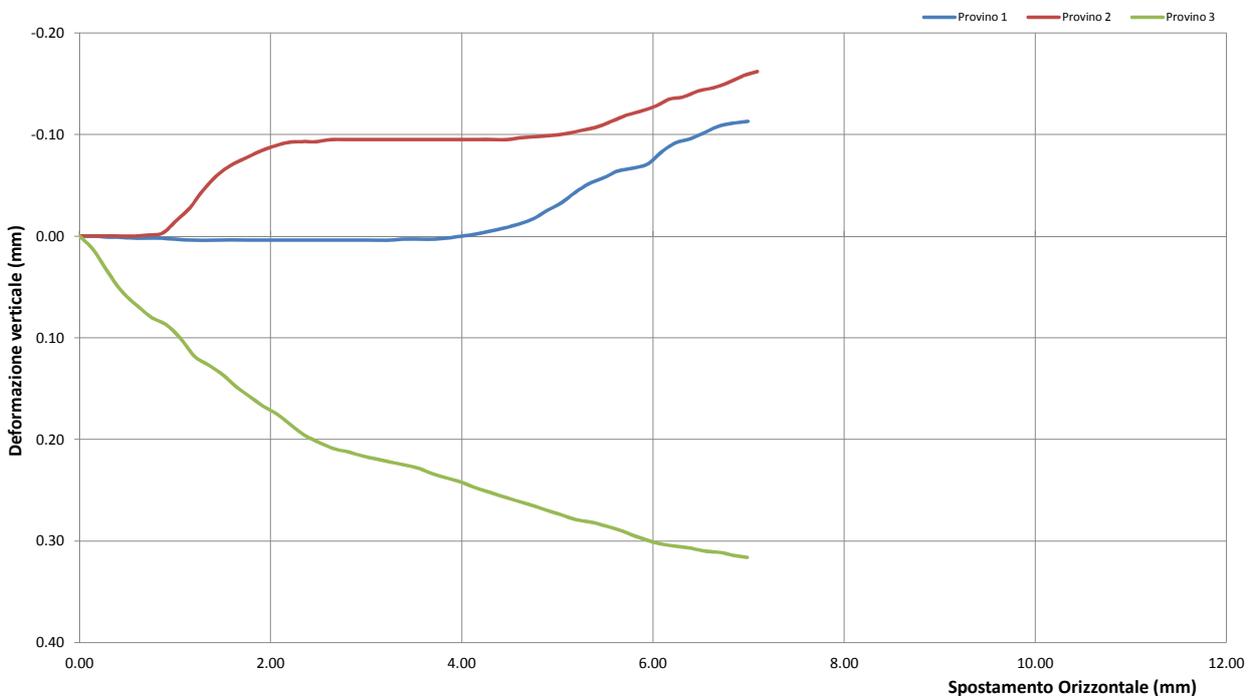
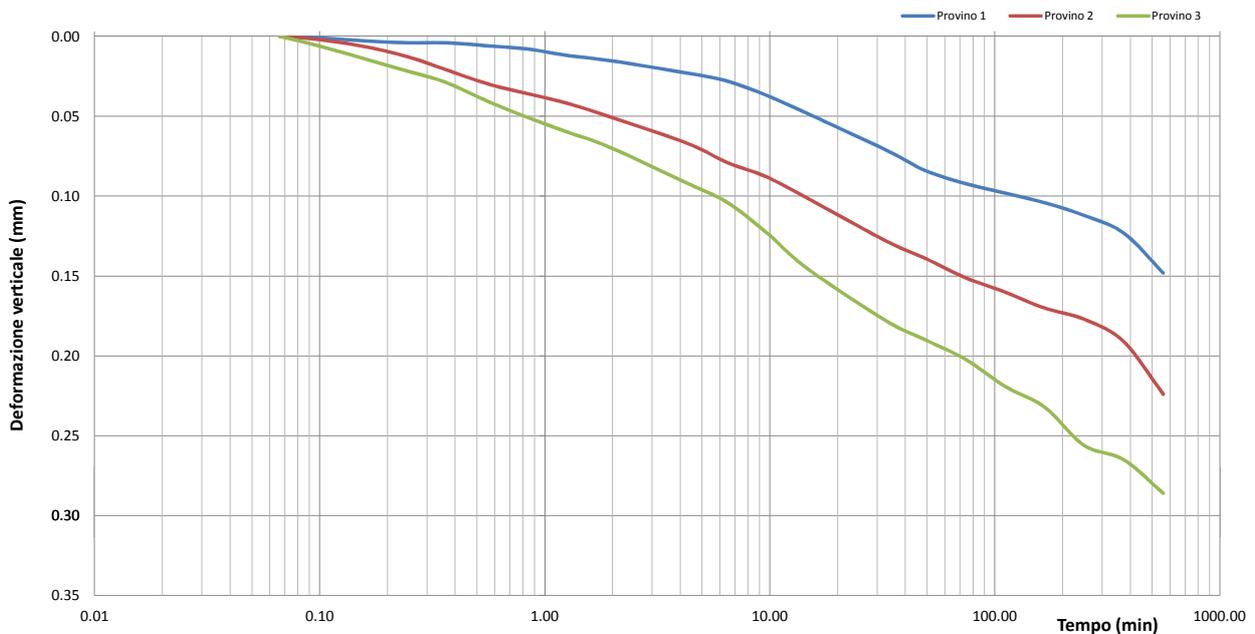


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

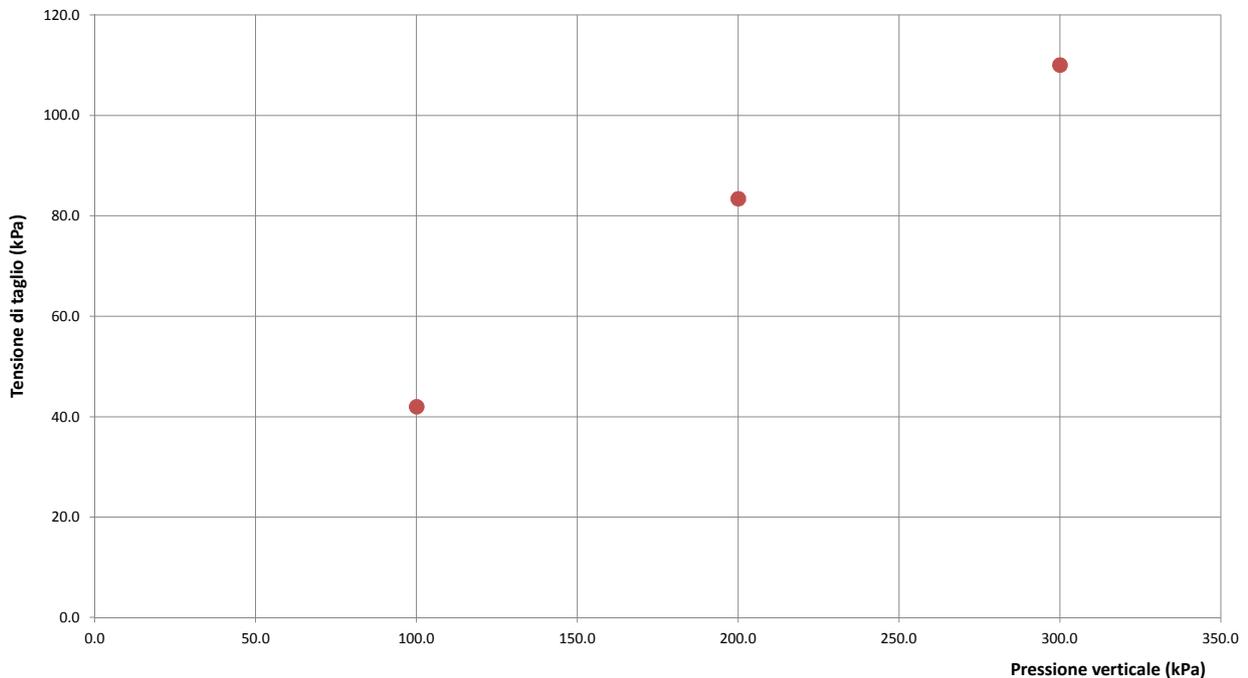
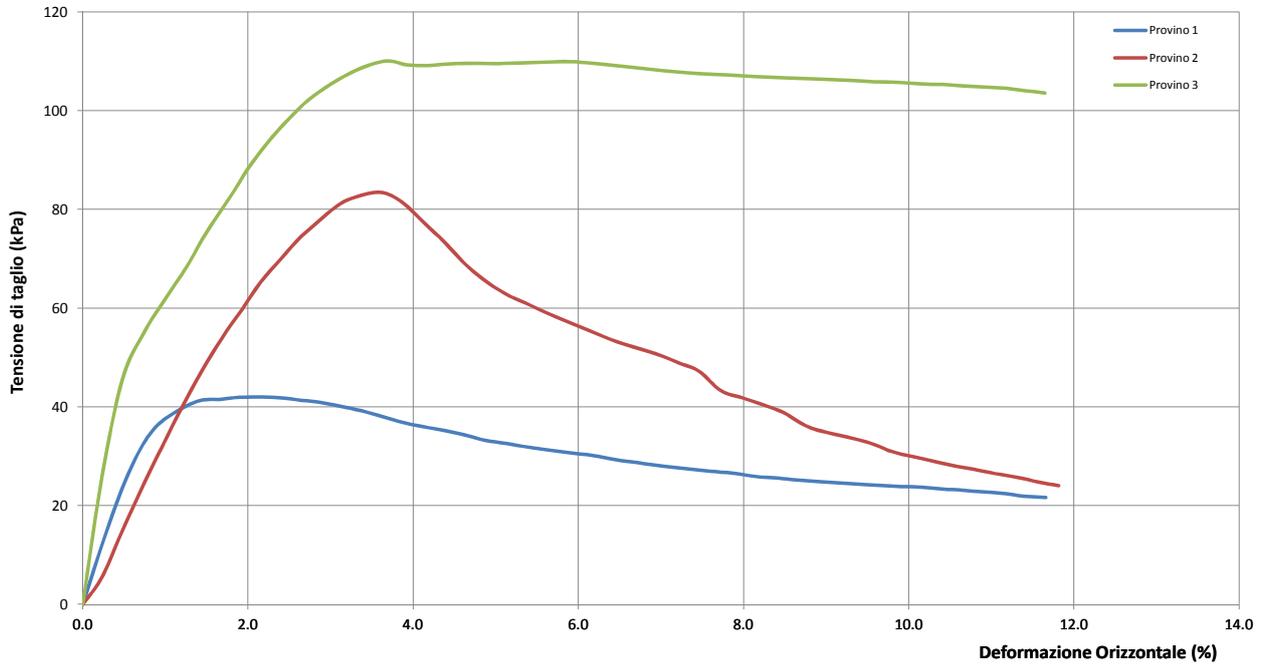
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.28	0.000	0.07	0.39	0.000	0.07	0.46	0.000
0.10	0.29	0.001	0.10	0.39	0.002	0.10	0.47	0.006
0.17	0.29	0.003	0.17	0.40	0.007	0.17	0.48	0.015
0.25	0.29	0.004	0.25	0.40	0.013	0.25	0.48	0.022
0.37	0.29	0.004	0.37	0.41	0.021	0.37	0.49	0.029
0.57	0.29	0.006	0.57	0.42	0.030	0.57	0.50	0.041
0.85	0.29	0.008	0.85	0.43	0.036	0.85	0.51	0.051
1.27	0.30	0.012	1.27	0.43	0.042	1.27	0.52	0.060
1.92	0.30	0.015	1.92	0.44	0.050	1.92	0.53	0.069
4.32	0.31	0.023	4.32	0.46	0.067	4.32	0.55	0.092
4.32	0.31	0.023	4.32	0.46	0.067	4.32	0.55	0.092
6.48	0.31	0.028	6.48	0.47	0.079	6.48	0.57	0.104
9.72	0.32	0.037	9.72	0.48	0.088	9.72	0.58	0.123
14.58	0.33	0.048	14.58	0.49	0.101	14.58	0.61	0.145
32.83	0.36	0.071	32.83	0.52	0.128	32.83	0.64	0.178
49.25	0.37	0.084	49.25	0.53	0.139	49.25	0.65	0.190
73.88	0.38	0.092	73.88	0.54	0.151	73.88	0.66	0.202
110.83	0.38	0.098	110.83	0.55	0.160	110.83	0.68	0.219
166.25	0.39	0.104	166.25	0.56	0.170	166.25	0.69	0.232
249.38	0.40	0.112	249.38	0.57	0.177	249.38	0.72	0.256
374.08	0.41	0.123	374.08	0.58	0.191	374.08	0.73	0.265
561.13	0.43	0.148	561.13	0.62	0.224	561.13	0.75	0.286

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.16	0.000	13.5	0.14	0.000	5.5	0.14	0.013	26.1
0.42	0.001	31.8	0.43	0.000	23.8	0.44	0.054	54.8
0.55	0.002	36.5	0.57	0.000	31.8	0.61	0.069	62.4
0.71	0.002	39.5	0.73	-0.001	40.2	0.76	0.080	68.4
0.86	0.002	41.3	0.87	-0.003	47.4	0.91	0.087	75.6
1.00	0.003	41.5	1.01	-0.015	53.8	1.06	0.101	82.1
1.14	0.004	41.9	1.16	-0.028	59.7	1.20	0.118	88.2
1.29	0.004	42.0	1.29	-0.045	65.2	1.35	0.127	93.9
1.43	0.004	41.9	1.44	-0.060	70.0	1.50	0.136	98.3
1.59	0.004	41.3	1.59	-0.070	74.5	1.64	0.148	102.1
1.74	0.004	40.9	1.74	-0.077	78.3	1.79	0.158	105.0
1.88	0.004	40.1	1.88	-0.083	81.2	1.92	0.167	107.2
2.02	0.004	39.2	2.02	-0.088	82.8	2.07	0.175	109.0
2.18	0.004	38.1	2.17	-0.092	83.4	2.22	0.186	110.0
2.32	0.004	36.9	2.32	-0.093	81.4	2.36	0.196	109.2
2.47	0.004	36.0	2.48	-0.093	77.2	2.51	0.203	109.1
2.64	0.004	35.2	2.63	-0.095	73.3	2.66	0.209	109.4
2.78	0.004	34.3	2.78	-0.095	68.8	2.81	0.212	109.6
2.92	0.004	33.2	2.95	-0.095	65.1	2.95	0.216	109.5
3.08	0.004	32.6	3.10	-0.095	62.4	3.10	0.219	109.6
3.23	0.004	31.9	3.25	-0.095	60.6	3.25	0.222	109.7
3.38	0.003	31.3	3.40	-0.095	58.6	3.40	0.225	109.8
3.54	0.003	30.7	3.56	-0.095	56.8	3.54	0.228	109.9
3.69	0.003	30.3	3.71	-0.095	55.1	3.70	0.234	109.6
3.84	0.002	29.5	3.87	-0.095	53.3	3.85	0.238	109.2
4.00	0.000	28.8	4.02	-0.095	52.0	4.00	0.242	108.7
4.15	-0.002	28.3	4.18	-0.095	50.6	4.15	0.248	108.2
4.30	-0.005	27.7	4.34	-0.095	48.8	4.30	0.252	107.8
4.45	-0.008	27.3	4.48	-0.095	47.2	4.46	0.257	107.5
4.60	-0.012	26.9	4.64	-0.097	43.3	4.60	0.261	107.3
4.75	-0.017	26.5	4.79	-0.098	41.9	4.74	0.265	107.1
4.89	-0.025	25.9	4.94	-0.099	40.4	4.90	0.270	106.8
5.05	-0.033	25.6	5.10	-0.101	38.8	5.04	0.274	106.7
5.19	-0.043	25.2	5.25	-0.104	36.2	5.20	0.279	106.5
5.34	-0.052	24.9	5.40	-0.107	34.9	5.34	0.281	106.4
5.50	-0.058	24.6	5.57	-0.113	33.8	5.50	0.285	106.2
5.63	-0.064	24.4	5.72	-0.119	32.7	5.65	0.289	106.0
5.79	-0.067	24.1	5.88	-0.123	31.0	5.78	0.294	105.8
5.95	-0.071	23.9	6.03	-0.128	29.9	5.94	0.299	105.7
6.11	-0.084	23.7	6.18	-0.135	29.0	6.10	0.303	105.4
6.24	-0.092	23.4	6.32	-0.137	28.1	6.24	0.305	105.3

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6.40	-0.10	23.14	6.48	-0.14	27.33	6.40	0.31	104.97
6.54	-0.10	22.78	6.63	-0.15	26.47	6.56	0.31	104.72
6.68	-0.11	22.53	6.79	-0.15	25.75	6.71	0.31	104.50
6.83	-0.11	21.92	6.95	-0.16	24.75	6.85	0.31	104.00
7.00	-0.11	21.64	7.09	-0.16	24.06	6.99	0.32	103.56

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 2850

Certificato di prova numero:	169/l	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

CONDIZIONI INIZIALI	Campione	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Indisturbato				
Pressione di cella (kPa)		100	200	300
L - Altezza (mm)		76	76	76
D - Diametro (mm)		38	38	38
A - Sezione (mm ²)		1134.1	1134.1	1134.1
P - Massa provino (g)		178.5	177.8	178.7
w - Contenuto d'acqua (%)		25.30%	24.40%	24.70%
G _s - Peso specifico dei granuli (kN/m ³)		26.16	26.16	26.16
γ - Densità umida (kN/m ³)		20.32	20.24	20.34
γ _d - Densità secca (kN/m ³)		16.21	16.27	16.31
e - Indice dei vuoti		0.614	0.608	0.604
S _r - Grado di saturazione (%)		110.0%	107.0%	109.0%
Spessore membrana (mm)			0.2	
Modulo Elastico membrana (kN/m ²)			1400	

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.760	0.760	0.760
Criterio di rottura		Massimo sforzo deviatorico	
Deformazione assiale (%)	10.80	10.50	12.51
Resistenza a compressione (kPa)	420.2	425.5	417.4
Sforzo principale minore (kPa)	100.0	200.0	300.0
Sforzo principale maggiore (kPa)	520	625	717
Pressione interstiziale (kPa)	---	---	---

PROVINI DOPO ROTTURA



Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve

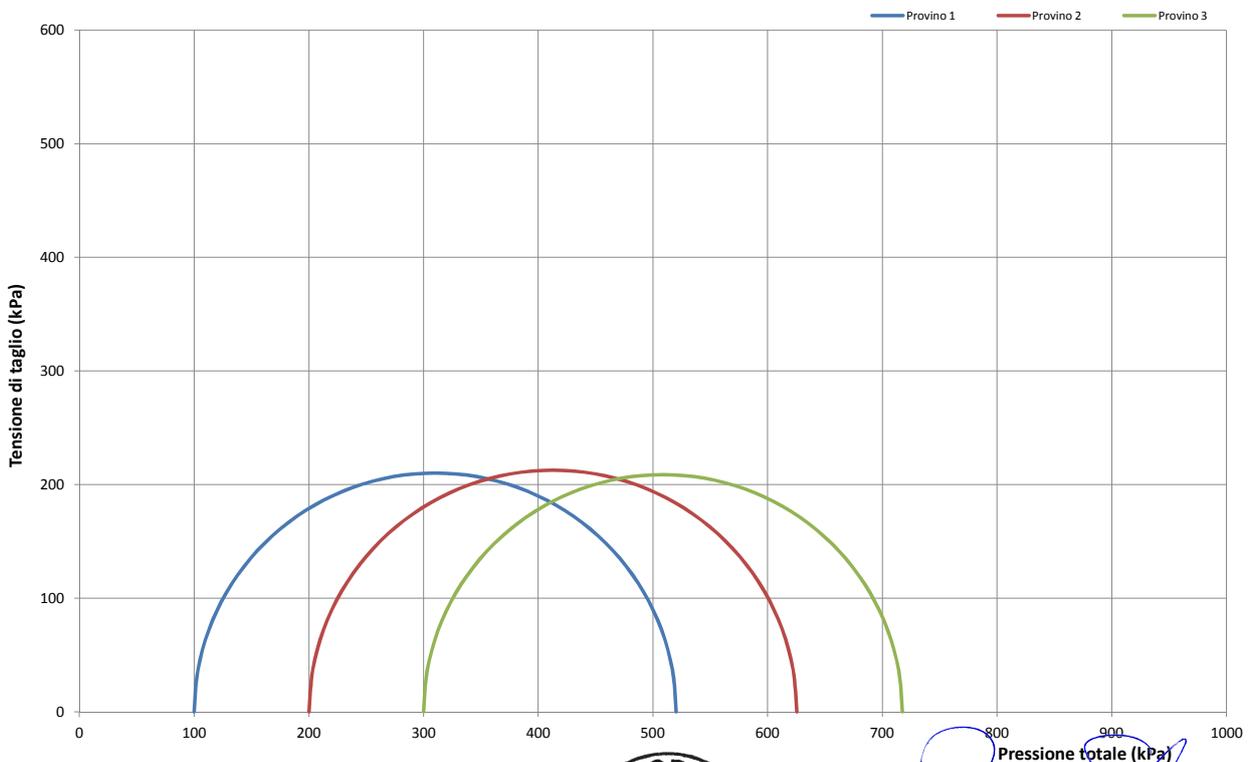
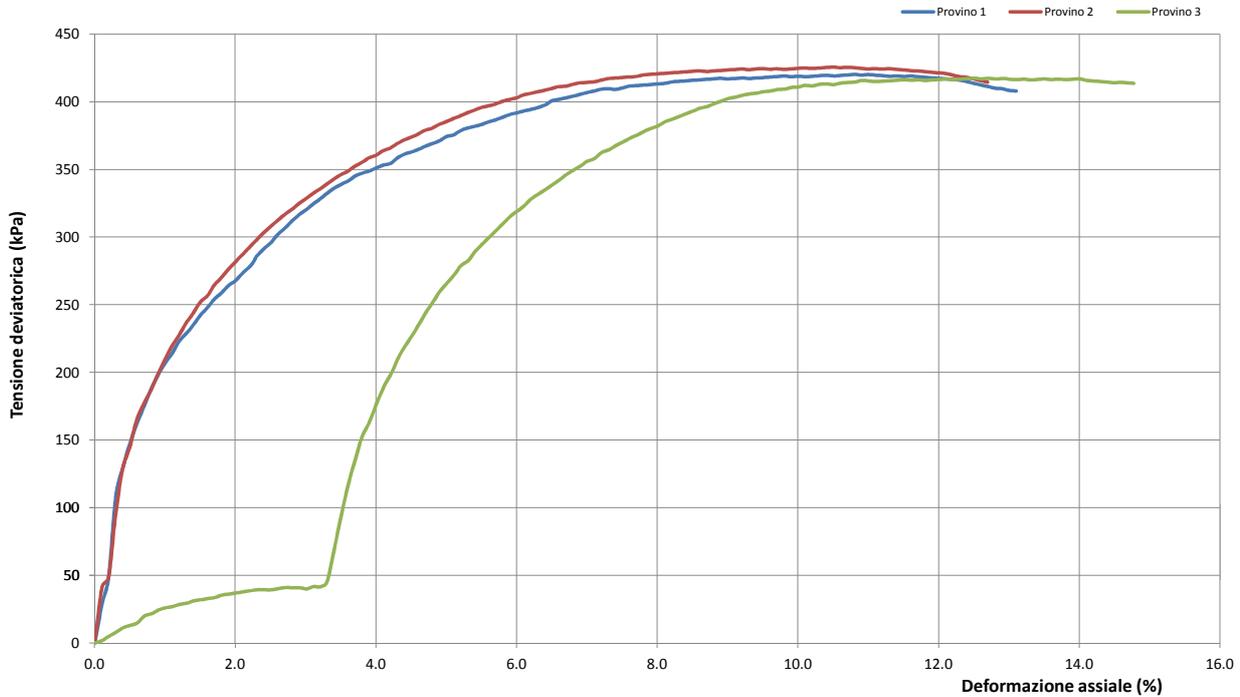


PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/l	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50	



Il Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/l	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.20		48.37	0.20		48.37	0.21		5.25
0.41		130.79	0.39		128.17	0.41		11.36
0.61		162.93	0.59		163.83	0.61		14.82
0.80		187.95	0.80		187.08	0.82		21.76
1.00		206.76	1.00		209.38	1.01		26.06
1.20		222.88	1.20		227.24	1.21		28.60
1.41		235.43	1.39		243.29	1.41		31.14
1.61		247.96	1.61		256.63	1.61		32.79
1.80		258.70	1.80		269.96	1.80		35.31
2.00		267.67	2.00		281.50	2.01		36.95
2.24		279.94	2.20		292.13	2.21		38.59
2.41		291.49	2.39		302.72	2.42		39.36
2.61		302.06	2.61		312.37	2.61		40.14
2.80		311.73	2.80		320.30	2.80		40.91
3.01		320.46	3.00		328.20	3.01		39.96
3.21		328.34	3.20		335.21	3.21		41.58
3.41		336.18	3.41		343.00	3.41		69.60
3.61		341.45	3.59		348.30	3.62		119.59
3.82		347.49	3.80		355.17	3.80		152.45
4.00		351.06	4.00		360.37	4.01		177.51
4.21		354.52	4.20		365.55	4.22		199.93
4.41		361.39	4.39		371.55	4.41		218.94
4.61		364.86	4.59		375.84	4.62		236.13
4.80		369.15	4.79		380.11	4.82		252.44
5.00		374.26	5.00		385.15	5.01		266.17
5.20		378.52	5.20		389.38	5.21		279.00
5.41		381.86	5.39		393.59	5.41		289.28
5.61		385.25	5.61		396.90	5.61		299.52
5.80		388.62	5.80		400.24	5.80		309.71
6.01		391.92	6.00		402.74	6.03		319.77
6.21		394.43	6.20		406.06	6.21		328.27
6.41		397.75	6.41		408.48	6.41		335.03
6.61		401.88	6.59		410.99	6.62		342.54
6.82		404.29	6.79		412.62	6.80		349.29
7.00		406.80	7.00		414.18	7.00		355.96
7.20		409.24	7.20		415.79	7.21		362.55
7.41		409.17	7.39		417.39	7.41		367.53
7.61		411.59	7.59		418.17	7.62		373.25
7.80		412.38	7.80		419.70	7.82		378.18
8.00		413.16	8.00		420.46	8.01		382.28
8.21		414.69	8.20		421.22	8.21		387.17
8.41		415.46	8.39		421.97	8.41		391.23
8.61		416.22	8.59		422.72	8.61		395.27

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020701 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	169/l	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	2.00 ÷ 2.50

MISURAZIONI ACQUISITE

Deformazione assiale (%)	Provino 1		Deformazione assiale (%)	Provino 2		Deformazione assiale (%)	Provino 3	
	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)		pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)		pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
8.80		416.98	8.80		422.60	8.80		398.48
9.00		416.93	9.00		423.34	9.01		402.43
9.21		417.62	9.20		424.08	9.21		404.81
9.41		417.56	9.39		424.01	9.41		406.38
9.61		418.30	9.61		423.88	9.61		407.94
9.80		419.04	9.80		423.81	9.82		409.44
10.01		418.91	10.00		424.53	10.01		410.98
10.21		418.85	10.20		424.45	10.21		411.72
10.41		419.57	10.39		425.16	10.41		413.25
10.61		419.50	10.59		425.08	10.62		413.93
10.80		420.21	10.80		424.93	10.82		414.65
11.00		420.14	11.00		424.06	11.01		415.37
11.21		419.22	11.20		423.97	11.21		415.30
11.41		419.14	11.39		423.88	11.42		415.96
11.61		419.06	11.59		423.01	11.61		415.94
11.80		418.20	11.80		422.09	11.82		415.81
12.00		417.34	12.00		421.22	12.01		416.51
12.21		416.43	12.20		419.58	12.21		416.43
12.41		414.80	12.39		417.95	12.41		417.12
12.61		412.41	12.59		415.55	12.61		417.03
12.80		410.03	12.70		414.32	12.82		416.89
13.00		408.42				13.00		416.86
13.11		407.97				13.21		416.71
						13.41		416.62
						13.61		416.52
						13.80		416.43
						14.01		417.03
						14.21		415.41
						14.41		414.56
						14.62		414.40
						14.78		413.72

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tomvel)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020478 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • http://www.brainstormers.it • e-mail: info@brainstormers.it



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

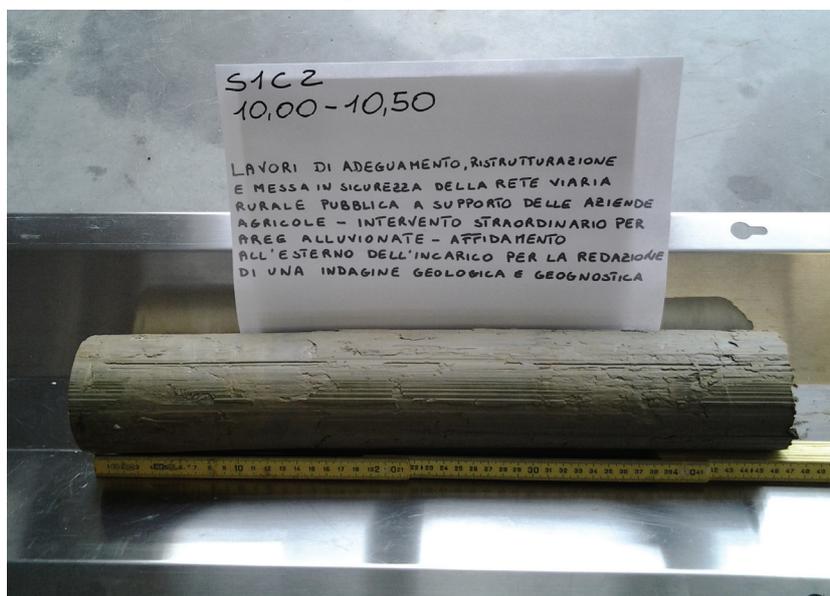
Certificato di prova numero:	170	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	460.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Limo argilloso di colore variabile dal verde oliva al marroncino	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	170/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	170/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	170/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	170/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	170/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	170/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	170/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	170/H
Prova Triassiale TX	<input checked="" type="checkbox"/>	170/I
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1	6		
TD2	6		
TD3	6		
		n.e.	
TX1			
TX2			
TX3			
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	170/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	55.97	53.64	52.64
Peso Lordo Secco (g)	49.79	47.98	47.12
Tara (g)	26.34	26.18	26.21
Umidità relativa W (%)	26.4%	26.0%	26.4%

Umidità naturale media W_n (%)

26.2%

Deviazione standard

0.24%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	170/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
57.42	39.95	136.99	79.57

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19.54

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	62.2

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

15.27

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folpe)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020715 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	170/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	23.41	23.86	23.655
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	191.85	192.13	192.01
Temperatura (°C)	19	19	19
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.198	177.198	177.198
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6731	2.6726	2.6751
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0002	1.0002	1.0002
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6736	2.6731	2.6756

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.674
Deviazione standard	0.001

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

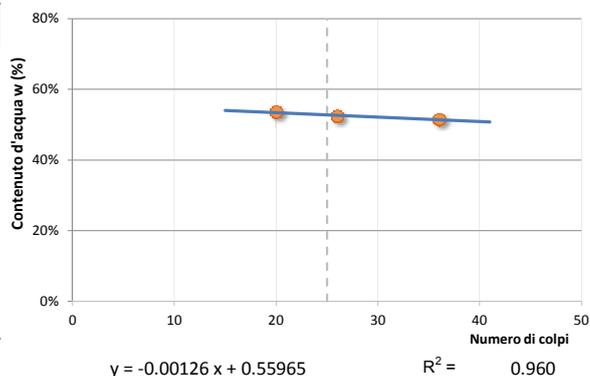
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	170/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

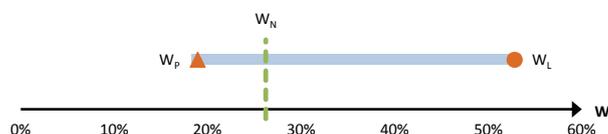
	A	B	C
Contenitore N°	29	30	31
P _T - tara (g)	26.2	26.09	26.25
P _T + campione umido (g)	42.13	45.21	43.59
P _T + campione secco (g)	36.65	38.71	37.54
N° di colpi	26	36	20
Contenuto d'acqua W (%)	52.44%	51.51%	53.59%
LIMITE LIQUIDO W_L (%)	52.8%		



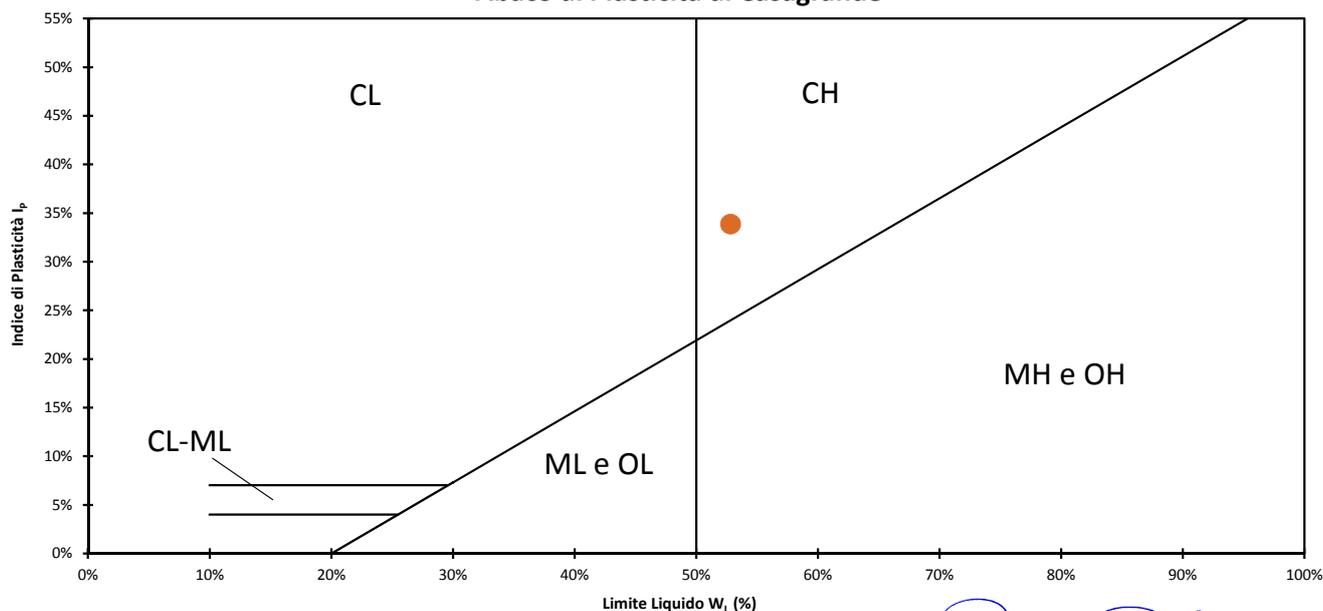
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°	33	34
P _T - Peso contenitore (g)	25.95	26.42
P _T + campione umido (g)	38.93	38.79
P _T + campione secco (g)	36.92	36.77
Contenuto d'acqua W (%)	18.32%	19.52%
LIMITE PLASTICO W_p (%)	18.9%	

Indice di Plasticità I_p	33.9%
Indice di consistenza I_c	0.784
Indice di liquidità I_l	0.216



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020701 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



ANALISI GRANULOMETRICA

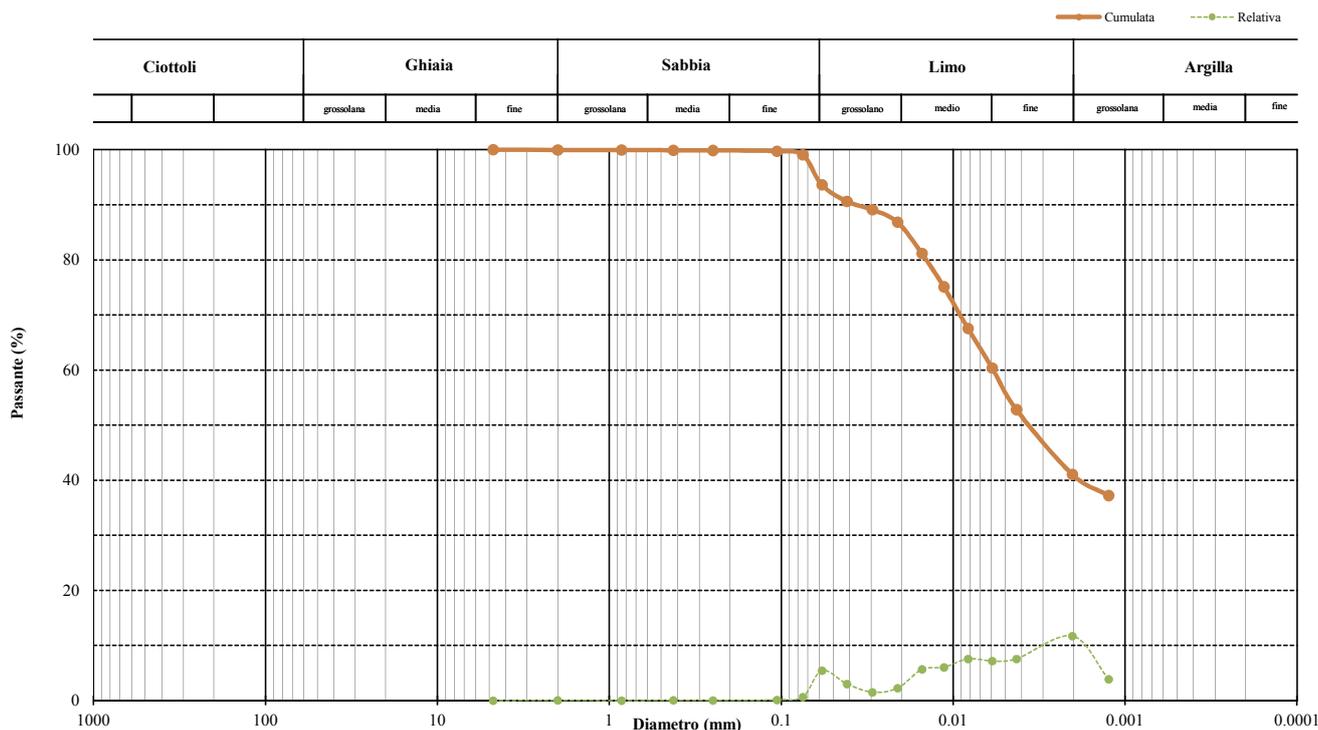
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	170/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4.7500	100.00 %	0.0416	90.63 %	0.0020	41.11 %
2.0000	99.95 %	0.0296	89.12 %	0.0012	37.23 %
0.8500	99.95 %	0.0211	86.85 %	#N/D	#N/D
0.4250	99.91 %	0.0152	81.18 %	#N/D	#N/D
0.2500	99.88 %	0.0113	75.13 %	#N/D	#N/D
0.1060	99.74 %	0.0082	67.57 %	#N/D	#N/D
0.0750	99.10 %	0.0059	60.39 %	#N/D	#N/D
0.0581	93.65 %	0.0043	52.83 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Limo con Argilla debolmente sabbiosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99.95 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.91 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.10 %	D_{50}	0.00374 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00585 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.03658 mm
Argilla (< 0,002 mm)	40.95 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	53.31 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	5.69 %
		Ghiaia (> 2 mm)	0.05 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	170/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.

Sondaggio

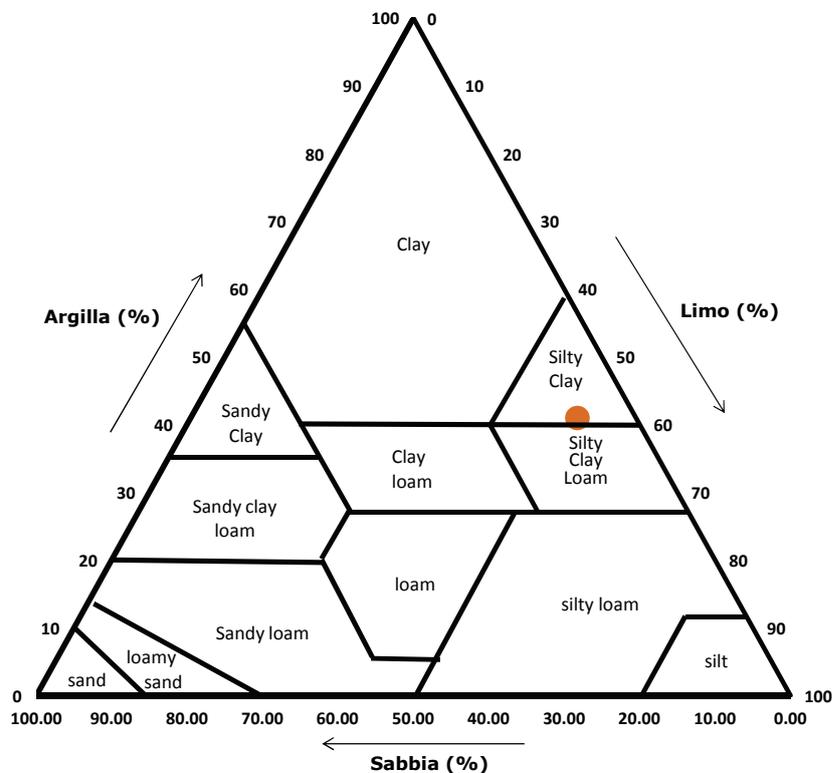
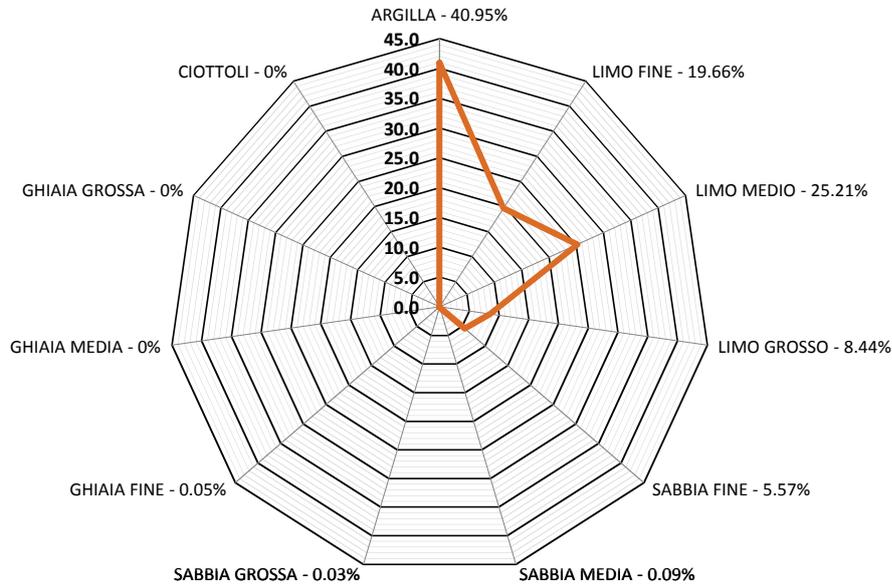
1

Campione

2

Profondità

10.00 ÷ 10.50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
40.97 %	51.24 %	7.79 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

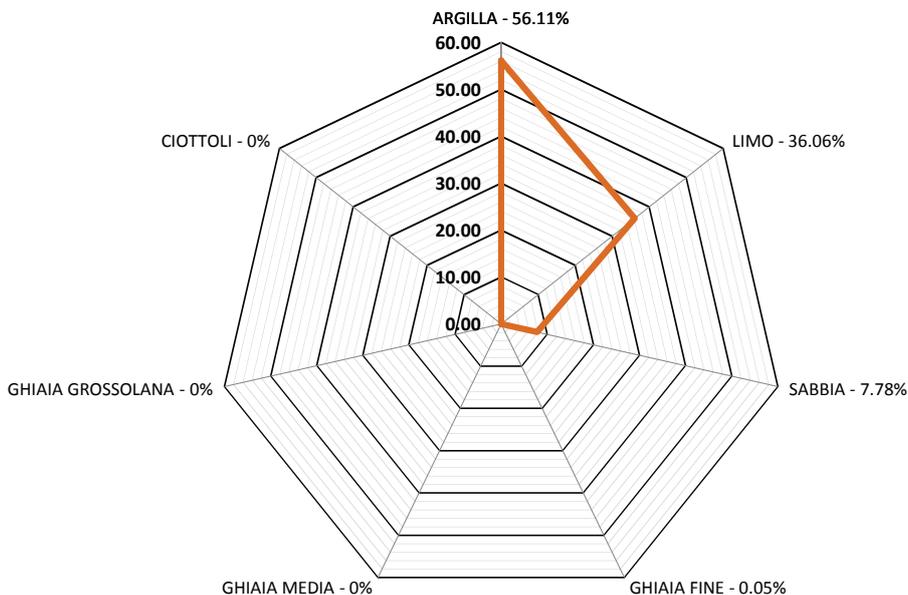
Modalità di prova: **CNR-UNI 10006**

Certificato di prova numero:	170/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50

Passante setaccio 10 (2 mm)	99.95 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.91 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.10 %	D_{50}	0.00374 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00585 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.03658 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
56.11 %	36.06 %	7.78 %	0.05 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
52.8%	18.92%	33.89%	13

Classificazione CNR-UNI 10006 **A7-6**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	170/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	18.74
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	79.57	79.57
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	26.23	26.23
Umidità (trimming) (%)	26.2%	26.2%
Umidità (misura diretta) (%)	27.9%	25.4%
Densità umida (kN/m ³)	19.81	20.73
Densità secca (kN/m ³)	15.49	16.53
Indice dei vuoti	0.694	0.587
Grado di saturazione (%)	107.6%	115.7%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
300.0	Saturato a 12 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
25	19.57	2.17%	0.657					
50	19.56	2.22%	0.656					
100	19.45	2.77%	0.647	0.031	0.112	8918.2		
200	19.23	3.85%	0.629	0.061	0.110	9083.3	0.0667	5.94E-07
400	18.96	5.21%	0.605	0.077	0.069	14426.5	0.0658	9.31E-07
800	18.59	7.04%	0.574	0.103	0.047	21384.2	0.0514	1.08E-06
1600	17.98	10.12%	0.522	0.173	0.039	25563.5	0.0415	1.04E-06
3200	17.12	14.40%	0.450	0.241	0.027	36672.9	0.0310	1.12E-06
1600	17.23	13.84%	0.459					
800	17.43	12.84%	0.476					
200	18.07	9.68%	0.530					
50	18.74	6.29%	0.587					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

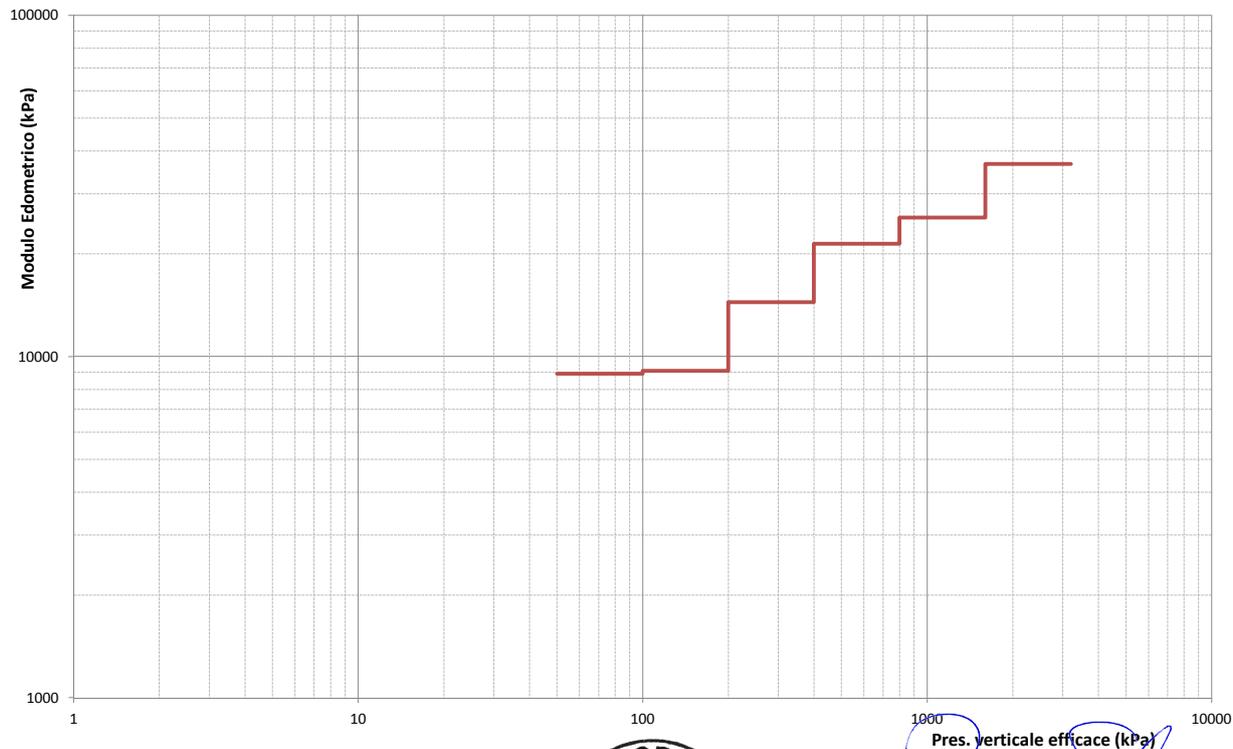
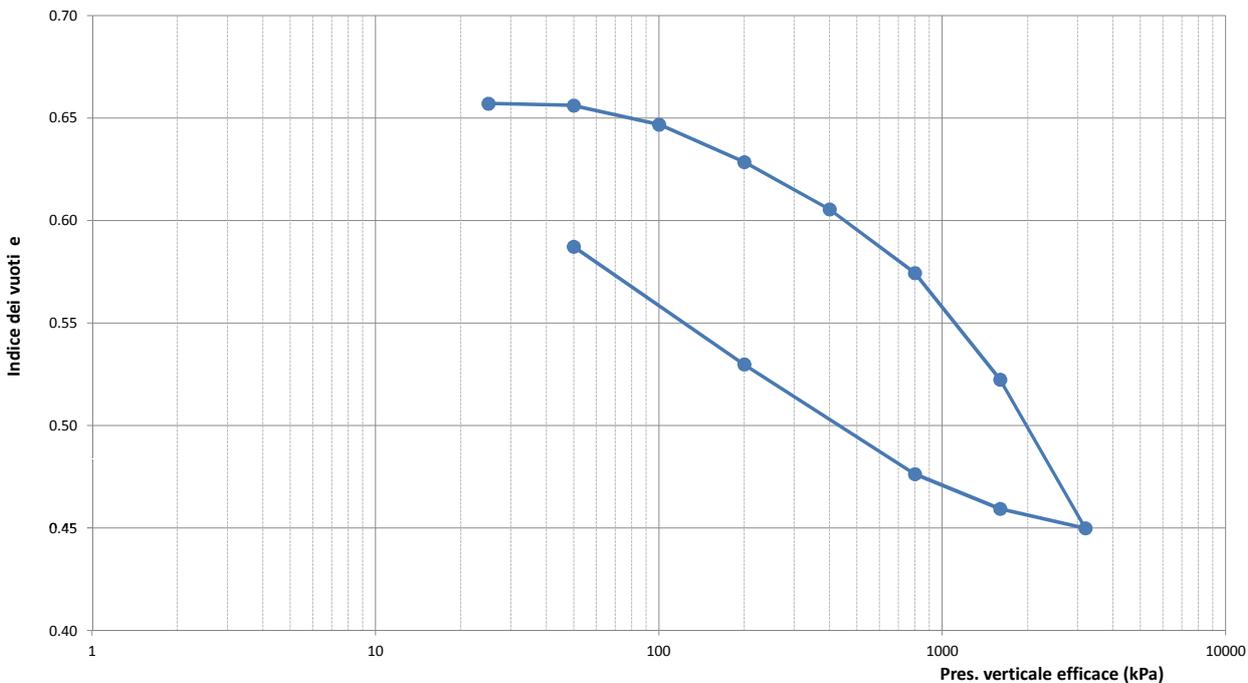


