



COMANDO PROVINCIALE VV.F. - PERUGIA

INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE DELLA SEDE
IN VIA G. PENNETTI PENNELLA A PERUGIA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA					1463	
					RE-D02	
Riferimento Catastale		Scala	Data	Agg.	File	Copia
F.	Part.					
267	71		gennaio 2017		1463_TAB.dwg	

RUP

ing. Gianfrancesco MONOPOLI

GEOLOGIA



dott. geol. Luca D. VENANTI

MINISTERO DELL'INTERNO
DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO
E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE RISORSE LOGISTICHE E STRUMENTALI
UFFICIO COORDINAMENTO E SEDI DI SERVIZIO

LOCALITA':

**SEDE CENTRALE DEL COMANDO PROVINCIALE
DEI VIGILI DEL FUOCO DI PERUGIA**
Via G.Pennetti Pennella

OGGETTO:

**PROGETTO DEI LAVORI
DI SOPRAELEVAZIONE
DI PORZIONE DELL'EDIFICIO**

TAV:

RGL_00

SCALA: Varie

FILE: 045-2016.doc

DATA: Novembre 2016

OPERA:

RELAZIONE GEOLOGICA



Via XX Settembre, 76
06124 PERUGIA
Tel/Fax 075 5721231
www.studiogeologiassociati.eu
info@studiogeologiassociati.eu

dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni
dott. geol. Luca D. Venanti

dott. geol. Luca D. Venanti

Rif. archivio	Data	Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
045-2016	11/2016	00	Relazione geologica - Aggiornamento	LDV	LDV	LDV

1.PREMESSA

Per incarico del Ministero dell'Interno *“Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile- Direzione Centrale Risorse Logistiche e Strumentali- Ufficio Coordinamento e Sedi di Servizio”* è stata effettuata una campagna di indagini geologico-geotecniche e sismiche in sito e laboratorio e redatto il presente studio geologico a supporto della progettazione definitiva/esecutiva dei lavori di ristrutturazione di una porzione dell'edificio Sede Centrale del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, ubicato in Perugia, Via G.Pennetti Pennella.

L'indagine svolta ha permesso di verificare la fattibilità delle opere oggetto di intervento, analizzando le caratteristiche morfologiche, geologiche e stratigrafiche, idrogeologiche e meccaniche dei terreni interessati dalle opere in progetto e le caratteristiche sismiche del sito d'intervento.

Per la redazione del presente studio, oltre alla consultazione del materiale bibliografico esistente, sono state reperite le risultanze delle indagini in sito e laboratorio condotte in seno alla fase di progettazione dell'edificio interessato dagli interventi in progetto (dott.R.Rotili,1987) e nel dettaglio si è ritenuto necessario effettuare una nuova campagna di indagine in corrispondenza dell'area direttamente interessata dalla realizzazione dell'opera di sopraelevazione, eseguita nel periodo ottobre-novembre 2016, che ha previsto:

- n.3 sondaggi verticali a carotaggio continuo;
- indagine geofisica di tipo M.A.S.W.;
- prove di caratterizzazione e geotecniche di laboratorio in campioni di terreno.