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

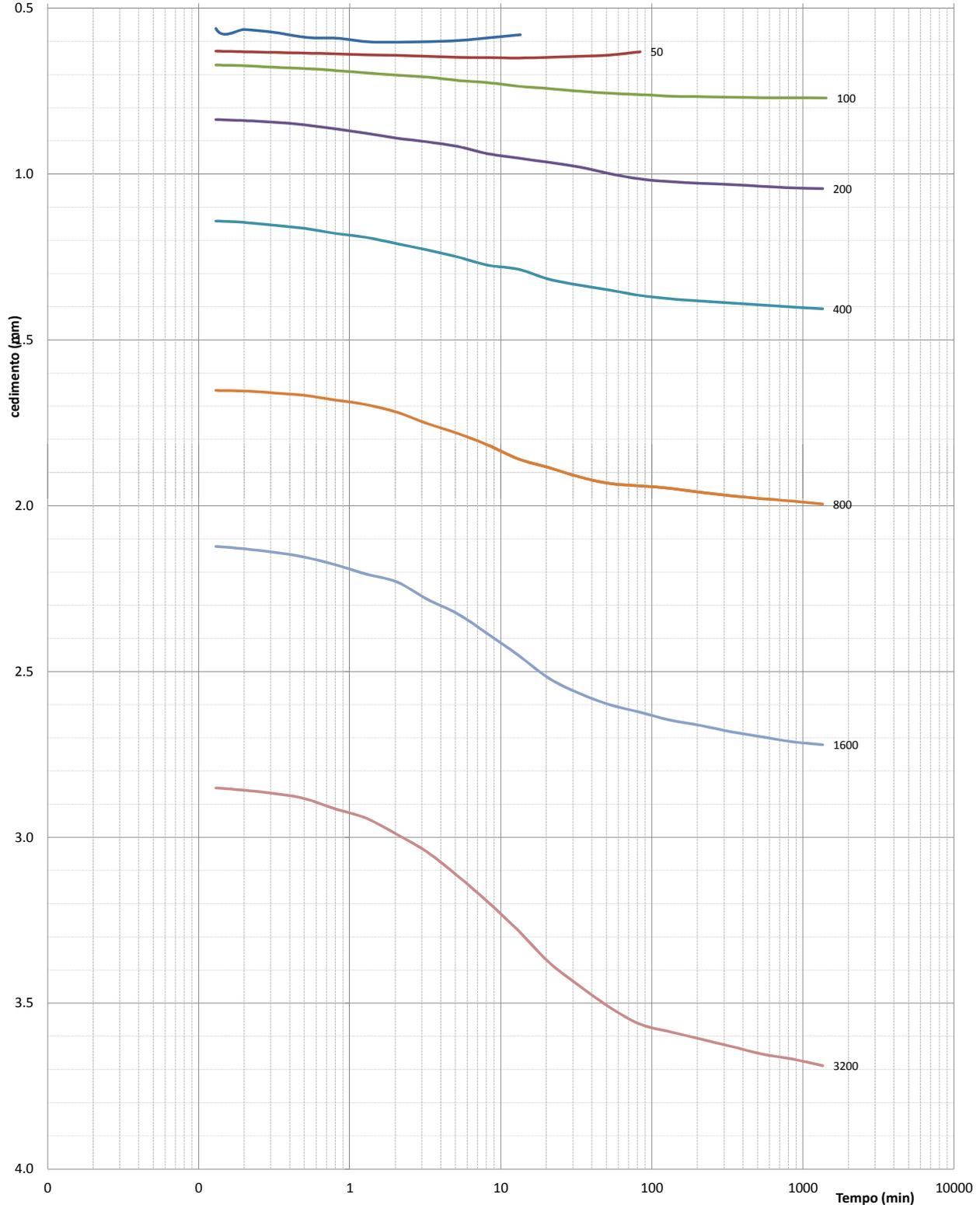


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa	3200 kPa
0.00	0.147	0.620	0.661	0.828	1.134	1.628	2.107	2.832
0.08	0.215	0.628	0.669	0.833	1.141	1.646	2.118	2.849
0.13	0.561	0.629	0.671	0.836	1.142	1.652	2.123	2.851
0.20	0.564	0.631	0.673	0.839	1.146	1.654	2.130	2.858
0.32	0.573	0.633	0.678	0.844	1.155	1.660	2.141	2.868
0.50	0.588	0.635	0.682	0.852	1.164	1.667	2.155	2.883
0.80	0.590	0.637	0.688	0.864	1.179	1.681	2.178	2.914
1.28	0.601	0.640	0.695	0.877	1.191	1.695	2.206	2.942
2.05	0.602	0.642	0.702	0.892	1.210	1.718	2.230	2.991
3.25	0.601	0.645	0.708	0.903	1.229	1.752	2.282	3.044
5.17	0.597	0.648	0.718	0.917	1.250	1.782	2.326	3.116
8.22	0.589	0.649	0.725	0.939	1.275	1.817	2.387	3.195
13.05	0.580	0.650	0.736	0.952	1.287	1.859	2.451	3.281
20.75		0.648	0.743	0.965	1.317	1.885	2.520	3.376
33.00		0.645	0.751	0.979	1.335	1.913	2.566	3.447
52.47		0.641	0.757	0.999	1.350	1.933	2.600	3.512
83.43		0.631	0.761	1.015	1.366	1.940	2.623	3.563
132.65			0.766	1.023	1.376	1.948	2.647	3.586
210.92			0.767	1.028	1.383	1.960	2.663	3.608
335.37			0.769	1.032	1.389	1.970	2.682	3.630
533.23			0.770	1.037	1.395	1.979	2.697	3.653
847.83			0.770	1.042	1.401	1.986	2.712	3.668
1348.05			0.771	1.044	1.406	1.995	2.721	3.688

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	1600 kPa	800 kPa	200 kPa	50 kPa
0.08	3.643	3.489	3.173	2.525
0.32	3.632	3.481	3.162	2.517
1.28	3.617	3.462	3.125	2.493
5.17	3.584	3.424	3.042	2.444
20.75	3.557	3.361	2.879	2.333
83.43	3.542	3.308	2.666	2.119
335.37	3.539	3.293	2.548	1.851
533.23	3.521	3.281	2.536	1.840

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020718 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	148.69	148.38	146.2
Umidità (misura diretta) (%)	23.54%	23.82%	25.63%
Umidità (trimming) (%)	26.35%	25.96%	26.40%
Densità umida (kN/m ³)	20.26	20.22	19.92
Densità secca (kN/m ³)	16.40	16.33	15.86
Indice dei vuoti	0.631	0.638	0.687
Grado di saturazione (%)	99.8%	99.9%	99.8%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100.0	200.0	300.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.119	0.215	0.278

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00566	0.00580	0.00589
Pressione verticale (kPa)	100.0	200.0	300.0
Tensione di taglio (kPa)	57.0	80.6	107.9
Spostamento orizzontale (mm)	0.79	1.82	2.37
Deformazione verticale (mm)	0.010	0.072	0.204

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

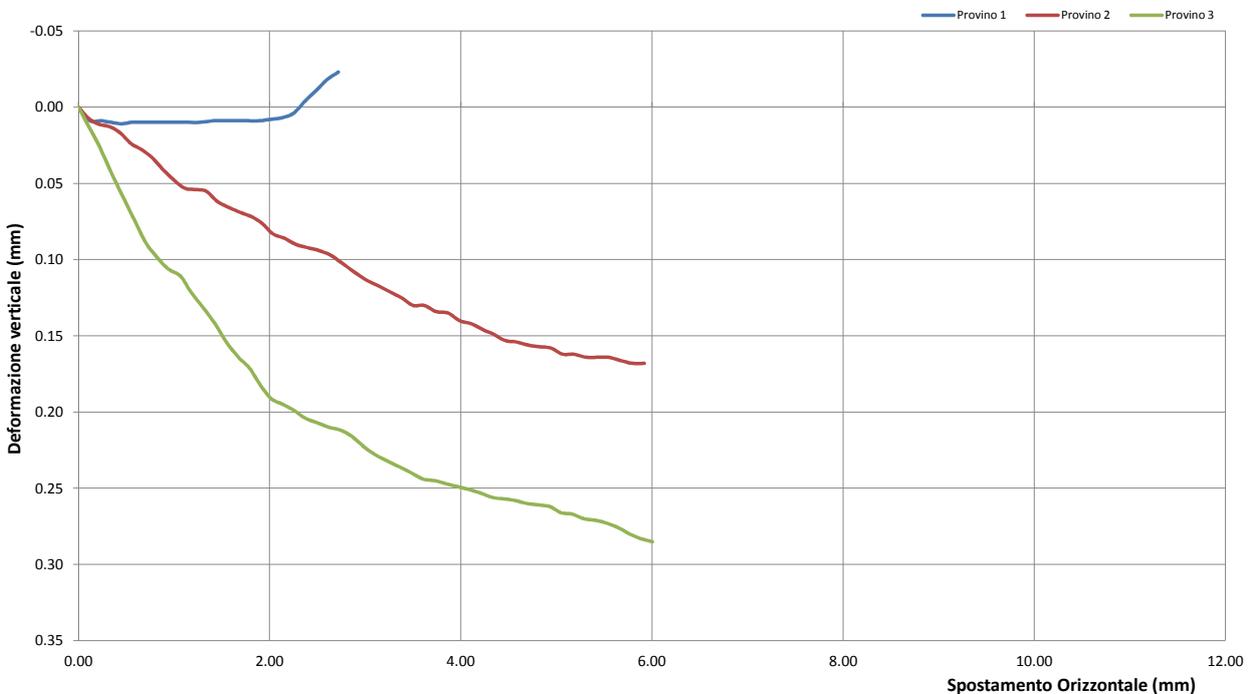
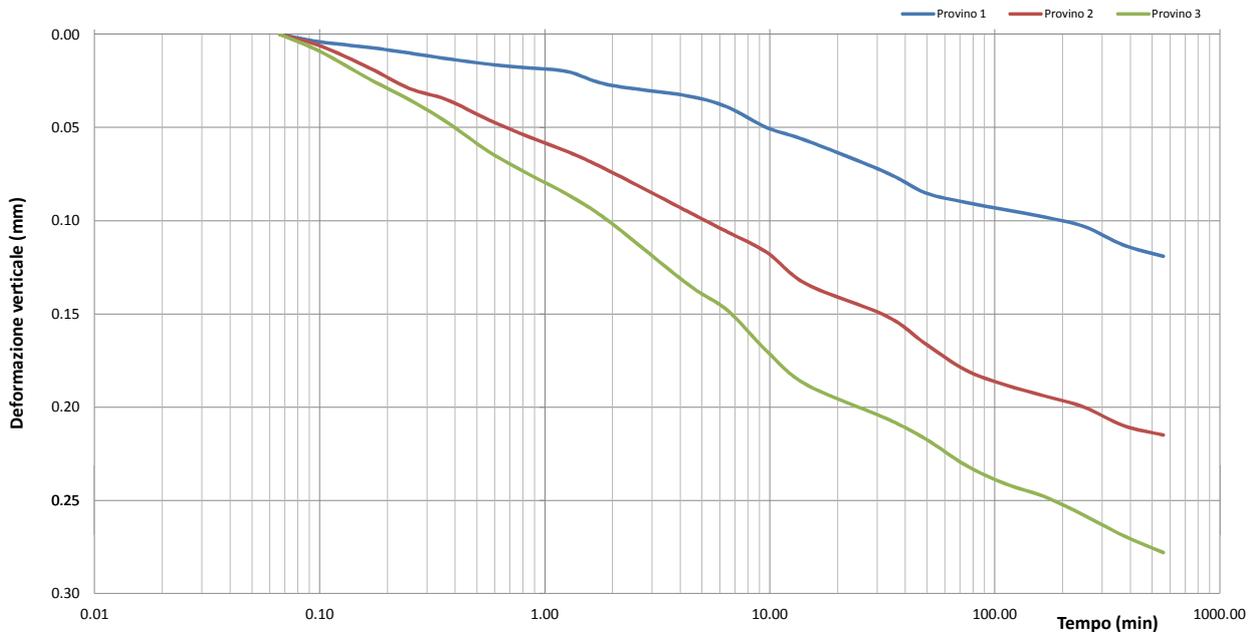


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

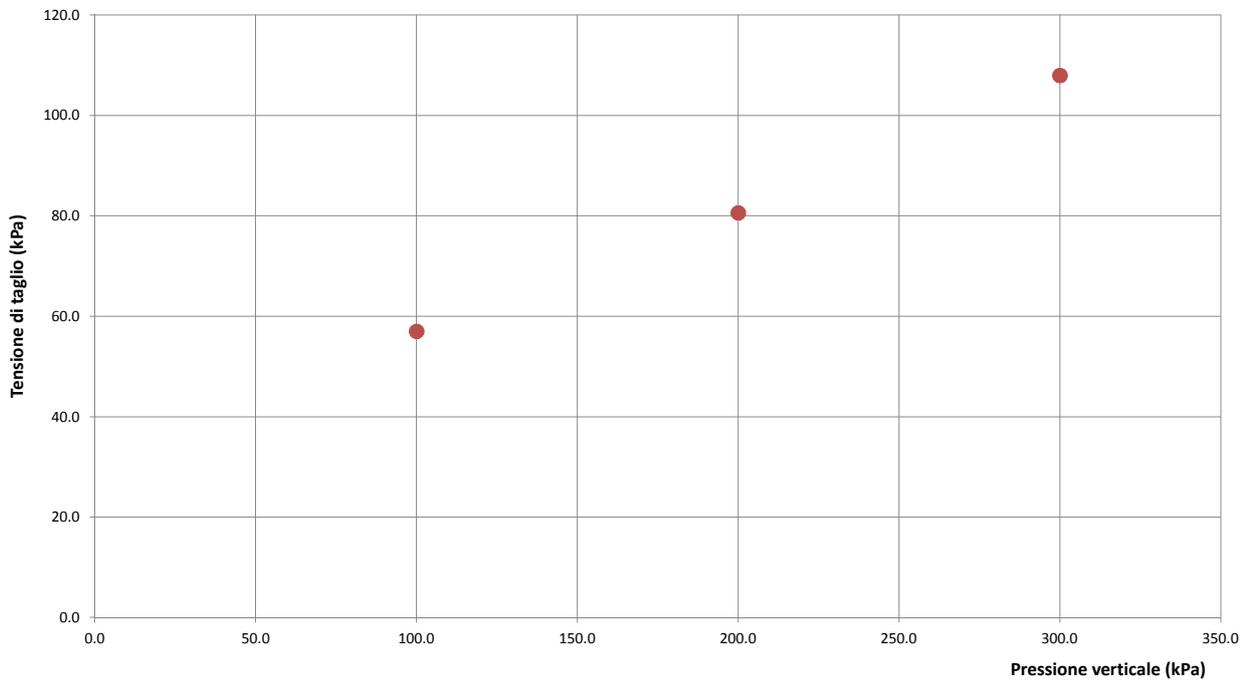
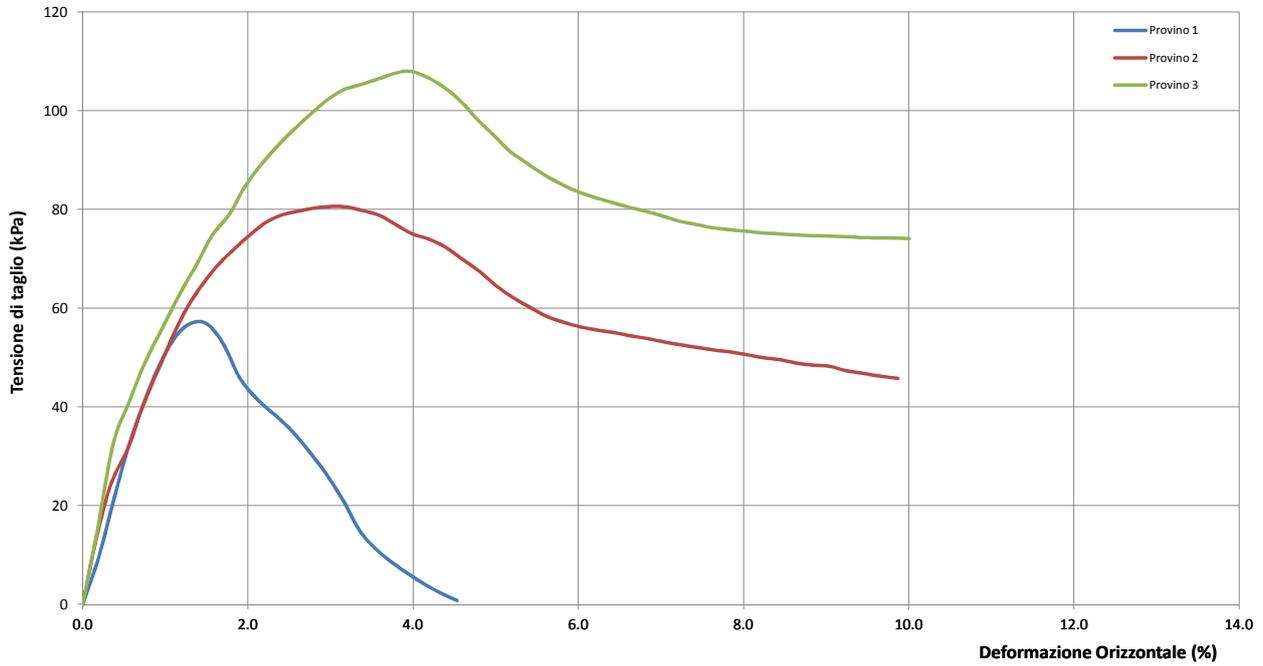
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.23	0.000	0.07	0.34	0.000	0.07	0.57	0.000
0.10	0.24	0.004	0.10	0.35	0.006	0.10	0.57	0.009
0.17	0.24	0.007	0.17	0.36	0.018	0.17	0.59	0.024
0.25	0.24	0.010	0.25	0.37	0.029	0.25	0.60	0.035
0.37	0.25	0.013	0.37	0.38	0.035	0.37	0.61	0.047
0.57	0.25	0.016	0.57	0.39	0.046	0.57	0.63	0.063
0.85	0.25	0.018	0.85	0.40	0.055	0.85	0.64	0.075
1.27	0.25	0.020	1.27	0.41	0.063	1.27	0.65	0.086
1.92	0.26	0.027	1.92	0.42	0.073	1.92	0.67	0.100
4.32	0.27	0.033	4.32	0.44	0.095	4.32	0.70	0.134
4.32	0.27	0.033	4.32	0.44	0.095	4.32	0.70	0.134
6.48	0.27	0.039	6.48	0.45	0.106	6.48	0.71	0.148
9.72	0.28	0.050	9.72	0.46	0.117	9.72	0.74	0.170
14.58	0.29	0.057	14.58	0.48	0.134	14.58	0.75	0.188
32.83	0.31	0.074	32.83	0.50	0.151	32.83	0.77	0.206
49.25	0.32	0.085	49.25	0.51	0.166	49.25	0.78	0.217
73.88	0.32	0.090	73.88	0.52	0.180	73.88	0.80	0.231
110.83	0.33	0.094	110.83	0.53	0.188	110.83	0.81	0.241
166.25	0.33	0.098	166.25	0.54	0.194	166.25	0.81	0.248
249.38	0.34	0.103	249.38	0.54	0.200	249.38	0.82	0.258
374.08	0.35	0.113	374.08	0.55	0.210	374.08	0.83	0.269
561.13	0.35	0.119	561.13	0.56	0.215	561.13	0.84	0.278

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.12	0.009	9.7	0.10	0.007	13.4	0.10	0.012	14.0
0.34	0.010	32.4	0.33	0.013	31.9	0.34	0.042	40.9
0.45	0.011	41.4	0.44	0.017	40.3	0.45	0.057	48.8
0.56	0.010	48.6	0.55	0.024	47.8	0.58	0.074	56.2
0.68	0.010	54.4	0.66	0.028	54.9	0.70	0.089	62.8
0.79	0.010	57.0	0.77	0.033	60.5	0.83	0.099	68.9
0.90	0.010	56.8	0.89	0.041	65.4	0.94	0.106	74.5
1.02	0.010	52.8	0.99	0.047	68.8	1.07	0.111	79.1
1.14	0.010	45.8	1.11	0.053	72.1	1.17	0.121	84.3
1.28	0.010	41.4	1.21	0.054	74.8	1.30	0.131	89.1
1.42	0.009	37.9	1.33	0.055	77.4	1.43	0.142	93.2
1.53	0.009	34.9	1.46	0.062	78.9	1.55	0.154	96.5
1.66	0.009	30.4	1.58	0.066	79.7	1.67	0.164	99.7
1.77	0.009	26.2	1.69	0.069	80.3	1.79	0.171	102.3
1.90	0.009	20.7	1.82	0.072	80.6	1.90	0.182	104.3
2.01	0.008	14.9	1.92	0.076	80.5	2.01	0.191	105.2
2.13	0.007	11.2	2.03	0.083	79.8	2.14	0.195	106.3
2.25	0.004	8.4	2.16	0.086	78.8	2.26	0.199	107.4
2.37	-0.004	6.1	2.27	0.090	76.9	2.37	0.204	107.9
2.49	-0.011	4.0	2.39	0.092	75.1	2.50	0.207	106.8
2.60	-0.018	2.3	2.52	0.094	73.9	2.62	0.210	104.7
2.72	-0.023	0.8	2.64	0.097	72.3	2.75	0.212	101.8
			2.75	0.102	70.0	2.86	0.216	98.3
			2.88	0.108	67.4	2.99	0.223	94.8
			3.00	0.113	64.6	3.11	0.228	91.7
			3.13	0.117	62.1	3.23	0.232	89.3
			3.26	0.121	60.0	3.36	0.236	86.8
			3.38	0.125	58.2	3.49	0.240	84.9
			3.50	0.130	57.1	3.61	0.244	83.4
			3.62	0.130	56.2	3.73	0.245	82.3
			3.74	0.134	55.6	3.85	0.247	81.4
			3.87	0.135	55.0	3.97	0.249	80.4
			3.99	0.140	54.4	4.10	0.251	79.5
			4.11	0.142	53.8	4.20	0.253	78.7
			4.24	0.146	53.1	4.33	0.256	77.6
			4.35	0.149	52.6	4.46	0.257	76.9
			4.46	0.153	52.0	4.57	0.258	76.3
			4.59	0.154	51.5	4.69	0.260	75.9
			4.71	0.156	51.1	4.82	0.261	75.5
			4.82	0.157	50.6	4.93	0.262	75.2
			4.94	0.158	50.0	5.05	0.266	75.0

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020718 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
			5.07	0.16	49.56	5.17	0.27	74.81
			5.18	0.16	48.89	5.29	0.27	74.67
			5.31	0.16	48.44	5.41	0.27	74.58
			5.42	0.16	48.25	5.53	0.27	74.44
			5.55	0.16	47.33	5.66	0.28	74.28
			5.67	0.17	46.81	5.77	0.28	74.19
			5.80	0.17	46.22	5.88	0.28	74.17
			5.92	0.17	45.78	6.00	0.29	74.03

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 2850

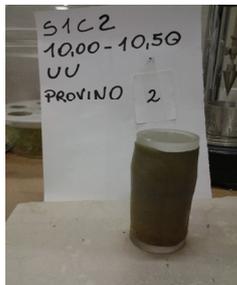
Certificato di prova numero:	170/l	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

CONDIZIONI INIZIALI	Campione	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Indisturbato				
Pressione di cella (kPa)		100	200	300
L - Altezza (mm)		76	76	76
D - Diametro (mm)		38	38	38
A - Sezione (mm ²)		1134.1	1134.1	1134.1
P - Massa provino (g)		175.5	175.1	176.2
w - Contenuto d'acqua (%)		26.40%	26.00%	26.40%
G _s - Peso specifico dei granuli (kN/m ³)		26.23	26.23	26.23
γ - Densità umida (kN/m ³)		19.97	19.93	20.05
γ _d - Densità secca (kN/m ³)		15.80	15.82	15.87
e - Indice dei vuoti		0.660	0.659	0.653
S _r - Grado di saturazione (%)		107.0%	105.6%	108.0%
Spessore membrana (mm)			0.2	
Modulo Elastico membrana (kN/m ²)			1400	

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.760	0.760	0.760
Criterio di rottura		Massimo sforzo deviatorico	
Deformazione assiale (%)	9.92	7.70	7.50
Resistenza a compressione (kPa)	304.9	365.6	447.1
Sforzo principale minore (kPa)	100.0	200.0	300.0
Sforzo principale maggiore (kPa)	405	566	747
Pressione interstiziale (kPa)	---	---	---

PROVINI DOPO ROTTURA



Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve

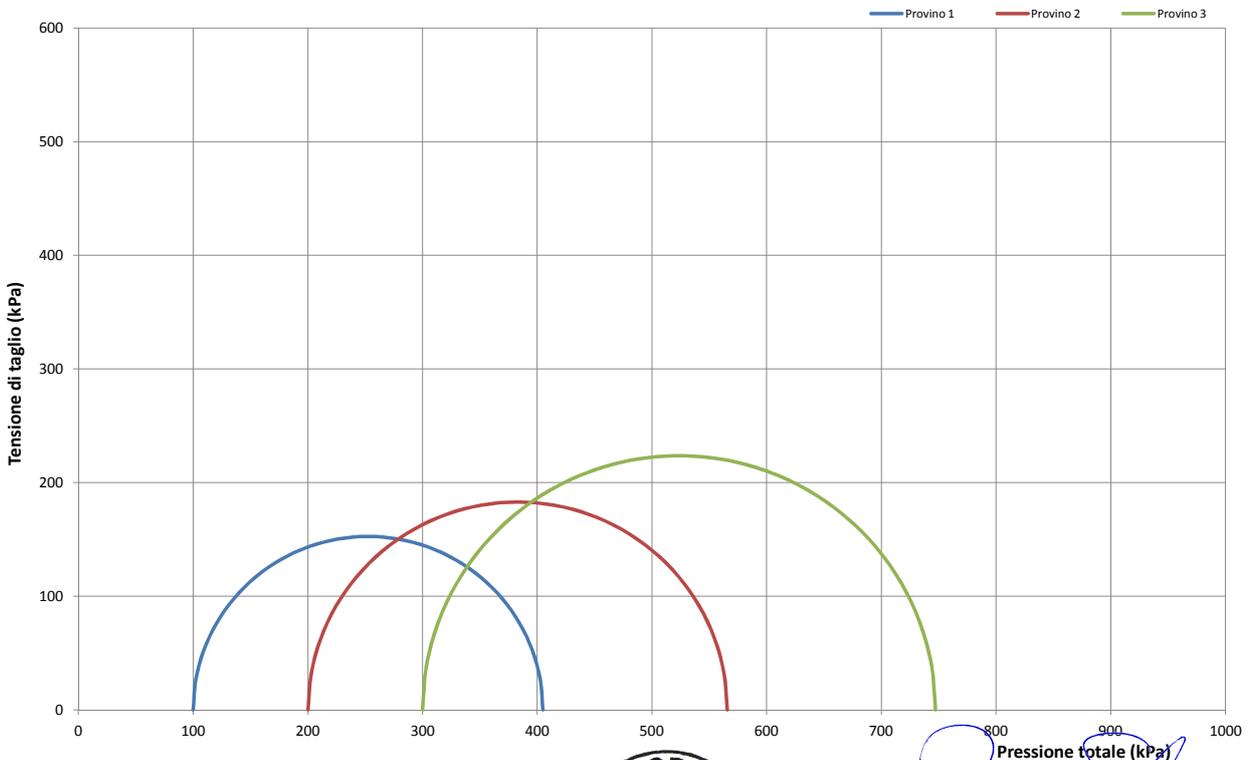
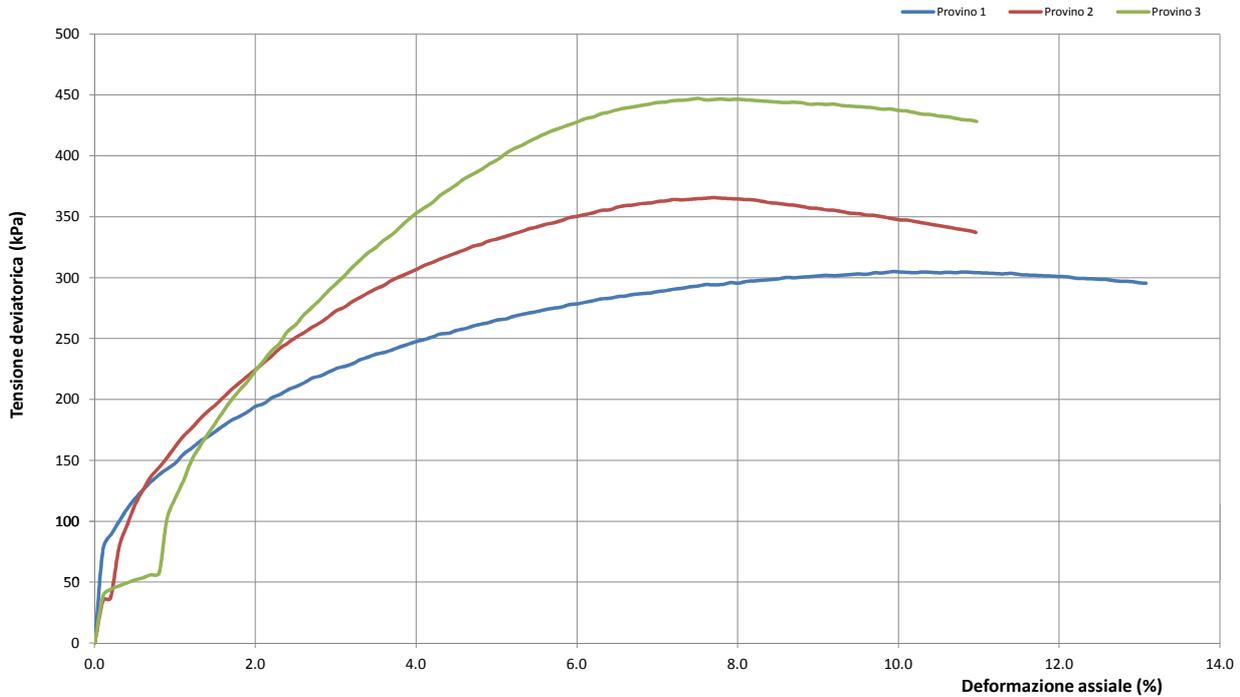


PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/I	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	



Il Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/l	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

MISURAZIONI ACQUISITE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)	Deformazione assiale (%)	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00
0.21		89.72	0.20		36.93	0.20		43.97
0.41		110.59	0.41		97.42	0.39		49.13
0.61		126.12	0.61		126.12	0.59		53.39
0.82		138.95	0.80		144.22	0.80		57.63
1.01		148.25	1.01		162.22	1.00		118.60
1.21		160.14	1.21		176.69	1.20		148.83
1.41		169.36	1.41		190.22	1.39		170.25
1.61		178.55	1.61		201.97	1.61		190.70
1.80		185.97	1.80		213.68	1.80		207.62
2.00		194.22	2.00		224.47	2.00		223.60
2.21		201.56	2.21		236.05	2.20		239.53
2.41		208.03	2.39		245.92	2.39		255.39
2.61		213.61	2.61		254.83	2.59		268.61
2.80		219.17	2.80		262.88	2.80		281.73
3.01		225.53	3.00		272.60	3.00		294.84
3.21		229.34	3.21		280.54	3.20		307.90
3.41		234.83	3.41		287.64	3.39		320.05
3.61		238.60	3.61		293.85	3.59		330.44
3.80		243.21	3.80		300.89	3.80		341.60
4.01		247.76	4.01		307.00	4.00		352.76
4.21		251.48	4.20		312.34	4.20		361.33
4.41		254.34	4.39		317.60	4.39		371.55
4.61		258.03	4.61		322.80	4.59		380.89
4.80		261.71	4.80		327.18	4.80		388.46
5.01		265.33	5.00		331.54	5.01		396.83
5.21		268.14	5.21		335.84	5.20		405.27
5.41		270.93	5.41		340.16	5.41		411.89
5.61		273.72	5.61		343.63	5.59		417.77
5.80		275.66	5.82		347.04	5.79		422.73
6.00		278.42	6.01		350.48	6.00		427.61
6.21		281.13	6.20		353.12	6.20		431.70
6.41		283.04	6.41		355.66	6.39		435.77
6.61		284.94	6.61		359.06	6.59		439.00
6.80		286.83	6.80		360.79	6.80		441.33
7.01		288.68	7.01		362.47	7.00		443.70
7.21		290.55	7.21		364.19	7.20		445.25
7.41		292.42	7.41		364.27	7.39		445.97
7.61		294.28	7.61		365.16	7.61		445.81
7.82		294.46	7.80		365.23	7.80		446.52
8.01		295.50	8.00		364.49	8.00		446.42
8.21		297.33	8.20		363.75	8.20		445.50
8.41		298.35	8.41		361.35	8.39		444.59
8.61		300.17	8.62		359.76	8.59		443.68

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA TRIASSIALE UU

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	170/l	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità	10.00 ÷ 10.50	

MISURAZIONI ACQUISITE

Deformazione assiale (%)	Provino 1		Deformazione assiale (%)	Provino 2		Deformazione assiale (%)	Provino 3	
	pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)		pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)		pressione interstiziale (kPa)	Tensione deviatorica (kPa)
8.80		300.38	8.80		358.27	8.80		443.51
9.00		301.38	9.00		356.75	9.00		442.60
9.21		301.54	9.21		355.18	9.20		442.49
9.41		302.54	9.41		352.86	9.39		440.79
9.61		302.73	9.61		351.35	9.59		439.88
9.80		303.72	9.80		349.84	9.80		438.12
10.01		304.66	10.00		347.55	10.00		437.22
10.21		304.05	10.21		346.01	10.20		435.53
10.41		304.23	10.41		343.73	10.41		433.79
10.61		304.42	10.61		341.46	10.59		432.17
10.80		304.60	10.82		339.16	10.80		429.65
11.01		303.95	10.96		337.09	10.97		428.10
11.21		303.35						
11.41		303.53						
11.61		302.15						
11.80		301.55						
12.00		300.95						
12.20		299.58						
12.41		298.95						
12.61		298.36						
12.80		297.00						
13.00		295.65						

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Certificato di prova numero:	171	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lunghezza contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	400.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Limo argilloso di colore variabile dal bluastro al grigiastro	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	171/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	171/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	171/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	171/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	171/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	171/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	171/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	171/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1	4.6		
TD2	4.8		
TD3	6	n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)
Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Totive)
Rocco Totive

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	171/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	42.75	53.60	45.95
Peso Lordo Secco (g)	38.93	47.80	41.70
Tara (g)	24.82	26.41	26.20
Umidità relativa W (%)	27.1%	27.1%	27.4%

Umidità naturale media W_n (%)

27.2%

Deviazione standard

0.19%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	171/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58.98	39.95	138.72	79.74

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19.58

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	61.5

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

15.10

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	171/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	22.81	22.32	22.585
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	191.4	191.1	191.27
Temperatura (°C)	20	20	20
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.164	177.164	177.164
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6604	2.6623	2.6637
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0000	1.0000	1.0000
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6604	2.6623	2.6637

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.662
Deviazione standard	0.001

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

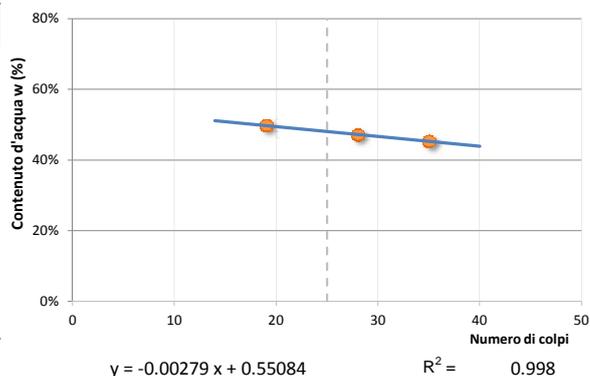
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	171/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

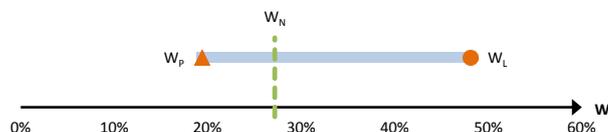
	A	B	C
Contenitore N°	35	36	37
P _T - tara (g)	26.44	26.2	26.3
P _T + campione umido (g)	45.47	48.21	49.33
P _T + campione secco (g)	39.53	40.89	41.95
N° di colpi	35	19	28
Contenuto d'acqua W (%)	45.38%	49.83%	47.16%
LIMITE LIQUIDO W_L (%)	48.1%		



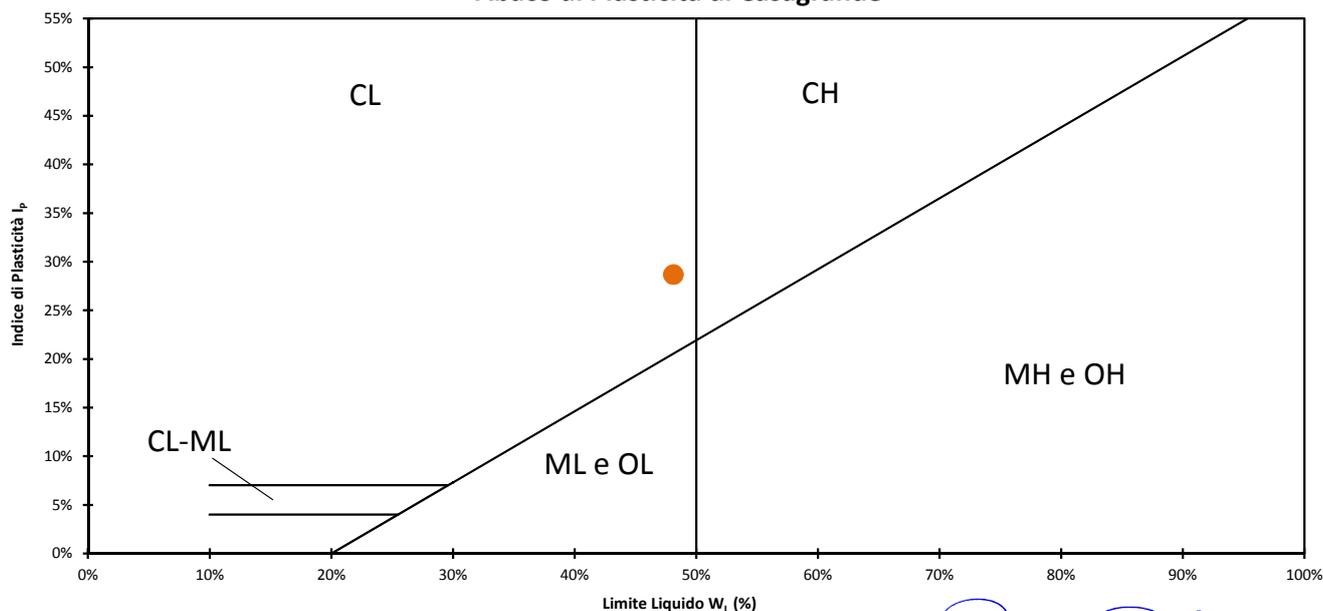
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°	14	28
P _T - Peso contenitore (g)	24.81	26.25
P _T + campione umido (g)	38.3	38.86
P _T + campione secco (g)	36.14	36.78
Contenuto d'acqua W (%)	19.06%	19.75%
LIMITE PLASTICO W_p (%)	19.4%	

Indice di Plasticità I_p	28.7%
Indice di consistenza I_c	0.728
Indice di liquidità I_l	0.272



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolfo)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020700 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	171/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.

Sondaggio

1

Campione

3

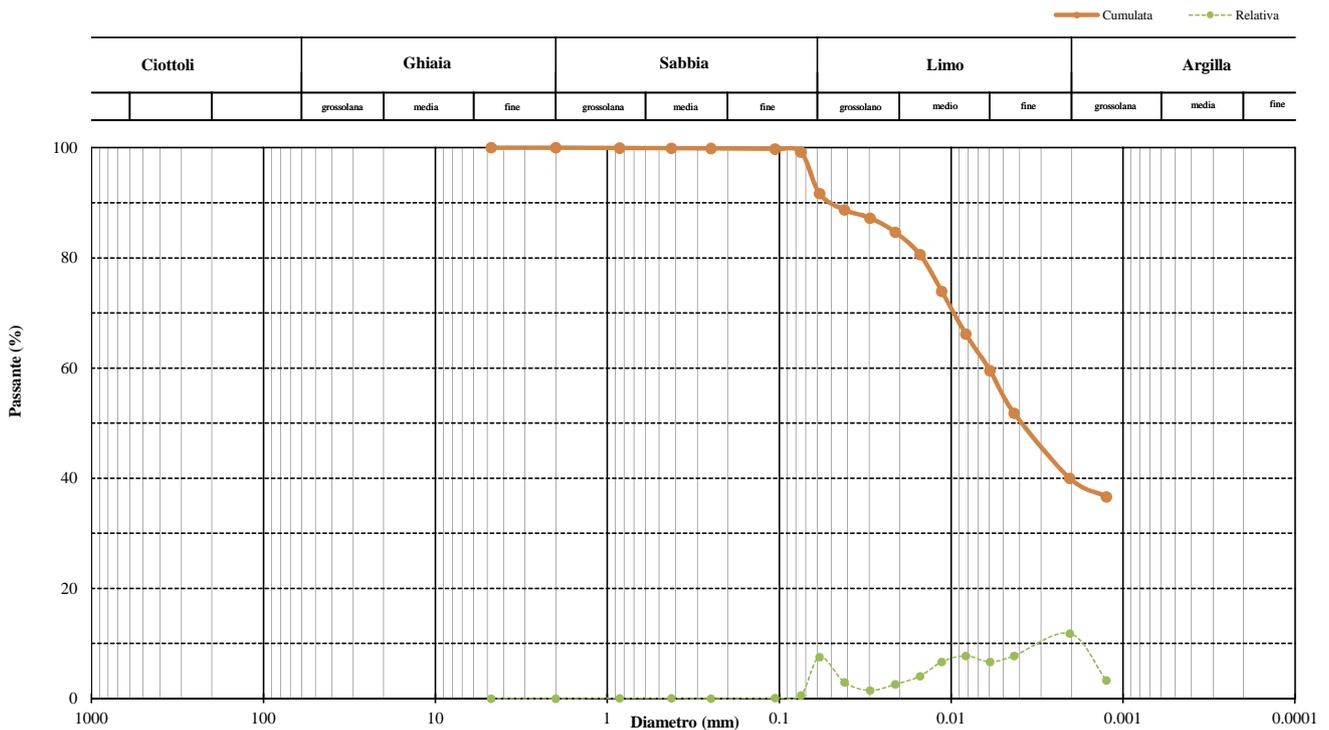
Profondità

20.00 ÷ 20.40

DATI

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4.7500	100.00 %	0.0418	88.71 %	0.0020	39.97 %
2.0000	100.00 %	0.0297	87.23 %	0.0013	36.65 %
0.8500	99.94 %	0.0212	84.65 %	#N/D	#N/D
0.4250	99.89 %	0.0152	80.59 %	#N/D	#N/D
0.2500	99.87 %	0.0114	73.94 %	#N/D	#N/D
0.1060	99.77 %	0.0082	66.19 %	#N/D	#N/D
0.0750	99.21 %	0.0060	59.54 %	#N/D	#N/D
0.0584	91.66 %	0.0043	51.79 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI

Limo con Argilla debolmente sabbiosa

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.00 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.89 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.21 %	D_{50}	0.00397 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00611 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.04902 mm

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	Ghiaia (> 2 mm)
39.78 %	52.61 %	7.61 %	0.00 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	171/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole -
 Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica
 e geognostica.

Sondaggio

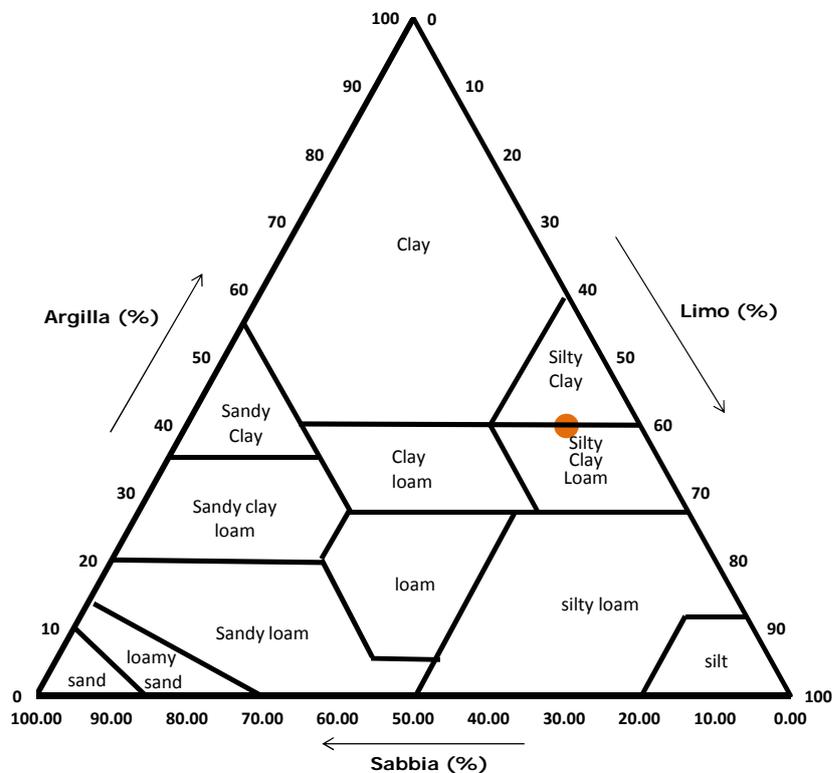
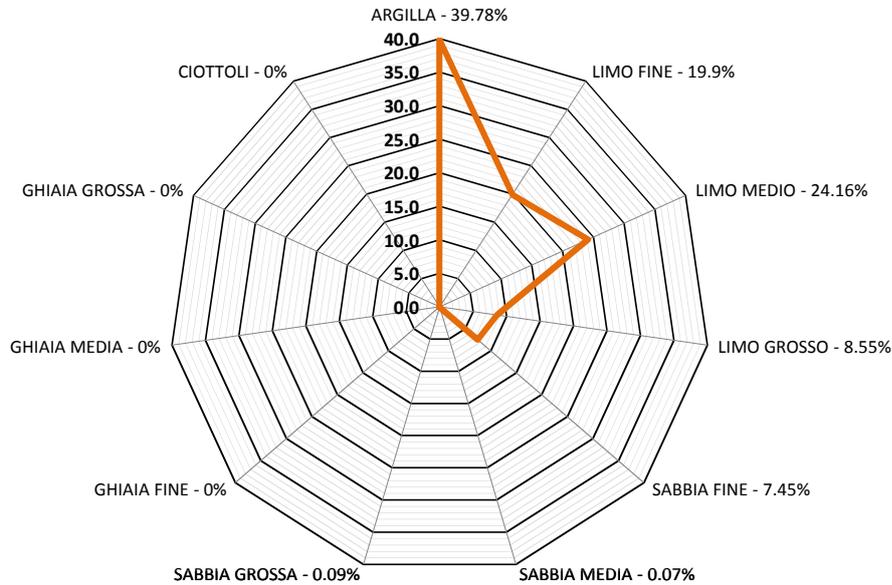
1

Campione

3

Profondità

20.00 ÷ 20.40



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
39.78 %	50.39 %	9.83 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

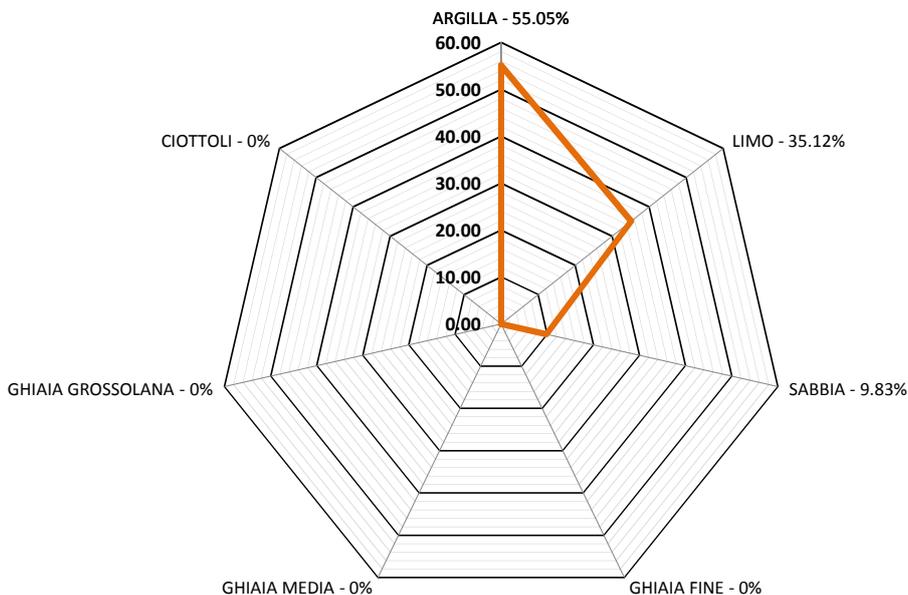
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	171/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40	

Passante setaccio 10 (2 mm)	100.00 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.89 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.21 %	D_{50}	0.00397 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00611 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.04902 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
55.05 %	35.12 %	9.83 %	0.00 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
48.1%	19.41%	28.70%	13

Classificazione CNR-UNI 10006 **A7-6**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	171/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	18.93
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	79.74	79.74
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	26.12	26.12
Umidità (trimming) (%)	27.2%	27.2%
Umidità (misura diretta) (%)	29.7%	26.1%
Densità umida (kN/m ³)	19.86	20.41
Densità secca (kN/m ³)	15.31	16.18
Indice dei vuoti	0.705	0.614
Grado di saturazione (%)	111.9%	113.2%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
460.0	Saturato a 12 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
25	20.01	-0.05%	0.706					
50	20.02	-0.11%	0.707					
100	19.95	0.24%	0.701	0.020	0.071	14014.3		
200	19.74	1.31%	0.683	0.060	0.108	9254.7	0.0708	6.43E-07
400	19.40	3.00%	0.654	0.096	0.086	11609.5	0.0697	7.94E-07
800	18.98	5.09%	0.618	0.119	0.054	18685.7	0.0650	1.19E-06
1600	18.23	8.84%	0.555	0.212	0.048	20955.9	0.0348	7.16E-07
3200	17.23	13.85%	0.469	0.284	0.032	31360.6	0.0206	6.34E-07
1600	17.34	13.33%	0.478					
800	17.49	12.53%	0.492					
200	18.12	9.40%	0.545					
50	18.93	5.34%	0.614					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Telle)