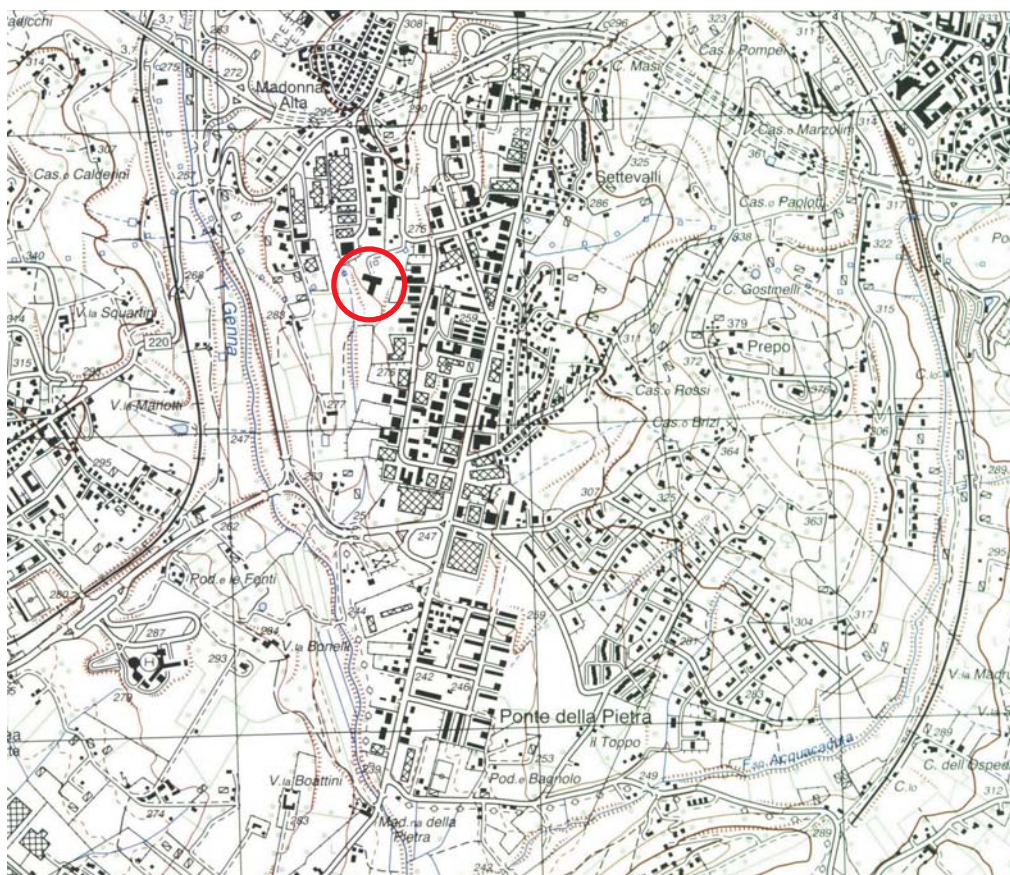
La presente relazione, è stata redatta in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008), e successive modifiche ed integrazioni, in considerazione del fatto che la zona di intervento rientra in quelle definite sismiche come zona 2, (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 *“Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale”* e del D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 *“Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria”*).

In allegato alla presente:

- inquadramento topografico, estratto sez. I.G.M., in scala 1:25.000 (F° 311 Sez. III "Torgiano");
- planimetria indagini in sito, in scala 1:500;
- documentazione indagini in sito e laboratorio, anno 1987(dott.R.Rotili);
- documentazione indagini in sito e laboratorio, anno 2016 (S.G.A.);
- estratto cartografia Progetto IFFI, in scala 1:10.000;
- inquadramento geologico da estratto carta geologica Regione Umbria Sez. 311-090, in scala 1:10.000;
- sezioni litostratigrafiche con indagini in sito, in scala 1:200;
- estratto "MZS Livello 3-Carta delle Zone a Comportamento Sismico Omogeneo, in scala 1:5.000;
- estratto "MZS Livello 3-Carta di Microzonazione Sismica", in scala 1:5.000.

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

ESTRATTO TAV. I.G.M. Sez. 311 III "TORGIANO"
SCALA 1:25.000



 AREA DI INTERVENTO

2.DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Lo studio in oggetto, presa visione della bibliografia e cartografia di riferimento, ha previsto una raccolta di dati di dettaglio pregressi relativi alle indagini geologico-geotecniche eseguite a supporto della progettazione dell'edificio in oggetto, nel luglio-agosto 1987 (dott.R.Rotili).

In particolare, per quanto concerne i dati fruibili, ci si è avvalsi della consultazione delle cartografie geologiche ufficiali disponibili:

- Carta Geologica Regione Umbria, in scala 1:10.000, Sez. 311.090 "S.Sisto";
- Carta del Rischio da frana (PAI);
- Cartografia progetto IFFI (APAT);
- Cartografia Microzonazione sismica della Città di Perugia (Livello 3).
- risultanze dati di dettaglio delle indagini eseguite dal dott.R.Rotili, nell'anno 1987, comprendenti:
 - o n.4 sondaggi verticali a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati di terreno a differenti quote;
 - o campagna di indagini di laboratorio (caratterizzazione e geotecniche) nei campioni di terreno.

Per una verifica diretta dello scenario litostratigrafico e meccanico dell'area di intervento, ad integrazione dei dati reperiti sopra detti, nei mesi di ottobre-novembre 2016 è stata condotta una indagine geologica-geotecnica e sismica in sito e laboratorio, che ha previsto:

- o n.3 sondaggi verticali a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati di terreno ed esecuzione SPT in foro a differenti quote;
- o campagna di indagini di laboratorio (caratterizzazione e geotecniche) nei campioni di terreno.
- o indagine geofisica di tipo M.A.S.W. .

Le risultanze dell'analisi dei dati reperiti e delle indagini nuova realizzazione hanno fornito elementi sufficienti per la ricostruzione del modello litostratigrafico locale di dettaglio ,unitamente ad un quadro conoscitivo di dettaglio degli aspetti geologico-geotecnici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area d'intervento.

2.1 INDAGINI DOTT.R.ROTILI (Luglio-Agosto 1987)

A supporto della progettazione dell'edificio oggetto di intervento, nell'anno 1987 è stata condotta dal dott. R.Rotili una campagna di indagini in sito e laboratorio che ha previsto la realizzazione di sondaggi verticali a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno e una campagna di indagini in laboratorio, di caratterizzazione e stima dei parametri geomeccanici nei campioni di terreno prelevati.

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunte le caratteristiche dimensionali e le operazioni di prelievo condotte lungo le verticali dei sondaggi.

Sondaggio n.	Profondità	Campioni indisturbati di terreno
n.	m	Cn (quota m da p.c.)
S1	30,0	C1 (5,0) - C2 (11,5) – C3 (15,5)
S2	26,0	C1 (4,8)
S3	29,0	C2 (7,0) – C3 (14,5)
S4	18,5	-----

Nei campioni indisturbati prelevati nel corso dell'esecuzione dei fori di sondaggio è stata eseguita una campagna di prove in laboratorio, di caratterizzazione e di stima dei parametri geomeccanici, riassunta nella tabella di seguito allegata:

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA	GR (S+A)	Wn	Limiti	γ	Taglio C.D.	E.L.L.
S1/87	C1	5,00-5,50		X	X			X
S1/87	C2	11,50-12,00		X	X	X	X	
S1/87	C3	15,50-16,00		X	X	X	X	
S2/87	C1	4,80-5,30	X	X	X	X	X	
S3/87	C2	7,00-7,50		X	X	X	X	
S3/87	C3	14,50-15,00		X	X	X	X	

In calce al presente capitolo, vengono allegati i logs stratigrafici dei sondaggi, unitamente ai certificati delle prove di laboratorio.

L'ubicazione dei punti d'indagine in sito viene riportata nell'allegata planimetria a scala 1:500.

2.2 INDAGINI SGA (ottobre-novembre 2016)

Ad integrazione di quanto sopra descritto, al fine di avere un quadro di dettaglio relativamente all'area di diretto intervento, è stata condotta dagli scriventi una campagna di indagini integrative in sito e laboratorio, che ha previsto la realizzazione di sondaggi verticali a carotaggio continuo con prelievo di campioni di terreno e prove SPT in foro, una campagna di indagini in laboratorio, di caratterizzazione e stima dei parametri geomeccanici nei campioni di terreno prelevati ed una indagine geofisica con tecnica M.A.S.W.

2.2.1 Sondaggi verticali a carotaggio continuo

La campagna di indagini geognostiche, eseguite dalla ditta Geotecnica Lavori S.r.l., con sede in P.S.Giovanni (PG), ha previsto la realizzazione di n.3 sondaggi verticali a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati di terreno ed esecuzione di prove SPT in foro, a differenti quote.