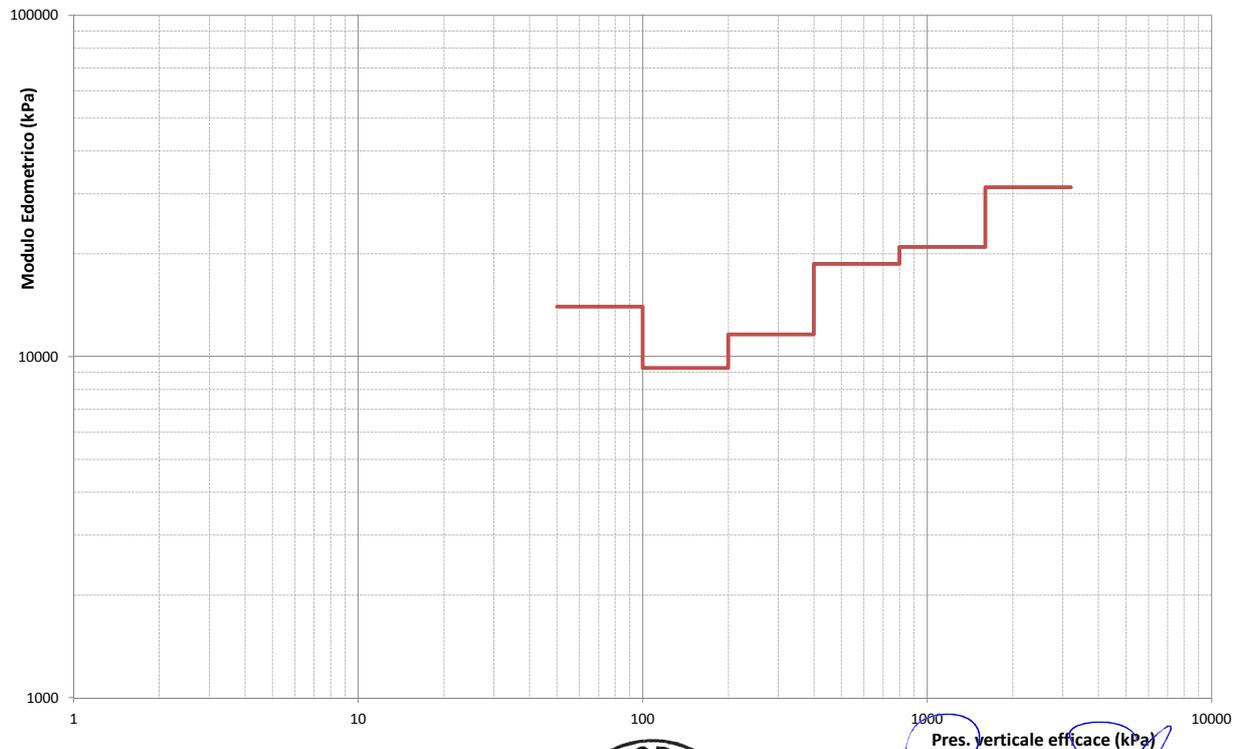
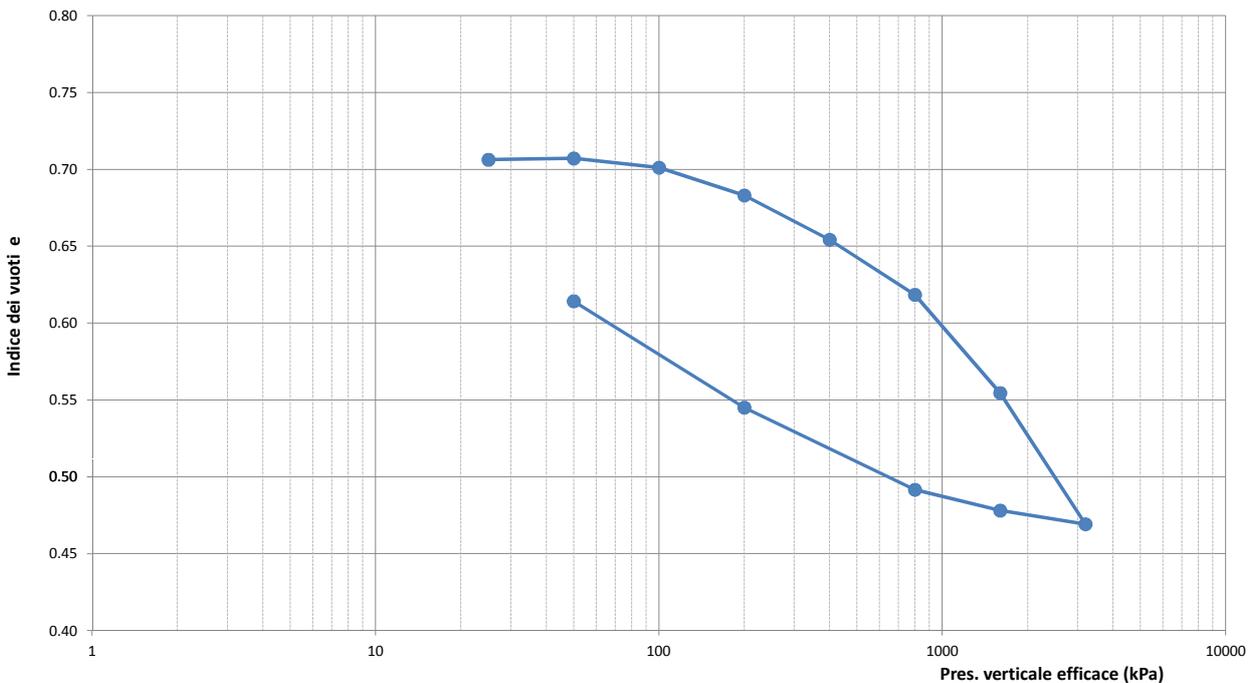


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

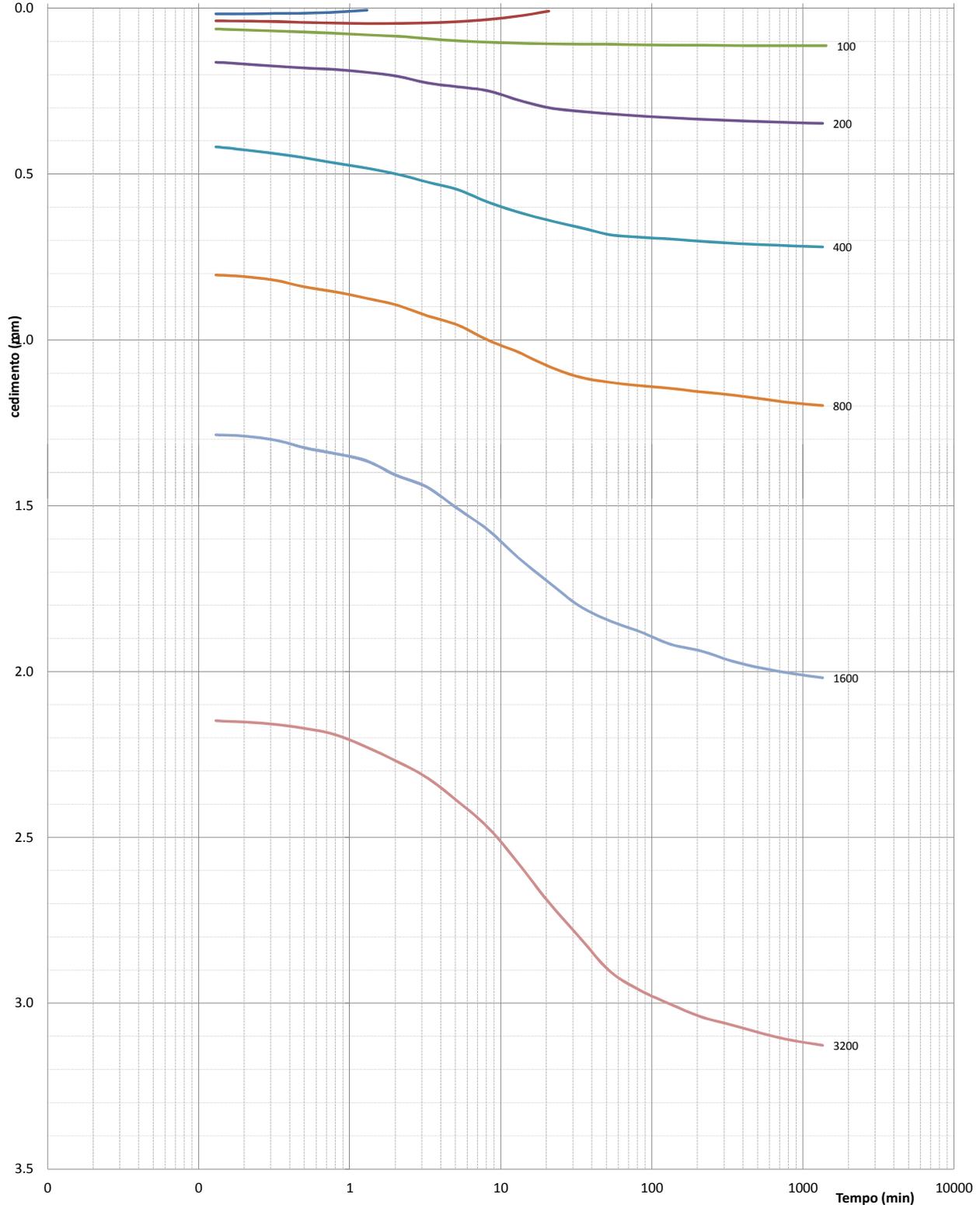


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa	3200 kPa
0.00	0.017	0.019	0.043	0.135	0.382	0.778	1.270	2.126
0.08	0.017	0.036	0.062	0.160	0.413	0.799	1.280	2.140
0.13	0.017	0.038	0.063	0.163	0.418	0.804	1.286	2.148
0.20	0.017	0.039	0.066	0.168	0.427	0.809	1.290	2.152
0.32	0.016	0.040	0.069	0.175	0.438	0.820	1.302	2.159
0.50	0.015	0.043	0.072	0.180	0.451	0.840	1.325	2.171
0.80	0.012	0.045	0.076	0.185	0.467	0.855	1.343	2.190
1.28	0.006	0.046	0.081	0.193	0.482	0.874	1.364	2.227
2.05		0.046	0.085	0.205	0.500	0.895	1.409	2.271
3.25		0.044	0.092	0.225	0.524	0.927	1.444	2.320
5.17		0.041	0.099	0.237	0.547	0.955	1.509	2.391
8.22		0.034	0.103	0.249	0.585	1.001	1.573	2.470
13.05		0.024	0.106	0.277	0.615	1.037	1.657	2.578
20.75		0.009	0.108	0.300	0.640	1.080	1.731	2.696
33.00			0.109	0.311	0.661	1.112	1.802	2.800
52.47			0.109	0.318	0.683	1.128	1.847	2.903
83.43			0.111	0.325	0.691	1.138	1.880	2.961
132.65			0.112	0.330	0.696	1.146	1.918	3.003
210.92			0.112	0.335	0.703	1.157	1.938	3.041
335.37			0.113	0.339	0.709	1.166	1.968	3.065
533.23			0.113	0.342	0.713	1.178	1.990	3.091
847.83			0.113	0.345	0.717	1.190	2.006	3.112
1348.05			0.113	0.347	0.720	1.198	2.019	3.127

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	1600 kPa	800 kPa	200 kPa	50 kPa
0.08	3.077	2.905	2.630	1.986
0.32	3.068	2.901	2.618	1.975
1.28	3.050	2.887	2.584	1.937
5.17	3.017	2.848	2.506	1.877
20.75	2.997	2.797	2.360	1.765
83.43	2.984	2.766	2.152	1.522
335.37	2.981	2.748	2.009	1.180
533.23	2.976	2.733	1.998	1.170

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	145.43	145.75	147.45
Umidità (misura diretta) (%)	25.91%	25.71%	24.21%
Umidità (trimming) (%)	27.07%	27.12%	27.42%
Densità umida (kN/m ³)	19.81	19.86	20.09
Densità secca (kN/m ³)	15.74	15.80	16.17
Indice dei vuoti	0.692	0.685	0.646
Grado di saturazione (%)	99.7%	99.9%	99.8%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	300.0	400.0	500.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.520	0.618	0.789

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00589	0.00570	0.00596
Pressione verticale (kPa)	300.0	400.0	500.0
Tensione di taglio (kPa)	85.6	110.8	133.3
Spostamento orizzontale (mm)	2.73	3.51	1.45
Deformazione verticale (mm)	0.156	0.225	0.128

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

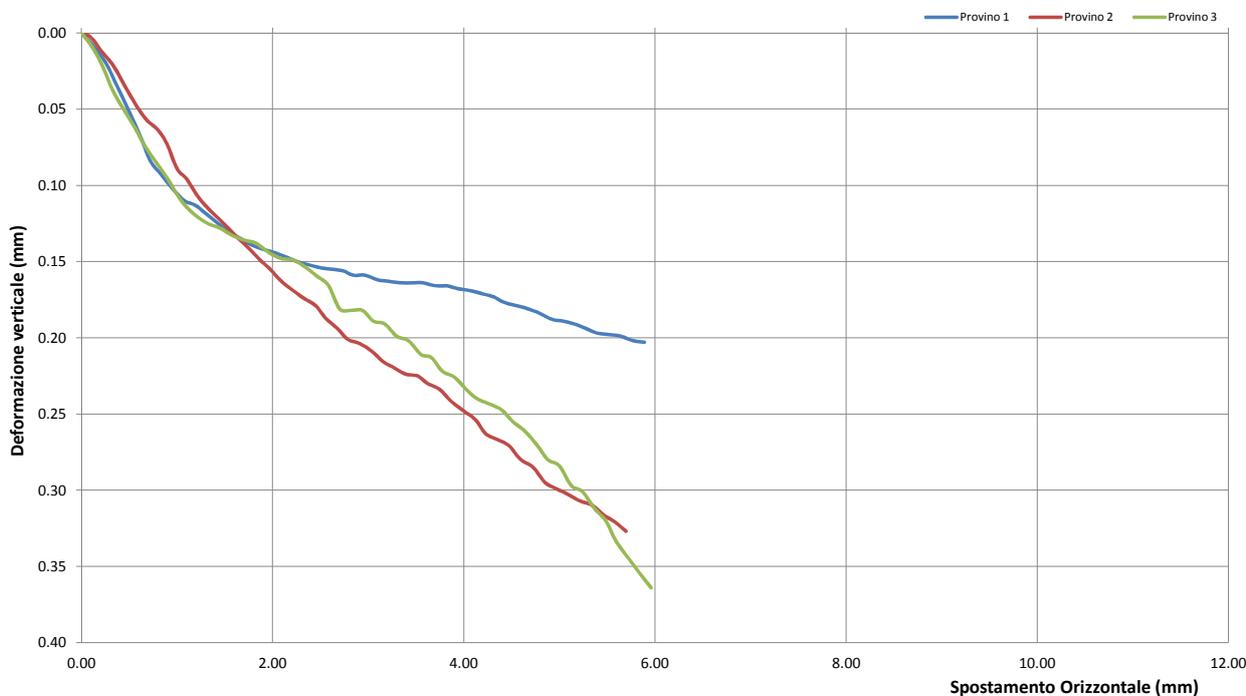
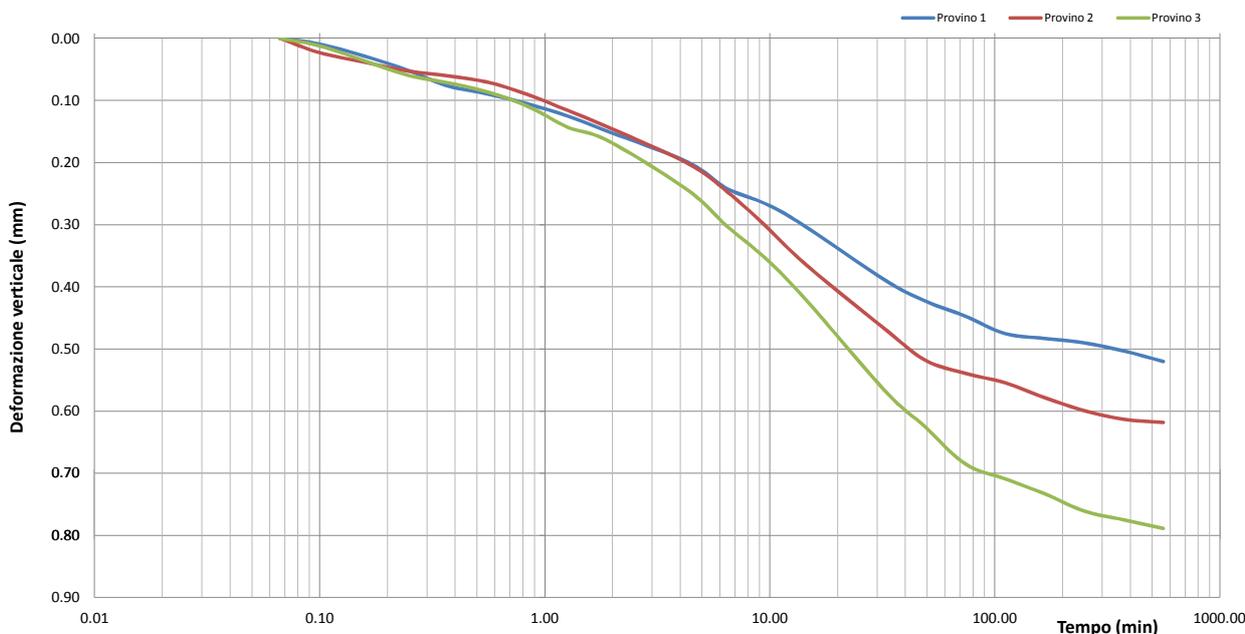


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	1	Campione	3	Profondità	20.00 ÷ 20.40	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

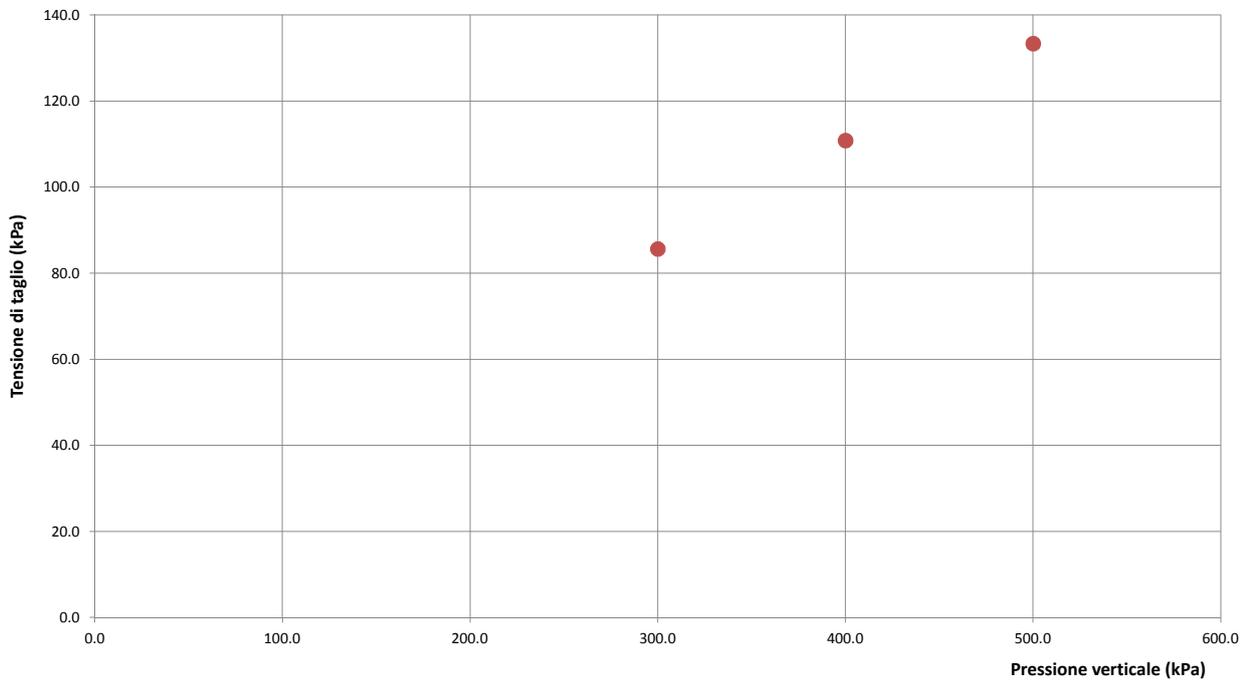
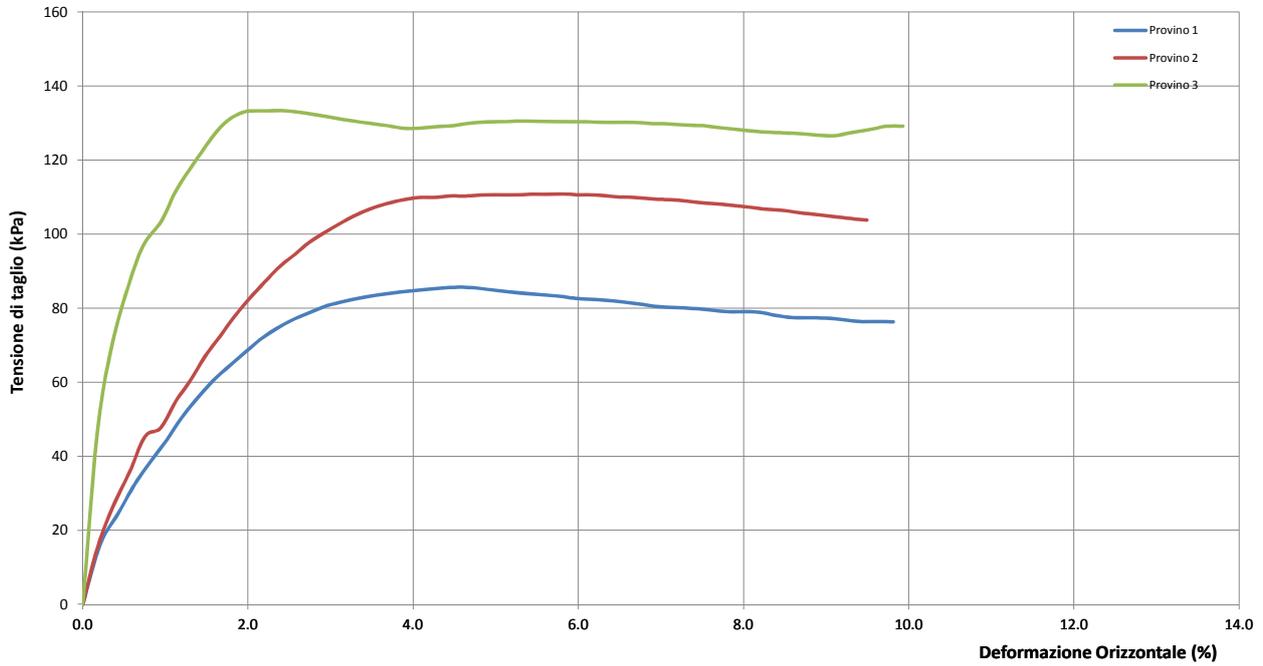
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.70	0.000	0.07	0.93	0.000	0.07	0.95	0.000
0.10	0.71	0.009	0.10	0.95	0.023	0.10	0.96	0.012
0.17	0.73	0.031	0.17	0.97	0.040	0.17	0.99	0.039
0.25	0.75	0.052	0.25	0.98	0.053	0.25	1.01	0.060
0.37	0.77	0.076	0.37	0.99	0.060	0.37	1.02	0.071
0.57	0.79	0.090	0.57	1.00	0.071	0.57	1.04	0.087
0.85	0.80	0.106	0.85	1.02	0.091	0.85	1.06	0.110
1.27	0.82	0.125	1.27	1.04	0.116	1.27	1.09	0.143
1.92	0.85	0.150	1.92	1.07	0.143	1.92	1.11	0.165
4.32	0.90	0.199	4.32	1.13	0.201	4.32	1.19	0.244
4.32	0.90	0.199	4.32	1.13	0.201	4.32	1.19	0.244
6.48	0.94	0.242	6.48	1.17	0.247	6.48	1.25	0.303
9.72	0.96	0.267	9.72	1.23	0.304	9.72	1.31	0.356
14.58	1.00	0.304	14.58	1.29	0.365	14.58	1.37	0.422
32.83	1.09	0.390	32.83	1.40	0.469	32.83	1.52	0.569
49.25	1.12	0.423	49.25	1.44	0.518	49.25	1.58	0.626
73.88	1.14	0.447	73.88	1.47	0.539	73.88	1.63	0.685
110.83	1.17	0.475	110.83	1.48	0.554	110.83	1.66	0.709
166.25	1.18	0.483	166.25	1.50	0.578	166.25	1.68	0.733
249.38	1.19	0.490	249.38	1.53	0.599	249.38	1.71	0.761
374.08	1.20	0.503	374.08	1.54	0.613	374.08	1.72	0.775
561.13	1.22	0.520	561.13	1.54	0.618	561.13	1.74	0.789

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.13	0.009	16.3	0.10	0.003	14.2	0.11	0.009	47.2
0.38	0.036	32.5	0.34	0.022	35.6	0.33	0.038	85.6
0.49	0.051	38.6	0.45	0.035	45.4	0.44	0.050	96.8
0.61	0.067	44.3	0.57	0.047	47.7	0.57	0.064	103.6
0.72	0.084	50.5	0.68	0.057	55.0	0.68	0.076	111.8
0.84	0.093	55.8	0.79	0.063	60.8	0.81	0.087	118.9
0.95	0.102	60.4	0.89	0.072	66.9	0.92	0.098	125.2
1.07	0.110	64.6	1.00	0.089	72.4	1.04	0.110	130.3
1.19	0.113	68.3	1.10	0.096	77.7	1.18	0.119	133.0
1.29	0.118	71.6	1.21	0.107	82.6	1.32	0.125	133.2
1.41	0.124	74.4	1.32	0.115	87.0	1.45	0.128	133.3
1.53	0.130	76.9	1.44	0.122	91.4	1.58	0.133	132.8
1.66	0.135	79.0	1.55	0.129	94.7	1.71	0.136	132.1
1.77	0.139	80.6	1.64	0.135	97.7	1.83	0.138	131.3
1.90	0.142	81.8	1.75	0.141	100.2	1.96	0.144	130.5
2.01	0.144	82.8	1.87	0.149	102.8	2.09	0.148	129.8
2.14	0.147	83.5	1.97	0.155	104.9	2.22	0.149	129.2
2.25	0.150	84.1	2.09	0.163	106.8	2.35	0.154	128.4
2.37	0.152	84.5	2.21	0.169	108.3	2.47	0.160	128.6
2.49	0.154	85.1	2.32	0.174	109.2	2.59	0.166	129.0
2.61	0.155	85.4	2.45	0.179	109.9	2.70	0.181	129.3
2.73	0.156	85.6	2.55	0.187	109.9	2.82	0.182	130.0
2.84	0.159	85.5	2.68	0.194	110.3	2.94	0.182	130.3
2.96	0.159	84.9	2.78	0.201	110.3	3.05	0.189	130.3
3.09	0.162	84.4	2.91	0.204	110.6	3.17	0.191	130.5
3.21	0.163	83.9	3.04	0.209	110.6	3.30	0.199	130.4
3.34	0.164	83.6	3.16	0.216	110.6	3.42	0.202	130.4
3.47	0.164	83.2	3.28	0.220	110.8	3.55	0.211	130.3
3.57	0.164	82.6	3.39	0.224	110.8	3.66	0.213	130.3
3.71	0.166	82.3	3.51	0.225	110.8	3.78	0.222	130.1
3.82	0.166	82.0	3.62	0.230	110.6	3.90	0.226	130.1
3.95	0.168	81.6	3.75	0.234	110.5	4.03	0.234	130.1
4.06	0.169	81.0	3.87	0.242	110.1	4.14	0.240	129.8
4.18	0.171	80.4	4.00	0.248	109.9	4.25	0.243	129.7
4.30	0.173	80.1	4.12	0.254	109.5	4.39	0.247	129.4
4.43	0.177	79.9	4.23	0.263	109.3	4.51	0.255	129.2
4.55	0.179	79.5	4.36	0.267	109.1	4.63	0.261	128.6
4.67	0.181	79.0	4.47	0.271	108.5	4.76	0.270	128.2
4.79	0.184	79.0	4.60	0.280	108.2	4.88	0.280	127.7
4.92	0.188	78.9	4.72	0.285	107.8	5.00	0.284	127.4
5.03	0.189	78.1	4.85	0.295	107.3	5.12	0.297	127.2

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	171/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	01/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	02/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
5.16	0.19	77.42	4.97	0.30	106.72	5.24	0.30	127.00
5.28	0.19	77.39	5.10	0.30	106.39	5.37	0.31	126.58
5.39	0.20	77.28	5.21	0.31	105.75	5.48	0.32	126.61
5.52	0.20	76.89	5.34	0.31	105.22	5.60	0.33	127.47
5.64	0.20	76.36	5.46	0.32	104.72	5.71	0.34	128.11
5.77	0.20	76.36	5.58	0.32	104.19	5.83	0.35	129.06
5.89	0.20	76.28	5.70	0.33	103.81	5.96	0.36	129.11

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Certificato di prova numero:	172	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	380.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Sabbia debolmente limosa di colore marroncino	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	172/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	172/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	172/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	172/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	172/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	172/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	172/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	172/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1			
TD2			
TD3		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	172/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	54.46	53.15	45.88
Peso Lordo Secco (g)	51.82	51.08	44.33
Tara (g)	26.26	26.19	26.26
Umidità relativa W (%)	10.3%	8.3%	8.6%

Umidità naturale media W_n (%)

9.1%

Deviazione standard

1.09%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	172/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58.95	39.95	124.40	65.45

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

16.07

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	60.25

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

14.80

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	172/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	21.93	22.06	22.015
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	190.75	190.84	190.815
Temperatura (°C)	20	20	20
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.164	177.164	177.164
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6283	2.6313	2.6322
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0000	1.0000	1.0000
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6283	2.6313	2.6322

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.631
Deviazione standard	0.002

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

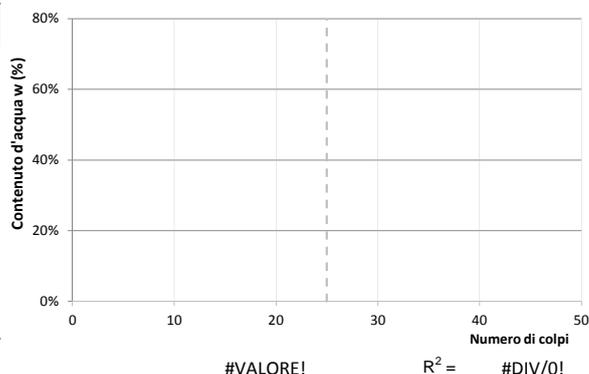
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	172/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

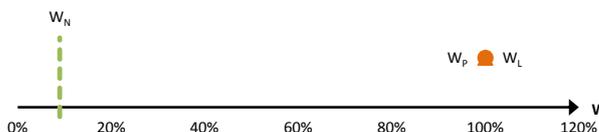
	A	B	C
Contenitore N°			
P _T - tara (g)			
P _T + campione umido (g)			
P _T + campione secco (g)			
N° di colpi			
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE LIQUIDO W_L (%)			



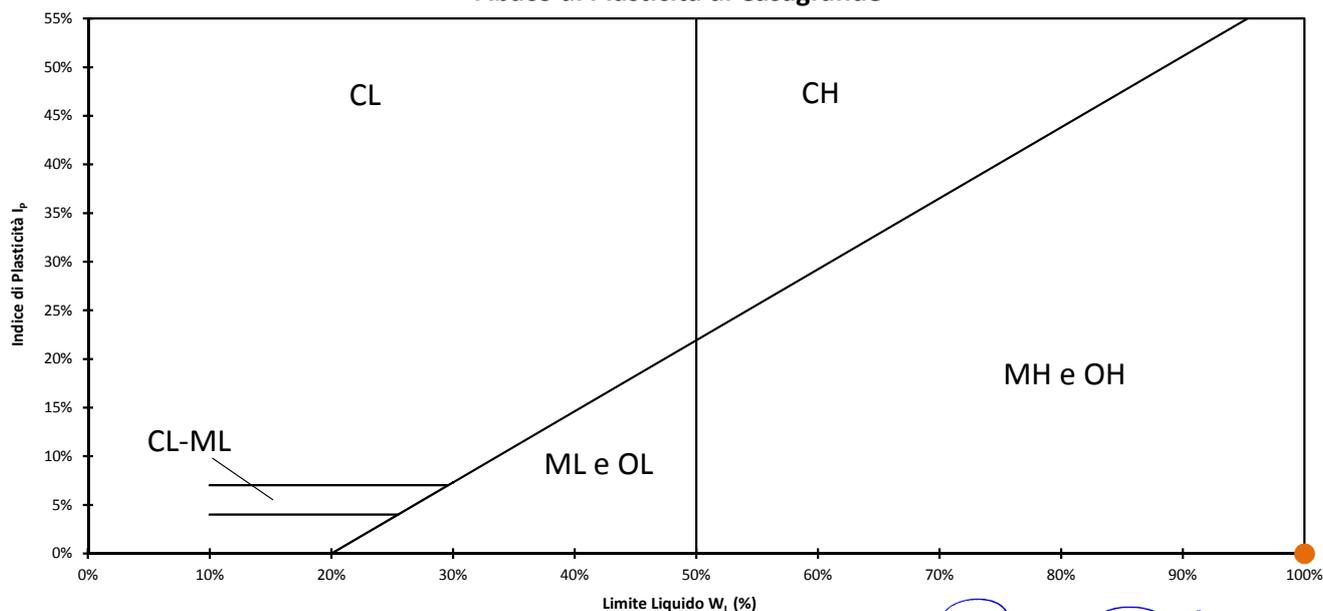
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°		
P _T - Peso contenitore (g)		
P _T + campione umido (g)		
P _T + campione secco (g)		
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE PLASTICO W_p (%)		

Indice di Plasticità I_p	0.0%
Indice di consistenza I_c	#VALORE!
Indice di liquidità I_l	#VALORE!



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)



ANALISI GRANULOMETRICA

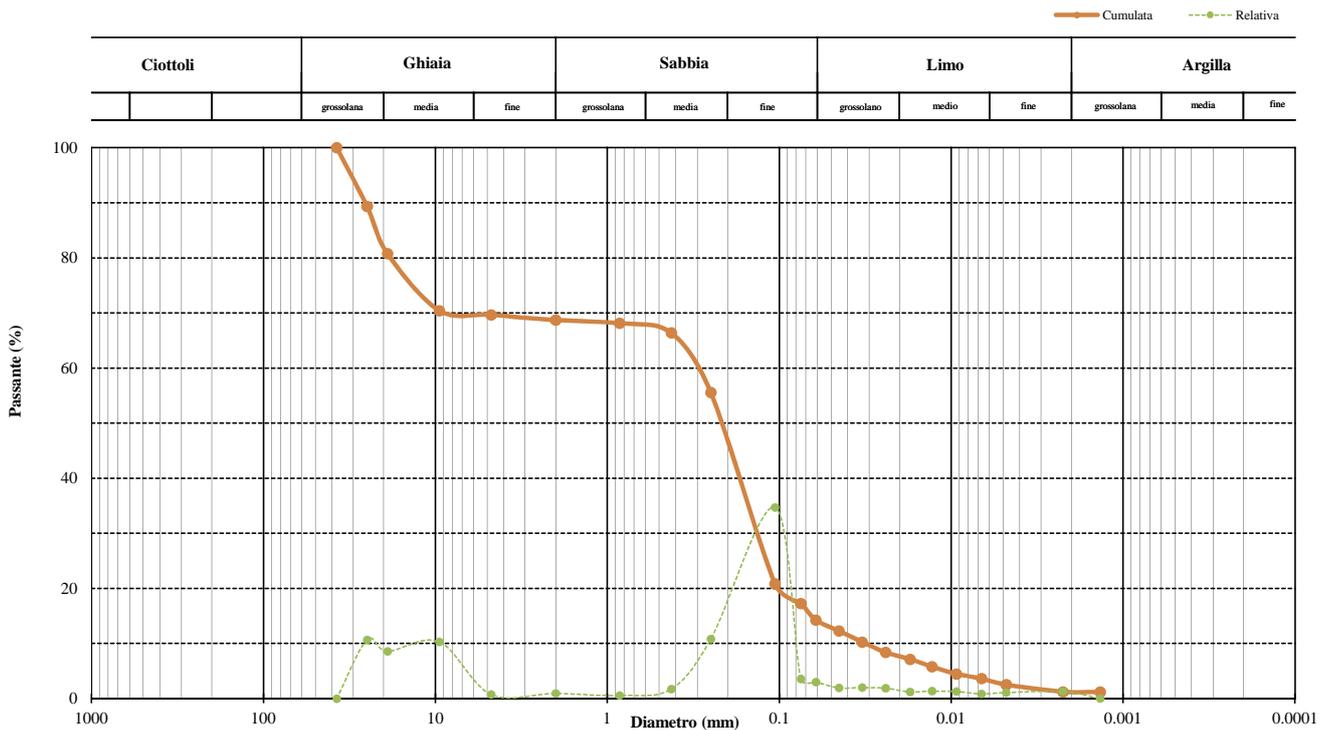
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	172/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
37.5000	100.00 %	0.2500	55.56 %	0.0129	5.78 %
25.0000	89.35 %	0.1060	20.84 %	0.0093	4.48 %
19.0000	80.77 %	0.0750	17.26 %	0.0067	3.63 %
9.5000	70.43 %	0.0613	14.25 %	0.0048	2.52 %
4.7500	69.66 %	0.0450	12.30 %	0.0022	1.22 %
2.0000	68.71 %	0.0330	10.28 %	0.0014	1.19 %
0.8500	68.14 %	0.0241	8.39 %	#N/D	#N/D
0.4250	66.40 %	0.0174	7.15 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Sabbia con Ghiaia limosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	68.71 %	D_{10}	0.03168 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	66.40 %	D_{30}	0.14400 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	17.26 %	D_{50}	0.22694 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	10.15	D_{60}	0.32169 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	2.03	D_{90}	25.75803 mm
Argilla (< 0,002 mm)	1.21 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	54.61 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	
		Ghiaia (> 2 mm)	31.29 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	172/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.

Sondaggio

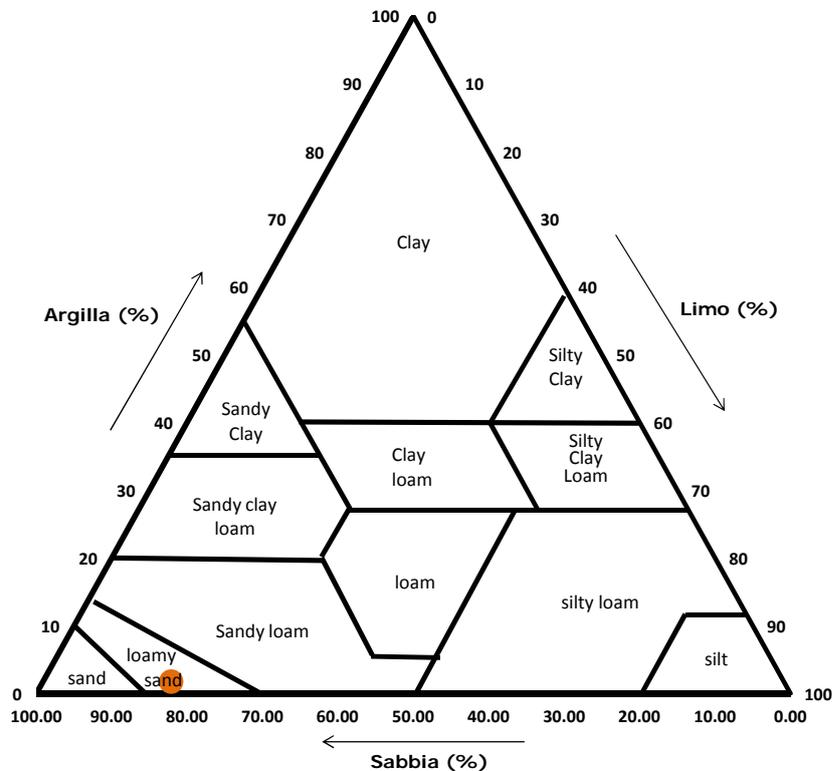
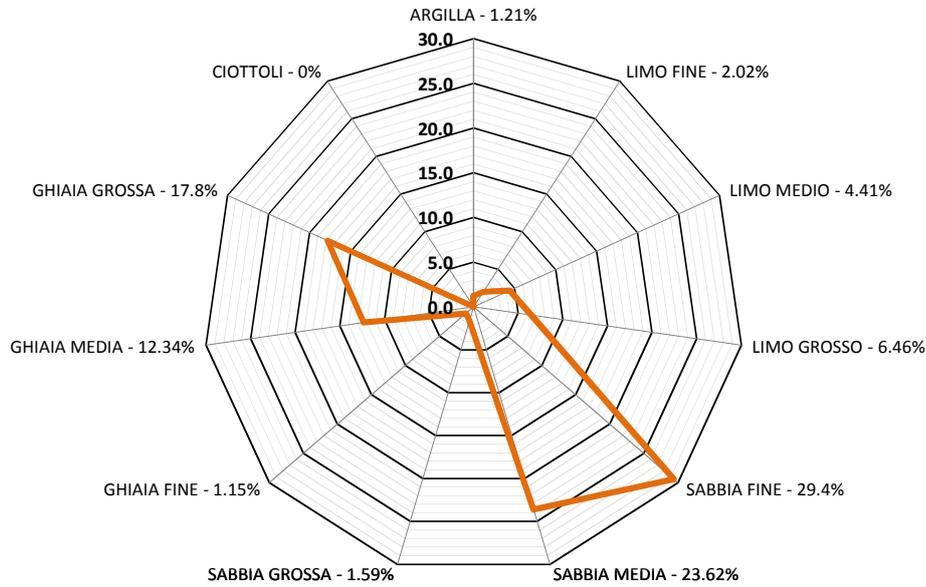
2

Campione

1

Profondità

7.10 ÷ 7.50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
1.76 %	17.01 %	81.23 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

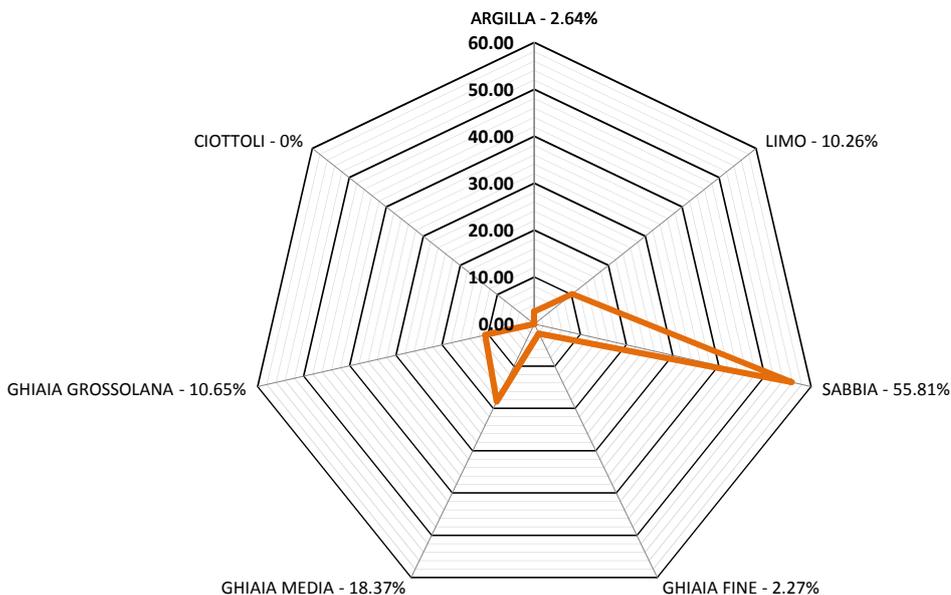
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	172/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50	

Passante setaccio 10 (2 mm)	68.71 %	D_{10}	0.03168 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	66.40 %	D_{30}	0.14400 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	17.26 %	D_{50}	0.22694 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	10.15	D_{60}	0.32169 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	2.03	D_{90}	25.75803 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
2.64 %	10.26 %	55.81 %	31.29 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
		0.00%	0

Classificazione CNR-UNI 10006 **A2-5**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	172/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	19.37
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	65.45	65.45
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	25.81	25.81
Umidità (trimming) (%)	9.1%	9.1%
Umidità (misura diretta) (%)	8.6%	23.2%
Densità umida (kN/m ³)	16.30	19.09
Densità secca (kN/m ³)	15.00	15.49
Indice dei vuoti	0.720	0.666
Grado di saturazione (%)	31.5%	91.7%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
90.0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	19.95	0.24%	0.716		0.357	2802.9		
25	19.90	0.51%	0.711		0.212	4723.3		
50	19.83	0.85%	0.705	0.019	0.139	7213.2		
100	19.77	1.16%	0.700	0.017	0.062	16082.0	0.1284	2.03E-06
200	19.70	1.50%	0.694	0.019	0.034	29283.6	0.0624	1.79E-06
400	19.62	1.89%	0.688	0.023	0.020	49670.9	0.0620	3.02E-06
800	19.49	2.58%	0.676	0.039	0.017	57284.7	0.0577	3.24E-06
1600	19.31	3.44%	0.661	0.049	0.011	91255.8	0.0226	2.02E-06
800	19.32	3.43%	0.661					
400	19.32	3.40%	0.662					
100	19.34	3.32%	0.663					
25	19.37	3.17%	0.666					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

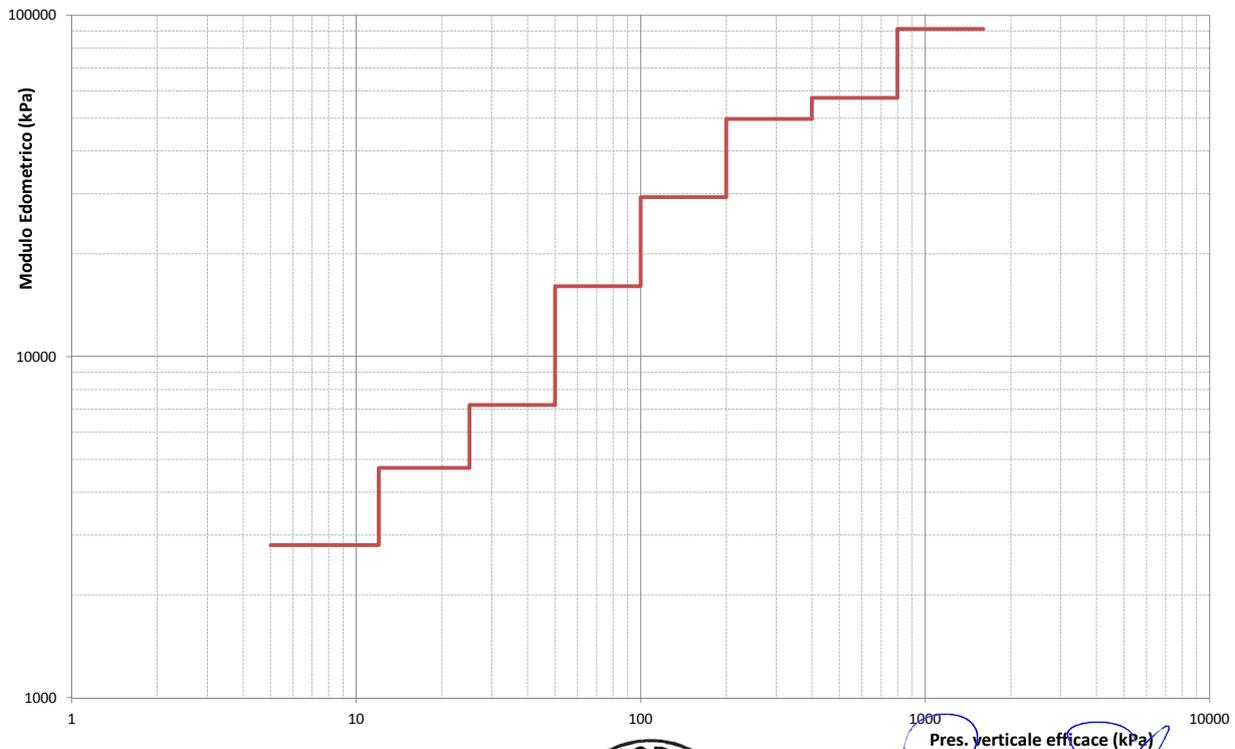
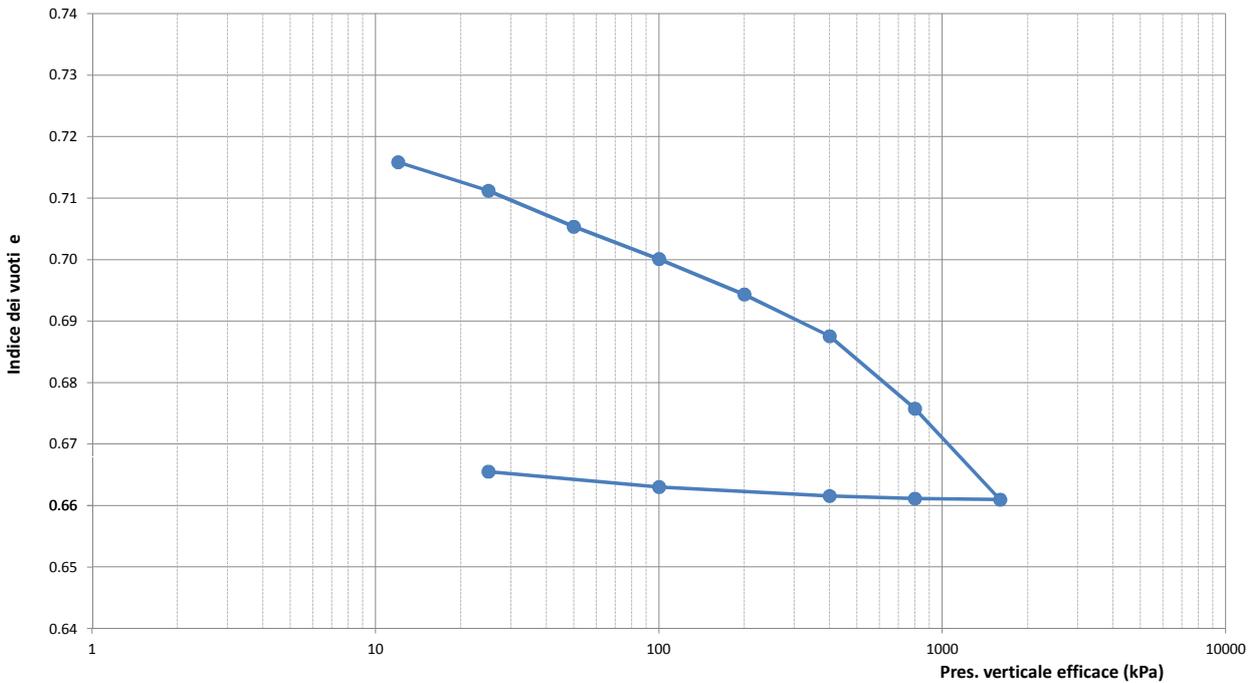


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50	



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

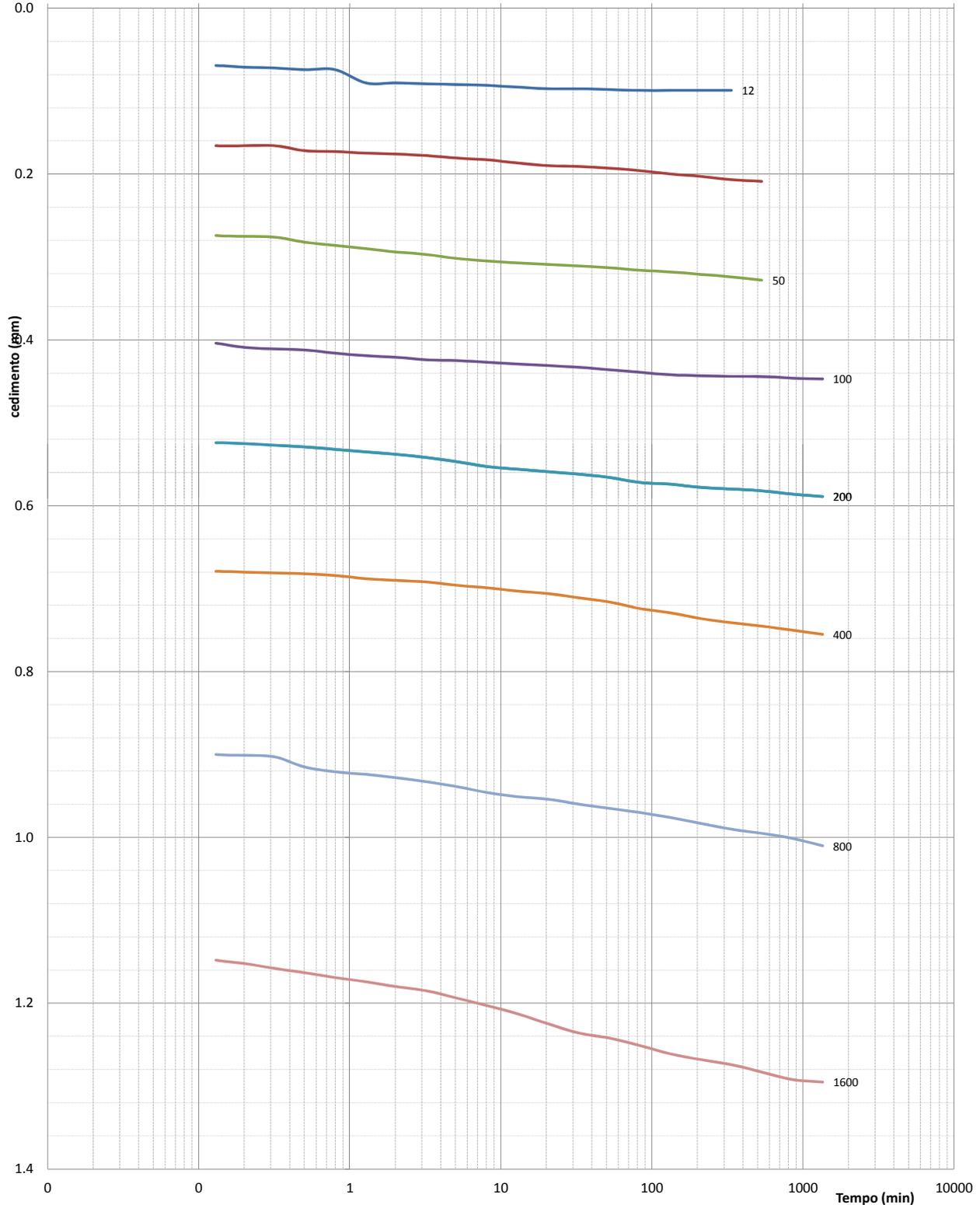


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0.00	0.050	0.155	0.260	0.386	0.522	0.676	0.873	1.123
0.08	0.068	0.164	0.270	0.401	0.524	0.679	0.894	1.141
0.13	0.069	0.166	0.274	0.404	0.524	0.679	0.900	1.148
0.20	0.071	0.166	0.275	0.409	0.525	0.680	0.901	1.152
0.32	0.072	0.166	0.276	0.411	0.527	0.681	0.903	1.158
0.50	0.074	0.172	0.282	0.412	0.529	0.682	0.915	1.163
0.80	0.074	0.173	0.286	0.416	0.532	0.684	0.921	1.169
1.28	0.090	0.175	0.290	0.419	0.535	0.688	0.924	1.174
2.05	0.090	0.176	0.294	0.421	0.538	0.690	0.928	1.180
3.25	0.091	0.178	0.297	0.424	0.542	0.692	0.933	1.185
5.17	0.092	0.181	0.302	0.425	0.547	0.696	0.939	1.194
8.22	0.093	0.183	0.305	0.427	0.553	0.699	0.946	1.203
13.05	0.095	0.187	0.307	0.429	0.556	0.703	0.951	1.213
20.75	0.097	0.190	0.309	0.431	0.559	0.706	0.954	1.225
33.00	0.097	0.191	0.311	0.433	0.562	0.711	0.960	1.236
52.47	0.098	0.193	0.313	0.436	0.566	0.716	0.965	1.242
83.43	0.099	0.196	0.316	0.439	0.572	0.724	0.970	1.251
132.65	0.099	0.200	0.318	0.442	0.574	0.729	0.976	1.261
210.92	0.099	0.203	0.321	0.443	0.578	0.736	0.983	1.268
335.37	0.099	0.207	0.324	0.444	0.580	0.741	0.990	1.274
533.23		0.209	0.328	0.444	0.582	0.745	0.995	1.283
847.83				0.446	0.586	0.750	1.001	1.292
1348.05				0.447	0.589	0.755	1.010	1.295