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunte le caratteristiche dimensionali e le operazioni di prelievo condotte lungo le verticali dei sondaggi.

Sondaggio n.	Profondità	Campioni indisturbati di terreno	SPT in foro
n.	m	Cn (quota m da p.c.)	SPTn (quota m da p.c.)
S1	15,0	C1 (2,8) - C2 (10,5) – C3 (14,0)	SPT1 (3,2) – SPT2 (6,0)
S2	15,0	C1 (9,5)	SPT1 (4,5) – SPT2 (8,8)
S3	15,0	C1 (8,0)	SPT1 (4,0) – SPT2 (9,5) – SPT3 (11,0)

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda a rotazione con testa idraulica, BERETTA T41 (*peso 36 q.li, coppia max serie-parallelo 320-630 kgm*).

La perforazione è stata realizzata mediante operazioni di carotaggio che hanno previsto manovre da 0.50 m a 1.50 m di lunghezza.

Sono stati utilizzati i seguenti sistemi di perforazione:

SISTEMA DI PERFORAZIONE CON ASTE E CAROTIERE

- aste con filettatura API
 - diametro \varnothing = 75-90 mm
 - lunghezza L = 1000-1500-3000 mm
- carotiere semplice S con corona di perforazione in widia
 - diametro esterno \varnothing = 101 mm
 - lunghezza utile L = 3000 mm
- tubi di rivestimento provvisorio
 - diametro esterno \varnothing = 127 mm
 - lunghezza L = 1500 mm (1700 camicia con corona in widia)

Le carote di sondaggio, estratte durante le perforazioni, sono state deposte in apposite cassette catalogatrici e quotate; sulle stesse sono state effettuate prove speditive di campagna (prove di resistenza alla rottura con *Pocket Penetrometer*), ed è stata effettuata la documentazione fotografica.

Dall'osservazione delle carote di sondaggio sono state redatte le relative colonne stratigrafiche (*logs stratigrafici*), con riportate schematicamente le operazioni effettuate, le relative quote, le caratteristiche dei materiali rilevati, le quote ed i valori delle prove geotecniche effettuate *in situ*, le quote dei campioni prelevati.

Le indagini e le prove effettuate sono state eseguite secondo le prescrizioni riportate nelle *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – A.G.I., 1977”*.

Nel dettaglio le perforazioni sono state condotte con le seguenti modalità:

S1:

- data inizio: 21.10.2016 data fine: 21.10.2016
- macchina operatrice: BERETTA T41, cingolata;
- perforazione ad andamento verticale spinta fino alla profondità di 15.0 m da p.c.;
- sondaggio eseguito a carotaggio continuo da 0.0 a 15.0 m da p.c.;
- utilizzo di fluido di perforazione (acqua): manovre di rimozione delle carote;
- utilizzato carotiere semplice tipo S, $\varnothing = 101$ mm, lunghezza utile 300 cm, tratti 1.5-15.0 m;
- utilizzato rivestimento metallico $\varnothing = 127$ mm, lunghezza 150 cm, fino a 1.5 m da p.c.;
- prelievo di n. 3 campioni di terreno indisturbato mediante campionatore a pressione tipo Shelby : C1 2.80-3.20 m da p.c., C2 10.50-11.10 m da p.c. e C3 14.00-14.60 m da p.c.;
- esecuzione di n. 2 prove SPT (Standard Penetration Test) alle seguenti profondità da p.c.:
 - 3.20 – 3.65 m (punta chiusa – n° colpi SPT 13-11-14 - Nspt 25)
 - 6.00 – 6.45 m (punta chiusa – n° colpi SPT 13-18-30 - Nspt 48)
- esecuzione di prove di resistenza con pocket penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163), a varie profondità.