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0.08	1.290	1.251	1.181	1.113
0.32	1.289	1.251	1.179	1.109
1.28	1.290	1.250	1.176	1.105
5.17	1.289	1.249	1.173	1.101
20.75	1.289	1.248	1.171	1.096
83.43	1.289	1.247	1.169	1.092
335.37	1.288	1.246	1.167	1.086
533.23	1.277	1.235	1.155	1.086

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	125.33	131.87	125.8
Umidità (misura diretta) (%)	10.37%	11.54%	10.86%
Umidità (trimming) (%)	10.33%	8.32%	8.58%
Densità umida (kN/m ³)	17.08	17.97	17.14
Densità secca (kN/m ³)	15.47	16.11	15.46
Indice dei vuoti	0.700	0.633	0.701
Grado di saturazione (%)	39.0%	47.9%	40.7%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100.0	200.0	300.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.064	0.129	0.138

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00982	0.00956	0.00973
Pressione verticale (kPa)	100.0	200.0	300.0
Tensione di taglio (kPa)	49.9	83.7	139.2
Spostamento orizzontale (mm)	6.32	2.70	3.83
Deformazione verticale (mm)	-0.190	0.002	0.038

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

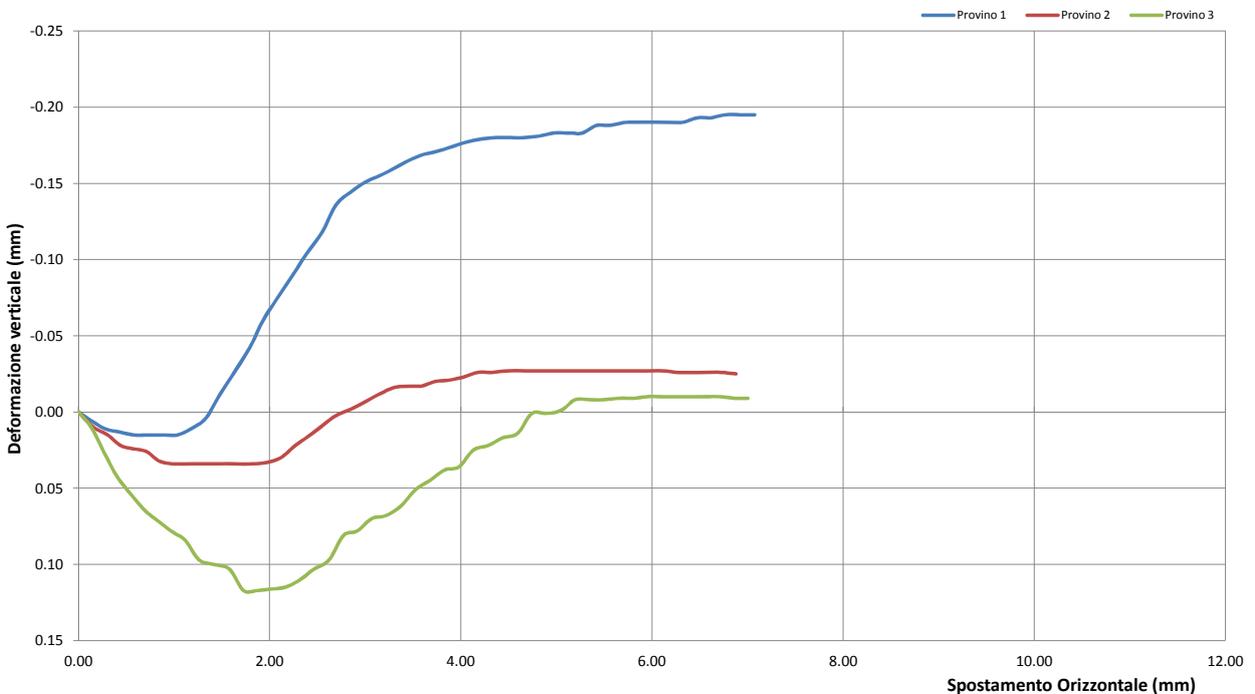
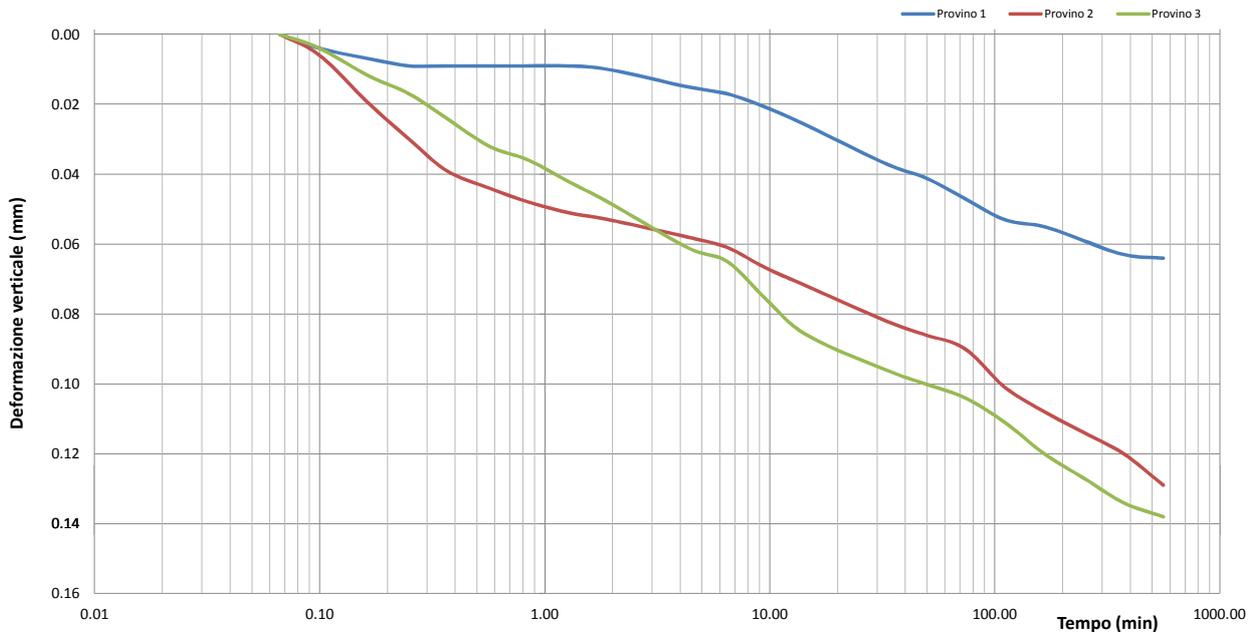


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità	7.10 ÷ 7.50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

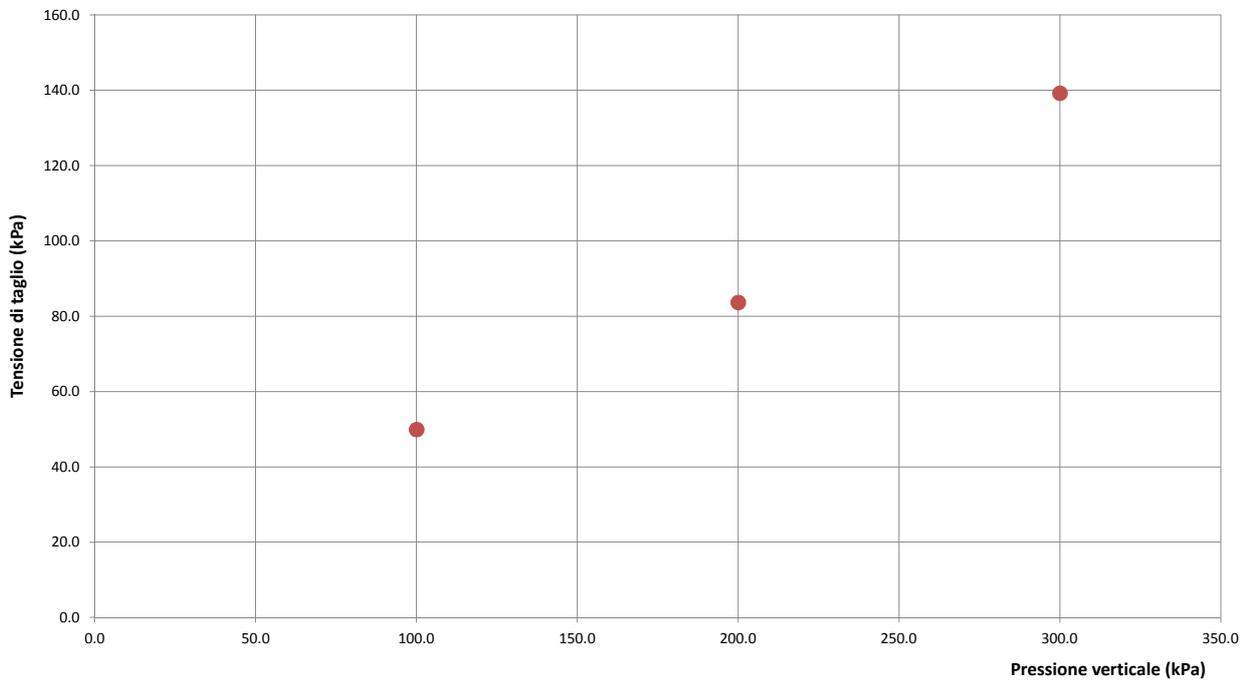
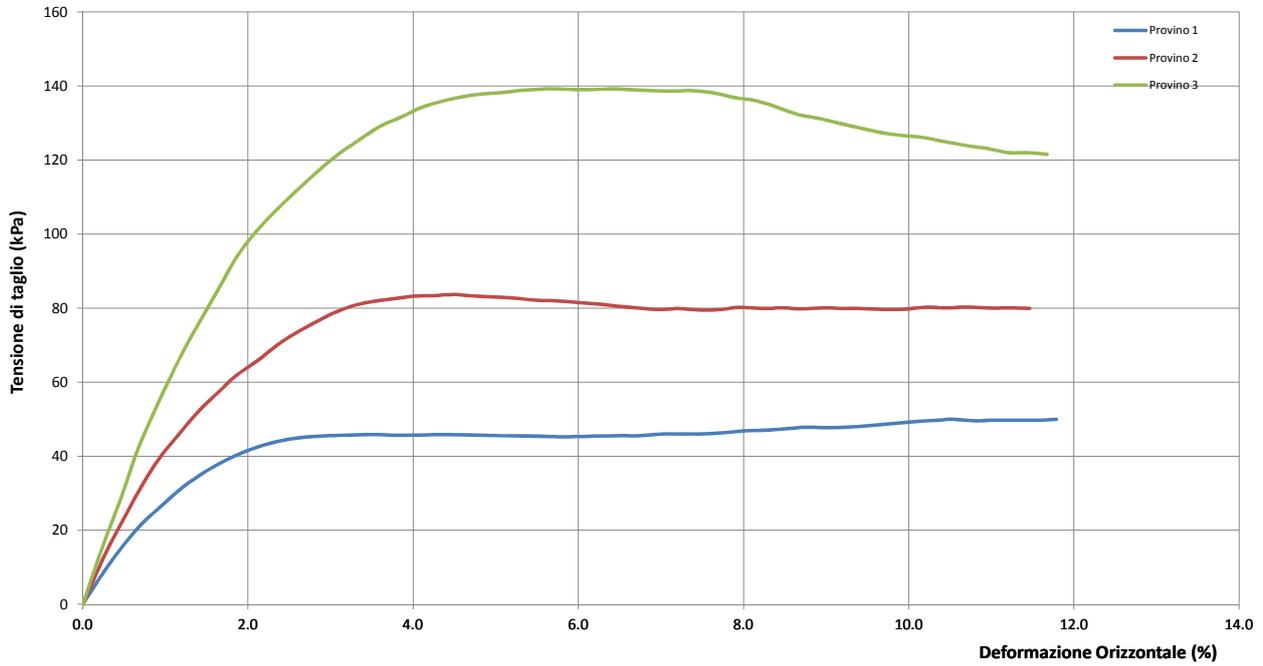
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.44	0.000	0.07	0.55	0.000	0.07	0.70	0.000
0.10	0.44	0.004	0.10	0.56	0.006	0.10	0.71	0.004
0.17	0.44	0.007	0.17	0.57	0.020	0.17	0.72	0.012
0.25	0.45	0.009	0.25	0.58	0.030	0.25	0.72	0.017
0.37	0.45	0.009	0.37	0.59	0.039	0.37	0.73	0.024
0.57	0.45	0.009	0.57	0.60	0.044	0.57	0.74	0.032
0.85	0.45	0.009	0.85	0.60	0.048	0.85	0.74	0.036
1.27	0.45	0.009	1.27	0.60	0.051	1.27	0.75	0.042
1.92	0.45	0.010	1.92	0.60	0.053	1.92	0.75	0.048
4.32	0.45	0.015	4.32	0.61	0.058	4.32	0.76	0.061
4.32	0.45	0.015	4.32	0.61	0.058	4.32	0.76	0.061
6.48	0.45	0.017	6.48	0.61	0.061	6.48	0.77	0.065
9.72	0.46	0.021	9.72	0.62	0.067	9.72	0.78	0.076
14.58	0.46	0.026	14.58	0.62	0.072	14.58	0.79	0.086
32.83	0.47	0.037	32.83	0.63	0.082	32.83	0.80	0.096
49.25	0.48	0.041	49.25	0.64	0.086	49.25	0.80	0.100
73.88	0.48	0.047	73.88	0.64	0.090	73.88	0.81	0.104
110.83	0.49	0.053	110.83	0.65	0.101	110.83	0.81	0.111
166.25	0.49	0.055	166.25	0.66	0.108	166.25	0.82	0.120
249.38	0.50	0.059	249.38	0.67	0.114	249.38	0.83	0.127
374.08	0.50	0.063	374.08	0.67	0.120	374.08	0.84	0.134
561.13	0.50	0.064	561.13	0.68	0.129	561.13	0.84	0.138

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.14	0.006	8.2	0.16	0.010	13.2	0.14	0.011	15.4
0.42	0.013	21.6	0.44	0.022	32.8	0.41	0.043	42.7
0.59	0.015	27.1	0.57	0.024	40.1	0.56	0.055	55.3
0.73	0.015	31.7	0.71	0.026	46.6	0.70	0.065	66.3
0.89	0.015	35.8	0.84	0.032	52.1	0.84	0.072	76.0
1.03	0.015	38.8	0.98	0.034	57.3	0.99	0.079	85.4
1.17	0.011	41.2	1.12	0.034	62.1	1.12	0.084	93.7
1.33	0.004	43.2	1.27	0.034	65.7	1.26	0.097	100.8
1.48	-0.012	44.5	1.40	0.034	69.7	1.42	0.100	107.0
1.64	-0.027	45.2	1.53	0.034	72.9	1.58	0.103	112.6
1.80	-0.043	45.6	1.68	0.034	76.0	1.73	0.117	117.6
1.94	-0.061	45.7	1.82	0.034	78.6	1.87	0.117	122.0
2.08	-0.075	45.9	1.97	0.033	80.7	2.02	0.116	125.7
2.24	-0.090	45.7	2.11	0.030	81.8	2.16	0.115	129.1
2.39	-0.104	45.6	2.27	0.022	82.6	2.32	0.110	131.7
2.55	-0.118	45.8	2.41	0.016	83.2	2.46	0.103	134.3
2.69	-0.136	45.8	2.55	0.009	83.4	2.62	0.097	136.0
2.84	-0.144	45.7	2.70	0.002	83.7	2.77	0.081	137.2
3.00	-0.151	45.5	2.86	-0.002	83.2	2.92	0.078	137.9
3.15	-0.155	45.5	3.01	-0.007	83.0	3.07	0.070	138.3
3.31	-0.160	45.4	3.16	-0.012	82.6	3.21	0.068	138.9
3.45	-0.165	45.3	3.30	-0.016	82.1	3.37	0.062	139.2
3.61	-0.169	45.3	3.44	-0.017	82.0	3.53	0.051	139.1
3.75	-0.171	45.4	3.59	-0.017	81.5	3.67	0.045	139.0
3.91	-0.174	45.5	3.73	-0.020	81.1	3.83	0.038	139.2
4.05	-0.177	45.5	3.89	-0.021	80.5	3.98	0.036	139.0
4.21	-0.179	46.0	4.03	-0.023	80.1	4.13	0.025	138.8
4.37	-0.180	46.0	4.18	-0.026	79.6	4.29	0.022	138.6
4.52	-0.180	46.0	4.33	-0.026	79.9	4.44	0.017	138.8
4.67	-0.180	46.4	4.48	-0.027	79.5	4.60	0.014	138.0
4.82	-0.181	46.9	4.64	-0.027	79.6	4.74	0.001	136.8
4.97	-0.183	47.0	4.77	-0.027	80.2	4.89	0.001	136.0
5.13	-0.183	47.5	4.93	-0.027	79.9	5.05	-0.001	134.2
5.27	-0.183	47.8	5.08	-0.027	80.1	5.19	-0.008	132.3
5.42	-0.188	47.6	5.23	-0.027	79.8	5.35	-0.008	131.2
5.56	-0.188	47.9	5.39	-0.027	80.1	5.50	-0.008	129.9
5.72	-0.190	48.3	5.52	-0.027	79.9	5.66	-0.009	128.5
5.88	-0.190	48.8	5.68	-0.027	79.9	5.81	-0.009	127.3
6.03	-0.190	49.3	5.82	-0.027	79.6	5.95	-0.010	126.7
6.17	-0.190	49.6	5.98	-0.027	79.7	6.11	-0.010	126.1
6.32	-0.190	49.9	6.11	-0.027	80.2	6.26	-0.010	125.0

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	172/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	02/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	03/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6.47	-0.19	49.56	6.28	-0.03	80.06	6.41	-0.01	123.94
6.62	-0.19	49.72	6.43	-0.03	80.31	6.56	-0.01	123.19
6.76	-0.20	49.72	6.58	-0.03	80.03	6.72	-0.01	122.00
6.92	-0.20	49.69	6.72	-0.03	80.08	6.87	-0.01	122.00
7.07	-0.20	49.94	6.88	-0.03	79.94	7.00	-0.01	121.56

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

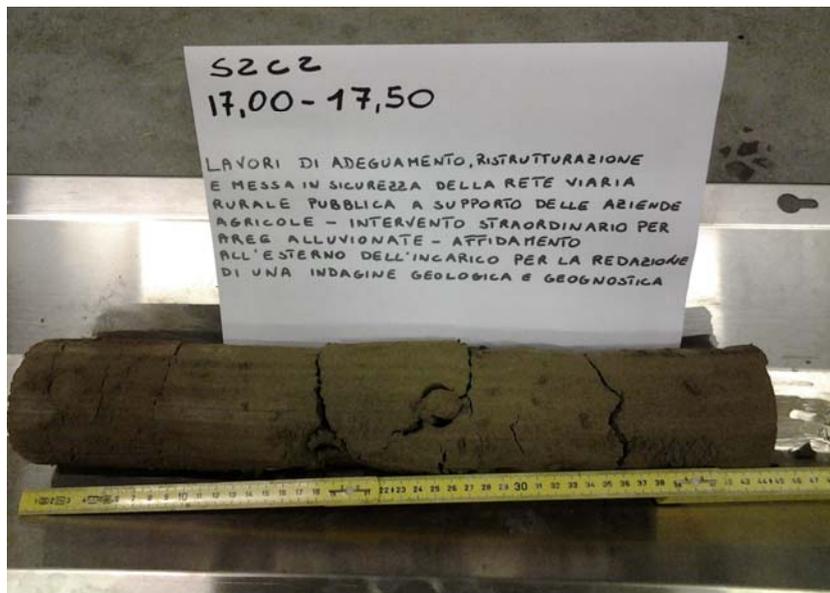
Certificato di prova numero:	173	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	440.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Sabbia debolmente limosa di colore marroncino	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	173/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	173/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	173/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	173/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	173/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	173/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	173/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	173/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1			
TD2			
TD3		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	173/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	52.69	57.60	55.12
Peso Lordo Secco (g)	48.29	52.60	50.88
Tara (g)	26.21	26.09	26.25
Umidità relativa W (%)	19.9%	18.9%	17.2%

Umidità naturale media W_n (%)

18.7%

Deviazione standard

1.37%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	173/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58.98	39.95	145.62	86.64

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

21.28

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	74.85

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

18.38

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	173/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50	

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	22.21	22.65	22.45
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	190.93	191.2	191.085
Temperatura (°C)	20	20	20
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.164	177.164	177.164
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6303	2.6295	2.6323
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0000	1.0000	1.0000
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6303	2.6295	2.6323

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.631	Deviazione standard	0.001
---	--------------	----------------------------	--------------

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

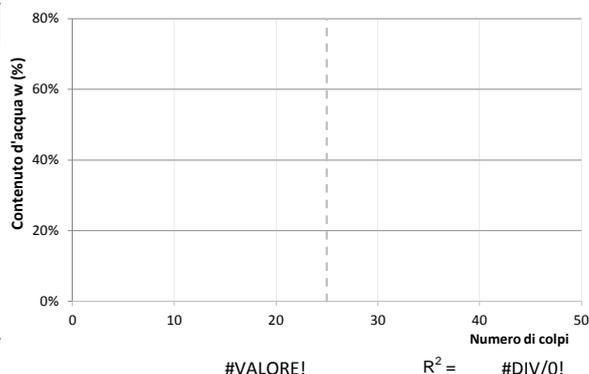
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	173/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50

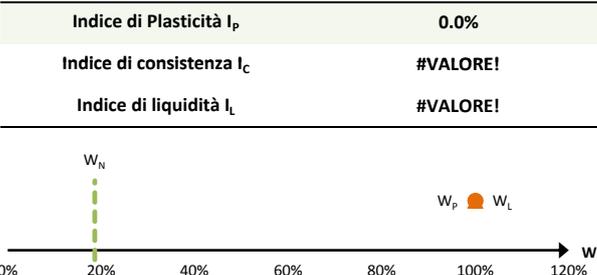
DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

	A	B	C
Contenitore N°			
P _T - tara (g)			
P _T + campione umido (g)			
P _T + campione secco (g)			
N° di colpi			
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE LIQUIDO W_L (%)			

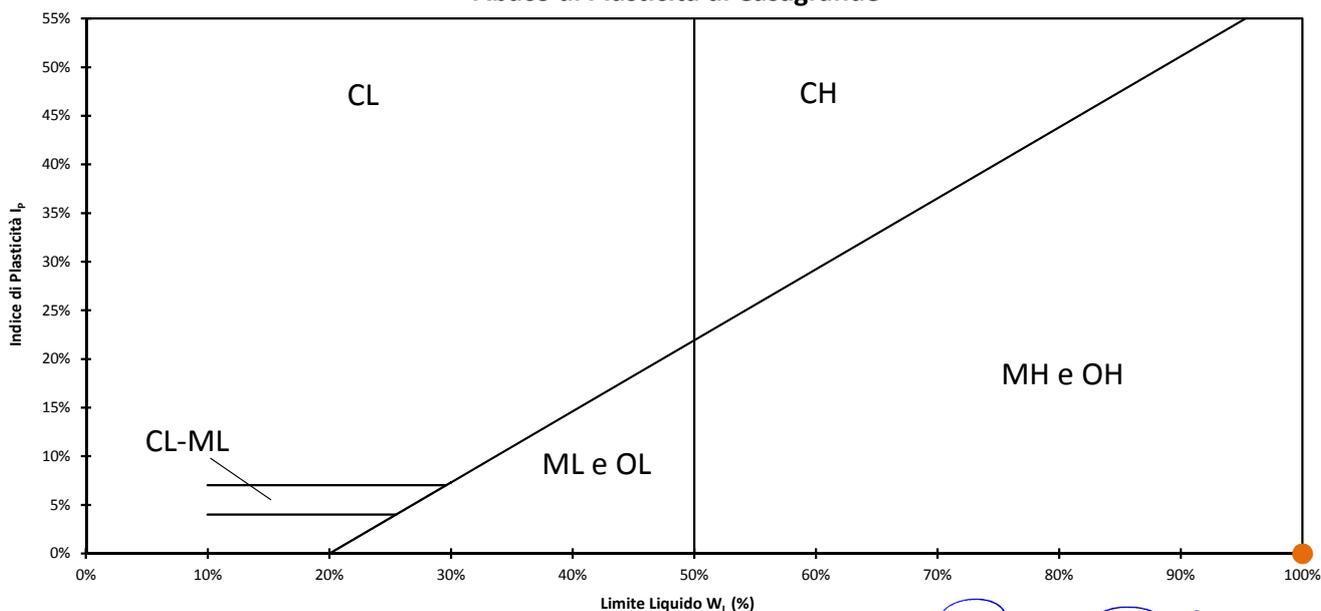


DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°		
P _T - Peso contenitore (g)		
P _T + campione umido (g)		
P _T + campione secco (g)		
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE PLASTICO W_p (%)		



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)



ANALISI GRANULOMETRICA

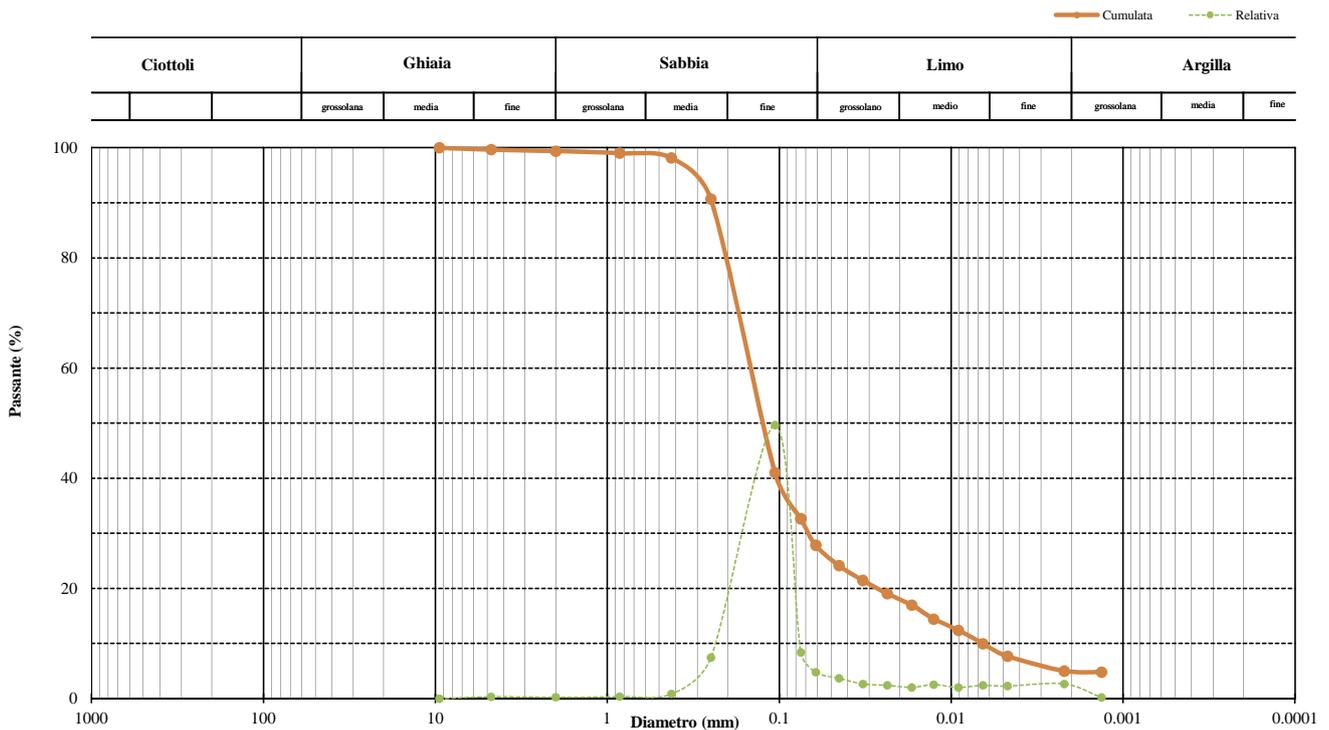
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	173/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9.5000	100.00 %	0.0614	27.85 %	0.0047	7.69 %
4.7500	99.66 %	0.0450	24.15 %	0.0022	5.01 %
2.0000	99.40 %	0.0327	21.47 %	0.0013	4.79 %
0.8500	99.02 %	0.0236	19.04 %	#N/D	#N/D
0.4250	98.17 %	0.0170	17.00 %	#N/D	#N/D
0.2500	90.71 %	0.0127	14.45 %	#N/D	#N/D
0.1060	41.05 %	0.0091	12.41 %	#N/D	#N/D
0.0750	32.66 %	0.0066	9.98 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Sabbia limosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99.40 %	D_{10}	0.00657 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	98.17 %	D_{30}	0.06749 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	32.66 %	D_{50}	0.13195 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	24.50	D_{60}	0.16095 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	4.31	D_{90}	0.24795 mm
Argilla (< 0,002 mm)	4.96 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	22.57 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	71.87 %
		Ghiaia (> 2 mm)	0.60 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

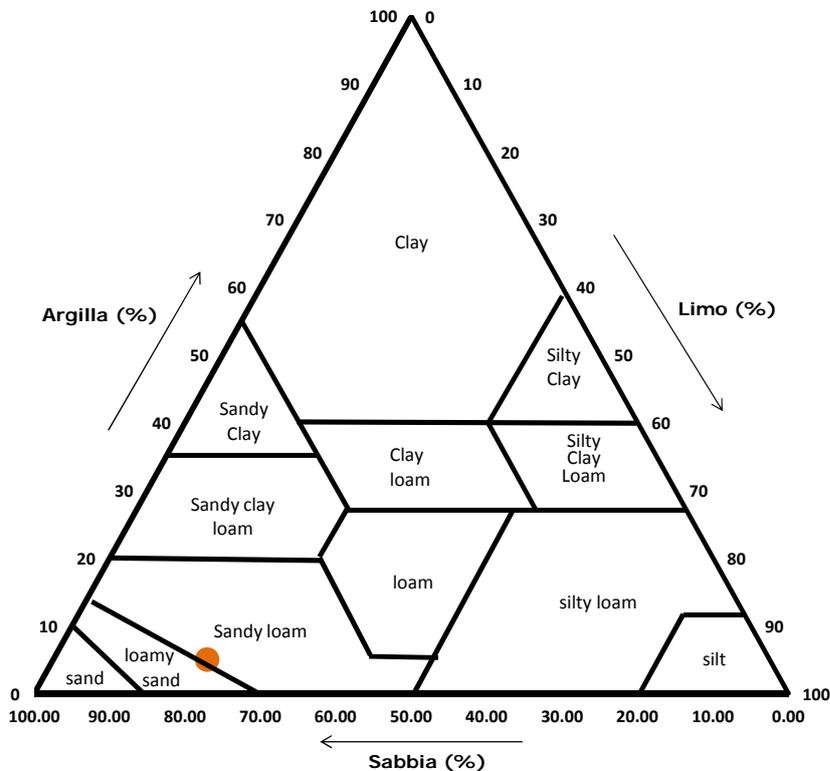
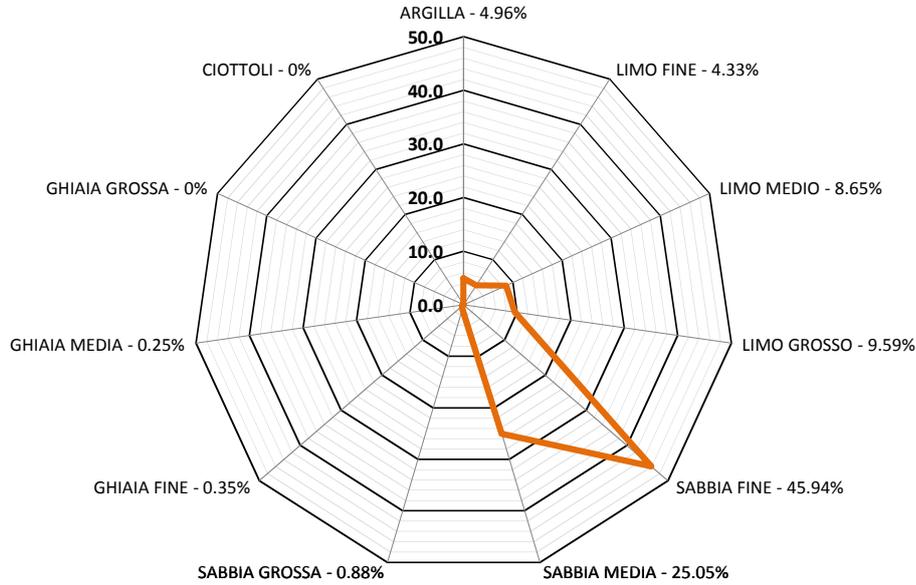


ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	173/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)		
Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
4.99 %	20.43 %	74.58 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

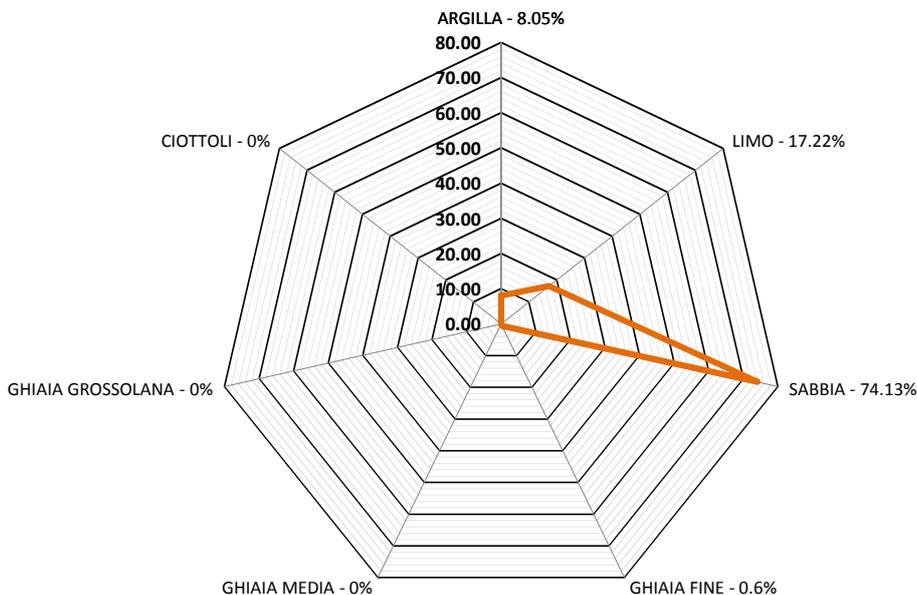
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	173/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50	

Passante setaccio 10 (2 mm)	99.40 %	D_{10}	0.00657 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	98.17 %	D_{30}	0.06749 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	32.66 %	D_{50}	0.13195 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	24.50	D_{60}	0.16095 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	4.31	D_{90}	0.24795 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
8.05 %	17.22 %	74.13 %	0.60 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
		0.00%	0

Classificazione CNR-UNI 10006 **A2-5**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	173/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	19.40
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	86.64	86.64
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	25.81	25.81
Umidità (trimming) (%)	18.7%	18.7%
Umidità (misura diretta) (%)	15.8%	14.3%
Densità umida (kN/m ³)	21.57	21.97
Densità secca (kN/m ³)	18.64	19.22
Indice dei vuoti	0.385	0.343
Grado di saturazione (%)	107.7%	109.8%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
30.0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	19.93	0.37%	0.379		0.539	1855.9		
25	19.87	0.65%	0.376		0.220	4554.6		
50	19.78	1.10%	0.369	0.020	0.181	5511.2		
100	19.69	1.55%	0.363	0.021	0.093	10780.2	0.1401	1.48E-06
200	19.62	1.92%	0.358	0.017	0.037	26876.7	0.1381	3.64E-06
400	19.51	2.44%	0.351	0.024	0.027	37730.8	0.1199	4.44E-06
800	19.41	2.93%	0.344	0.023	0.013	79272.7	0.1188	9.24E-06
1600	19.30	3.49%	0.336	0.026	0.007	141405.4	0.1032	1.43E-05
800	19.31	3.47%	0.337					
400	19.33	3.37%	0.338					
100	19.35	3.23%	0.340					
25	19.40	3.00%	0.343					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

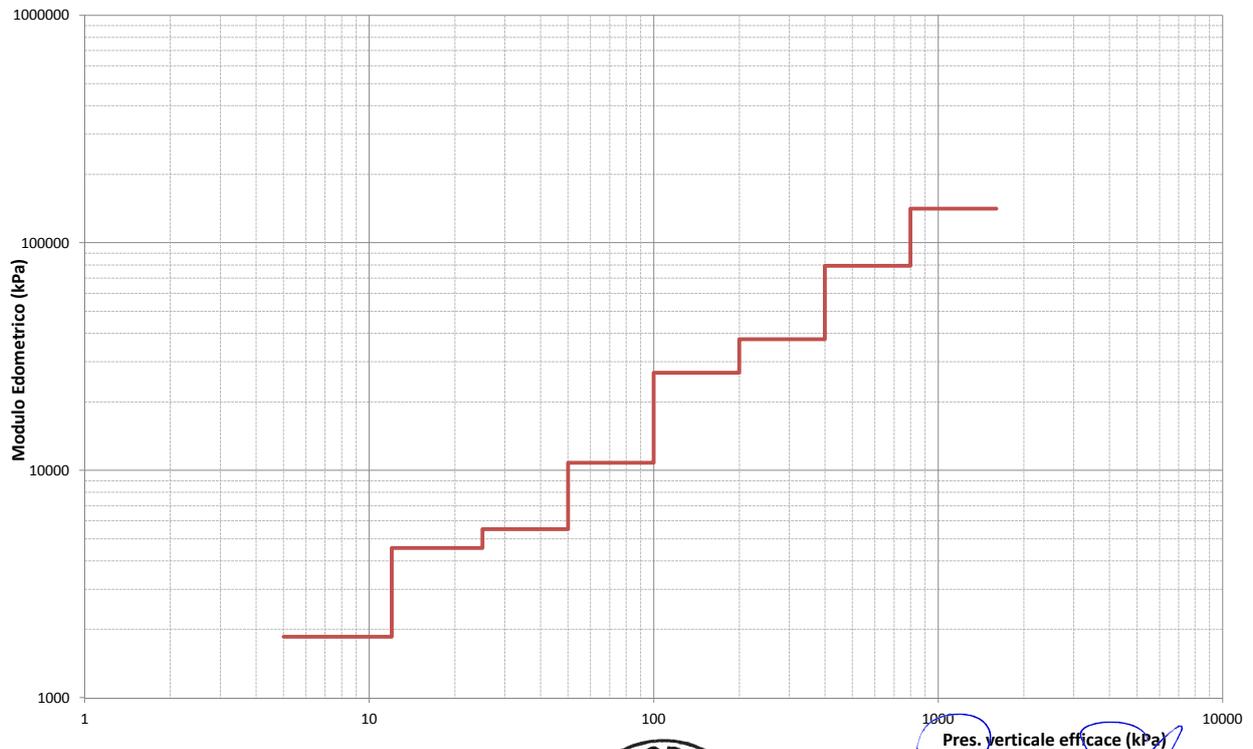
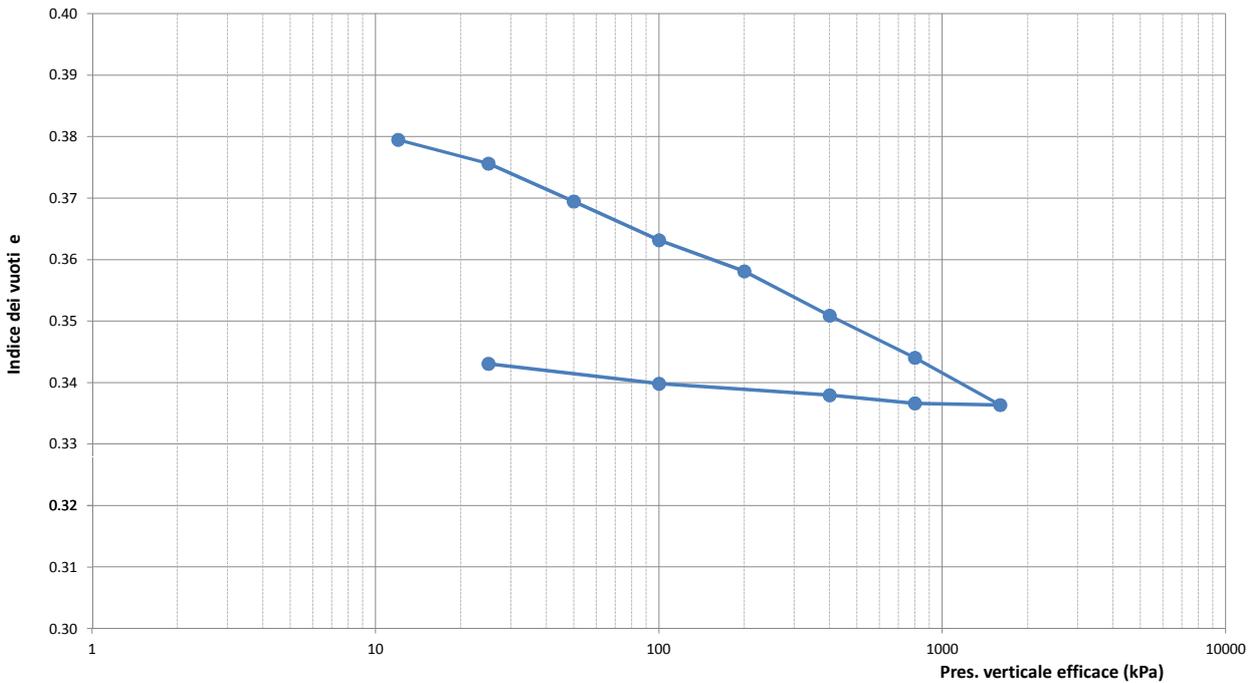


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Pres. verticale efficace (kPa)
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

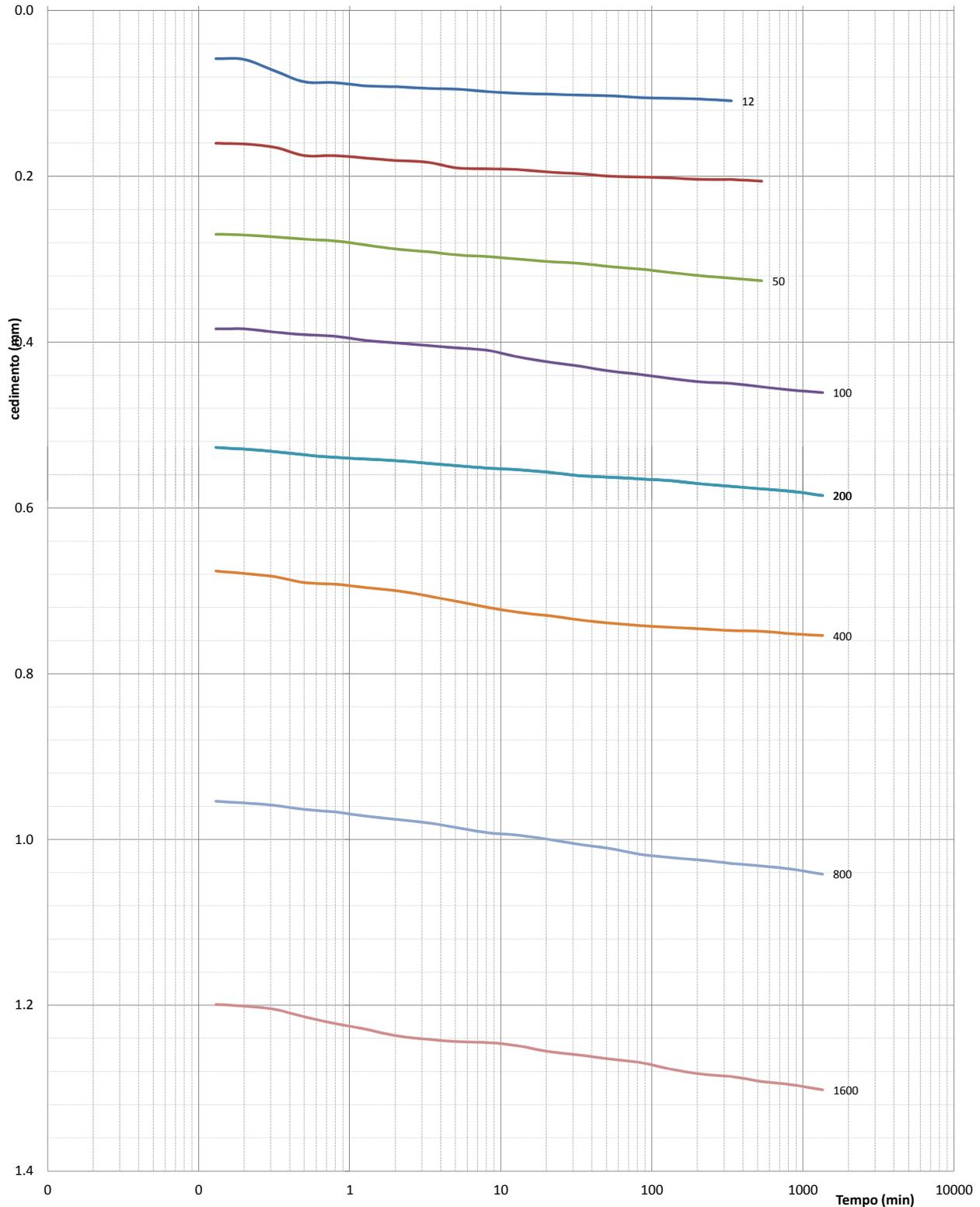


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0.00	0.035	0.150	0.237	0.370	0.512	0.650	0.943	1.191
0.08	0.057	0.159	0.270	0.382	0.522	0.670	0.950	1.197
0.13	0.058	0.160	0.270	0.384	0.527	0.676	0.954	1.199
0.20	0.059	0.161	0.271	0.384	0.529	0.679	0.956	1.201
0.32	0.073	0.165	0.273	0.388	0.532	0.683	0.959	1.205
0.50	0.086	0.175	0.276	0.391	0.536	0.690	0.964	1.214
0.80	0.087	0.175	0.278	0.393	0.539	0.692	0.967	1.222
1.28	0.091	0.178	0.283	0.398	0.541	0.696	0.972	1.229
2.05	0.092	0.181	0.288	0.401	0.543	0.700	0.976	1.237
3.25	0.094	0.183	0.291	0.404	0.546	0.706	0.980	1.241
5.17	0.095	0.190	0.295	0.407	0.549	0.713	0.986	1.244
8.22	0.098	0.191	0.297	0.410	0.552	0.720	0.992	1.245
13.05	0.100	0.192	0.300	0.418	0.554	0.726	0.995	1.249
20.75	0.101	0.195	0.303	0.424	0.557	0.730	1.000	1.256
33.00	0.102	0.197	0.305	0.429	0.561	0.735	1.006	1.260
52.47	0.103	0.200	0.309	0.435	0.563	0.739	1.011	1.265
83.43	0.105	0.201	0.312	0.439	0.565	0.742	1.018	1.269
132.65	0.106	0.202	0.316	0.444	0.567	0.744	1.022	1.277
210.92	0.107	0.204	0.320	0.448	0.571	0.746	1.025	1.283
335.37	0.109	0.204	0.323	0.450	0.574	0.748	1.029	1.286
533.23		0.206	0.326	0.454	0.577	0.749	1.032	1.292
847.83				0.458	0.580	0.752	1.036	1.296
1348.05				0.461	0.585	0.754	1.042	1.302

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0.08	1.267	1.235	1.135	1.064
0.32	1.266	1.232	1.131	1.058
1.28	1.265	1.229	1.128	1.050
5.17	1.265	1.226	1.125	1.038
20.75	1.264	1.224	1.123	1.030
83.43	1.264	1.220	1.119	1.025
335.37	1.264	1.218	1.116	1.021
533.23	1.263	1.216	1.115	1.021

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	152.3	151.75	156.31
Umidità (misura diretta) (%)	18.60%	17.96%	16.51%
Umidità (trimming) (%)	19.93%	18.86%	17.21%
Densità umida (kN/m ³)	20.75	20.68	21.30
Densità secca (kN/m ³)	17.50	17.53	18.28
Indice dei vuoti	0.504	0.501	0.439
Grado di saturazione (%)	97.2%	94.3%	98.9%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100.0	200.0	300.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.077	0.142	0.156

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00979	0.00958	0.00962
Pressione verticale (kPa)	100.0	200.0	300.0
Tensione di taglio (kPa)	60.3	94.7	144.6
Spostamento orizzontale (mm)	3.13	3.31	2.98
Deformazione verticale (mm)	-0.102	0.056	0.020

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

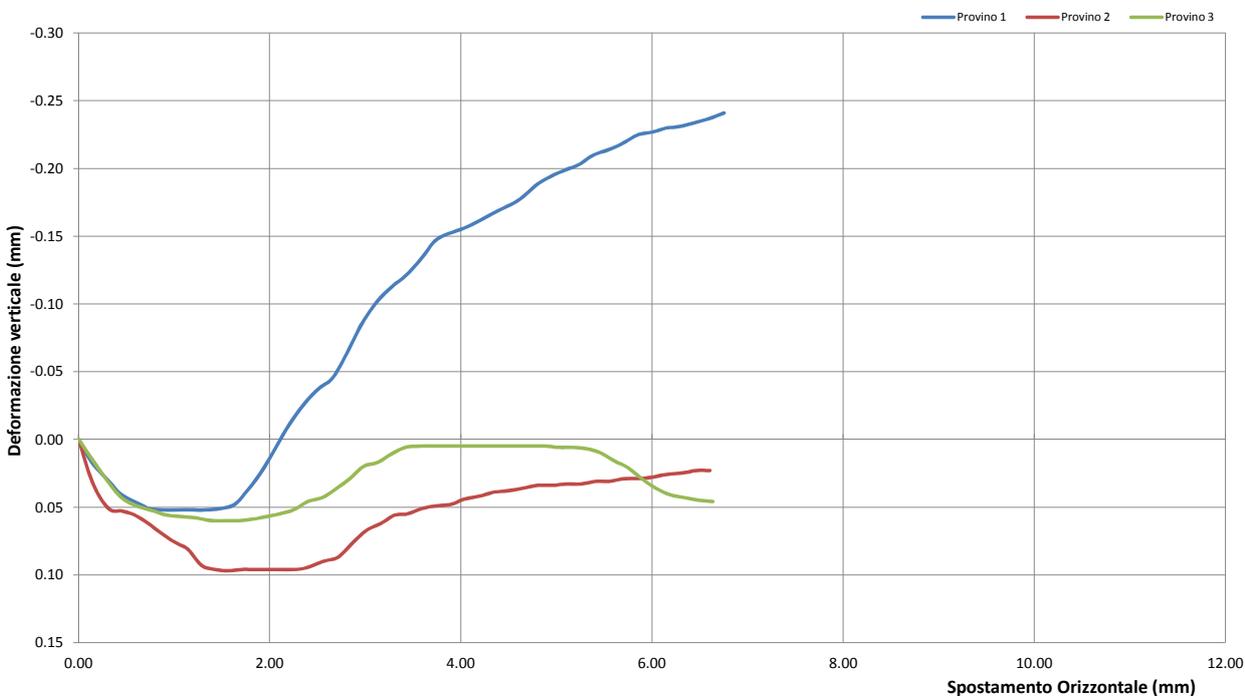
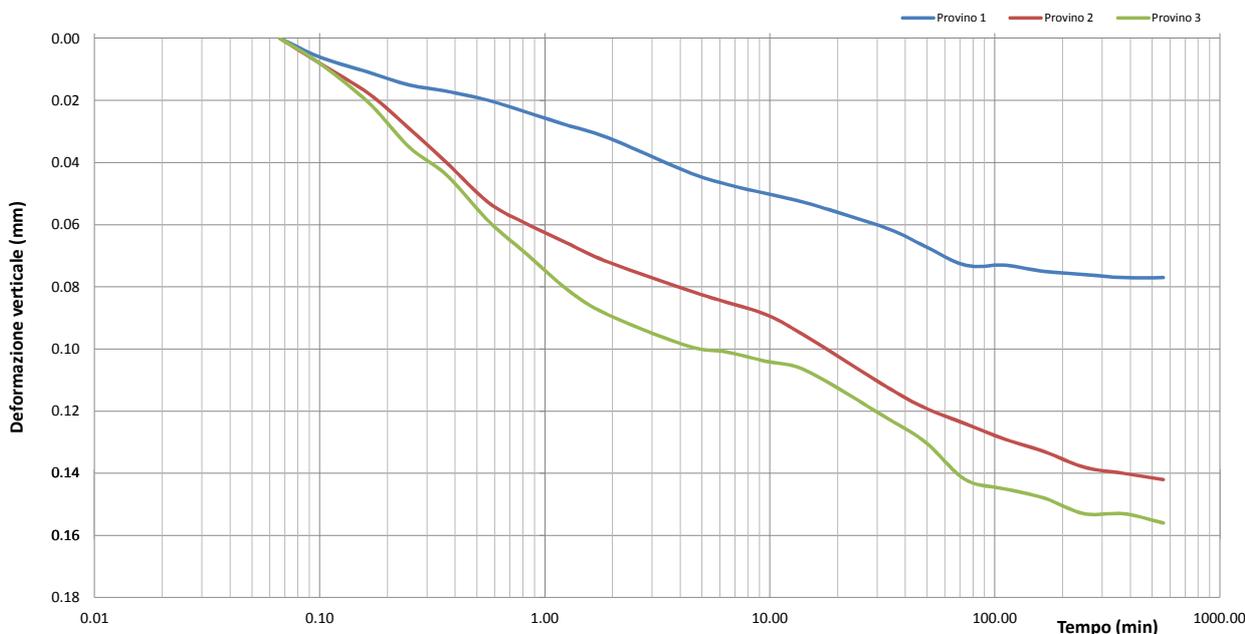


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità	17.00 ÷ 17.50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

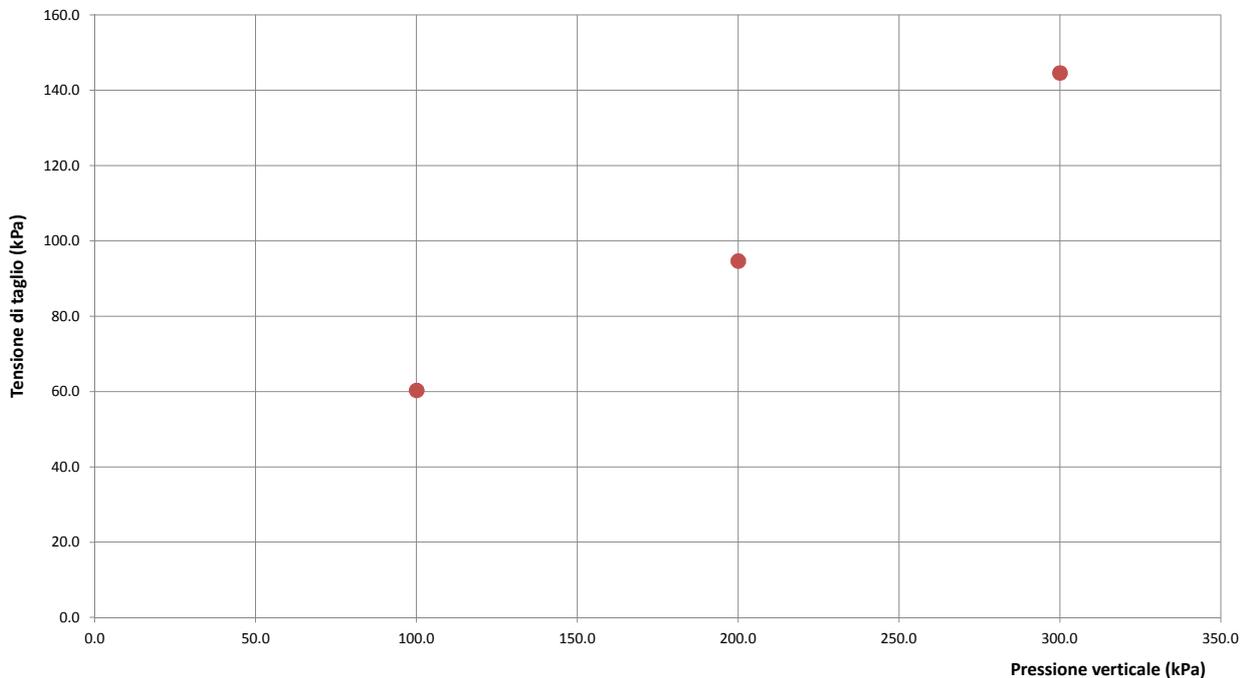
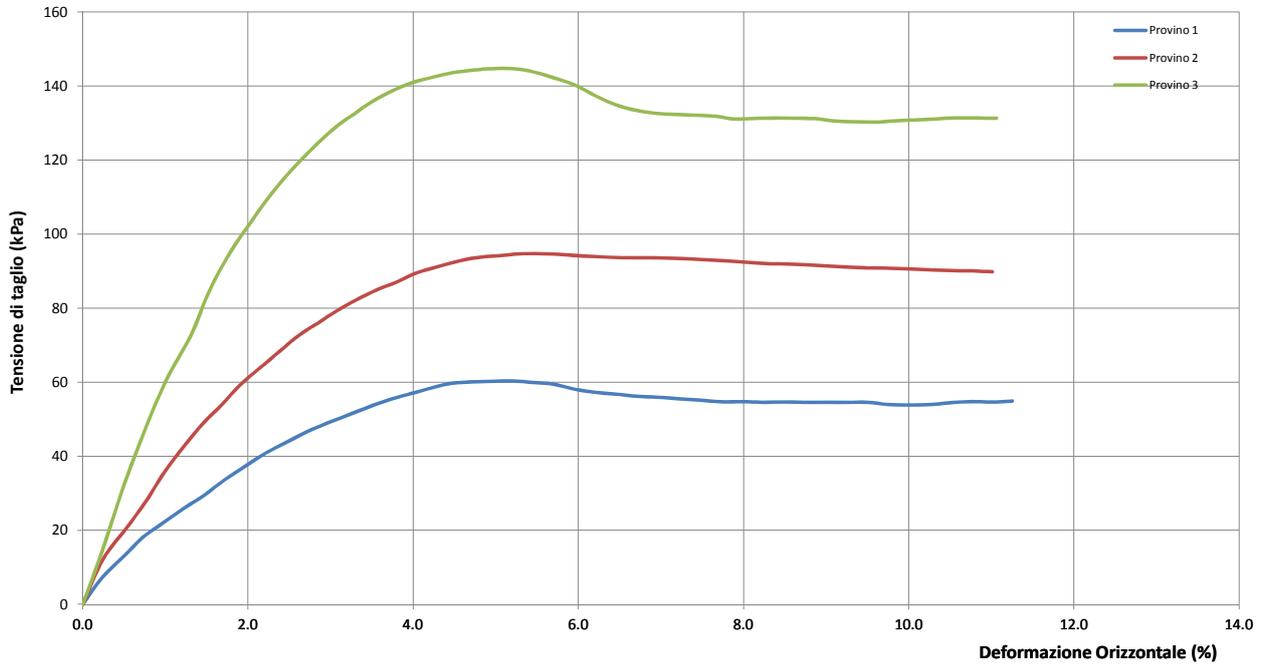
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.55	0.000	0.07	0.79	0.000	0.07	0.70	0.000
0.10	0.56	0.006	0.10	0.80	0.008	0.10	0.71	0.008
0.17	0.56	0.011	0.17	0.81	0.018	0.17	0.72	0.021
0.25	0.57	0.015	0.25	0.82	0.029	0.25	0.74	0.035
0.37	0.57	0.017	0.37	0.83	0.040	0.37	0.74	0.044
0.57	0.57	0.020	0.57	0.84	0.053	0.57	0.76	0.059
0.85	0.58	0.024	0.85	0.85	0.060	0.85	0.77	0.070
1.27	0.58	0.028	1.27	0.85	0.066	1.27	0.78	0.081
1.92	0.59	0.032	1.92	0.86	0.072	1.92	0.79	0.089
4.32	0.60	0.043	4.32	0.87	0.081	4.32	0.80	0.099
4.32	0.60	0.043	4.32	0.87	0.081	4.32	0.80	0.099
6.48	0.60	0.047	6.48	0.87	0.085	6.48	0.80	0.101
9.72	0.60	0.050	9.72	0.88	0.089	9.72	0.80	0.104
14.58	0.61	0.053	14.58	0.88	0.096	14.58	0.81	0.107
32.83	0.61	0.061	32.83	0.90	0.112	32.83	0.82	0.122
49.25	0.62	0.067	49.25	0.91	0.119	49.25	0.83	0.130
73.88	0.63	0.073	73.88	0.91	0.124	73.88	0.84	0.142
110.83	0.63	0.073	110.83	0.92	0.129	110.83	0.85	0.145
166.25	0.63	0.075	166.25	0.92	0.133	166.25	0.85	0.148
249.38	0.63	0.076	249.38	0.93	0.138	249.38	0.85	0.153
374.08	0.63	0.077	374.08	0.93	0.140	374.08	0.85	0.153
561.13	0.63	0.077	561.13	0.93	0.142	561.13	0.86	0.156

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.14	0.017	7.2	0.15	0.032	12.1	0.14	0.015	14.6
0.43	0.040	18.0	0.46	0.053	27.8	0.45	0.043	46.7
0.59	0.046	22.2	0.59	0.056	35.7	0.60	0.049	60.2
0.74	0.051	26.0	0.73	0.062	42.2	0.79	0.053	72.7
0.89	0.052	29.6	0.86	0.069	48.4	0.92	0.056	84.7
1.03	0.052	33.5	1.01	0.076	53.8	1.07	0.057	94.9
1.18	0.052	37.3	1.14	0.081	59.2	1.23	0.058	103.7
1.32	0.052	40.7	1.29	0.093	63.8	1.38	0.060	111.4
1.48	0.051	43.8	1.43	0.096	68.3	1.53	0.060	117.9
1.63	0.048	46.6	1.56	0.097	72.3	1.68	0.060	123.4
1.77	0.037	48.9	1.71	0.096	76.0	1.82	0.059	128.4
1.93	0.022	51.2	1.85	0.096	79.3	1.97	0.057	132.4
2.07	0.005	53.2	1.98	0.096	82.1	2.10	0.055	135.7
2.21	-0.012	55.1	2.14	0.096	84.9	2.25	0.052	138.7
2.38	-0.028	56.8	2.28	0.096	87.1	2.40	0.046	140.9
2.52	-0.038	58.3	2.42	0.094	89.4	2.55	0.043	142.4
2.67	-0.046	59.6	2.56	0.090	90.9	2.69	0.037	143.5
2.82	-0.066	60.1	2.71	0.087	92.5	2.84	0.029	144.2
2.97	-0.086	60.2	2.86	0.077	93.6	2.98	0.020	144.6
3.13	-0.102	60.3	3.02	0.067	94.1	3.13	0.017	144.6
3.28	-0.113	59.9	3.17	0.062	94.6	3.27	0.011	143.8
3.42	-0.121	59.4	3.31	0.056	94.7	3.42	0.006	142.2
3.58	-0.133	58.0	3.44	0.055	94.5	3.57	0.005	140.3
3.74	-0.147	57.2	3.60	0.051	94.1	3.73	0.005	137.2
3.87	-0.152	56.8	3.75	0.049	93.9	3.87	0.005	134.9
4.03	-0.156	56.2	3.90	0.048	93.6	4.01	0.005	133.4
4.18	-0.161	55.9	4.04	0.044	93.6	4.15	0.005	132.6
4.34	-0.167	55.5	4.20	0.042	93.5	4.31	0.005	132.3
4.48	-0.172	55.2	4.34	0.039	93.4	4.45	0.005	132.0
4.63	-0.178	54.7	4.50	0.038	93.1	4.60	0.005	131.7
4.79	-0.188	54.7	4.66	0.036	92.7	4.74	0.005	131.0
4.94	-0.194	54.6	4.80	0.034	92.4	4.88	0.005	131.2
5.09	-0.199	54.6	4.95	0.034	92.0	5.03	0.006	131.3
5.24	-0.203	54.5	5.11	0.033	91.9	5.17	0.006	131.2
5.39	-0.210	54.5	5.26	0.033	91.6	5.32	0.007	131.1
5.55	-0.214	54.5	5.42	0.031	91.3	5.46	0.010	130.5
5.70	-0.219	54.6	5.55	0.031	91.0	5.61	0.016	130.3
5.86	-0.225	53.9	5.71	0.029	90.8	5.75	0.021	130.2
6.01	-0.227	53.8	5.85	0.029	90.7	5.89	0.029	130.5
6.15	-0.230	53.9	6.00	0.028	90.6	6.04	0.036	130.8
6.29	-0.231	54.4	6.15	0.026	90.3	6.19	0.041	131.1

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	173/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6.45	-0.23	54.72	6.31	0.03	90.08	6.34	0.04	131.28
6.60	-0.24	54.61	6.47	0.02	90.00	6.49	0.05	131.28
6.75	-0.24	54.92	6.61	0.02	89.78	6.64	0.05	131.22

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Certificato di prova numero:	174	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lunghezza contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700.0	85	490.0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
27/11/2014	Limo argilloso di colore variabile dal verde bluastrò al grigiastro	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	174/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	174/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	174/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	174/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	174/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	174/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	174/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	174/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1	4.3		
TD2	4.4		
TD3	4.4		
		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	174/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	62.54	54.50	59.23
Peso Lordo Secco (g)	54.89	48.48	52.15
Tara (g)	26.40	25.93	26.41
Umidità relativa W (%)	26.9%	26.7%	27.5%

Umidità naturale media W_n (%)	Deviiazione standard
27.0%	0.43%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Folve
 il Direttore di Laboratorio
 (ing. Rocco Folve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	174/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	28/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58.97	39.95	139.18	80.21

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19.70

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{Sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	61.01

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

14.98

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	174/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50	

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	22.88	22.54	22.73
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	191.45	191.25	191.37
Temperatura (°C)	20	20	20
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177.164	177.164	177.164
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2.6624	2.6663	2.6666
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1.0000	1.0000	1.0000
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2.6624	2.6663	2.6666

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2.665
Deviazione standard	0.002

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



LIMITI DI ATTERBERG

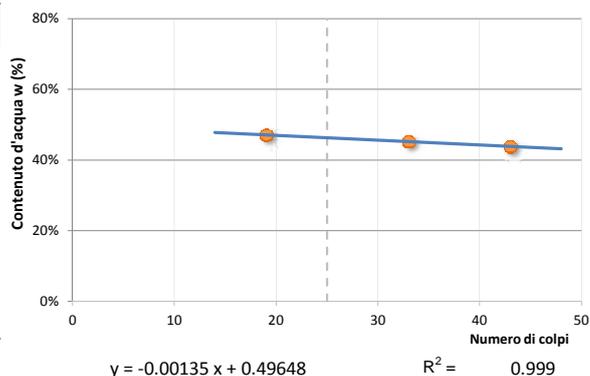
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	174/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	29/11/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

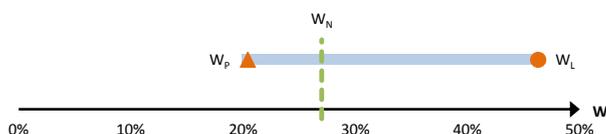
	A	B	C
Contenitore N°	1	2	3
P _T - tara (g)	24.76	26.09	25
P _T + campione umido (g)	46.6	43.04	45.28
P _T + campione secco (g)	39.61	37.76	39.1
N° di colpi	19	33	43
Contenuto d'acqua W (%)	47.07%	45.24%	43.83%
LIMITE LIQUIDO W_L (%)	46.3%		



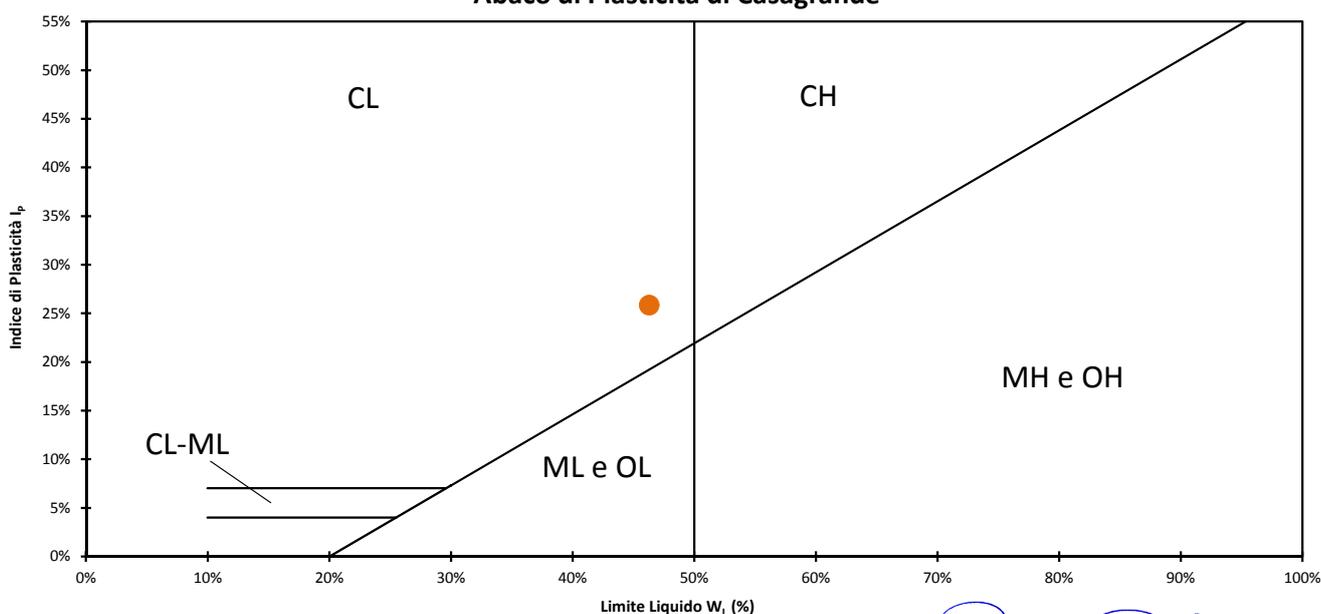
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°	20	21
P _T - Peso contenitore (g)	26.42	26.21
P _T + campione umido (g)	38.7	38.88
P _T + campione secco (g)	36.63	36.72
Contenuto d'acqua W (%)	20.27%	20.55%
LIMITE PLASTICO W_p (%)	20.4%	

Indice di Plasticità I_p	25.9%
Indice di consistenza I_c	0.745
Indice di liquidità I_l	0.255



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020700 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 • 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP • 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



ANALISI GRANULOMETRICA

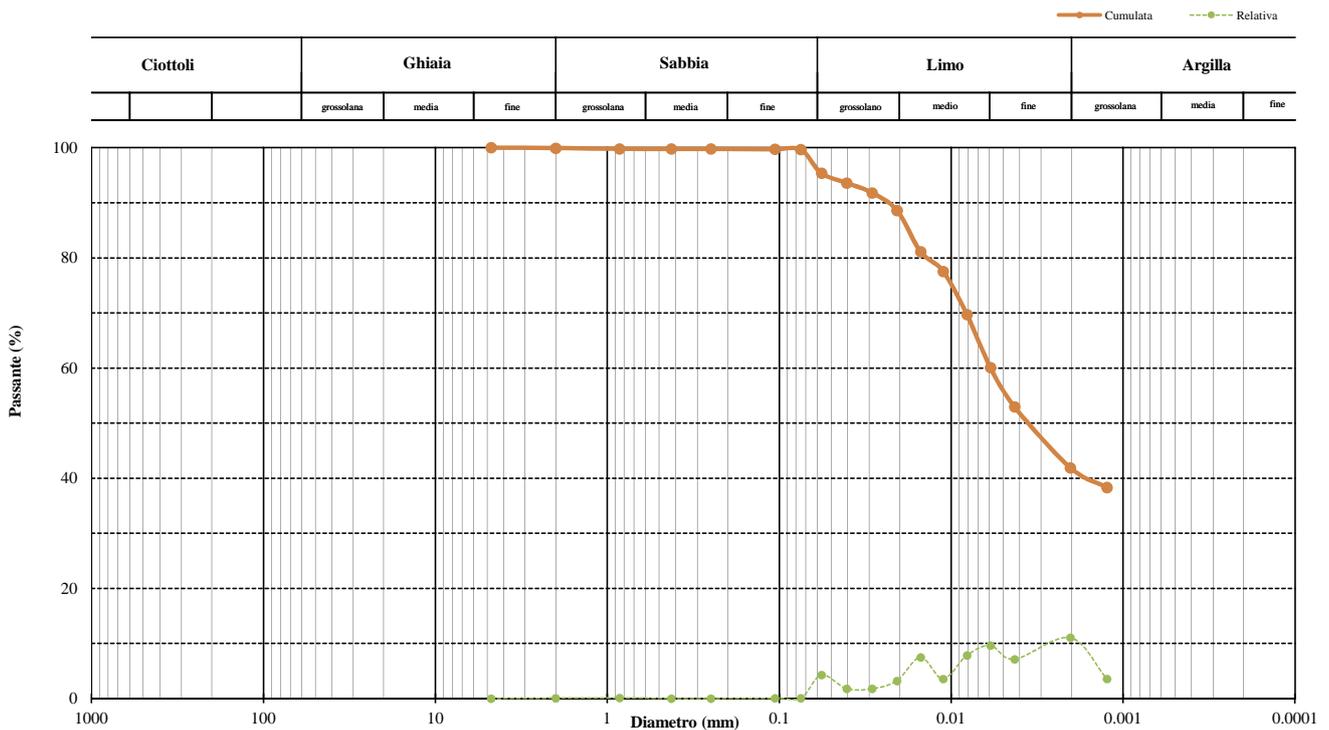
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	174/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4.7500	100.00 %	0.0405	93.60 %	0.0020	41.90 %
2.0000	99.92 %	0.0289	91.82 %	0.0012	38.33 %
0.8500	99.80 %	0.0207	88.61 %	#N/D	#N/D
0.4250	99.78 %	0.0151	81.12 %	#N/D	#N/D
0.2500	99.77 %	0.0111	77.55 %	#N/D	#N/D
0.1060	99.72 %	0.0081	69.71 %	#N/D	#N/D
0.0750	99.65 %	0.0059	60.08 %	#N/D	#N/D
0.0569	95.38 %	0.0043	52.95 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Limo con Argilla	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99.92 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.78 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.65 %	D_{50}	0.00368 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00590 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.02423 mm

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	Ghiaia (> 2 mm)
41.76 %	54.36 %	3.80 %	0.08 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	174/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	28/11/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente

GEO.GA. Costruzioni Srl

Riferimento/Cantiere

Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole -
 Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica
 e geognostica.

Sondaggio

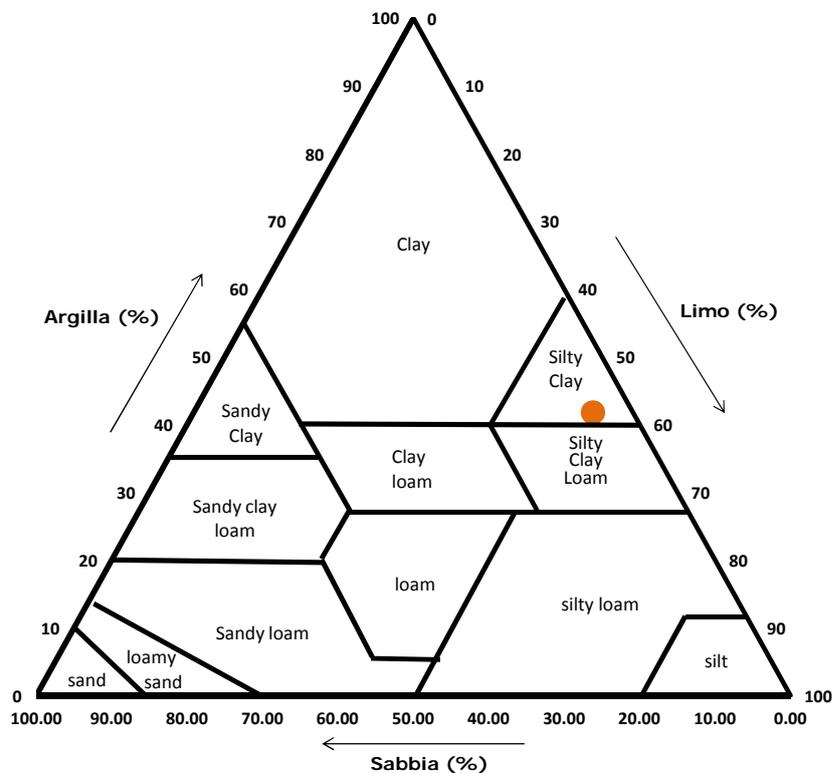
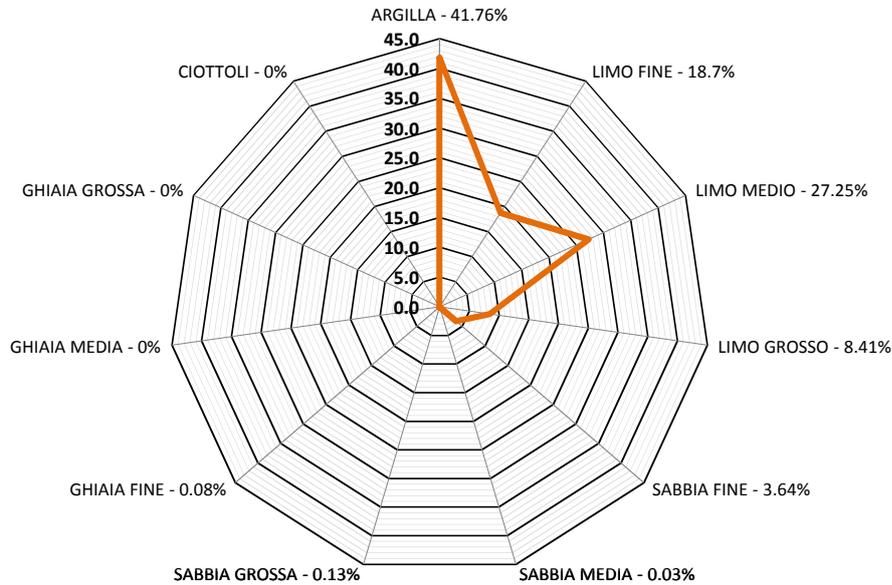
2

Campione

3

Profondità

21.00 ÷ 21.50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
41.79 %	52.91 %	5.29 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

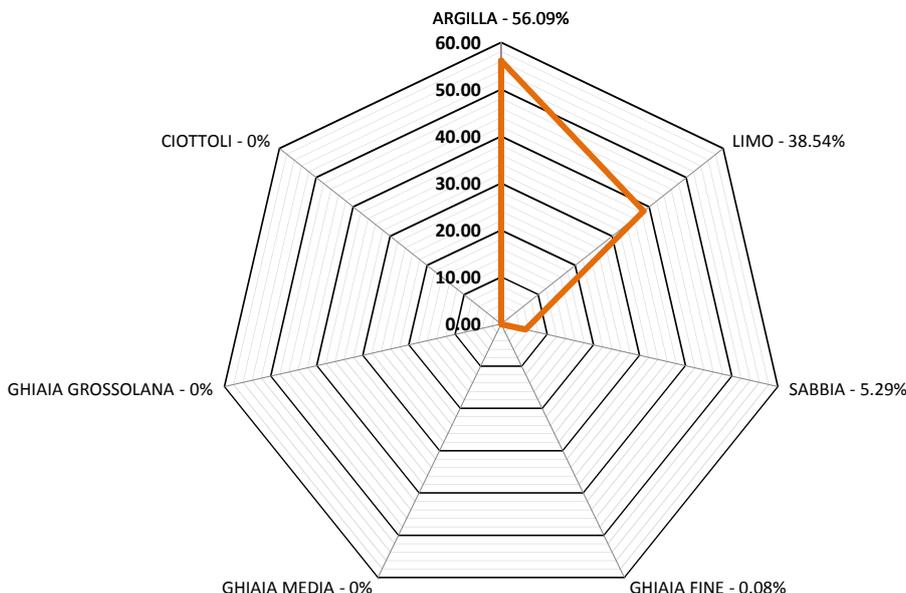
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	174/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50	

Passante setaccio 10 (2 mm)	99.92 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	99.78 %	D_{30}	#N/D
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	99.65 %	D_{50}	0.00368 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0.00590 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0.02423 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0.05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
56.09 %	38.54 %	5.29 %	0.08 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
46.3%	20.41%	25.87%	13

Classificazione CNR-UNI 10006 **A7-6**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	174/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20.00	18.36
Diametro (mm)	50.08	50.08
Sezione (mm ²)	1969.8	1969.8
Massa provino (g)	80.21	80.21
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	26.14	26.14
Umidità (trimming) (%)	27.0%	27.0%
Umidità (misura diretta) (%)	31.5%	26.7%
Densità umida (kN/m ³)	19.97	20.96
Densità secca (kN/m ³)	15.19	16.55
Indice dei vuoti	0.721	0.580
Grado di saturazione (%)	116.3%	122.5%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
230.0	Saturato a 12 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
25	20.08	-0.37%	0.727					
50	20.02	-0.12%	0.723					
100	19.83	0.84%	0.706	0.055	0.196	5109.4		
200	19.49	2.54%	0.677	0.097	0.173	5770.6	0.0326	1.85E-07
400	18.98	5.11%	0.633	0.147	0.131	7634.2	0.0237	1.77E-07
800	18.31	8.43%	0.576	0.190	0.085	11801.5	0.0173	2.00E-07
1600	17.52	12.40%	0.508	0.226	0.050	19818.2	0.0172	3.34E-07
3200	16.68	16.59%	0.436	0.240	0.027	37460.6	0.0143	5.25E-07
1600	16.81	15.94%	0.447					
800	17.02	14.93%	0.464					
200	17.68	11.63%	0.521					
50	18.36	8.19%	0.580					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

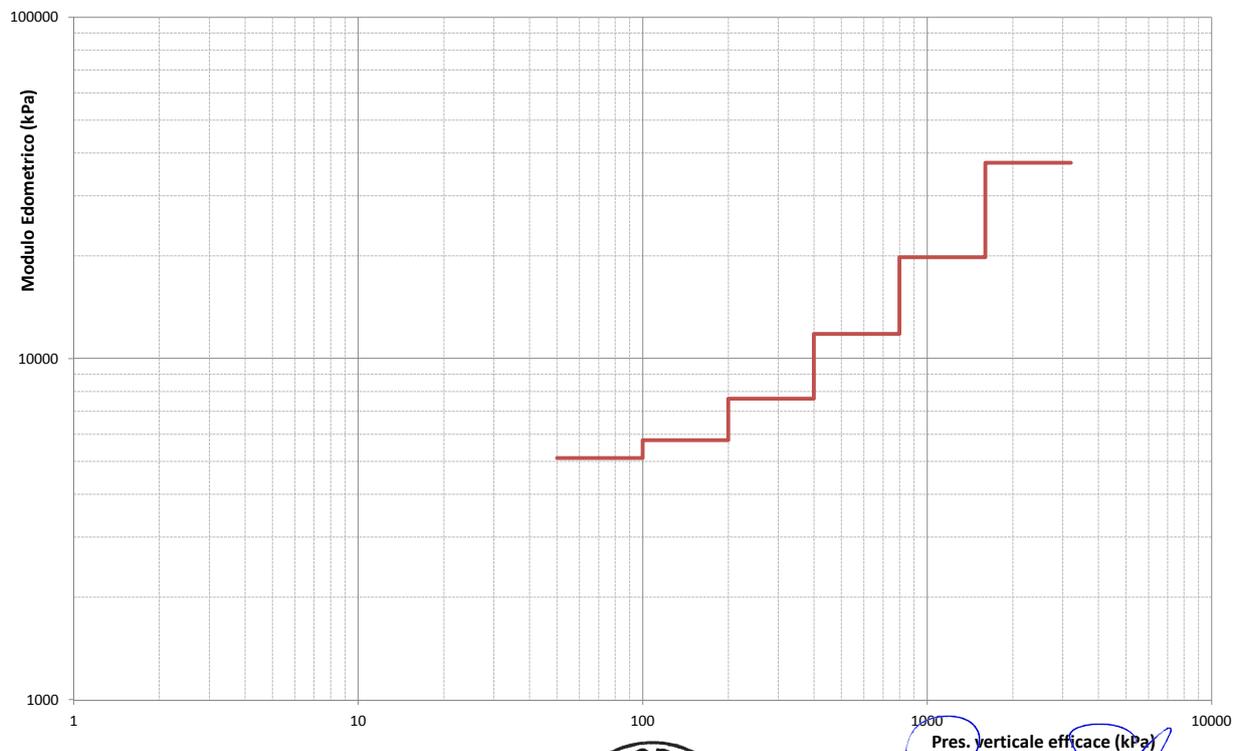
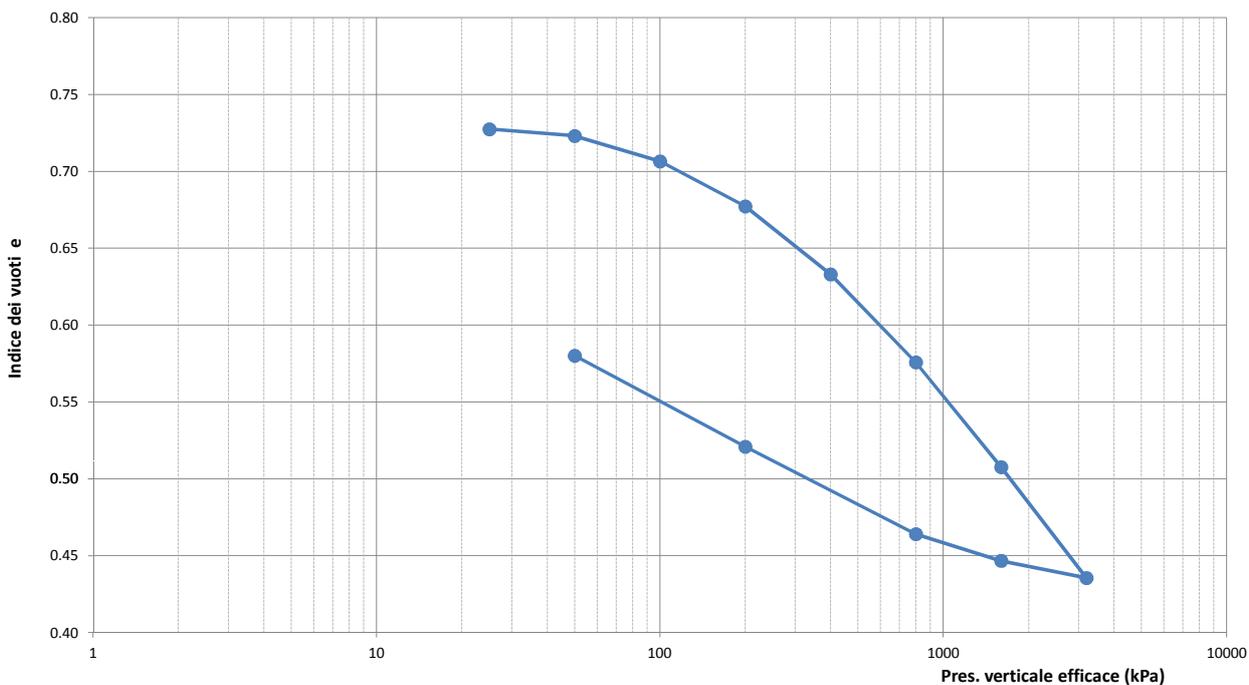


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

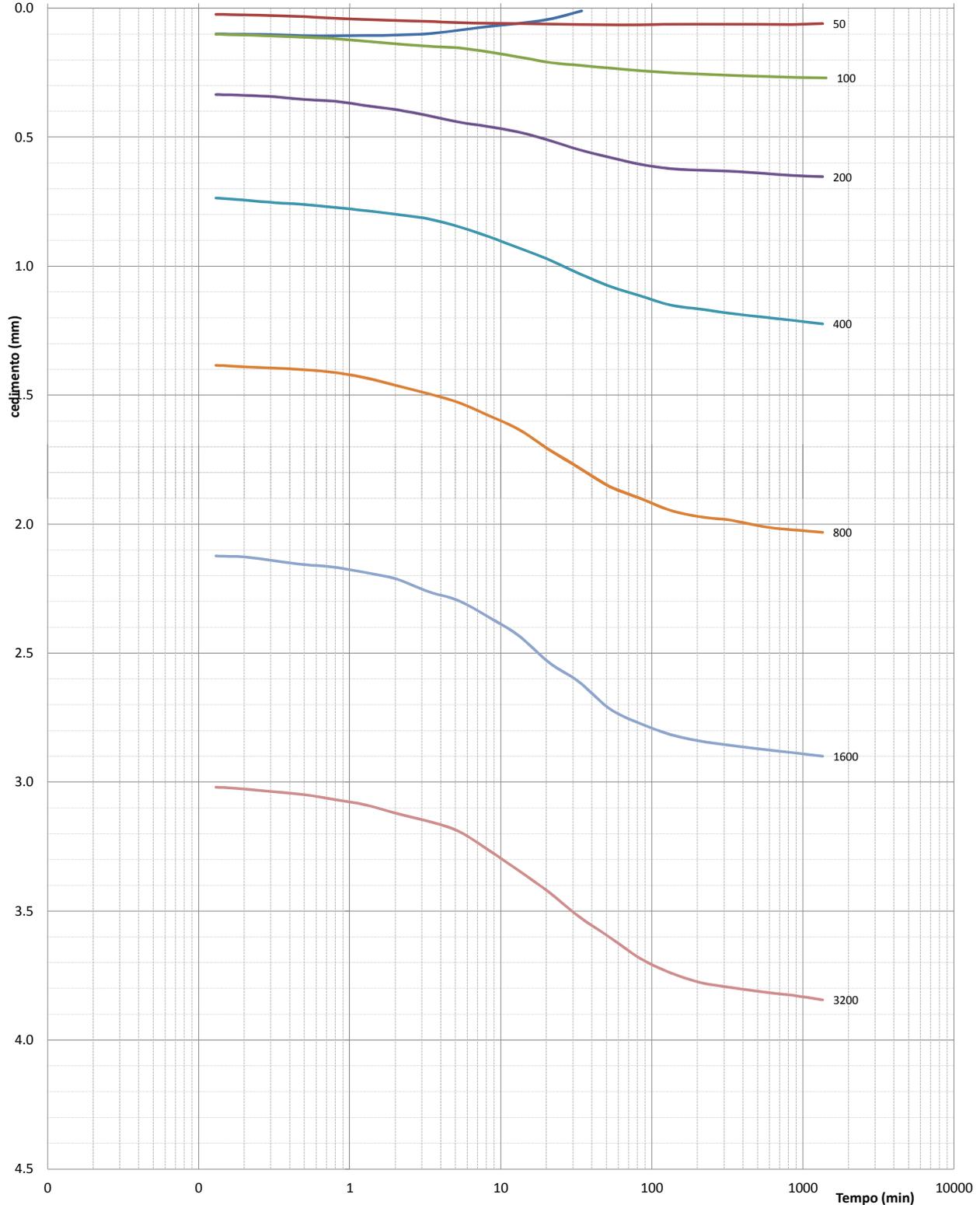


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	27/11/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa	3200 kPa
0.00	0.085	0.009	0.078	0.313	0.710	1.367	2.108	3.006
0.08	0.099	0.022	0.097	0.331	0.732	1.380	2.116	3.017
0.13	0.100	0.024	0.101	0.335	0.736	1.384	2.123	3.020
0.20	0.101	0.026	0.104	0.338	0.744	1.390	2.127	3.027
0.32	0.103	0.029	0.108	0.344	0.754	1.395	2.142	3.038
0.50	0.107	0.033	0.113	0.354	0.761	1.401	2.157	3.049
0.80	0.107	0.039	0.118	0.361	0.773	1.412	2.167	3.068
1.28	0.106	0.044	0.129	0.378	0.785	1.433	2.188	3.089
2.05	0.104	0.048	0.139	0.394	0.800	1.463	2.213	3.122
3.25	0.099	0.051	0.147	0.416	0.816	1.493	2.260	3.151
5.17	0.085	0.056	0.154	0.441	0.846	1.527	2.295	3.189
8.22	0.070	0.058	0.170	0.459	0.885	1.578	2.359	3.262
13.05	0.058	0.060	0.190	0.480	0.929	1.632	2.431	3.342
20.75	0.041	0.061	0.211	0.512	0.975	1.710	2.536	3.426
33.00	0.010	0.063	0.222	0.549	1.029	1.782	2.612	3.522
52.47		0.064	0.233	0.578	1.078	1.854	2.716	3.601
83.43		0.064	0.242	0.605	1.115	1.900	2.773	3.683
132.65		0.062	0.251	0.622	1.151	1.947	2.816	3.739
210.92		0.062	0.256	0.628	1.167	1.972	2.842	3.777
335.37		0.062	0.260	0.632	1.184	1.985	2.859	3.796
533.23		0.062	0.264	0.640	1.197	2.009	2.873	3.813
847.83		0.063	0.268	0.648	1.210	2.022	2.886	3.826
1348.05		0.060	0.270	0.653	1.224	2.032	2.900	3.844

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	1600 kPa	800 kPa	200 kPa	50 kPa
0.08	3.801	3.601	3.332	2.634
0.32	3.797	3.599	3.311	2.627
1.28	3.787	3.586	3.276	2.596
5.17	3.747	3.547	3.197	2.561
20.75	3.690	3.491	3.075	2.455
83.43	3.680	3.424	2.849	2.258
335.37	3.675	3.401	2.681	1.955
533.23	3.670	3.391	2.672	1.950

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	148.04	148.39	146.3
Umidità (misura diretta) (%)	23.82%	23.56%	25.30%
Umidità (trimming) (%)	26.85%	26.70%	27.51%
Densità umida (kN/m ³)	20.17	20.22	19.93
Densità secca (kN/m ³)	16.29	16.36	15.91
Indice dei vuoti	0.636	0.629	0.675
Grado di saturazione (%)	99.8%	99.9%	99.9%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	300.0	410.0	500.0
Durata (h)	9.4	9.4	9.4
Cedimento (mm)	0.630	0.776	0.778

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0.00975	0.00965	0.00971
Pressione verticale (kPa)	300.0	410.0	500.0
Tensione di taglio (kPa)	93.9	118.3	149.2
Spostamento orizzontale (mm)	1.91	2.47	4.44
Deformazione verticale (mm)	0.123	0.166	0.573

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

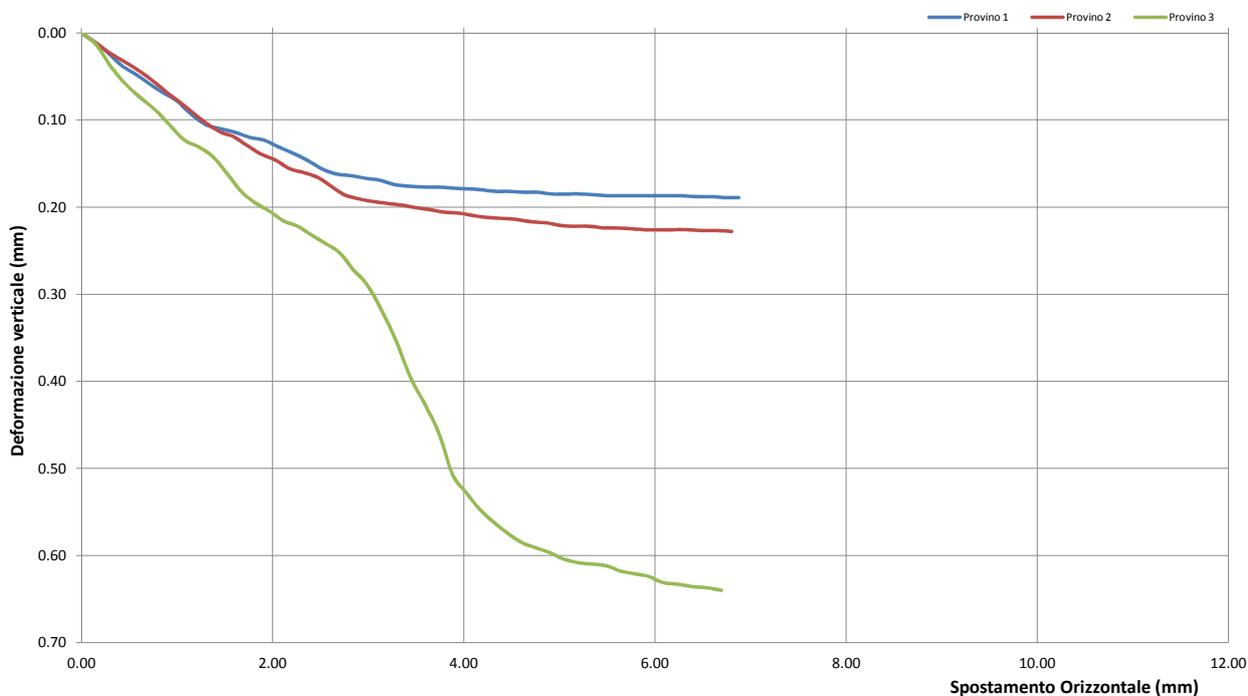
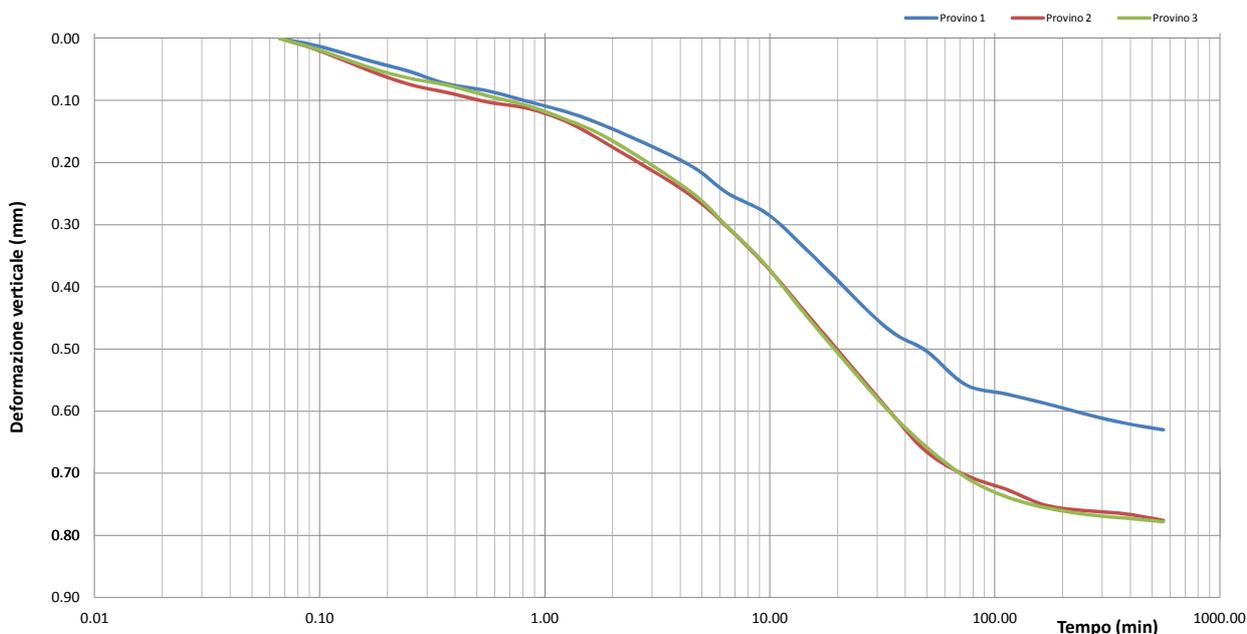


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	2	Campione	3	Profondità	21.00 ÷ 21.50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

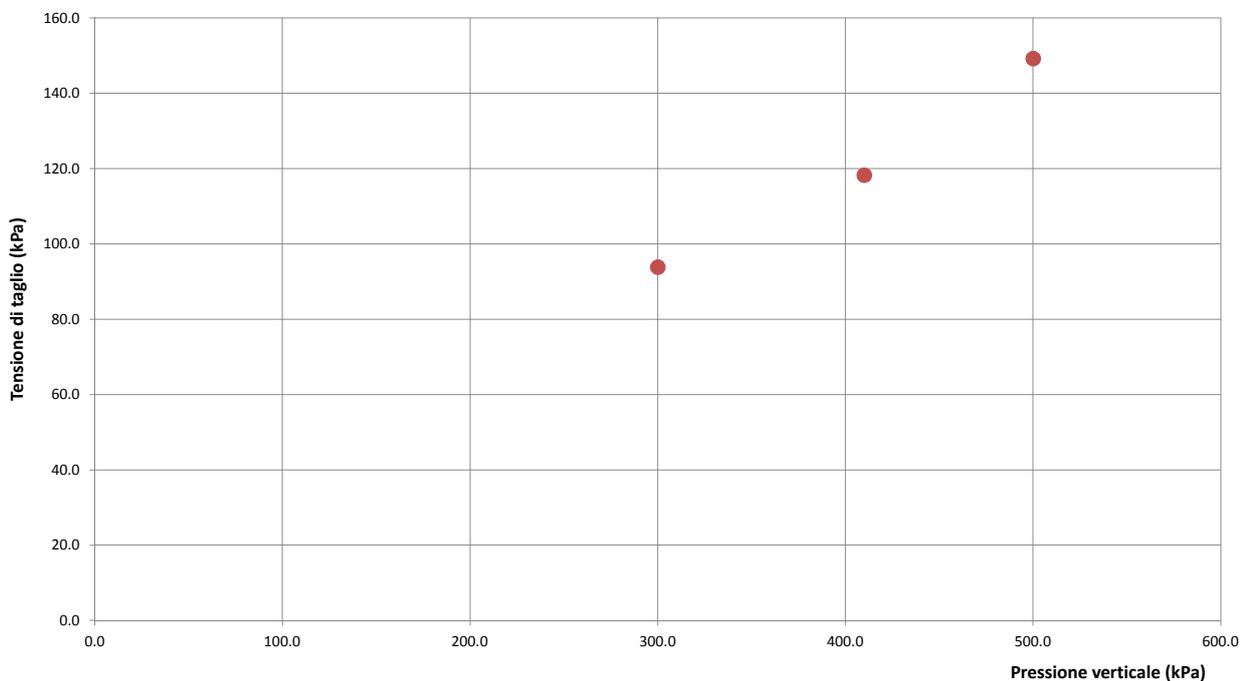
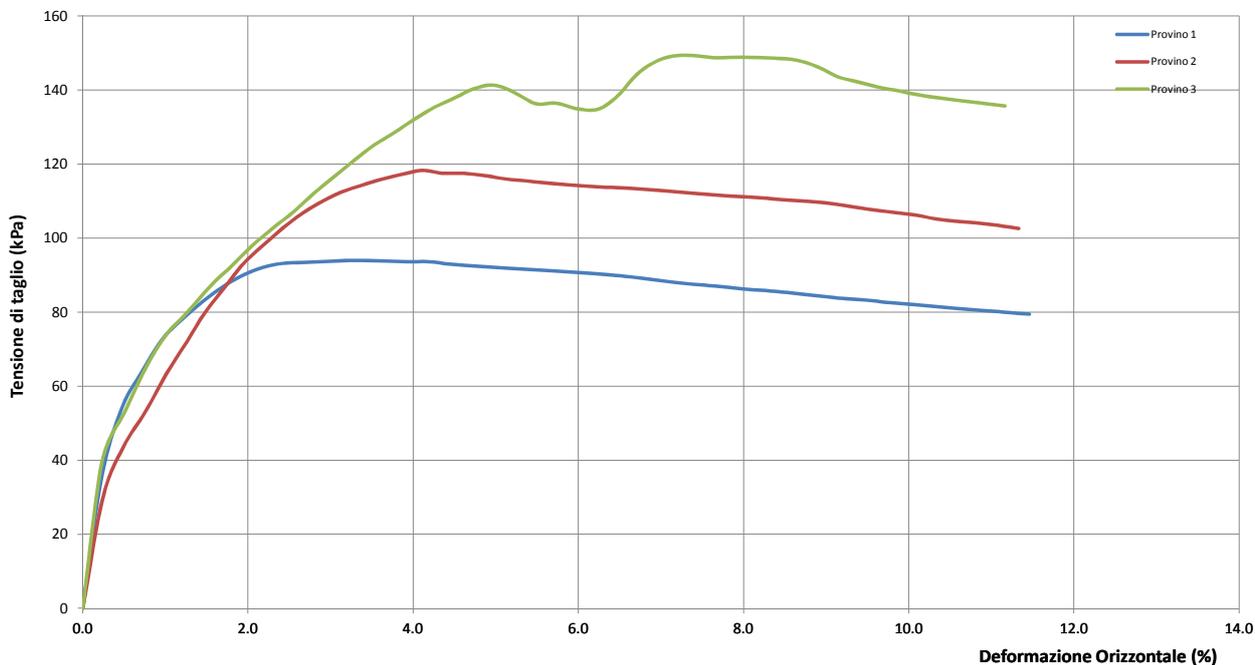
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0.07	0.78	0.000	0.07	0.95	0.000	0.07	1.03	0.000
0.10	0.79	0.013	0.10	0.97	0.020	0.10	1.05	0.019
0.17	0.81	0.036	0.17	1.00	0.052	0.17	1.08	0.047
0.25	0.83	0.053	0.25	1.02	0.074	0.25	1.09	0.064
0.37	0.85	0.073	0.37	1.03	0.087	0.37	1.10	0.075
0.57	0.86	0.085	0.57	1.05	0.103	0.57	1.12	0.093
0.85	0.88	0.102	0.85	1.06	0.113	0.85	1.14	0.109
1.27	0.90	0.119	1.27	1.08	0.135	1.27	1.16	0.132
1.92	0.92	0.143	1.92	1.12	0.171	1.92	1.19	0.161
4.32	0.98	0.202	4.32	1.20	0.249	4.32	1.27	0.243
4.32	0.98	0.202	4.32	1.20	0.249	4.32	1.27	0.243
6.48	1.03	0.249	6.48	1.25	0.304	6.48	1.33	0.303
9.72	1.06	0.282	9.72	1.32	0.368	9.72	1.40	0.367
14.58	1.12	0.340	14.58	1.39	0.443	14.58	1.48	0.447
32.83	1.24	0.465	32.83	1.54	0.593	32.83	1.62	0.595
49.25	1.28	0.502	49.25	1.61	0.664	49.25	1.68	0.656
73.88	1.33	0.557	73.88	1.65	0.703	73.88	1.73	0.706
110.83	1.35	0.572	110.83	1.67	0.725	110.83	1.77	0.737
166.25	1.36	0.587	166.25	1.70	0.751	166.25	1.78	0.755
249.38	1.38	0.604	249.38	1.71	0.760	249.38	1.79	0.766
374.08	1.40	0.619	374.08	1.71	0.765	374.08	1.80	0.772
561.13	1.41	0.630	561.13	1.72	0.776	561.13	1.81	0.778

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0	0.00	0.000	0.0
0.14	0.011	35.8	0.15	0.011	30.0	0.14	0.012	39.7
0.43	0.038	63.6	0.46	0.034	53.5	0.45	0.057	64.1
0.57	0.048	72.5	0.61	0.044	63.3	0.60	0.073	73.5
0.72	0.059	77.9	0.76	0.056	72.0	0.77	0.088	80.3
0.86	0.069	82.4	0.89	0.068	79.9	0.92	0.106	86.9
1.01	0.079	86.5	1.03	0.080	86.7	1.07	0.123	92.1
1.14	0.093	89.6	1.17	0.092	93.1	1.23	0.131	97.8
1.29	0.105	91.8	1.31	0.104	97.9	1.38	0.143	102.7
1.45	0.110	93.1	1.46	0.114	102.7	1.54	0.164	107.3
1.60	0.114	93.4	1.59	0.119	106.4	1.68	0.183	112.1
1.76	0.120	93.6	1.73	0.129	109.6	1.83	0.196	116.6
1.91	0.123	93.9	1.88	0.139	112.3	1.97	0.205	121.0
2.06	0.131	93.9	2.03	0.146	114.2	2.11	0.216	125.0
2.21	0.138	93.8	2.18	0.156	115.9	2.26	0.222	128.4
2.36	0.146	93.5	2.31	0.160	117.1	2.41	0.232	132.0
2.51	0.156	93.6	2.47	0.166	118.3	2.56	0.242	135.3
2.67	0.162	92.9	2.61	0.176	117.4	2.71	0.253	137.9
2.82	0.164	92.5	2.75	0.186	117.4	2.84	0.272	140.3
2.97	0.167	92.1	2.92	0.191	116.9	2.99	0.289	141.3
3.11	0.169	91.8	3.07	0.194	115.9	3.14	0.318	139.3
3.27	0.174	91.4	3.21	0.196	115.4	3.29	0.353	136.3
3.42	0.176	91.1	3.36	0.198	114.8	3.44	0.395	136.4
3.57	0.177	90.8	3.51	0.201	114.4	3.59	0.426	134.9
3.73	0.177	90.3	3.65	0.203	114.0	3.74	0.461	134.8
3.87	0.178	89.9	3.80	0.206	113.7	3.88	0.507	138.3
4.02	0.179	89.3	3.96	0.207	113.4	4.03	0.528	144.2
4.17	0.180	88.6	4.11	0.210	113.1	4.17	0.547	147.7
4.32	0.182	87.9	4.25	0.212	112.7	4.30	0.561	149.2
4.47	0.182	87.4	4.40	0.213	112.2	4.44	0.573	149.2
4.63	0.183	86.9	4.55	0.214	111.7	4.60	0.585	148.6
4.77	0.183	86.3	4.71	0.217	111.3	4.75	0.591	148.8
4.92	0.185	85.9	4.86	0.218	111.0	4.91	0.597	148.7
5.08	0.185	85.4	5.00	0.221	110.6	5.04	0.604	148.5
5.23	0.185	84.8	5.16	0.222	110.1	5.19	0.608	148.0
5.38	0.186	84.2	5.32	0.222	109.8	5.34	0.610	146.2
5.52	0.187	83.6	5.46	0.224	109.2	5.50	0.612	143.3
5.69	0.187	83.2	5.61	0.224	108.3	5.64	0.618	142.0
5.83	0.187	82.6	5.77	0.225	107.4	5.79	0.621	140.6
5.98	0.187	82.2	5.90	0.226	106.9	5.93	0.624	139.7
6.13	0.187	81.7	6.06	0.226	106.1	6.08	0.631	138.6
6.28	0.187	81.2	6.20	0.226	105.1	6.24	0.633	137.6

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	174/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6.42	0.19	80.72	6.35	0.23	104.50	6.40	0.64	137.00
6.58	0.19	80.31	6.49	0.23	104.06	6.54	0.64	136.33
6.72	0.19	79.86	6.65	0.23	103.36	6.70	0.64	135.67
6.88	0.19	79.39	6.80	0.23	102.56			

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

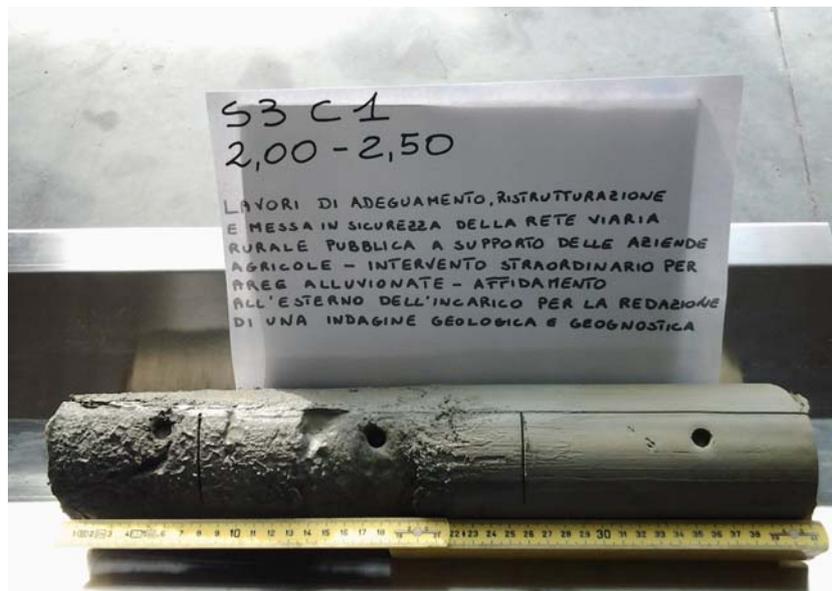
Certificato di prova numero:	175	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700,0	85	410,0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
03/12/2014	Sabbia con limo di colore variabile dal verde oliva al grigiastro	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	175/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	175/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	175/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	175/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	175/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	175/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	175/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	175/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1	3,4		
TD2	1,4		
TD3	1		
		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)
Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Totive)
Rocco Totive

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	175/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	49,10	53,40	53,96
Peso Lordo Secco (g)	44,26	47,96	48,40
Tara (g)	26,25	26,19	26,30
Umidità relativa W (%)	26,9%	25,0%	25,2%

Umidità naturale media W_n (%)

25,7%

Deviazione standard

1,04%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Polve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Polve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	175/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50	

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
59,54	39,95	139,90	80,36

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19,73

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{Sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	62,9

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

15,45

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Polve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	175/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	19,2	20,58	19,91
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	189,18	190,04	189,63
Temperatura (°C)	15,6	15,6	15,6
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177,313	177,313	177,313
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2,6185	2,6208	2,6223
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1,0009	1,0009	1,0009
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2,6208	2,6232	2,6247

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2,623
Deviazione standard	0,002

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve



LIMITI DI ATTERBERG

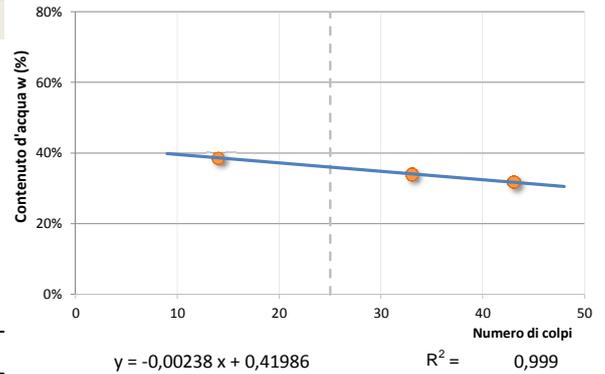
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	175/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

	A	B	C
Contenitore N°	26	27	30
P _T - tara (g)	26,18	26,26	26,09
P _T + campione umido (g)	45,12	46,26	45,51
P _T + campione secco (g)	40,31	40,68	40,82
N° di colpi	33	14	43
Contenuto d'acqua W (%)	34,04%	38,70%	31,84%
LIMITE LIQUIDO W_L (%)	36,0%		



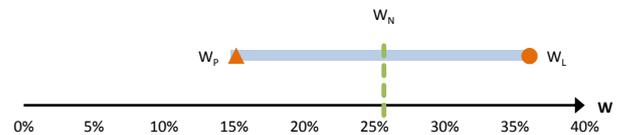
DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°	31	34
P _T - Peso contenitore (g)	26,26	26,42
P _T + campione umido (g)	42,32	42,96
P _T + campione secco (g)	40,19	40,8
Contenuto d'acqua W (%)	15,29%	15,02%
LIMITE PLASTICO W_p (%)	15,2%	

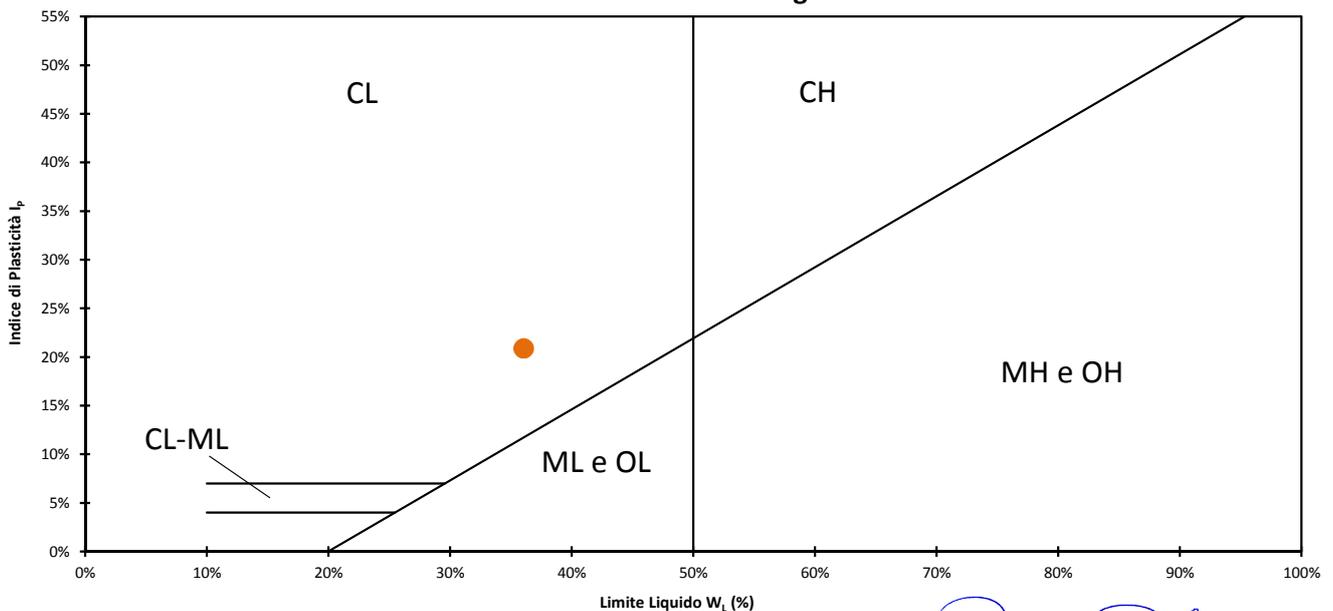
Indice di Plasticità I_p **20,9%**

Indice di consistenza I_c **0,497**

Indice di liquidità I_L **0,503**



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

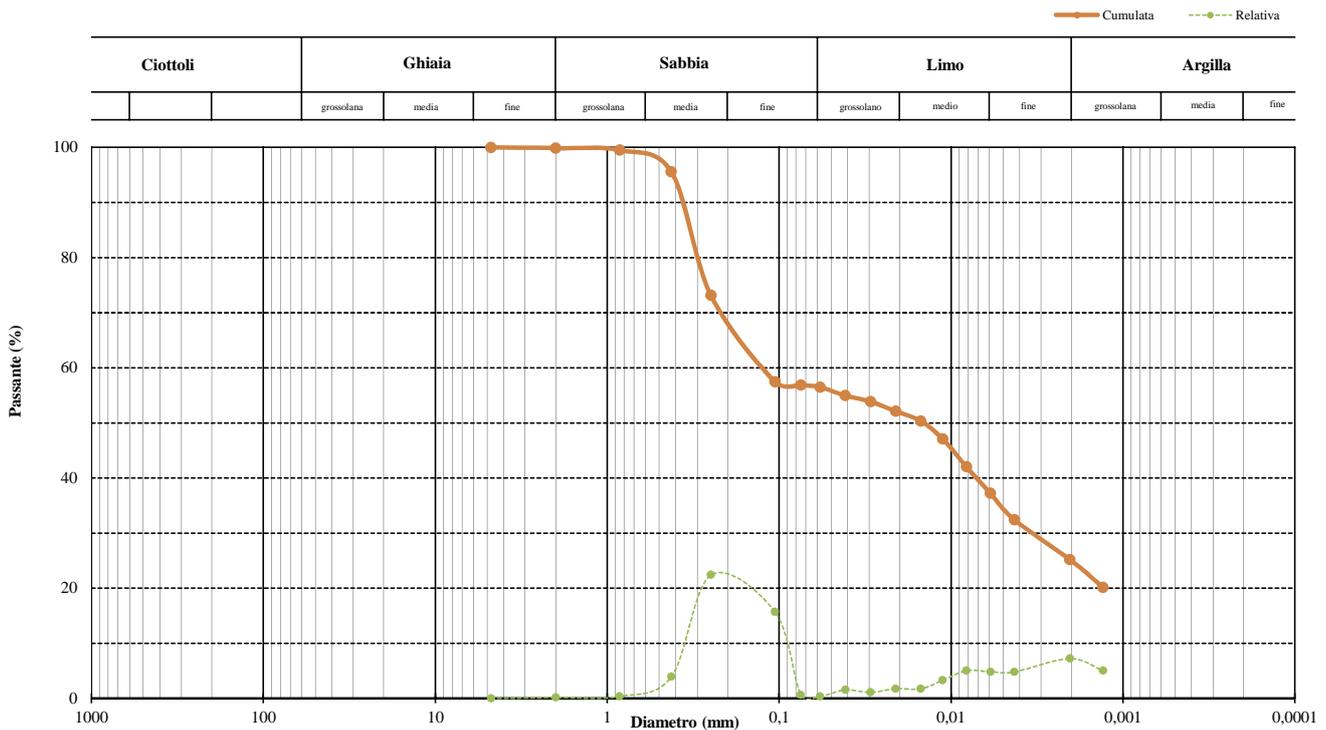
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	175/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4,7500	100,00 %	0,0414	54,95 %	0,0020	25,18 %
2,0000	99,85 %	0,0295	53,85 %	0,0013	20,14 %
0,8500	99,51 %	0,0211	52,10 %	#N/D	#N/D
0,4250	95,58 %	0,0151	50,35 %	#N/D	#N/D
0,2500	73,17 %	0,0112	47,07 %	#N/D	#N/D
0,1060	57,47 %	0,0082	42,03 %	#N/D	#N/D
0,0750	56,85 %	0,0059	37,22 %	#N/D	#N/D
0,0579	56,48 %	0,0043	32,40 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Sabbia con Limo argillosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99,85 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	95,58 %	D_{30}	0,00355 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	56,85 %	D_{50}	0,01465 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0,12918 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0,38146 mm
Argilla (< 0,002 mm)	24,90 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	31,62 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	43,33 %
		Ghiaia (> 2 mm)	0,15 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

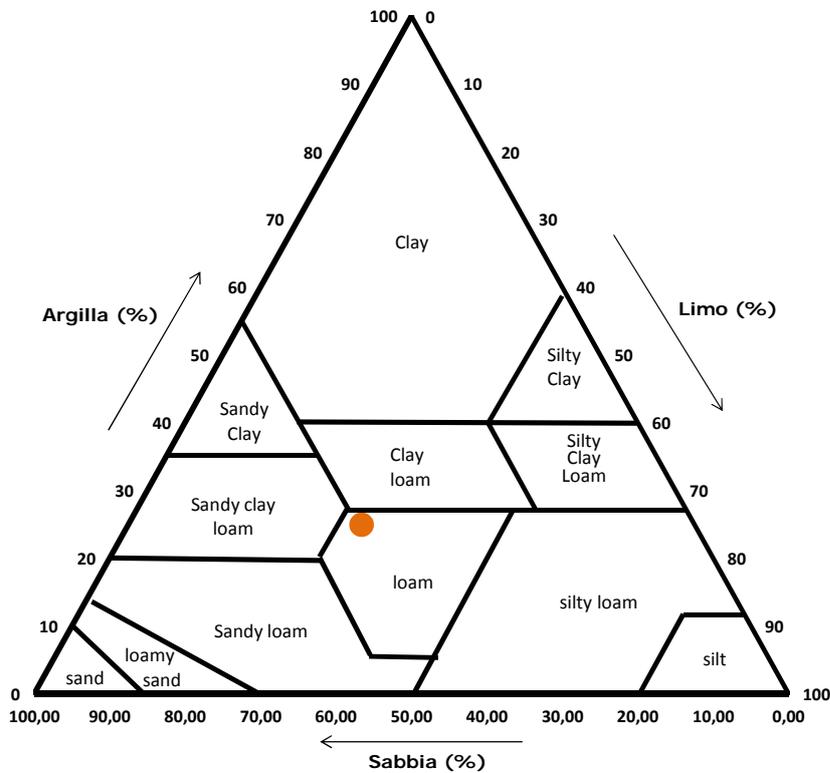
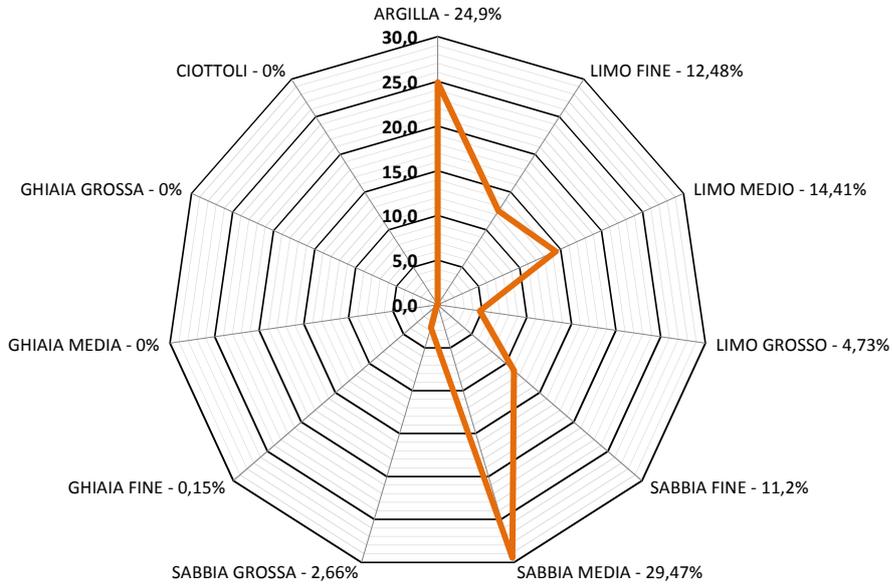


ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	175/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
24,94 %	30,90 %	44,17 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Toive)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

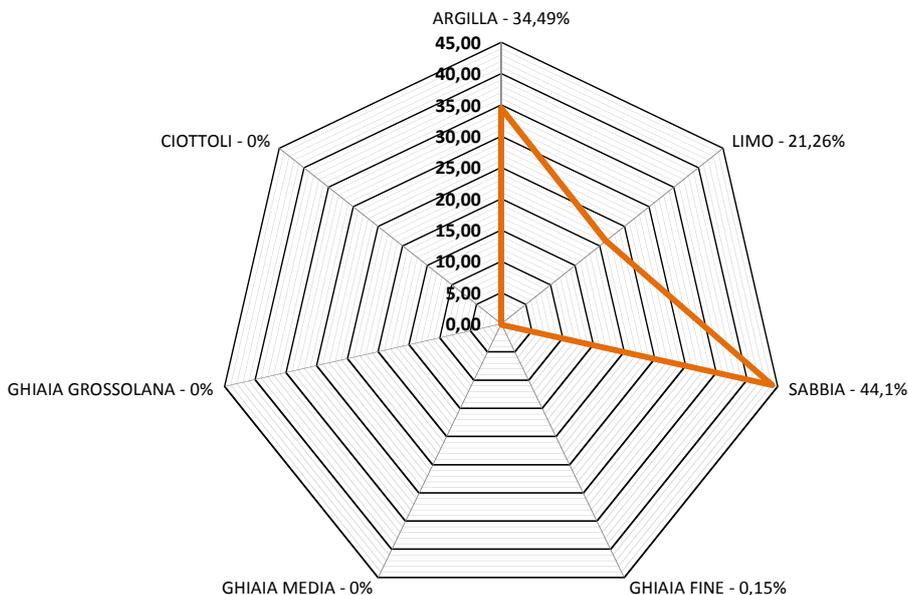
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	175/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,85 %	D_{10}	#N/D
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	95,58 %	D_{30}	0,00355 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	56,85 %	D_{50}	0,01465 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	#N/D	D_{60}	0,12918 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	#N/D	D_{90}	0,38146 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
34,49 %	21,26 %	44,10 %	0,15 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
36,0%	15,16%	20,89%	8

Classificazione CNR-UNI 10006 **A6**

Lo Sperimentatore
 Francesco Di Leonardo



Il Direttore di Laboratorio
 Rocco Tave



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	175/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20,00	18,03
Diametro (mm)	50,08	50,08
Sezione (mm ²)	1969,8	1969,8
Massa provino (g)	80,36	80,36
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	25,73	25,73
Umidità (trimming) (%)	25,7%	25,7%
Umidità (misura diretta) (%)	27,8%	21,4%
Densità umida (kN/m ³)	20,01	21,09
Densità secca (kN/m ³)	15,66	17,38
Indice dei vuoti	0,643	0,481
Grado di saturazione (%)	113,3%	116,7%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
75,0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	19,98	0,10%	0,641					
25	19,89	0,56%	0,634		0,357	2802,9		
50	19,72	1,40%	0,620	0,046	0,343	2919,6		
100	19,48	2,61%	0,600	0,066	0,247	4053,7	0,0843	3,35E-07
200	19,03	4,86%	0,563	0,123	0,230	4350,3	0,0838	3,58E-07
400	18,44	7,81%	0,515	0,161	0,150	6662,1	0,0839	5,48E-07
800	17,80	11,01%	0,462	0,175	0,082	12262,5	0,0830	9,99E-07
1600	17,16	14,19%	0,410	0,174	0,041	24679,2	0,0796	1,93E-06
800	17,18	14,11%	0,411					
400	17,31	13,47%	0,421					
100	17,63	11,87%	0,448					
25	18,03	9,85%	0,481					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

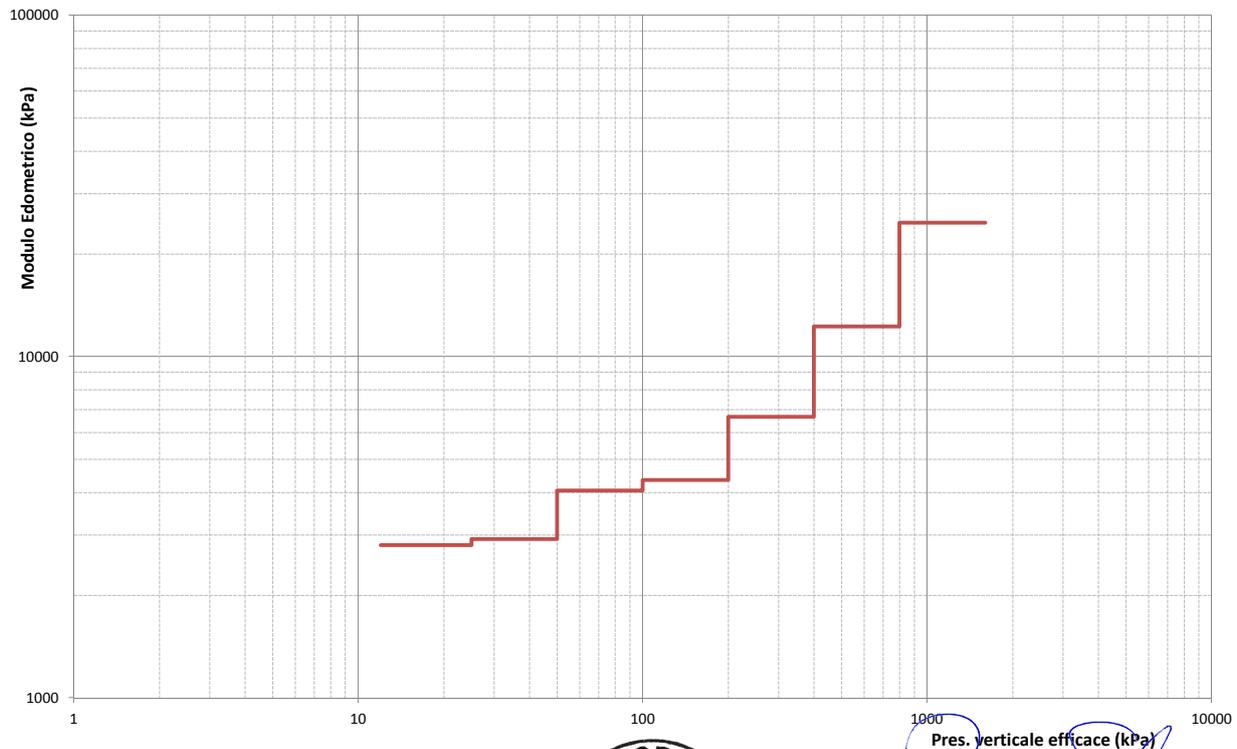
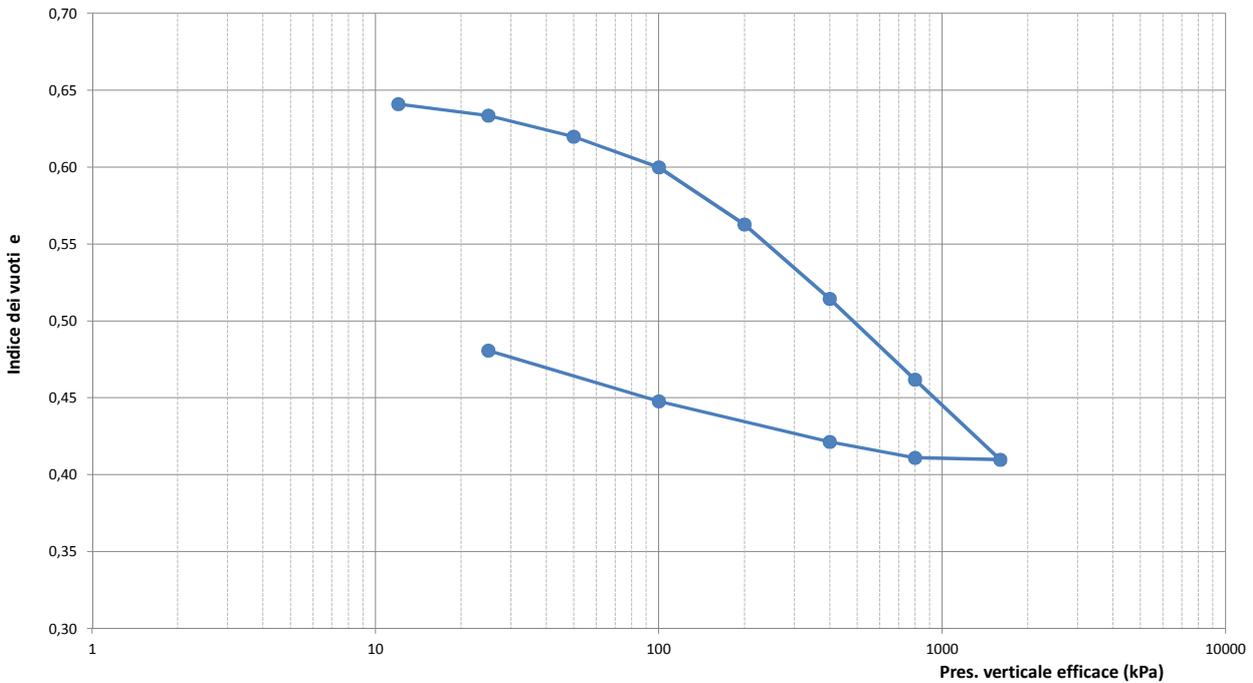


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50	



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

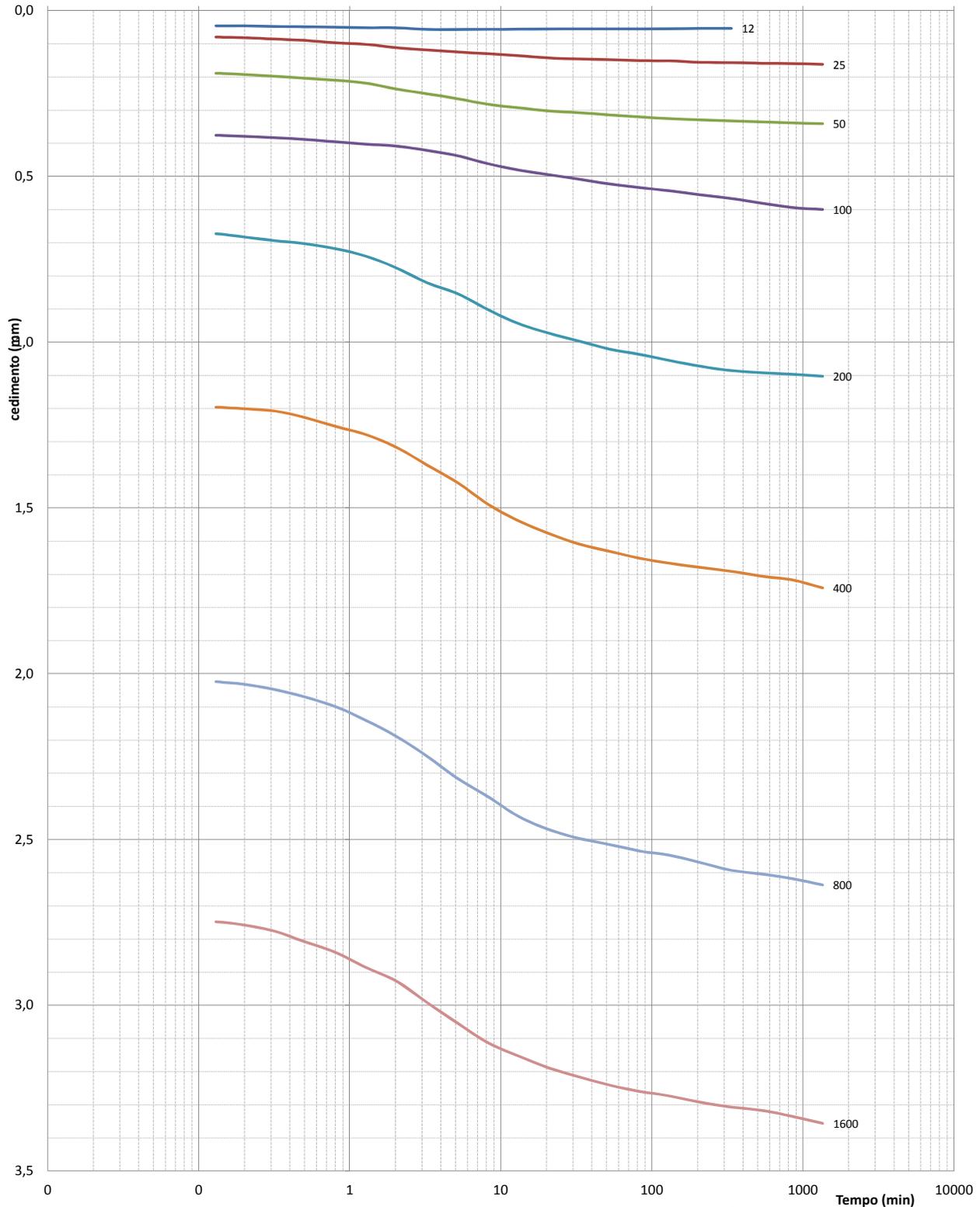


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0,00	0,034	0,071	0,173	0,358	0,652	1,152	1,997	2,720
0,08	0,044	0,078	0,185	0,373	0,668	1,190	2,014	2,744
0,13	0,046	0,080	0,189	0,376	0,673	1,196	2,024	2,748
0,20	0,046	0,082	0,193	0,379	0,683	1,201	2,032	2,758
0,32	0,048	0,086	0,198	0,384	0,694	1,208	2,048	2,777
0,50	0,049	0,090	0,204	0,388	0,703	1,227	2,070	2,808
0,80	0,050	0,097	0,210	0,396	0,718	1,254	2,099	2,840
1,28	0,052	0,102	0,219	0,403	0,741	1,279	2,141	2,886
2,05	0,052	0,112	0,237	0,409	0,777	1,318	2,190	2,928
3,25	0,057	0,119	0,251	0,422	0,821	1,371	2,249	2,992
5,17	0,057	0,125	0,266	0,438	0,854	1,424	2,316	3,054
8,22	0,057	0,130	0,283	0,462	0,902	1,489	2,371	3,113
13,05	0,056	0,136	0,293	0,481	0,944	1,539	2,430	3,153
20,75	0,056	0,143	0,303	0,495	0,973	1,577	2,470	3,189
33,00	0,055	0,146	0,308	0,509	0,997	1,609	2,497	3,216
52,47	0,055	0,148	0,315	0,523	1,021	1,631	2,515	3,241
83,43	0,055	0,151	0,321	0,534	1,037	1,652	2,535	3,260
132,65	0,055	0,152	0,326	0,544	1,056	1,667	2,548	3,274
210,92	0,054	0,156	0,330	0,556	1,073	1,680	2,570	3,293
335,37	0,054	0,157	0,333	0,567	1,086	1,691	2,593	3,307
533,23		0,159	0,336	0,581	1,092	1,706	2,604	3,317
847,83		0,160	0,339	0,594	1,097	1,717	2,618	3,335
1348,05		0,162	0,341	0,600	1,103	1,741	2,637	3,356

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0,08	3,333	3,250	3,069	2,728
0,32	3,328	3,231	3,049	2,717
1,28	3,322	3,192	3,016	2,694
5,17	3,320	3,156	2,927	2,638
20,75	3,320	3,146	2,836	2,531
83,43	3,320	3,140	2,787	2,398
335,37	3,320	3,137	2,762	2,349
533,23	3,320	3,135	2,758	2,337

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	140,71	141,85	142,96
Umidità (misura diretta) (%)	29,22%	29,34%	27,08%
Umidità (trimming) (%)	26,87%	24,99%	25,16%
Densità umida (kN/m ³)	19,17	19,33	19,48
Densità secca (kN/m ³)	14,84	14,94	15,33
Indice dei vuoti	0,768	0,755	0,711
Grado di saturazione (%)	99,8%	101,9%	99,9%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100,0	200,0	300,0
Durata (h)	9,4	9,4	9,4
Cedimento (mm)	0,255	0,528	0,826

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0,00990	0,00967	0,00981
Pressione verticale (kPa)	100,0	200,0	300,0
Tensione di taglio (kPa)	29,6	60,0	100,8
Spostamento orizzontale (mm)	2,10	3,51	4,37
Deformazione verticale (mm)	0,109	0,268	0,330

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

Rocco Tolve

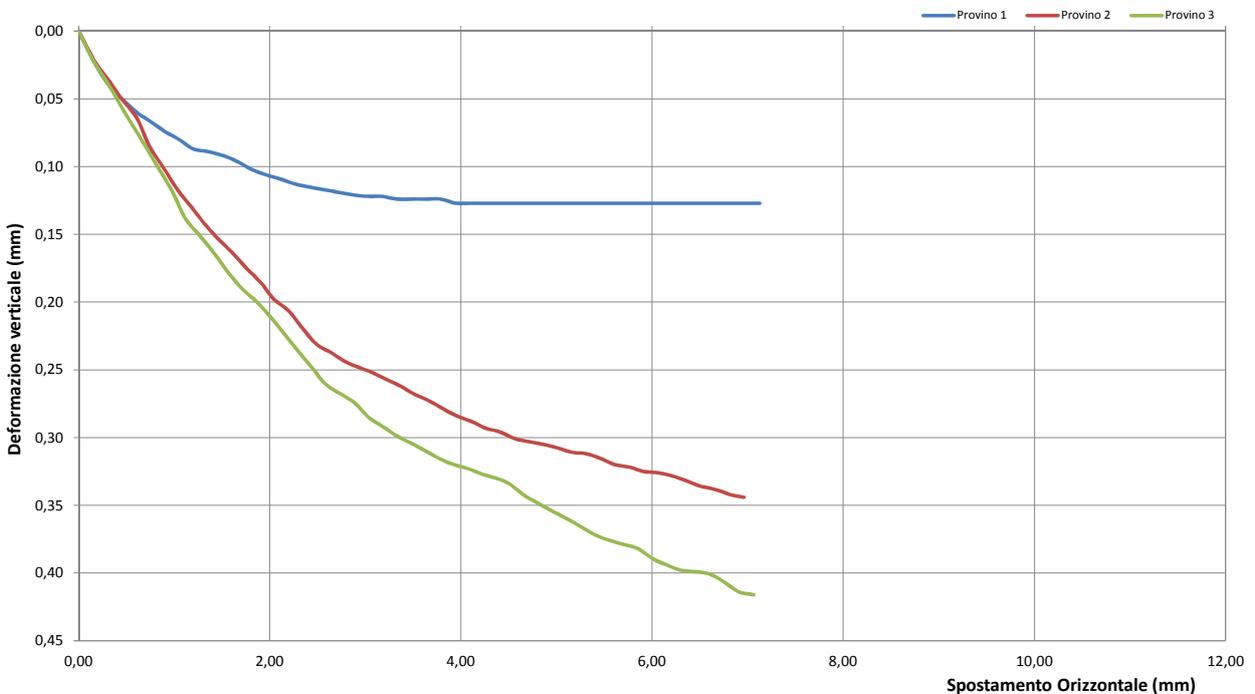
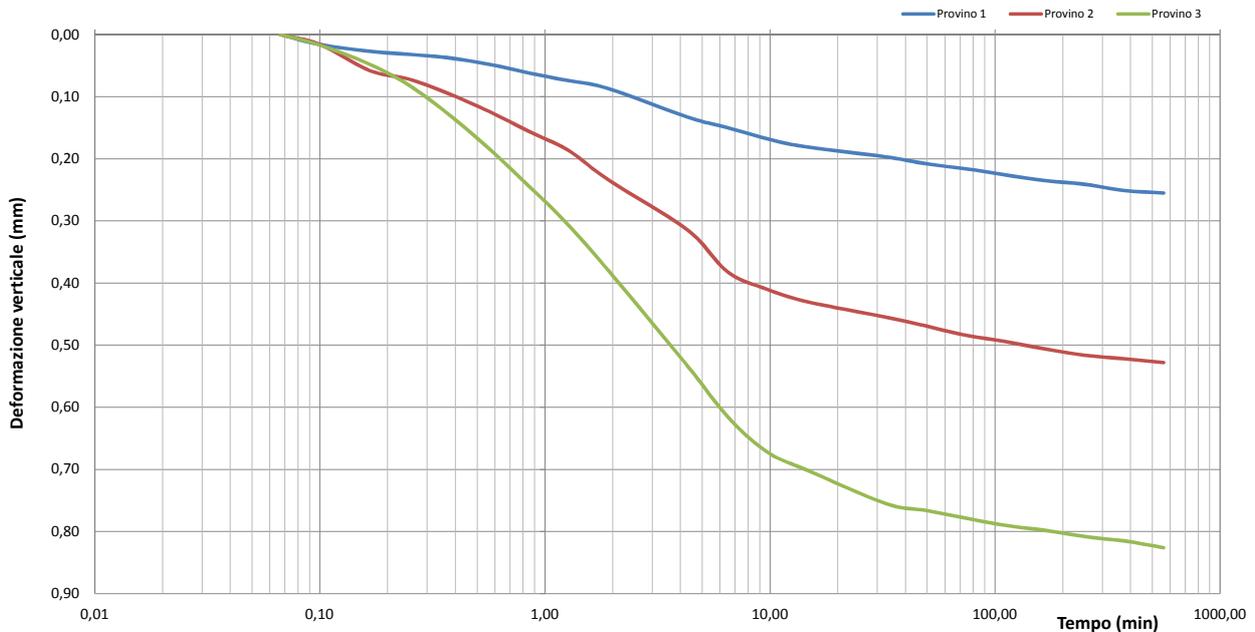


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	1	Profondità	2,00 ÷ 2,50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

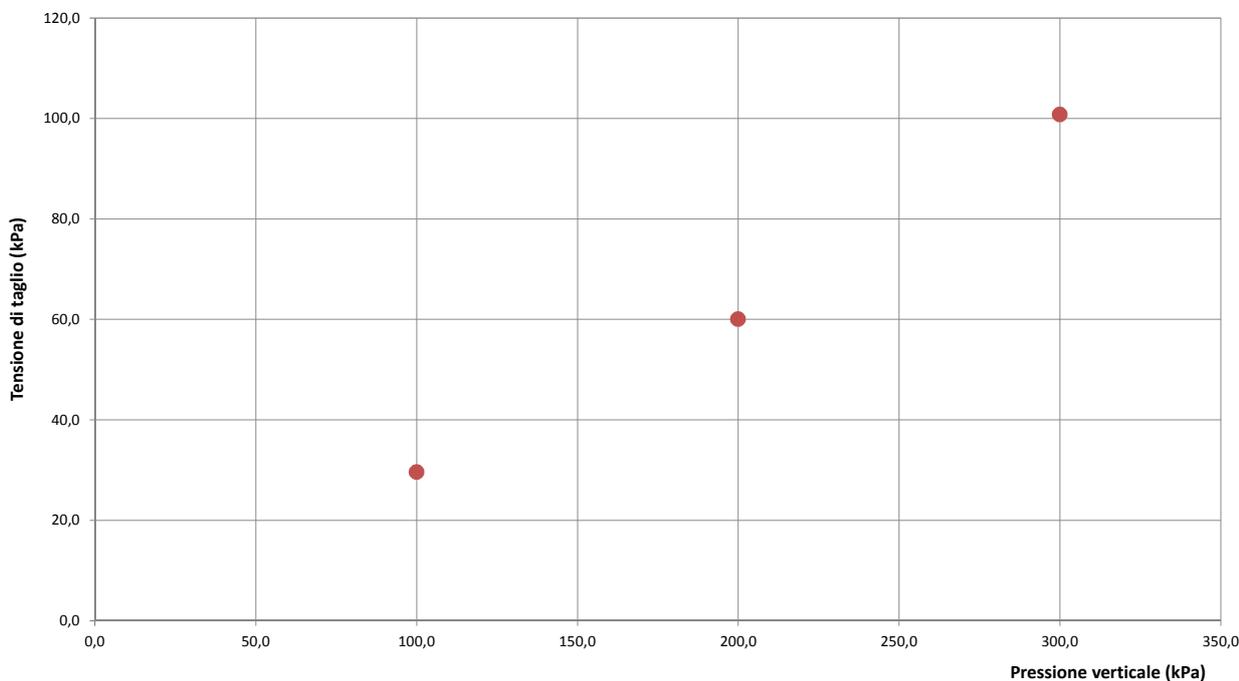
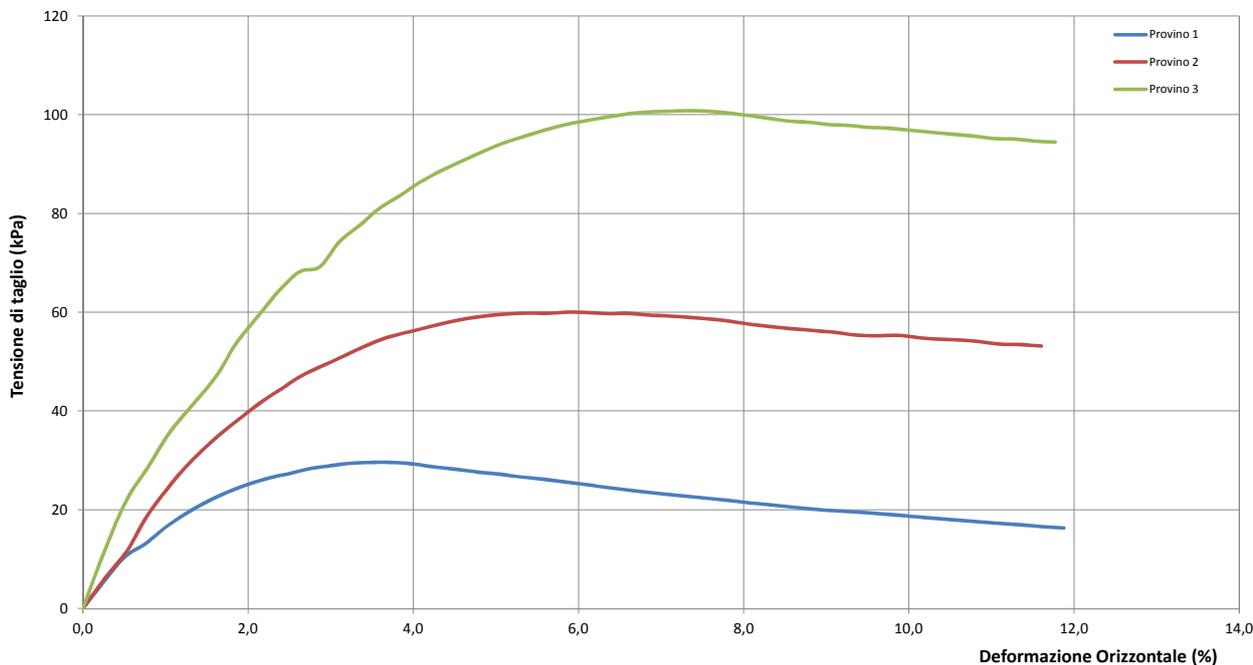
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0,07	0,42	0,000	0,07	0,71	0,000	0,07	0,87	0,000
0,10	0,44	0,016	0,10	0,73	0,016	0,10	0,89	0,017
0,17	0,45	0,027	0,17	0,77	0,058	0,17	0,92	0,048
0,25	0,45	0,032	0,25	0,79	0,072	0,25	0,96	0,082
0,37	0,46	0,037	0,37	0,81	0,094	0,37	1,00	0,126
0,57	0,47	0,048	0,57	0,84	0,124	0,57	1,06	0,184
0,85	0,48	0,062	0,85	0,87	0,156	0,85	1,12	0,244
1,27	0,49	0,074	1,27	0,90	0,186	1,27	1,18	0,306
1,92	0,51	0,087	1,92	0,95	0,234	1,92	1,25	0,380
4,32	0,55	0,133	4,32	1,03	0,315	4,32	1,41	0,534
4,32	0,55	0,133	4,32	1,03	0,315	4,32	1,41	0,534
6,48	0,57	0,150	6,48	1,10	0,382	6,48	1,49	0,615
9,72	0,59	0,168	9,72	1,12	0,410	9,72	1,55	0,672
14,58	0,60	0,181	14,58	1,14	0,430	14,58	1,57	0,701
32,83	0,62	0,197	32,83	1,17	0,455	32,83	1,63	0,755
49,25	0,63	0,208	49,25	1,18	0,469	49,25	1,64	0,766
73,88	0,64	0,216	73,88	1,20	0,484	73,88	1,65	0,778
110,83	0,65	0,226	110,83	1,21	0,494	110,83	1,66	0,790
166,25	0,65	0,235	166,25	1,22	0,506	166,25	1,67	0,798
249,38	0,66	0,241	249,38	1,23	0,516	249,38	1,68	0,808
374,08	0,67	0,251	374,08	1,24	0,522	374,08	1,69	0,815
561,13	0,67	0,255	561,13	1,24	0,528	561,13	1,70	0,826

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0
0,16	0,023	5,9	0,17	0,023	6,6	0,16	0,023	12,1
0,45	0,050	13,1	0,46	0,051	18,5	0,47	0,059	28,6
0,61	0,060	16,6	0,61	0,064	24,1	0,63	0,077	35,6
0,76	0,067	19,4	0,74	0,085	28,5	0,82	0,099	41,9
0,90	0,074	21,6	0,89	0,101	32,6	0,98	0,118	47,4
1,05	0,080	23,6	1,03	0,117	36,2	1,11	0,138	53,8
1,20	0,087	25,1	1,18	0,130	39,3	1,27	0,151	59,0
1,35	0,089	26,4	1,31	0,142	42,2	1,42	0,164	64,1
1,52	0,092	27,4	1,45	0,153	44,7	1,57	0,179	68,2
1,65	0,096	28,3	1,60	0,163	47,3	1,72	0,191	69,2
1,81	0,102	28,9	1,76	0,175	49,3	1,87	0,200	74,4
1,96	0,106	29,4	1,91	0,186	51,3	2,02	0,212	77,8
2,10	0,109	29,6	2,04	0,198	53,1	2,15	0,223	80,9
2,27	0,113	29,6	2,19	0,206	54,7	2,31	0,237	83,6
2,41	0,115	29,2	2,34	0,219	55,8	2,45	0,249	86,3
2,56	0,117	28,6	2,49	0,231	56,8	2,59	0,261	88,5
2,72	0,119	28,2	2,64	0,237	57,9	2,75	0,268	90,6
2,88	0,121	27,6	2,79	0,244	58,7	2,90	0,275	92,4
3,03	0,122	27,2	2,93	0,248	59,3	3,03	0,285	94,1
3,17	0,122	26,6	3,07	0,252	59,6	3,18	0,292	95,4
3,33	0,124	26,2	3,22	0,257	59,8	3,34	0,299	96,7
3,47	0,124	25,7	3,37	0,262	59,8	3,47	0,304	97,8
3,63	0,124	25,2	3,51	0,268	60,0	3,63	0,310	98,7
3,79	0,124	24,6	3,67	0,273	59,9	3,79	0,316	99,4
3,94	0,127	24,1	3,82	0,279	59,7	3,93	0,320	100,1
4,10	0,127	23,6	3,96	0,284	59,8	4,08	0,323	100,5
4,24	0,127	23,1	4,11	0,288	59,4	4,22	0,327	100,7
4,39	0,127	22,7	4,26	0,293	59,2	4,37	0,330	100,8
4,54	0,127	22,3	4,41	0,296	58,9	4,50	0,334	100,8
4,70	0,127	21,9	4,57	0,301	58,6	4,67	0,343	100,4
4,85	0,127	21,4	4,71	0,303	58,1	4,82	0,349	99,9
5,00	0,127	21,0	4,87	0,305	57,5	4,98	0,355	99,3
5,15	0,127	20,6	5,03	0,308	57,0	5,11	0,360	98,8
5,30	0,127	20,1	5,17	0,311	56,6	5,26	0,366	98,5
5,46	0,127	19,8	5,32	0,312	56,3	5,41	0,372	98,0
5,62	0,127	19,5	5,48	0,316	55,9	5,56	0,376	97,8
5,76	0,127	19,3	5,61	0,320	55,4	5,71	0,379	97,4
5,91	0,127	18,9	5,77	0,322	55,2	5,85	0,382	97,3
6,06	0,127	18,6	5,91	0,325	55,3	6,00	0,389	96,9
6,22	0,127	18,2	6,06	0,326	54,9	6,15	0,394	96,5
6,37	0,127	17,8	6,20	0,328	54,6	6,31	0,398	96,1

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



BRAINSTORMERS s.r.l. • P.IVA & C.F. 01574020748 • Capitale Sociale € 100.000 • C.C.I.A.A. Potenza n° 118963

Sede Legale: Via del Gallitello, 169 - 85100 Potenza (Pz) • Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP - 85022 Barile (Pz)

Tel: 0972.770724 • Voip: 0971.46008 • Fax: 0971.1830120 • <http://www.brainstormers.it> • e-mail: info@brainstormers.it



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	175/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	05/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	06/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6,51	0,13	17,53	6,36	0,33	54,39	6,47	0,40	95,69
6,68	0,13	17,22	6,51	0,34	54,06	6,61	0,40	95,19
6,82	0,13	16,92	6,65	0,34	53,56	6,76	0,41	95,08
6,97	0,13	16,58	6,81	0,34	53,44	6,91	0,41	94,67
7,13	0,13	16,31	6,96	0,34	53,14	7,06	0,42	94,44

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Certificato di prova numero:	176	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700,0	85	420,0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
03/12/2014	Sabbia limosa di colore variabile dal verde oliva al grigiastro	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	176/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	176/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	176/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	176/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	176/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	176/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	176/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	176/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1			
TD2			
TD3		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	176/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	64,20	63,77	65,47
Peso Lordo Secco (g)	57,44	56,73	58,09
Tara (g)	26,33	26,18	26,23
Umidità relativa W (%)	21,7%	23,0%	23,2%

Umidità naturale media W_n (%)

22,6%

Deviazione standard

0,80%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Polve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Polve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	176/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58,97	39,95	139,37	80,40

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

19,74

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{Sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	67,79

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

16,65

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo: Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	176/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	26,14	25,47	25,825
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	193,52	193,1	193,33
Temperatura (°C)	15,3	15,3	15,3
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177,323	177,323	177,323
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2,6291	2,6277	2,6304
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1,0009	1,0009	1,0009
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2,6314	2,6301	2,6328

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2,631	Deviazione standard	0,001
---	--------------	----------------------------	--------------

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolva)
Rocco Tolva



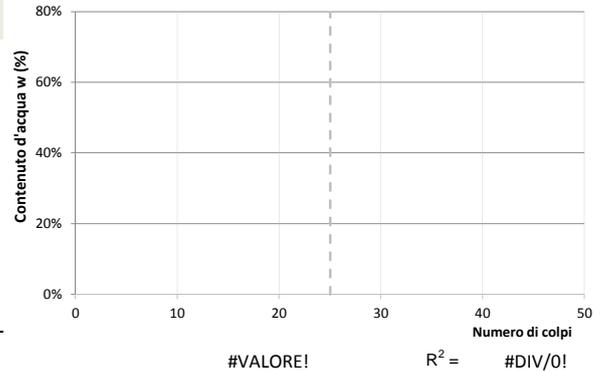
LIMITI DI ATTERBERG

Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

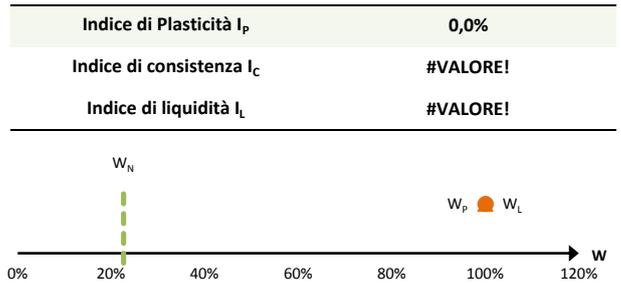
Certificato di prova numero:	176/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

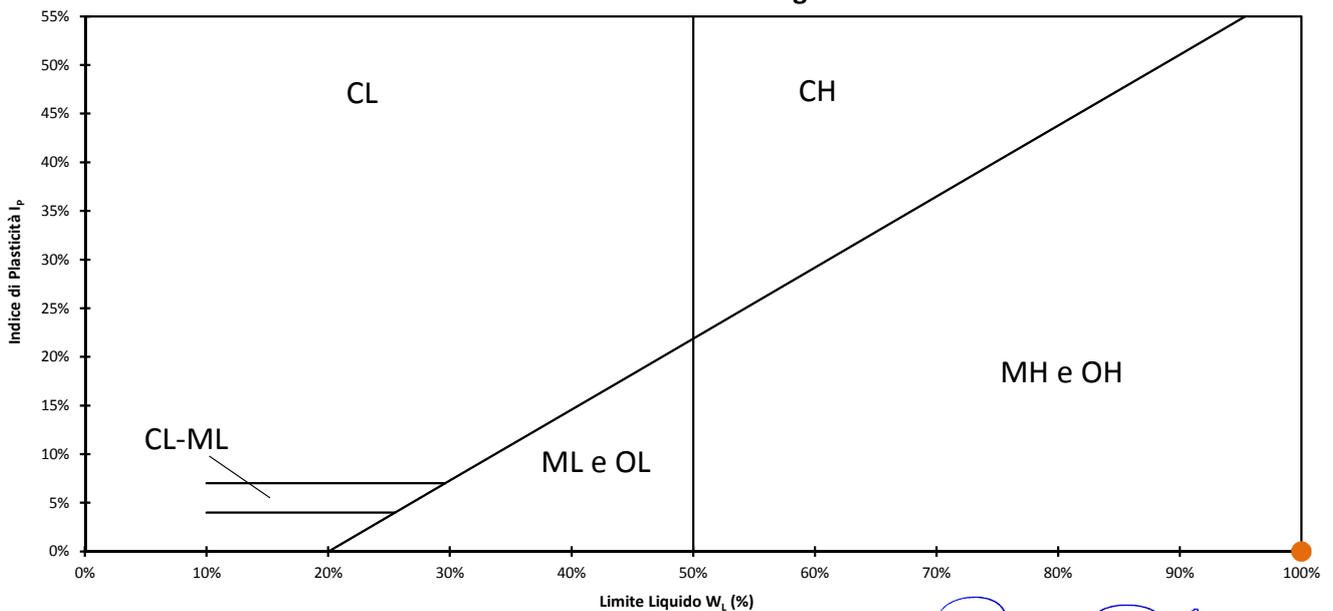
DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO			
	A	B	C
Contenitore N°			
P _T - tara (g)			
P _T + campione umido (g)			
P _T + campione secco (g)			
N° di colpi			
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE LIQUIDO W_L (%)			



DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO		
	A	B
Contenitore N°		
P _T - Peso contenitore (g)		
P _T + campione umido (g)		
P _T + campione secco (g)		
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE PLASTICO W_p (%)		



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



ANALISI GRANULOMETRICA

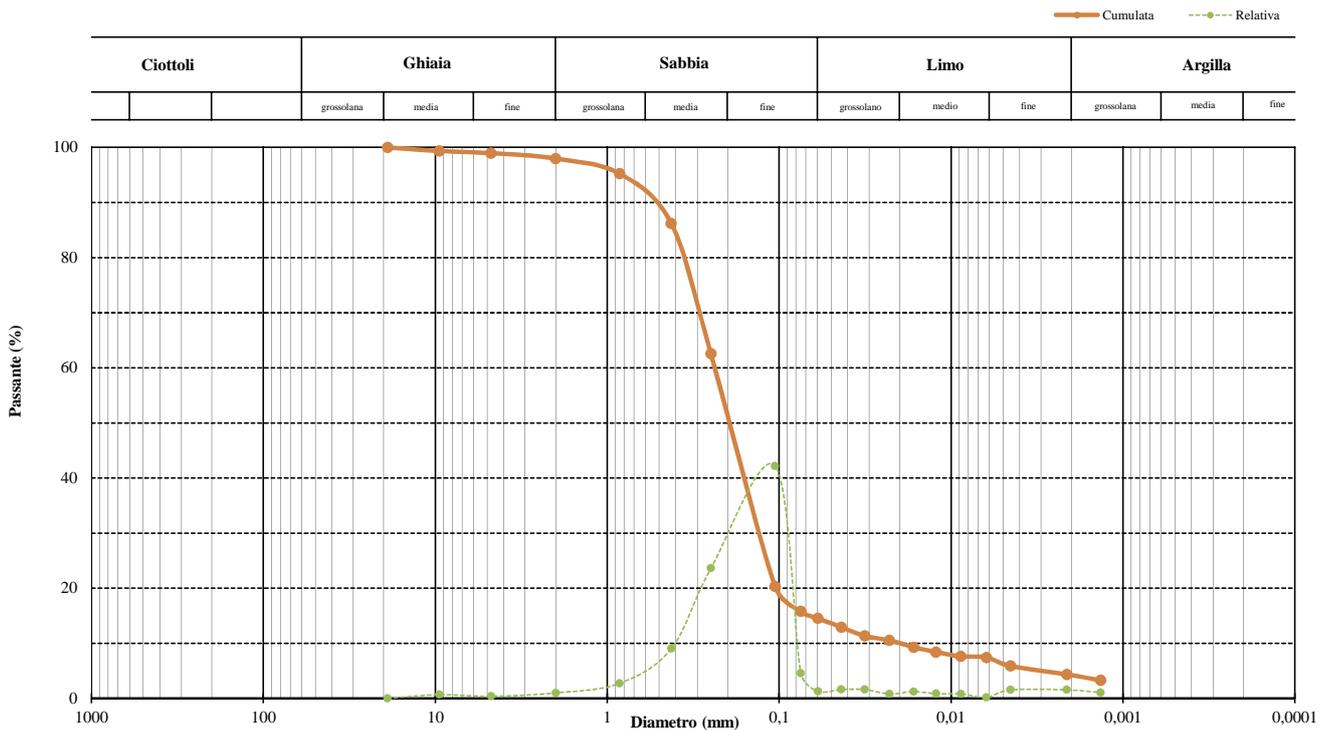
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	176/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
19,0000	100,00 %	0,0750	15,77 %	0,0062	7,41 %
9,5000	99,33 %	0,0597	14,51 %	0,0045	5,87 %
4,7500	98,95 %	0,0437	12,90 %	0,0021	4,32 %
2,0000	97,96 %	0,0319	11,30 %	0,0014	3,27 %
0,8500	95,24 %	0,0229	10,50 %	#N/D	#N/D
0,4250	86,18 %	0,0166	9,26 %	#N/D	#N/D
0,2500	62,54 %	0,0123	8,40 %	#N/D	#N/D
0,1060	20,33 %	0,0088	7,59 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Sabbia limosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	97,96 %	D_{10}	0,02034 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	86,18 %	D_{30}	0,13898 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	15,77 %	D_{50}	0,20721 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	11,87	D_{60}	0,24133 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	3,94	D_{90}	0,60435 mm
Argilla (< 0,002 mm)	4,15 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	10,39 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	83,42 %
		Ghiaia (> 2 mm)	2,04 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

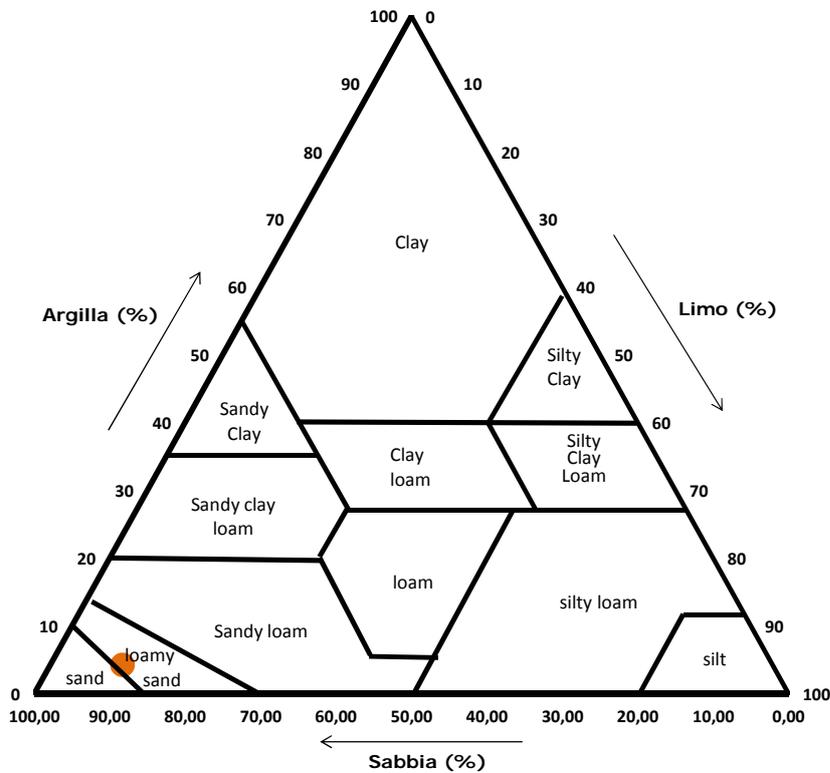
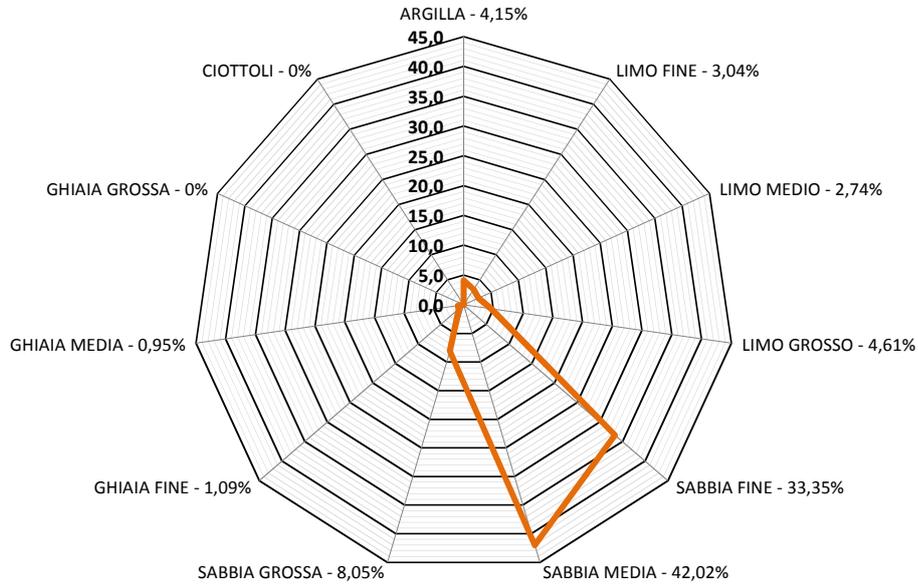


ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	176/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
4,24 %	9,59 %	86,18 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Toive)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

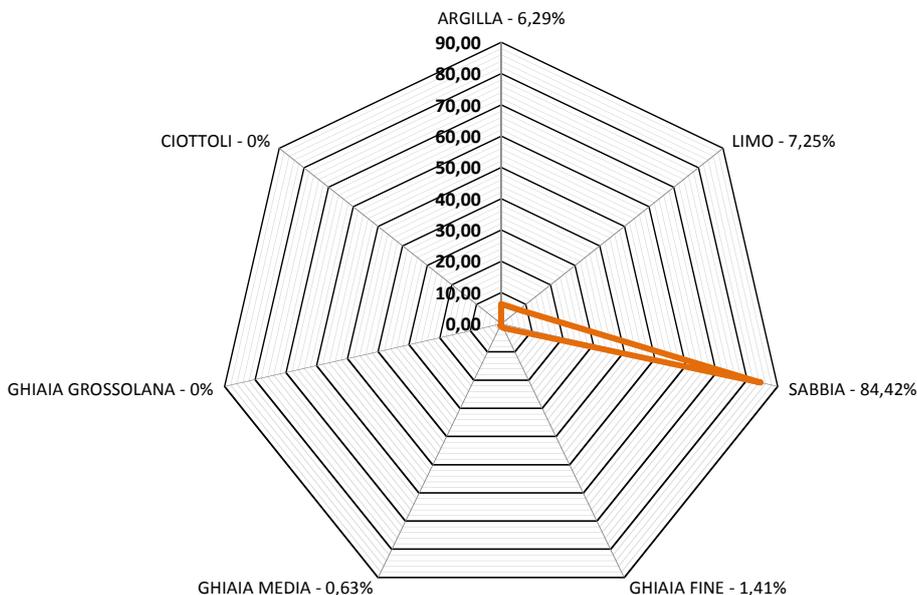
Modalità di prova: CNR-UNI 10006

Certificato di prova numero:	176/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50

Passante setaccio 10 (2 mm)	97,96 %	D₁₀	0,02034 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	86,18 %	D₃₀	0,13898 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	15,77 %	D₅₀	0,20721 mm
Coefficiente di uniformità (D ₆₀ /D ₁₀)	11,87	D₆₀	0,24133 mm
Coefficiente di curvatura (D ₃₀ ² /D ₁₀ ·D ₆₀)	3,94	D₉₀	0,60435 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 75 mm)
6,29 %	7,25 %	84,42 %	2,04 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
		0,00%	0

Classificazione CNR-UNI 10006 **A2-5**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	176/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20,00	19,16
Diametro (mm)	50,08	50,08
Sezione (mm ²)	1969,8	1969,8
Massa provino (g)	80,4	80,40
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	25,81	25,81
Umidità (trimming) (%)	22,6%	22,6%
Umidità (misura diretta) (%)	18,6%	14,8%
Densità umida (kN/m ³)	20,02	20,23
Densità secca (kN/m ³)	16,88	17,62
Indice dei vuoti	0,529	0,465
Grado di saturazione (%)	92,5%	83,8%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
35,0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	19,92	0,43%	0,523					
25	19,85	0,76%	0,518		0,263	3806,9		
50	19,77	1,15%	0,512	0,020	0,159	6288,5		
100	19,67	1,64%	0,504	0,025	0,099	10113,4	0,3707	3,68E-06
200	19,55	2,25%	0,495	0,031	0,062	16082,0	0,3217	5,08E-06
400	19,42	2,91%	0,485	0,034	0,034	29503,8	0,2906	8,41E-06
800	19,27	3,66%	0,473	0,038	0,019	52671,1	0,2626	1,36E-05
1600	19,10	4,51%	0,460	0,043	0,011	92329,4	0,1208	1,09E-05
800	19,11	4,47%	0,461					
400	19,11	4,45%	0,461					
100	19,13	4,36%	0,463					
25	19,16	4,20%	0,465					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

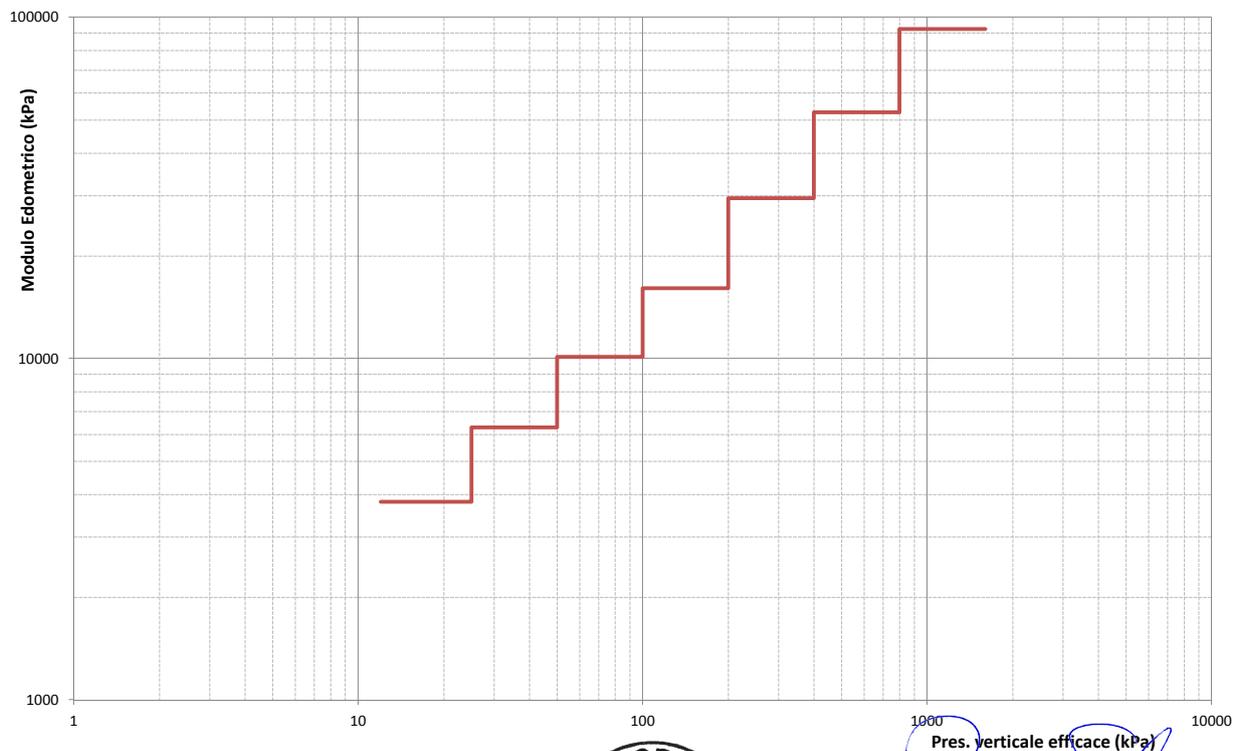
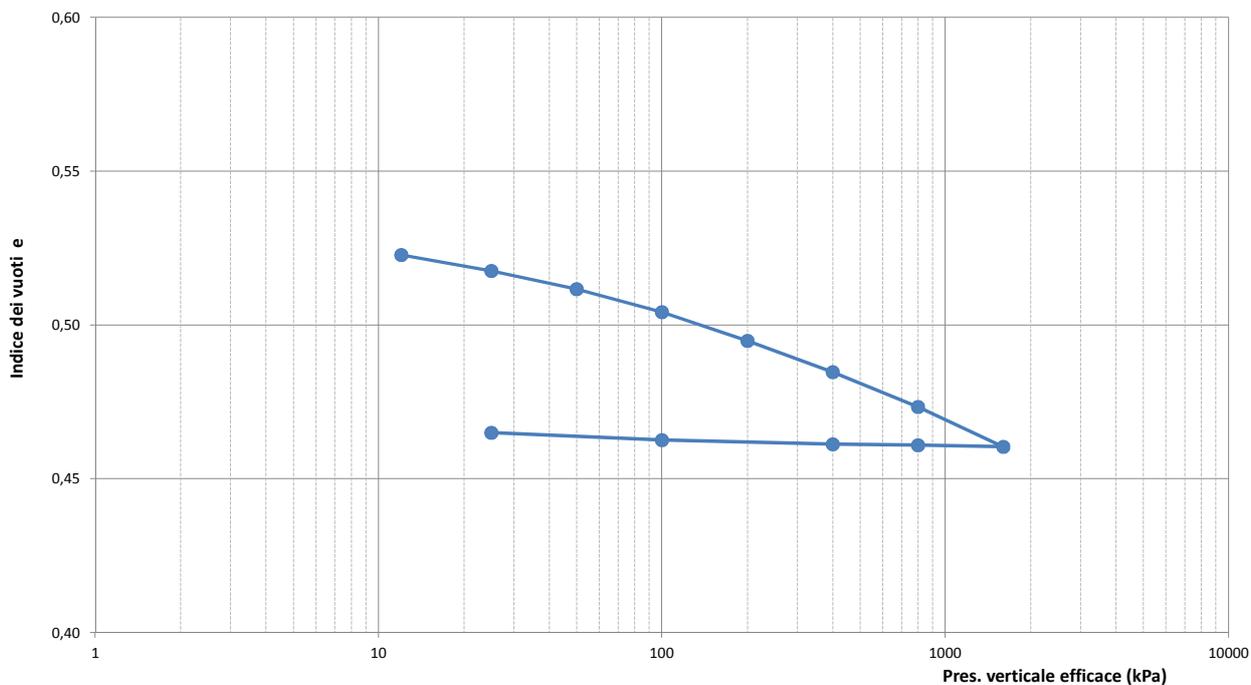


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Pres. verticale efficace (kPa)
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

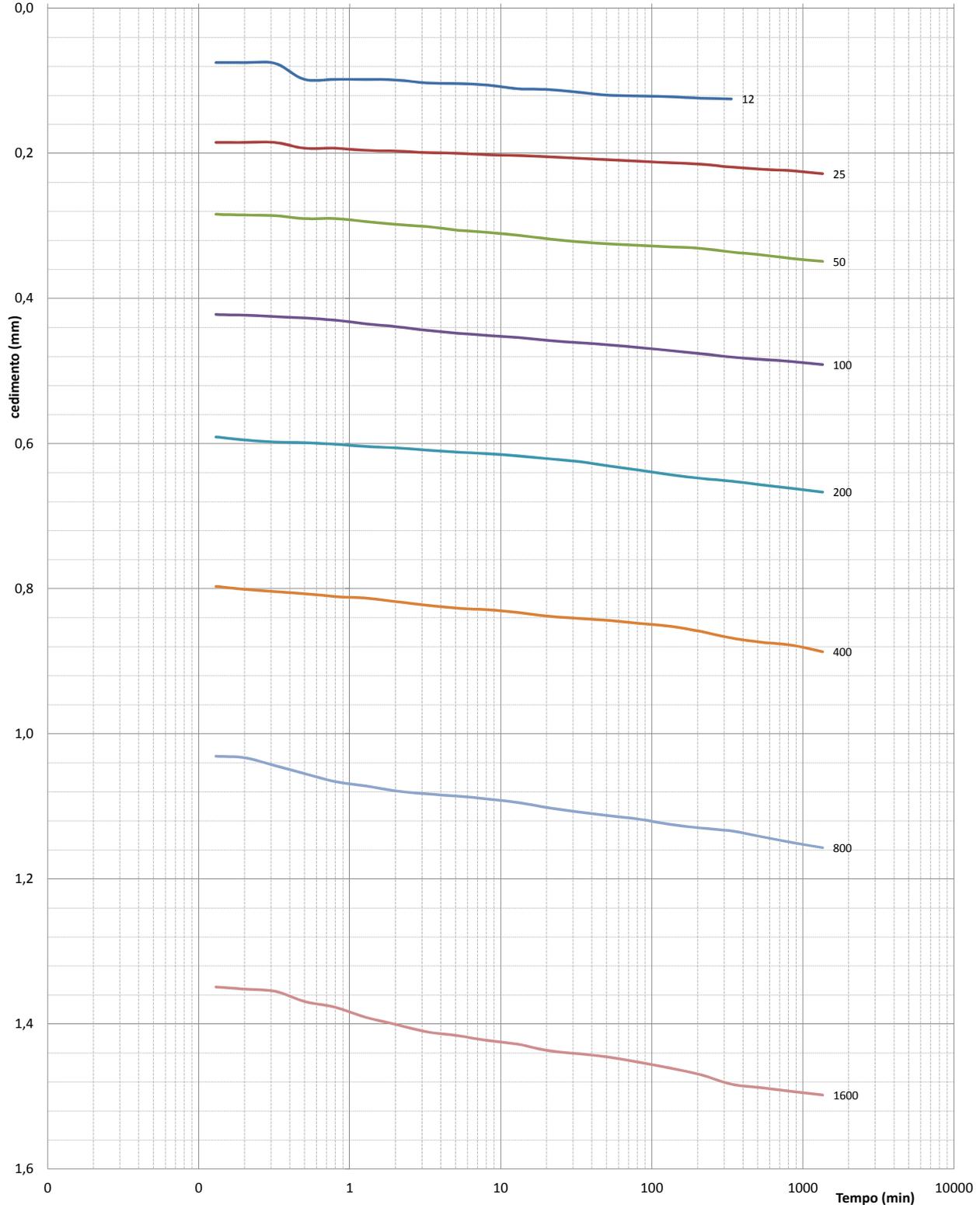


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	20/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0,00	0,040	0,161	0,271	0,394	0,545	0,754	1,008	1,328
0,08	0,075	0,185	0,281	0,417	0,588	0,794	1,028	1,346
0,13	0,075	0,185	0,284	0,422	0,591	0,797	1,031	1,349
0,20	0,075	0,185	0,285	0,423	0,595	0,801	1,033	1,352
0,32	0,076	0,185	0,286	0,425	0,598	0,804	1,044	1,355
0,50	0,098	0,193	0,290	0,427	0,599	0,807	1,055	1,369
0,80	0,098	0,193	0,290	0,430	0,601	0,811	1,066	1,377
1,28	0,098	0,196	0,294	0,435	0,604	0,813	1,072	1,391
2,05	0,099	0,197	0,298	0,439	0,606	0,818	1,079	1,401
3,25	0,103	0,199	0,301	0,444	0,609	0,823	1,083	1,411
5,17	0,104	0,200	0,306	0,448	0,612	0,827	1,086	1,416
8,22	0,106	0,202	0,309	0,451	0,614	0,829	1,090	1,423
13,05	0,111	0,203	0,313	0,454	0,617	0,833	1,095	1,428
20,75	0,112	0,205	0,318	0,458	0,621	0,838	1,102	1,437
33,00	0,116	0,207	0,322	0,461	0,625	0,841	1,108	1,441
52,47	0,120	0,209	0,325	0,464	0,631	0,844	1,113	1,446
83,43	0,121	0,211	0,327	0,468	0,637	0,848	1,118	1,453
132,65	0,122	0,213	0,329	0,472	0,643	0,852	1,125	1,461
210,92	0,124	0,215	0,331	0,476	0,648	0,859	1,130	1,470
335,37	0,125	0,219	0,336	0,481	0,652	0,868	1,134	1,483
533,23		0,222	0,340	0,484	0,657	0,874	1,142	1,488
847,83		0,224	0,345	0,487	0,662	0,878	1,150	1,493
1348,05		0,228	0,349	0,491	0,667	0,887	1,157	1,498

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0,08	1,481	1,440	1,356	1,290
0,32	1,482	1,440	1,354	1,288
1,28	1,480	1,440	1,351	1,283
5,17	1,479	1,439	1,350	1,275
20,75	1,478	1,438	1,346	1,271
83,43	1,478	1,437	1,345	1,267
335,37	1,477	1,437	1,343	1,264
533,23	1,476	1,436	1,342	1,263

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	155,37	156,18	156
Umidità (misura diretta) (%)	17,46%	16,88%	16,97%
Umidità (trimming) (%)	21,73%	23,04%	23,16%
Densità umida (kN/m ³)	21,17	21,28	21,26
Densità secca (kN/m ³)	18,02	18,21	18,17
Indice dei vuoti	0,460	0,445	0,448
Grado di saturazione (%)	99,9%	99,8%	99,6%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100,0	150,0	200,0
Durata (h)	9,4	9,4	9,4
Cedimento (mm)	0,095	0,095	0,139

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0,00980	0,00969	0,00981
Pressione verticale (kPa)	100,0	150,0	200,0
Tensione di taglio (kPa)	72,4	106,5	138,4
Spostamento orizzontale (mm)	2,66	3,93	2,98
Deformazione verticale (mm)	-0,225	-0,441	-0,226

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

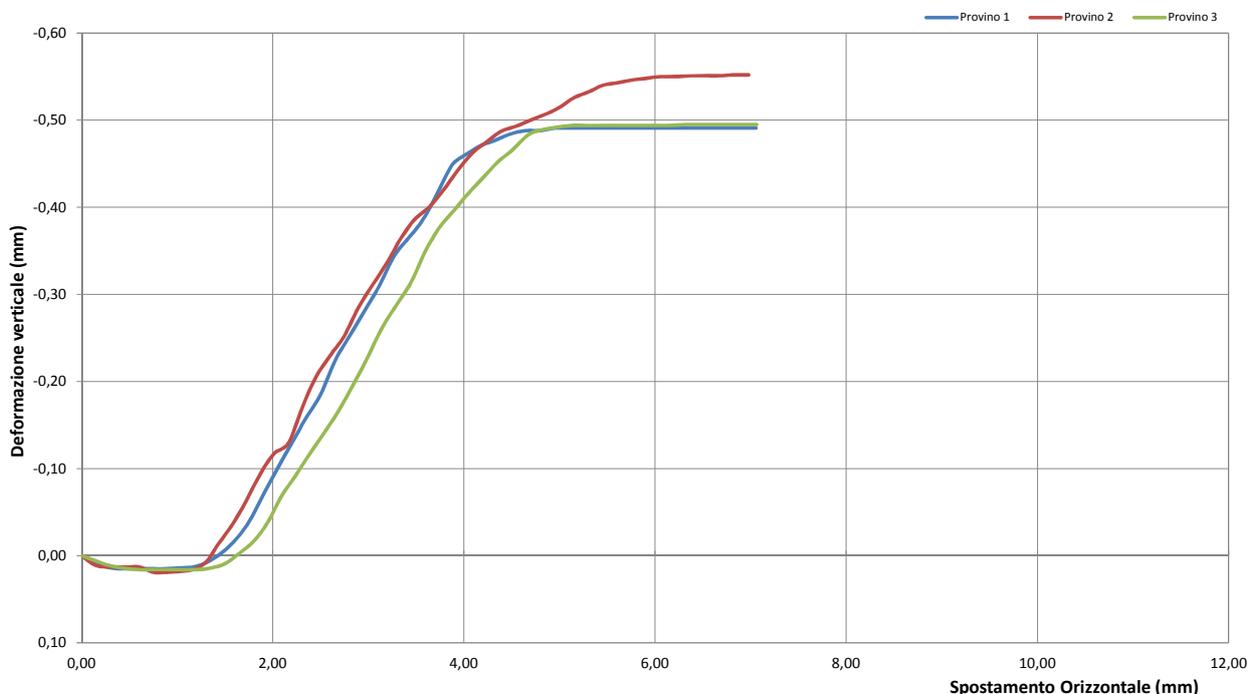
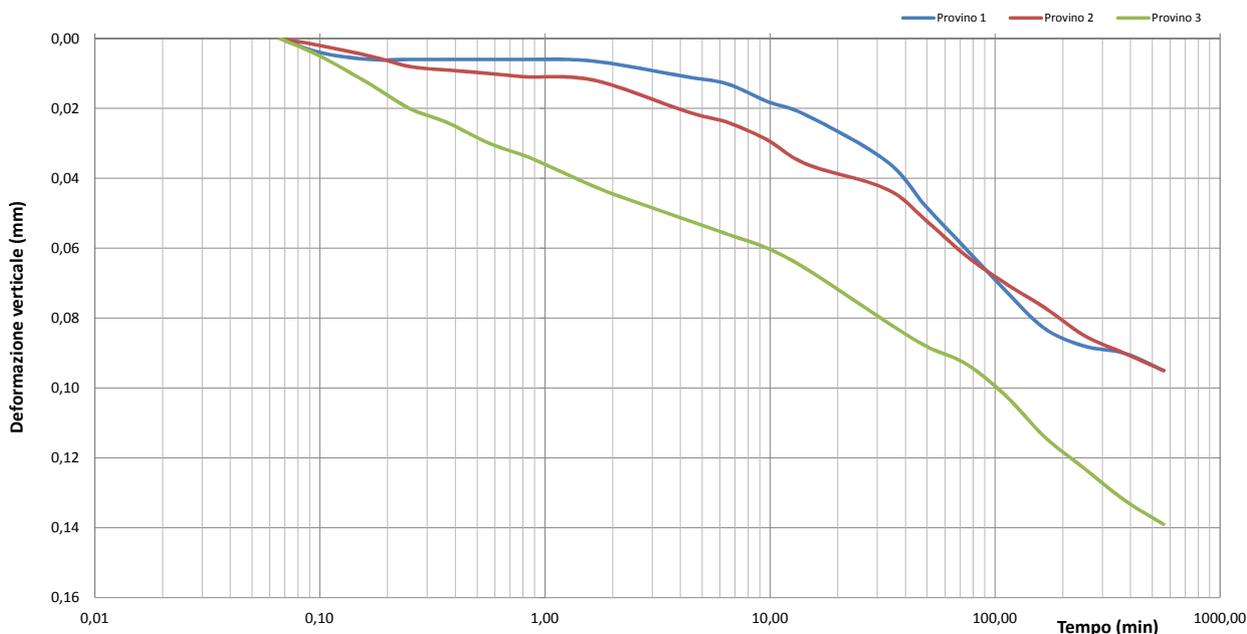


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	2	Profondità	10,00 ÷ 10,50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

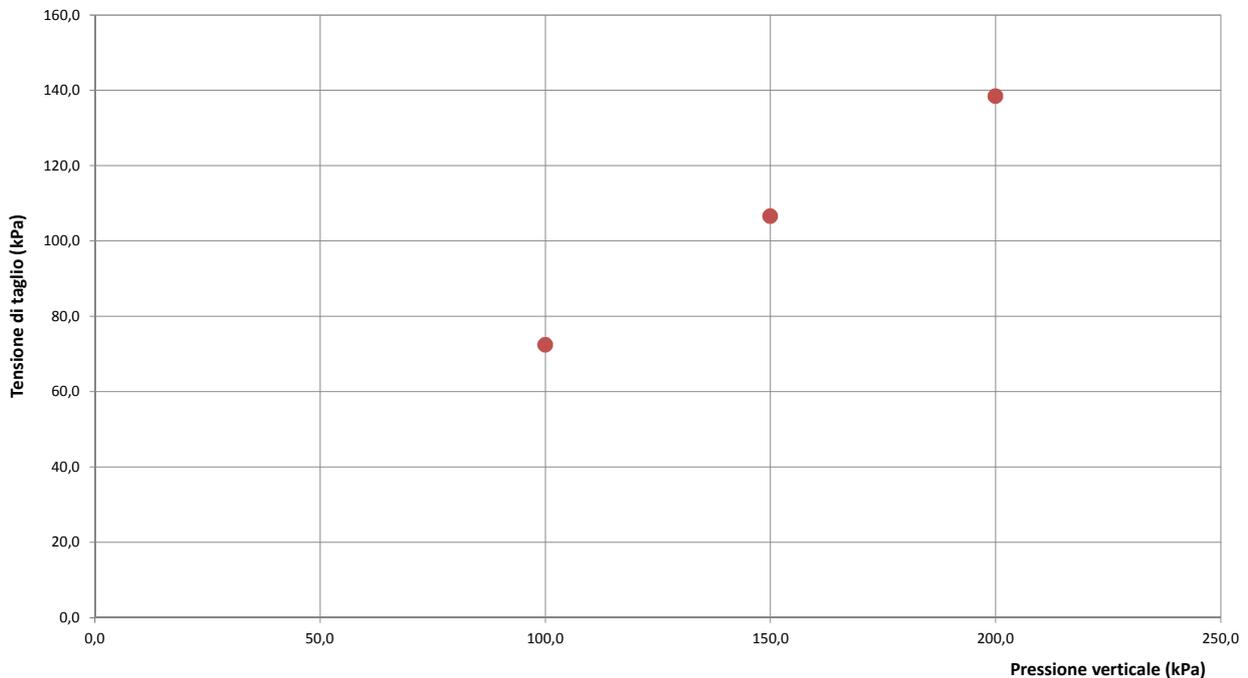
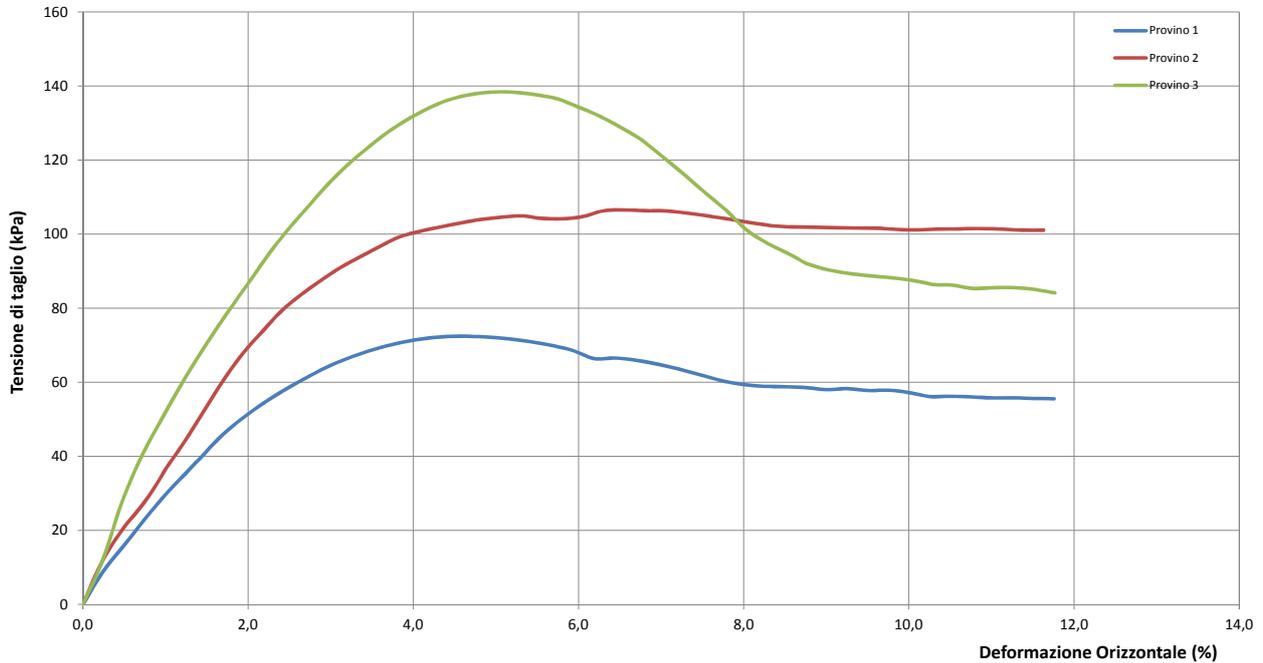
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0,07	0,37	0,000	0,07	0,42	0,000	0,07	0,52	0,000
0,10	0,37	0,004	0,10	0,42	0,002	0,10	0,53	0,005
0,17	0,37	0,006	0,17	0,43	0,005	0,17	0,54	0,013
0,25	0,37	0,006	0,25	0,43	0,008	0,25	0,54	0,020
0,37	0,37	0,006	0,37	0,43	0,009	0,37	0,55	0,024
0,57	0,37	0,006	0,57	0,43	0,010	0,57	0,55	0,030
0,85	0,37	0,006	0,85	0,43	0,011	0,85	0,56	0,034
1,27	0,37	0,006	1,27	0,43	0,011	1,27	0,56	0,039
1,92	0,37	0,007	1,92	0,44	0,013	1,92	0,57	0,044
4,32	0,38	0,011	4,32	0,44	0,021	4,32	0,58	0,052
4,32	0,38	0,011	4,32	0,44	0,021	4,32	0,58	0,052
6,48	0,38	0,013	6,48	0,45	0,024	6,48	0,58	0,056
9,72	0,38	0,018	9,72	0,45	0,029	9,72	0,58	0,060
14,58	0,39	0,022	14,58	0,46	0,036	14,58	0,59	0,066
32,83	0,40	0,035	32,83	0,47	0,043	32,83	0,60	0,081
49,25	0,41	0,048	49,25	0,47	0,052	49,25	0,61	0,088
73,88	0,43	0,060	73,88	0,48	0,062	73,88	0,62	0,093
110,83	0,44	0,072	110,83	0,49	0,070	110,83	0,63	0,102
166,25	0,45	0,083	166,25	0,50	0,077	166,25	0,64	0,114
249,38	0,45	0,088	249,38	0,51	0,085	249,38	0,65	0,123
374,08	0,46	0,090	374,08	0,51	0,090	374,08	0,66	0,132
561,13	0,46	0,095	561,13	0,52	0,095	561,13	0,66	0,139

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0
0,15	0,008	8,9	0,14	0,011	11,9	0,15	0,006	12,6
0,44	0,015	22,7	0,47	0,013	28,5	0,42	0,014	39,6
0,59	0,015	29,2	0,61	0,013	37,0	0,58	0,016	50,6
0,74	0,015	35,3	0,75	0,019	44,6	0,74	0,016	60,9
0,89	0,015	40,9	0,89	0,019	52,8	0,90	0,016	70,7
1,02	0,014	46,1	1,02	0,018	60,5	1,06	0,016	79,2
1,17	0,013	50,6	1,16	0,016	67,8	1,21	0,016	87,3
1,32	0,007	54,6	1,30	0,007	73,7	1,36	0,014	95,0
1,47	-0,004	58,1	1,43	-0,014	78,9	1,50	0,009	101,8
1,62	-0,020	61,2	1,58	-0,036	83,5	1,65	-0,003	108,1
1,77	-0,042	64,0	1,72	-0,063	87,3	1,80	-0,016	114,1
1,91	-0,072	66,3	1,86	-0,092	90,7	1,95	-0,038	119,5
2,06	-0,102	68,3	2,01	-0,117	93,8	2,09	-0,069	124,1
2,21	-0,131	69,9	2,16	-0,129	96,8	2,23	-0,091	128,1
2,36	-0,160	71,0	2,29	-0,166	99,2	2,38	-0,116	131,4
2,50	-0,185	71,9	2,44	-0,203	100,7	2,53	-0,140	134,3
2,66	-0,225	72,4	2,60	-0,229	101,9	2,68	-0,165	136,6
2,81	-0,253	72,4	2,75	-0,252	103,0	2,84	-0,195	137,8
2,95	-0,280	72,2	2,90	-0,285	104,0	2,98	-0,226	138,4
3,11	-0,309	71,7	3,05	-0,312	104,6	3,14	-0,261	138,3
3,27	-0,344	70,9	3,19	-0,335	104,9	3,29	-0,287	137,6
3,42	-0,365	69,8	3,33	-0,362	104,3	3,45	-0,314	136,5
3,57	-0,385	68,5	3,48	-0,386	104,1	3,59	-0,349	134,4
3,71	-0,414	66,4	3,63	-0,400	104,8	3,75	-0,377	132,0
3,87	-0,448	66,6	3,78	-0,419	106,3	3,89	-0,396	129,1
4,03	-0,461	65,9	3,93	-0,441	106,5	4,05	-0,416	125,8
4,18	-0,471	64,8	4,08	-0,462	106,3	4,20	-0,434	121,2
4,33	-0,477	63,6	4,23	-0,474	106,3	4,35	-0,452	116,6
4,48	-0,484	62,1	4,39	-0,487	105,7	4,51	-0,466	111,5
4,65	-0,488	60,4	4,54	-0,493	104,9	4,67	-0,483	106,6
4,79	-0,488	59,4	4,69	-0,500	104,0	4,82	-0,489	101,3
4,95	-0,491	58,9	4,84	-0,506	103,2	4,98	-0,492	97,4
5,10	-0,491	58,8	5,00	-0,515	102,3	5,12	-0,494	94,9
5,25	-0,491	58,6	5,15	-0,526	101,9	5,26	-0,494	92,1
5,39	-0,491	58,0	5,32	-0,533	101,9	5,42	-0,494	90,4
5,55	-0,491	58,3	5,45	-0,540	101,8	5,57	-0,494	89,3
5,71	-0,491	57,8	5,61	-0,543	101,6	5,72	-0,494	88,7
5,86	-0,491	57,9	5,75	-0,546	101,7	5,88	-0,494	88,2
6,00	-0,491	57,2	5,90	-0,548	101,3	6,03	-0,494	87,5
6,15	-0,491	56,1	6,05	-0,550	101,1	6,17	-0,494	86,4
6,31	-0,491	56,2	6,21	-0,550	101,4	6,32	-0,495	86,3

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	176/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	06/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	07/12/2014	20/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6,46	-0,49	56,06	6,37	-0,55	101,42	6,46	-0,50	85,33
6,60	-0,49	55,78	6,52	-0,55	101,53	6,62	-0,50	85,56
6,76	-0,49	55,81	6,67	-0,55	101,33	6,78	-0,50	85,56
6,91	-0,49	55,64	6,82	-0,55	101,08	6,93	-0,50	84,97
7,06	-0,49	55,56	6,98	-0,55	101,08	7,06	-0,50	84,11

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Certificato di prova numero:	177	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	12/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50

Contenitore	Diam. esterno contenitore (mm)	Lungh. contenitore (mm)	Diam. Carota (mm)	Lunghezza carota (mm)
Fustella	90	700,0	85	24,0

Data di apertura del campione	Descrizione del campione	Classe di qualità
03/12/2014	Sabbia argillosa debolmente limosa di colore grigiastro	Q5

Fotografia del campione



Prove eseguite		Cert. N°
Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	177/A
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	177/B
Peso specifico dei granuli	<input checked="" type="checkbox"/>	177/C
Limiti di Atterberg	<input checked="" type="checkbox"/>	177/D
Analisi Granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	177/E
Classificazione CNR 10006	<input checked="" type="checkbox"/>	177/F
Compressione ELL	<input type="checkbox"/>	---
Prova Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	177/G
Prova di permeabilità k	<input type="checkbox"/>	---
Prova di taglio diretto TD	<input checked="" type="checkbox"/>	177/H
Prova Triassiale TX	<input type="checkbox"/>	---
Prova Proctor	<input type="checkbox"/>	---
Prova CBR	<input type="checkbox"/>	---
Contenuto in sost. organiche	<input type="checkbox"/>	---

SCHEMA DEL CAMPIONE

	Pocket Penetr.	Vane Test	Osservazioni
alto			
ED			
TD1			
TD2			
TD3		n.e.	
basso			

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Totve)
Rocco Totve



CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: ASTM D 2216

Certificato di prova numero:	177/A	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50

Bilancia Utilizzata	Struttura del materiale	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	Omogeneo	110 °C	16 h

DATI	Determinazione W ₁	Determinazione W ₂	Determinazione W ₃
Peso Lordo Umido (g)	52,51	57,50	55,18
Peso Lordo Secco (g)	48,30	52,44	50,75
Tara (g)	26,30	26,25	26,28
Umidità relativa W (%)	19,1%	19,3%	18,1%

Umidità naturale media W_n (%)

18,9%

Deviazione standard

0,66%

Note

Francesco Di Leonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Rocco Polve
 il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Polve)



PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE E SECCO

Modalità di prova: BS 1377 T15; CNR n.40-1973

Certificato di prova numero:	177/B	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	03/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	04/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50

Determinazione eseguita mediante fustella tarata			
Peso fustella (g)	V _M - Volume fustella (cm ³)	Peso fustella con campione (g)	P _{Sn} - Peso campione (g)
58,99	39,95	145,60	86,68

γ - Peso di volume in condizioni di umidità naturale (kN/m³)

21,29

Bilancia Utilizzata	Temperatura di essiccazione	Tempo di essiccazione	P _{Sd} - Peso campione essiccato (g)
Kern572 - S/N 13600046 @ 0.01g	110 °C	12 h	74,99

γ_d - Peso di volume essiccato (kN/m³)

18,42

Note:

Lo Sperimentatore
 (Geo. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Folve)



PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: ASTM D 854

Certificato di prova numero:	177/C	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50	

DATI	A	B	C
ID Picnometro	1	2	3
P1 - Peso materiale secco	22,2	22,63	22,435
P2 - Peso picnometro con H ₂ O e materiale	190,93	191,2	191,085
Temperatura (°C)	20	20	20
P4 - Peso picnometro con H ₂ O e tappo da curva di taratura T	177,164	177,164	177,164
Peso specifico dei granuli alla temperatura T	2,6323	2,6333	2,6351
K - Densità H ₂ O a T / Densità H ₂ O a 20 °C	1,0000	1,0000	1,0000
Peso specifico dei granuli corretto a 20 °C	2,6323	2,6333	2,6351

Peso specifico dei granuli medio corretto a 20 °C - γ_s (g/cm³)	2,634
Deviazione standard	0,001

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)
Francesco Di Lonardo



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)
Rocco Tolve



LIMITI DI ATTERBERG

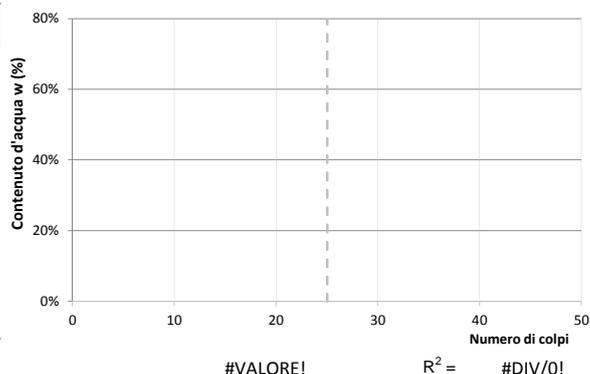
Modalità di prova: ASTM D 4318 ; ASTM D 4943

Certificato di prova numero:	177/D	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	05/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50

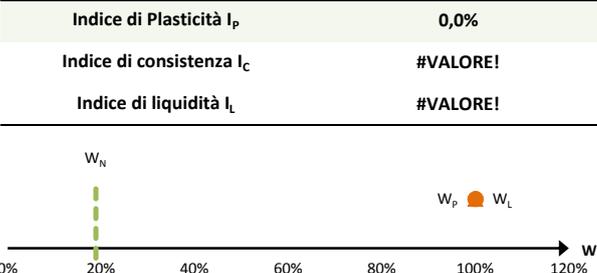
DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO

	A	B	C
Contenitore N°			
P _T - tara (g)			
P _T + campione umido (g)			
P _T + campione secco (g)			
N° di colpi			
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE LIQUIDO W_L (%)			

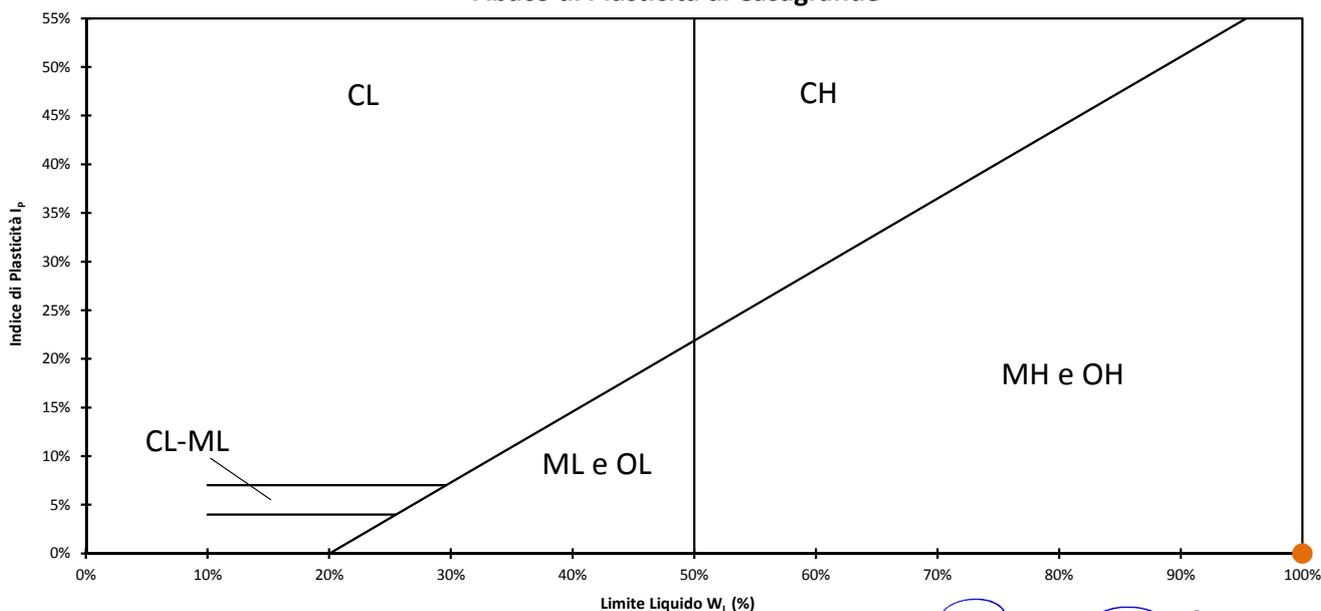


DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO

	A	B
Contenitore N°		
P _T - Peso contenitore (g)		
P _T + campione umido (g)		
P _T + campione secco (g)		
Contenuto d'acqua W (%)	#DIV/0!	#DIV/0!
LIMITE PLASTICO W_p (%)		



Abaco di Plasticità di Casagrande



Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolfo)



ANALISI GRANULOMETRICA

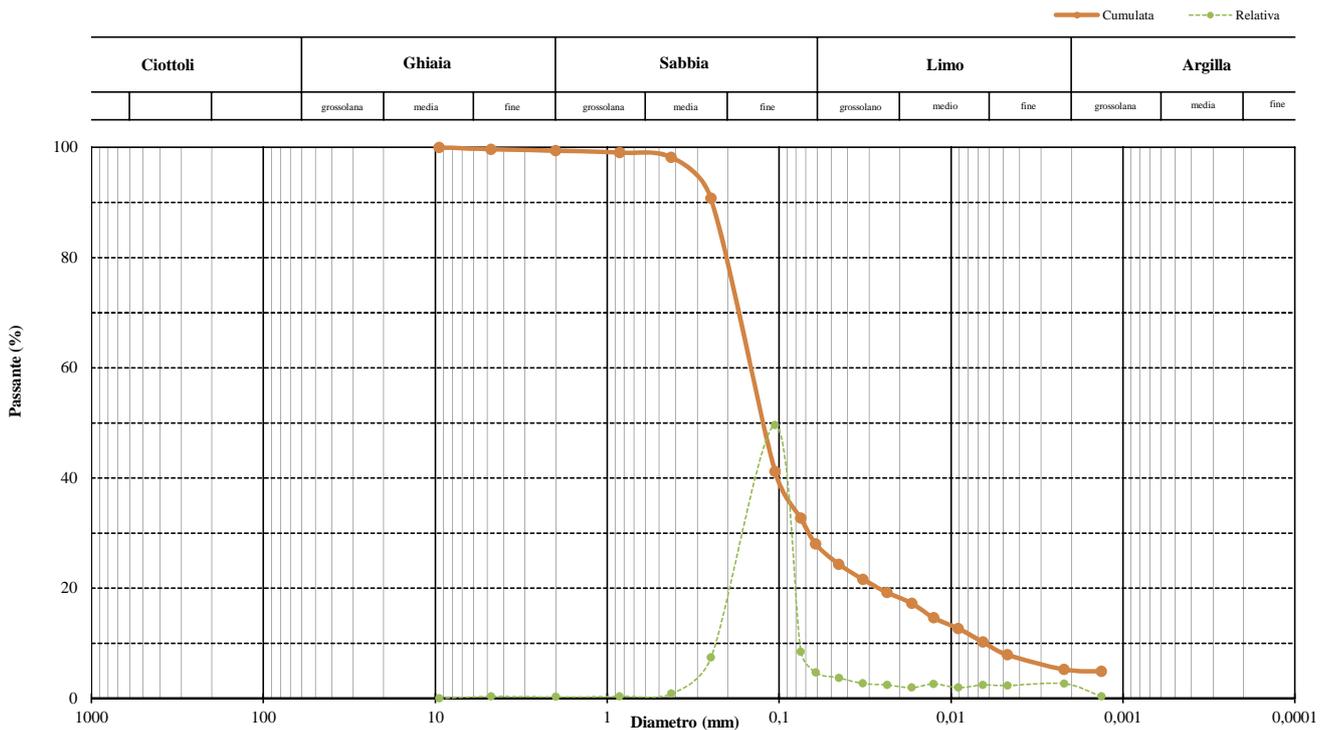
Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	177/E	Pagina:	1/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50

DATI					
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9,5000	100,00 %	0,0614	28,02 %	0,0047	7,89 %
4,7500	99,67 %	0,0450	24,32 %	0,0022	5,22 %
2,0000	99,40 %	0,0327	21,61 %	0,0013	4,88 %
0,8500	99,04 %	0,0236	19,18 %	#N/D	#N/D
0,4250	98,19 %	0,0170	17,24 %	#N/D	#N/D
0,2500	90,78 %	0,0127	14,61 %	#N/D	#N/D
0,1060	41,18 %	0,0091	12,66 %	#N/D	#N/D
0,0750	32,70 %	0,0066	10,22 %	#N/D	#N/D

Curva granulometrica



Classifica granulometrica AGI		Sabbia limosa debolmente argillosa	
Passante setaccio 10 (2 mm)	99,40 %	D_{10}	0,00638 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	98,19 %	D_{30}	0,06716 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	32,70 %	D_{50}	0,13159 mm
Coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10})	25,18	D_{60}	0,16063 mm
Coefficiente di curvatura ($D_{30}^2/D_{10} \cdot D_{60}$)	4,40	D_{90}	0,24773 mm
Argilla (< 0,002 mm)	5,14 %	Limo (0,002 ÷ 0,06 mm)	22,56 %
		Sabbia (0,06 ÷ 2 mm)	71,70 %
		Ghiaia (> 2 mm)	0,60 %

Lo sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

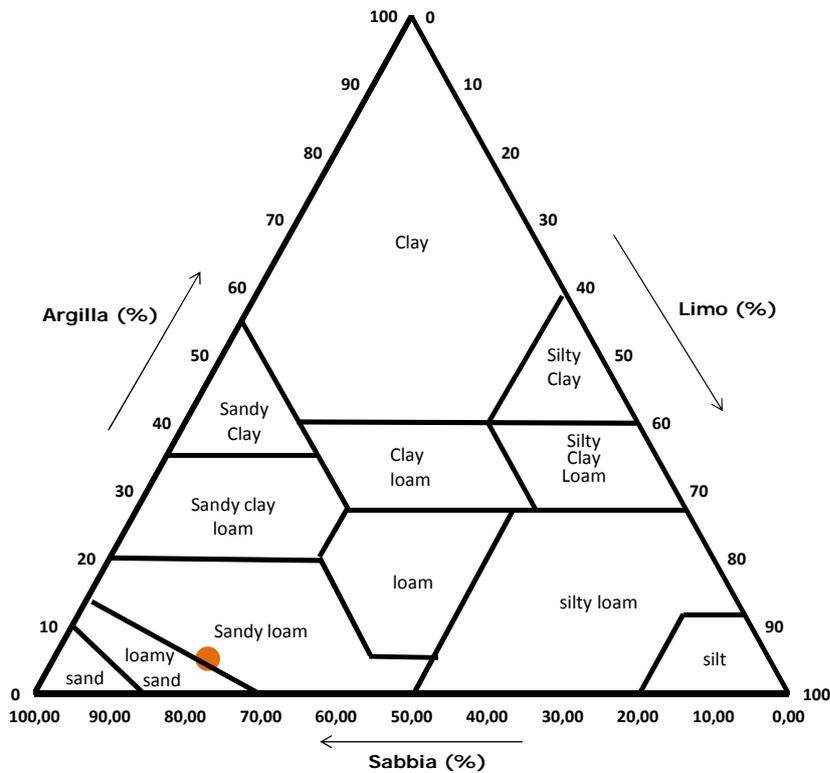
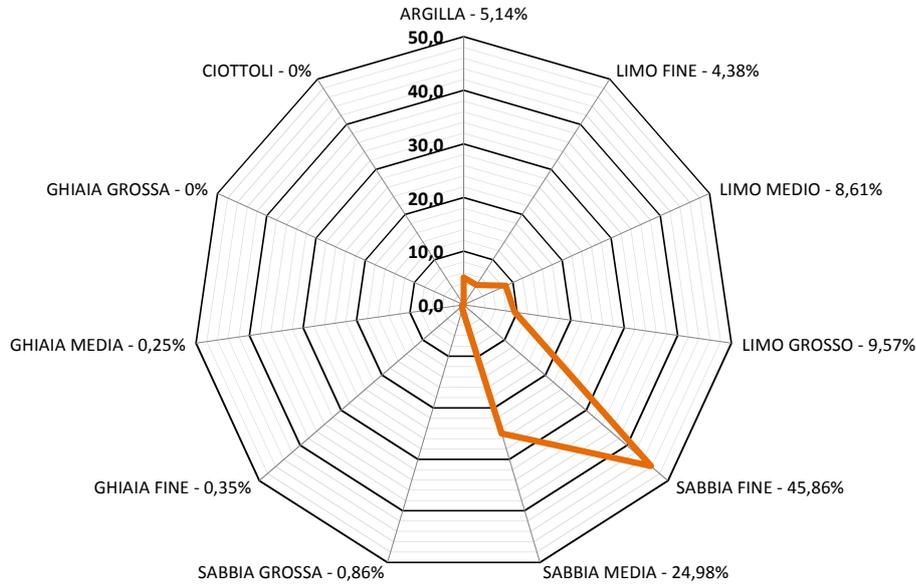


ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 422

Certificato di prova numero:	177/E	Pagina:	2/2	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50



Classifica USDA (% riferite alla frazione granulometrica inferiore a 2 mm)

Argilla (< 0,002 mm)	Limo (0,002 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)
5,17 %	20,42 %	74,41 %

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Toive)



CLASSIFICAZIONE AASHTO

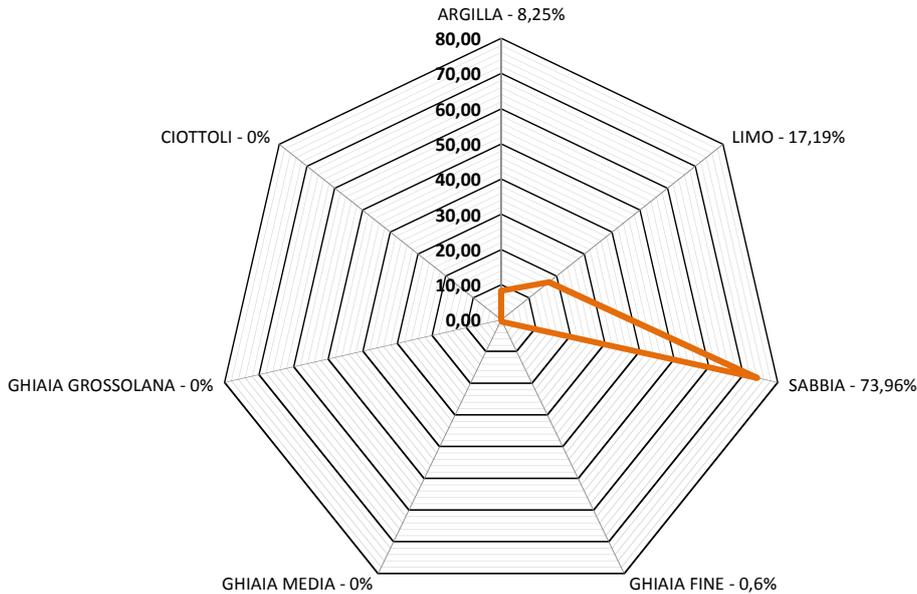
Modalità di prova: **CNR-UNI 10006**

Certificato di prova numero:	177/F	Pagina:	1/1	Inizio Analisi:	11/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	11/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50	

Passante setaccio 10 (2 mm)	99,40 %	D₁₀	0,00638 mm
Passante setaccio 40 (0,42 mm)	98,19 %	D₃₀	0,06716 mm
Passante setaccio 200 (0,075 mm)	32,70 %	D₅₀	0,13159 mm
Coefficiente di uniformità (D ₆₀ /D ₁₀)	25,18	D₆₀	0,16063 mm
Coefficiente di curvatura (D ₃₀ ² /D ₁₀ ·D ₆₀)	4,40	D₉₀	0,24773 mm

Argilla (< 0,005 mm)	Limo (0,005 ÷ 0,05 mm)	Sabbia (0,05 ÷ 2 mm)	Ghiaia (2 ÷ 71 mm)
8,25 %	17,19 %	73,96 %	0,60 %



Limite liquido WL	Limite plastico WP	Indice Plastico IP	Indice di Gruppo
		0,00%	0

Classificazione CNR-UNI 10006 **A2-5**

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Leonardo)



Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 2435

Certificato di prova numero:	177/G	Pagina:	1/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	12/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50	

CARATTERISTICHE CAMPIONE	CONDIZIONI INIZIALI	CONDIZIONI FINALI
Altezza (mm)	20,00	19,40
Diametro (mm)	50,08	50,08
Sezione (mm ²)	1969,8	1969,8
Massa provino (g)	86,62	86,62
Peso specifico dei granuli (kN/m ³)	25,84	25,84
Umidità (trimming) (%)	18,9%	18,9%
Umidità (misura diretta) (%)	14,1%	12,4%
Densità umida (kN/m ³)	21,57	21,89
Densità secca (kN/m ³)	18,90	19,48
Indice dei vuoti	0,367	0,326
Grado di saturazione (%)	101,4%	99,8%

Pressione di preconsolidazione σ'_p (kPa)	Condizioni di prova
25,0	Saturato a 5 kPa

PROVA EDOMETRICA - TABELLA RIASSUNTIVA (PRECARICO $\sigma'_v = 5$ kPa)								
σ'_v (kPa)	Altezza a fine gradino (mm)	Deformazione verticale ϵ_v (%)	Indice dei vuoti e	Indice di compressione c_c	coefficiente di compressibilità m_v (m ² /MN)	Modulo edometrico M (kPa)	Coefficiente di consolidazione c_v (mm ² /sec)	K (m/sec)
12	19,93	0,37%	0,362					
25	19,87	0,65%	0,358		0,220	4554,6		
50	19,78	1,10%	0,352	0,020	0,181	5511,2		
100	19,69	1,55%	0,346	0,021	0,093	10780,2	0,1746	1,85E-06
200	19,62	1,92%	0,341	0,017	0,037	26876,7	0,1503	3,96E-06
400	19,51	2,44%	0,334	0,024	0,027	37730,8	0,1101	4,08E-06
800	19,41	2,93%	0,327	0,022	0,013	79272,7	0,0725	5,64E-06
1600	19,30	3,49%	0,319	0,025	0,007	141405,4	0,0676	9,37E-06
800	19,31	3,46%	0,320					
400	19,33	3,36%	0,321					
100	19,36	3,22%	0,323					
25	19,40	2,99%	0,326					

Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Talle)

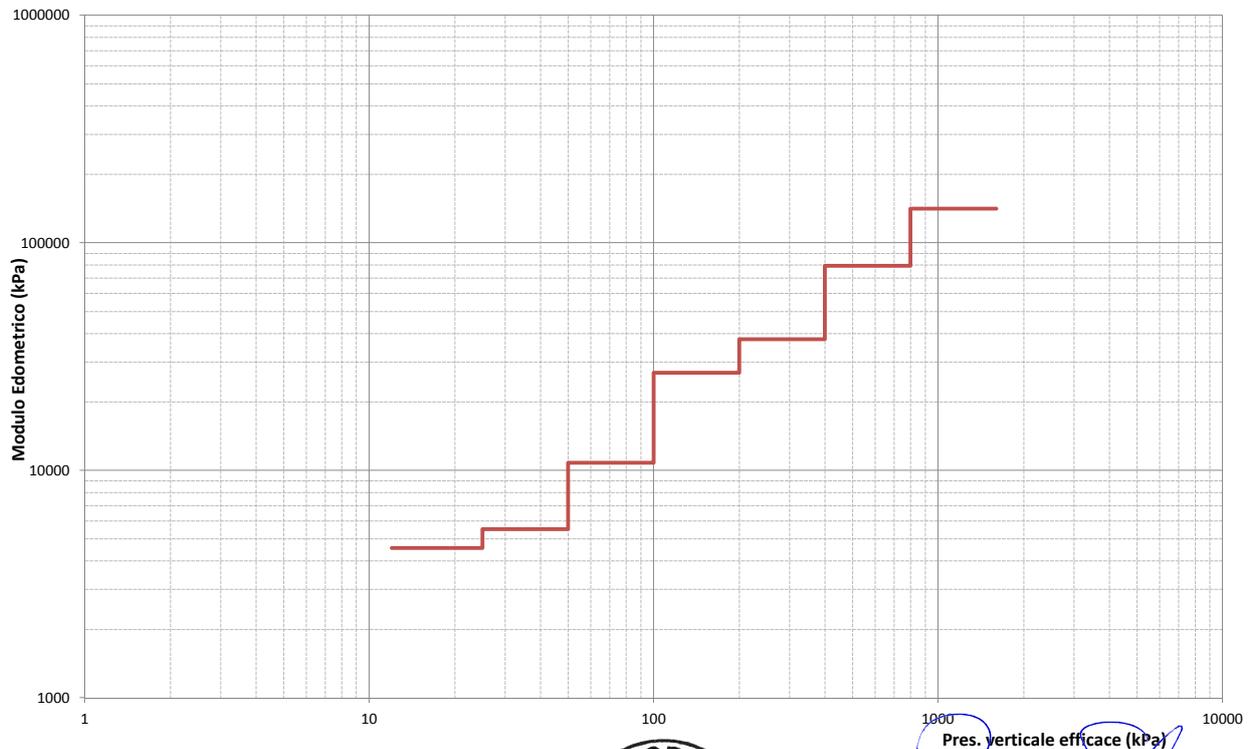
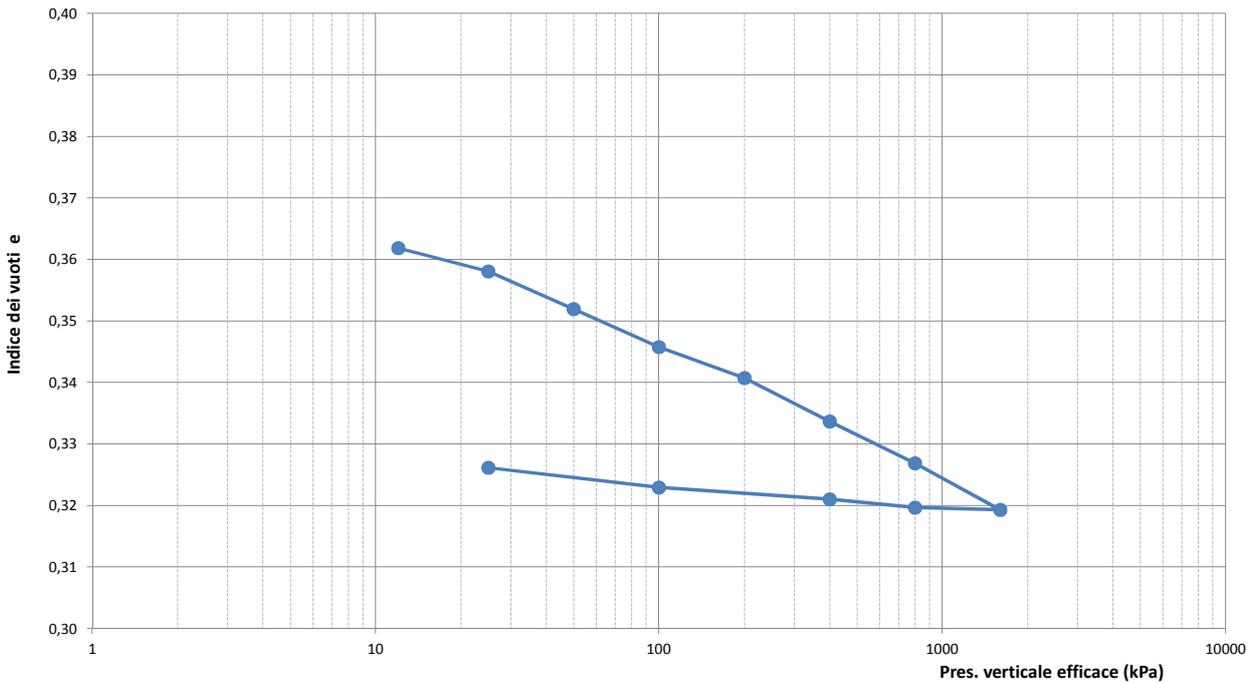


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/G	Pagina:	2/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	12/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl				
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento all'esterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.				
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)

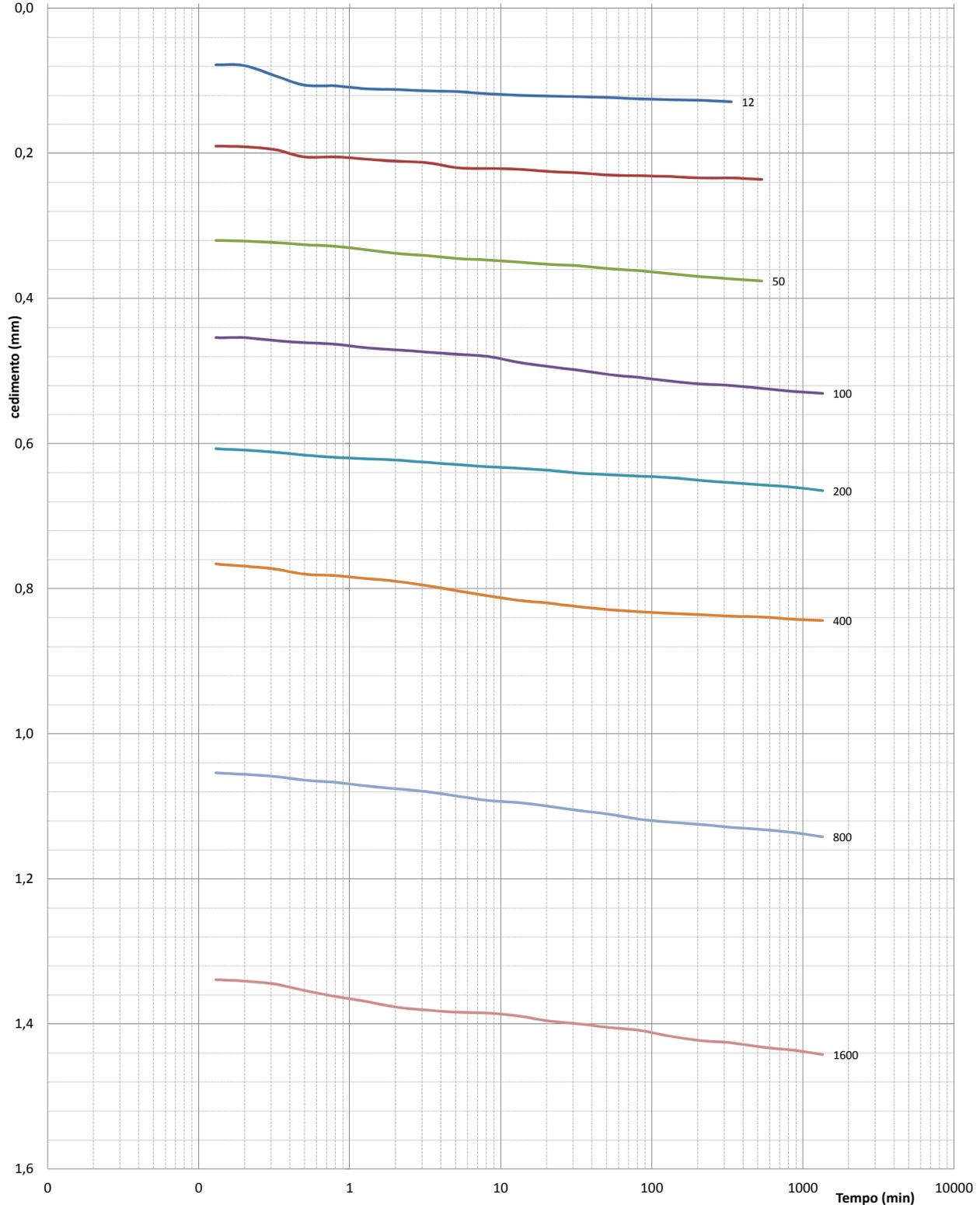


PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/G	Pagina:	3/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	12/12/2014	17/12/2014

Diagramma tempo - cedimento



Francesco Di Lonardo
 Lo Sperimentatore
 (Geol. Francesco Di Lonardo)



Rocco Tolve
 Il Direttore di Laboratorio
 (Ing. Rocco Tolve)



PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/G	Pagina:	4/4	Inizio Analisi:	04/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	12/12/2014	17/12/2014

DATI NUMERICI - FASE DI CARICO

CEDIMENTI (mm)

TEMPI (min)	12 kPa	25 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa	400 kPa	800 kPa	1600 kPa
0,00	0,055	0,180	0,287	0,440	0,592	0,740	1,043	1,331
0,08	0,077	0,189	0,320	0,452	0,602	0,760	1,050	1,337
0,13	0,078	0,190	0,320	0,454	0,607	0,766	1,054	1,339
0,20	0,079	0,191	0,321	0,454	0,609	0,769	1,056	1,341
0,32	0,093	0,195	0,323	0,458	0,612	0,773	1,059	1,345
0,50	0,106	0,205	0,326	0,461	0,616	0,780	1,064	1,354
0,80	0,107	0,205	0,328	0,463	0,619	0,782	1,067	1,362
1,28	0,111	0,208	0,333	0,468	0,621	0,786	1,072	1,369
2,05	0,112	0,211	0,338	0,471	0,623	0,790	1,076	1,377
3,25	0,114	0,213	0,341	0,474	0,626	0,796	1,080	1,381
5,17	0,115	0,220	0,345	0,477	0,629	0,803	1,086	1,384
8,22	0,118	0,221	0,347	0,480	0,632	0,810	1,092	1,385
13,05	0,120	0,222	0,350	0,488	0,634	0,816	1,095	1,389
20,75	0,121	0,225	0,353	0,494	0,637	0,820	1,100	1,396
33,00	0,122	0,227	0,355	0,499	0,641	0,825	1,106	1,400
52,47	0,123	0,230	0,359	0,505	0,643	0,829	1,111	1,405
83,43	0,125	0,231	0,362	0,509	0,645	0,832	1,118	1,409
132,65	0,126	0,232	0,366	0,514	0,647	0,834	1,122	1,417
210,92	0,127	0,234	0,370	0,518	0,651	0,836	1,125	1,423
335,37	0,129	0,234	0,373	0,520	0,654	0,838	1,129	1,426
533,23		0,236	0,376	0,524	0,657	0,839	1,132	1,432
847,83				0,528	0,660	0,842	1,136	1,436
1348,05				0,531	0,665	0,844	1,142	1,442

DATI NUMERICI - FASE DI SCARICO

TEMPI (min)	800 kPa	400 kPa	100 kPa	25 kPa
0,08	1,367	1,335	1,235	1,164
0,32	1,366	1,332	1,231	1,158
1,28	1,365	1,329	1,228	1,150
5,17	1,365	1,326	1,225	1,138
20,75	1,364	1,324	1,223	1,130
83,43	1,364	1,320	1,219	1,125
335,37	1,364	1,318	1,216	1,121
533,23	1,263	1,216	1,115	1,121

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Leonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(ing. Rocco Torre)



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	1/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50	

CONDIZIONI INIZIALI Campione Indisturbato	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza	20	20	20
Larghezza	60	60	60
Sezione (mm ²)	3600	3600	3600
Massa provino (g)	152,2	151,82	156,44
Umidità (misura diretta) (%)	19,14%	18,55%	17,93%
Umidità (trimming) (%)	19,14%	19,32%	18,10%
Densità umida (kN/m ³)	20,74	20,69	21,31
Densità secca (kN/m ³)	17,41	17,45	18,07
Indice dei vuoti	0,513	0,509	0,457
Grado di saturazione (%)	98,2%	95,9%	103,3%

FASE DI CONSOLIDAZIONE	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Carico Verticale Efficace (kPa)	100,0	200,0	300,0
Durata (h)	9,4	9,4	9,4
Cedimento (mm)	0,170	0,238	0,275

FASE DI TAGLIO	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di deformazione (mm/min)	0,00978	0,00961	0,00967
Pressione verticale (kPa)	100,0	200,0	300,0
Tensione di taglio (kPa)	51,7	105,9	151,5
Spostamento orizzontale (mm)	3,09	6,75	6,96
Deformazione verticale (mm)	-0,041	0,216	0,549

c' (kPa)	φ' (°)
---	---

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo



Rocco Tolve

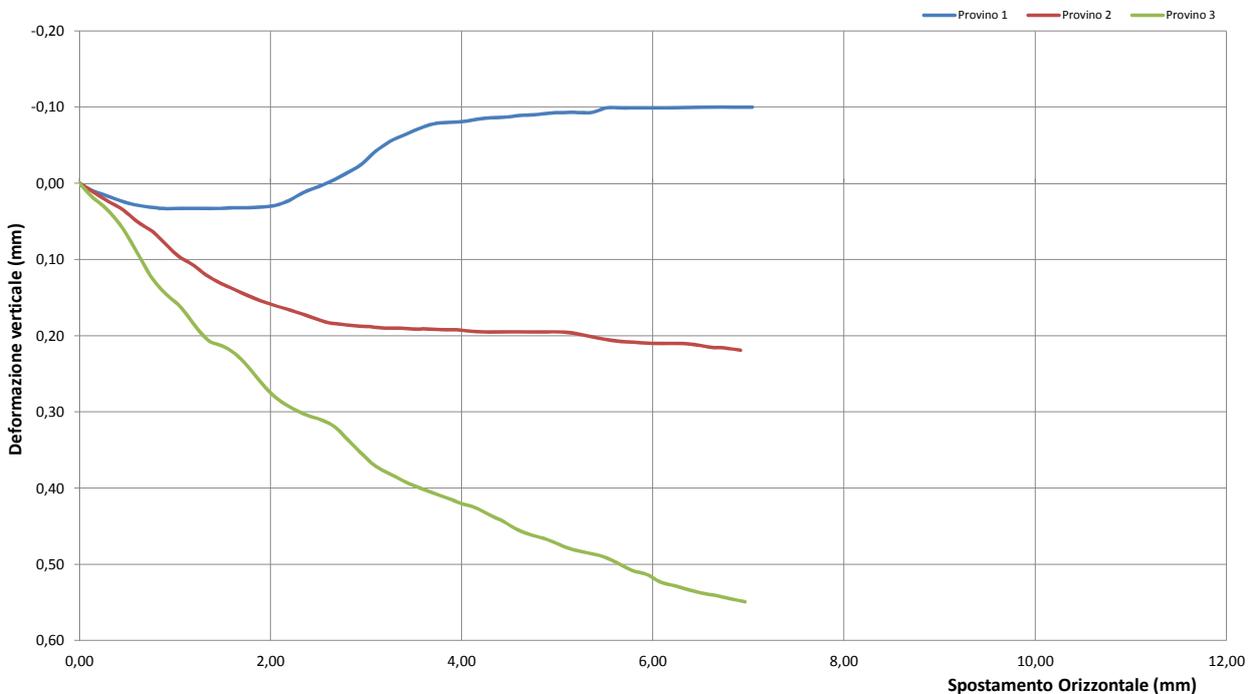
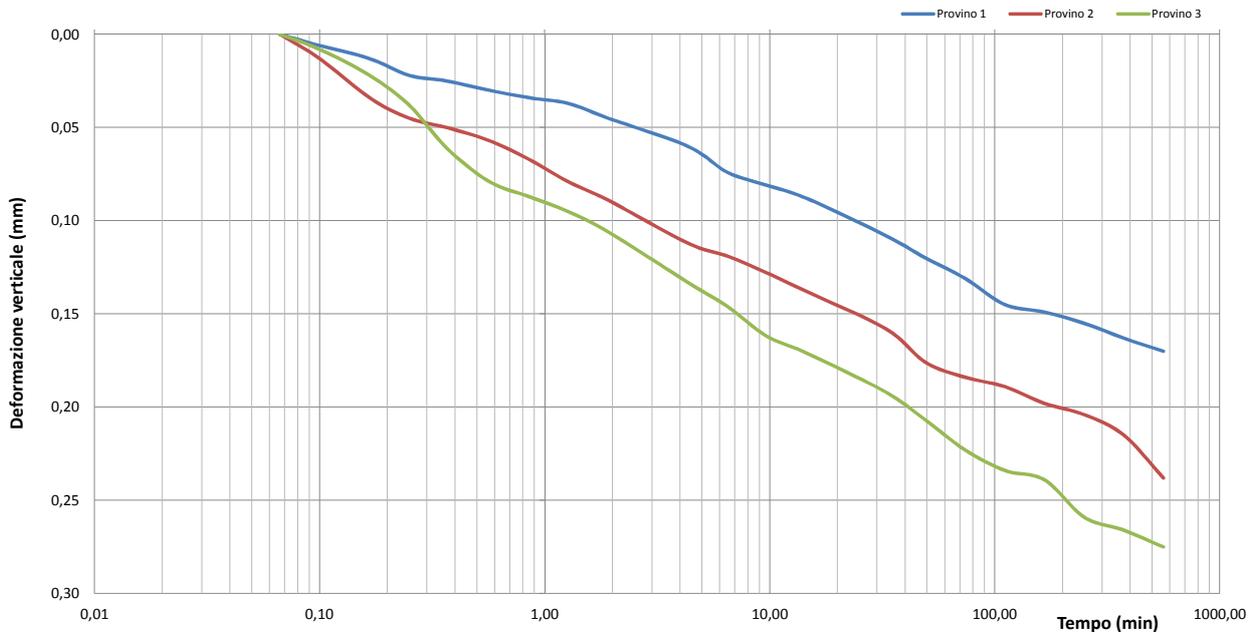


PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	2/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014

Committente	GEO.GA. Costruzioni Srl					
Riferimento/Cantiere	Lavori di adeguamento, ristrutturazione e messa in sicurezza della rete viaria rurale pubblica a supporto di aziende agricole - Intervento straordinario per aree alluvionate - Affidamento allesterno dell'incarico per la redazione di una indagine geologica e geognostica.					
Sondaggio	3	Campione	3	Profondità	20,00 ÷ 20,50	



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Francesco Di Lonardo

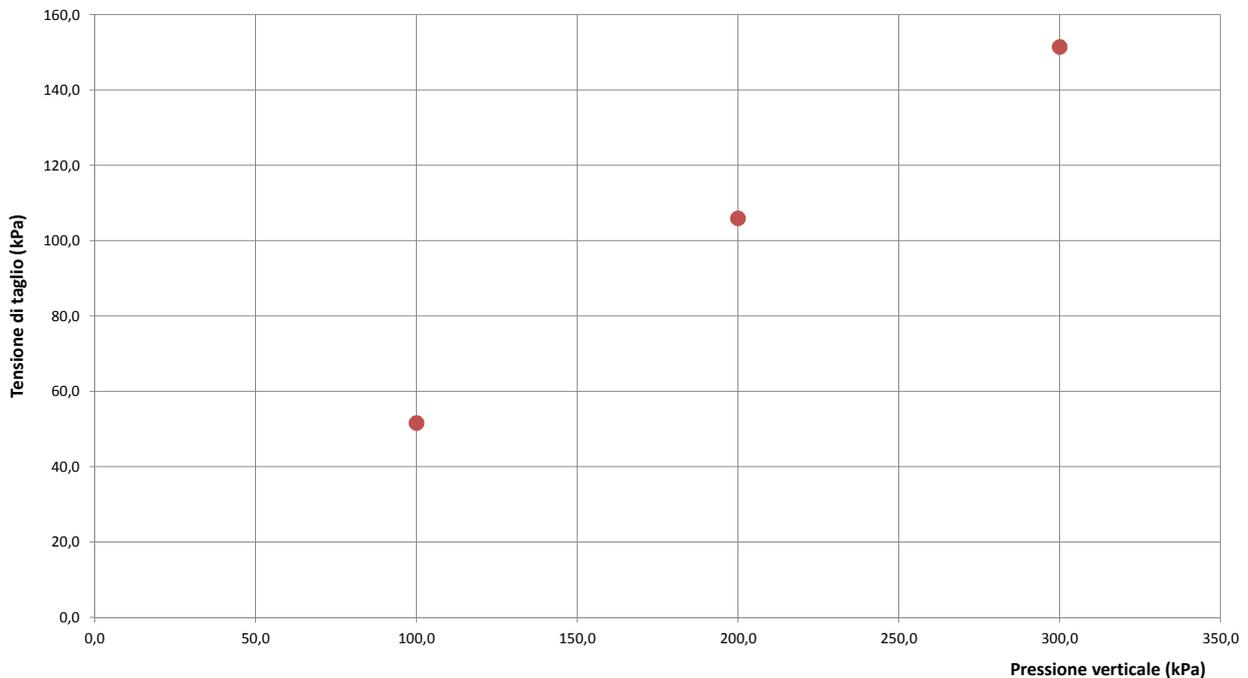
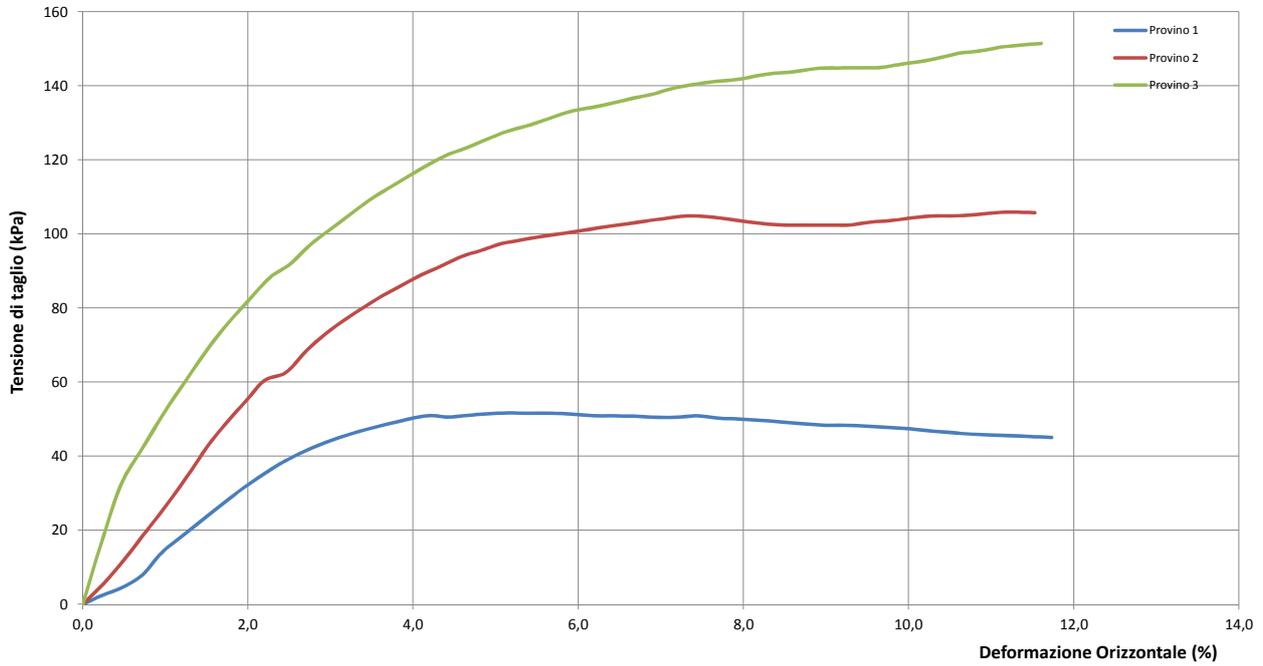
Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	3/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014



Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Totve)

Rocco Totve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	4/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)	Tempo (min)	Spostamento Verticale (mm)	Deformazione vert. provino (mm)
0,07	0,45	0,000	0,07	0,74	0,000	0,07	0,96	0,000
0,10	0,46	0,006	0,10	0,75	0,013	0,10	0,97	0,008
0,17	0,46	0,013	0,17	0,77	0,034	0,17	0,99	0,022
0,25	0,47	0,022	0,25	0,78	0,045	0,25	1,00	0,038
0,37	0,48	0,025	0,37	0,79	0,050	0,37	1,03	0,061
0,57	0,48	0,030	0,57	0,80	0,057	0,57	1,04	0,079
0,85	0,48	0,034	0,85	0,81	0,067	0,85	1,05	0,087
1,27	0,49	0,037	1,27	0,82	0,079	1,27	1,06	0,095
1,92	0,50	0,045	1,92	0,83	0,089	1,92	1,07	0,106
4,32	0,51	0,060	4,32	0,85	0,112	4,32	1,10	0,133
4,32	0,51	0,060	4,32	0,85	0,112	4,32	1,10	0,133
6,48	0,52	0,074	6,48	0,86	0,119	6,48	1,11	0,146
9,72	0,53	0,081	9,72	0,87	0,128	9,72	1,13	0,162
14,58	0,54	0,088	14,58	0,88	0,138	14,58	1,14	0,171
32,83	0,56	0,108	32,83	0,90	0,158	32,83	1,16	0,192
49,25	0,57	0,120	49,25	0,92	0,176	49,25	1,17	0,207
73,88	0,58	0,131	73,88	0,92	0,184	73,88	1,19	0,223
110,83	0,60	0,145	110,83	0,93	0,189	110,83	1,20	0,234
166,25	0,60	0,149	166,25	0,94	0,198	166,25	1,20	0,239
249,38	0,61	0,155	249,38	0,94	0,204	249,38	1,22	0,259
374,08	0,61	0,163	374,08	0,95	0,215	374,08	1,23	0,266
561,13	0,62	0,170	561,13	0,98	0,238	561,13	1,24	0,275

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	5/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0	0,00	0,000	0,0
0,14	0,010	2,4	0,15	0,012	5,6	0,13	0,018	16,4
0,43	0,023	7,9	0,45	0,034	19,1	0,44	0,056	42,3
0,58	0,028	14,0	0,61	0,051	27,0	0,59	0,088	51,8
0,73	0,031	18,6	0,77	0,064	35,3	0,75	0,123	60,6
0,88	0,033	23,1	0,90	0,080	42,5	0,90	0,145	68,7
1,02	0,033	27,3	1,04	0,096	48,9	1,06	0,162	76,0
1,16	0,033	31,4	1,19	0,107	55,1	1,21	0,187	82,3
1,31	0,033	35,1	1,32	0,120	60,5	1,36	0,207	88,2
1,45	0,033	38,3	1,48	0,131	62,6	1,51	0,214	91,9
1,61	0,032	41,3	1,62	0,139	68,3	1,65	0,226	97,0
1,76	0,032	43,7	1,75	0,147	72,7	1,80	0,246	101,3
1,90	0,031	45,5	1,90	0,154	76,7	1,95	0,268	105,4
2,05	0,029	47,1	2,04	0,160	80,1	2,08	0,284	109,2
2,20	0,022	48,6	2,17	0,165	83,2	2,23	0,295	112,4
2,34	0,012	49,8	2,32	0,171	86,1	2,38	0,304	115,8
2,51	0,004	50,9	2,46	0,177	89,0	2,52	0,310	119,0
2,65	-0,004	50,6	2,61	0,183	91,4	2,67	0,319	121,6
2,79	-0,013	51,0	2,75	0,185	93,8	2,82	0,338	123,7
2,94	-0,024	51,5	2,89	0,187	95,5	2,97	0,357	126,2
3,09	-0,041	51,7	3,04	0,188	97,4	3,11	0,372	128,0
3,25	-0,055	51,6	3,19	0,190	98,4	3,26	0,382	129,6
3,41	-0,064	51,6	3,35	0,190	99,4	3,42	0,392	131,6
3,55	-0,072	51,4	3,49	0,191	100,1	3,55	0,399	133,2
3,70	-0,078	50,9	3,64	0,191	101,0	3,69	0,406	134,1
3,85	-0,080	50,9	3,79	0,192	101,9	3,85	0,413	135,3
4,00	-0,081	50,8	3,94	0,192	102,7	4,00	0,420	136,7
4,16	-0,084	50,5	4,10	0,194	103,5	4,15	0,426	137,9
4,31	-0,086	50,5	4,23	0,195	104,2	4,29	0,435	139,4
4,46	-0,087	50,9	4,39	0,195	104,9	4,44	0,444	140,4
4,60	-0,089	50,3	4,53	0,195	104,7	4,59	0,455	141,2
4,76	-0,090	50,1	4,67	0,195	104,1	4,75	0,462	141,7
4,91	-0,092	49,8	4,82	0,195	103,3	4,89	0,467	142,6
5,06	-0,093	49,3	4,98	0,195	102,7	5,03	0,474	143,4
5,22	-0,093	48,8	5,14	0,196	102,4	5,17	0,481	143,8
5,36	-0,093	48,4	5,28	0,199	102,4	5,33	0,485	144,7
5,51	-0,099	48,4	5,42	0,203	102,4	5,48	0,490	144,8
5,67	-0,099	48,2	5,57	0,206	102,4	5,64	0,499	144,9
5,83	-0,099	47,8	5,72	0,208	103,2	5,78	0,508	144,9
5,98	-0,099	47,5	5,88	0,209	103,6	5,93	0,513	145,8
6,13	-0,099	46,9	6,02	0,210	104,3	6,08	0,523	146,5
6,27	-0,099	46,5	6,17	0,210	104,9	6,23	0,528	147,6

Lo Sperimentatore
(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio
(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: ASTM D 3080

Certificato di prova numero:	177/H	Pagina:	6/6	Inizio Analisi:	07/12/2014	Data di emissione certificato
Verbale di accettazione numero:	68	Data verbale:	27/11/2014	Fine Analisi:	08/12/2014	17/12/2014

DATI DI PROVA - FASE DI TAGLIO

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
6,42	-0,10	45,97	6,32	0,21	104,92	6,37	0,53	148,83
6,58	-0,10	45,75	6,46	0,21	105,14	6,53	0,54	149,47
6,73	-0,10	45,56	6,60	0,22	105,64	6,67	0,54	150,44
6,88	-0,10	45,33	6,75	0,22	105,94	6,81	0,55	150,97
7,04	-0,10	45,03	6,92	0,22	105,72	6,96	0,55	151,47

Lo Sperimentatore

(Geol. Francesco Di Lonardo)

Francesco Di Lonardo

Il Direttore di Laboratorio

(Ing. Rocco Tolve)

Rocco Tolve