S2:

- data inizio: 21.10.2016 data fine: 24.10.2016
- macchina operatrice: BERETTA T41, cingolata;
- perforazione ad andamento verticale spinta fino alla profondità di 15.0 m da p.c.;
- sondaggio eseguito a carotaggio continuo da 0.0 a 15.0 m da p.c.;
- utilizzo di fluido di perforazione (acqua): manovre di rimozione delle carote;
- utilizzato carotiere semplice tipo S, $\varnothing = 101$ mm, lunghezza utile 300 cm, tratti 1.5-15.0 m;
- utilizzato rivestimento metallico $\varnothing = 127$ mm, lunghezza 150 cm, fino a 1.5 m da p.c.;
- prelievo di n.1 campione di terreno indisturbato mediante campionatore a pressione tipo Shelby : C1 9.50-10.10 m da p.c.;
- esecuzione di n. 2 prove SPT (Standard Penetration Test) alle seguenti profondità da p.c.:
 - 4.50 – 4.95 m (punta chiusa – n° colpi SPT 14-12-12 - Nspt 24)
 - 8.80 – 9.25 m (punta chiusa – n° colpi SPT 6-11-18 - Nspt 29)
- esecuzione di prove di resistenza con pocket penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163), a varie profondità.

S3:

- data inizio: 24.10.2016 data fine: 24.10.2016
- macchina operatrice: BERETTA T41, cingolata;
- perforazione ad andamento verticale spinta fino alla profondità di 15.0 m da p.c.;
- sondaggio eseguito a carotaggio continuo da 0.0 a 15.0 m da p.c.;

- utilizzo di fluido di perforazione (acqua): manovre di rimozione delle carote;
- utilizzato carotiere semplice tipo S, $\varnothing = 101$ mm, lunghezza utile 300 cm, tratti 1.5-15.0 m;
- utilizzato rivestimento metallico $\varnothing = 127$ mm, lunghezza 150 cm, fino a 1.5 m da p.c.;
- prelievo di n.1 campione di terreno indisturbato mediante campionatore a pressione tipo Shelby : C1 9.50-10.10 m da p.c.;
- esecuzione di n. 3 prove SPT (Standard Penetration Test) alle seguenti profondità da p.c.:
 - 4.00 – 4.45 m (punta chiusa – n° colpi SPT 6-7-13 - Nspt 20)
 - 9.50 – 9.95 m (punta chiusa – n° colpi SPT 9-17-16 - Nspt 33)
 - 11.00 – 11.45 m (punta chiusa – n° colpi SPT 12-10-12 - Nspt 22)
- esecuzione di prove di resistenza con pocket penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163), a varie profondità.

L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata nell'allegata corografia delle indagini, in scala 1:500, inoltre, allegati alla presente, sono riportati i logs stratigrafici dei sondaggi a carotaggio continuo e la relativa documentazione fotografica.

Modalità di campionamento terreni

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi meccanici sono stati prelevati un totale di n. 5 campioni di terreno indisturbato, da sottoporre a prove di laboratorio. La scelta del tipo di campionatore, per la raccolta del campione indisturbato di terreno, è stata influenzata dalle caratteristiche dei terreni da campionare. E' stato utilizzato un campionatore tipo Shelby con fustella di diametro $\varnothing = 80$ mm e lunghezza L = 600 mm.

Il campione indisturbato, una volta prelevato, è stato opportunamente sigillato alle estremità con paraffina e siglato all'esterno della fustella ed inviato al laboratorio di analisi.

Modalità di esecuzione di prove S.P.T. in foro

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi meccanici sono state eseguite Standard Penetration Test (SPT), come da prescrizioni riportate nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – A.G.I., 1977 e 1994".

L'attrezzatura utilizzata ha le seguenti caratteristiche:

- maglio di acciaio con peso P = 63.5 Kg;
- dispositiva di guida e di sganciamento automatico con corsa a caduta libera di 0.76 m;
- punta chiusa con diametro esterno $\varnothing = 51$ mm, angolo al vertice 60°;
- aste di collegamento $\varnothing = 50$ mm, peso 7.0 kg/m.

2.2.2 Prove di laboratorio nei campioni di terreno

A seguito della campagna di indagini geognostiche, è stata condotta una serie di prove geotecniche di laboratorio, sul campione di terreno indisturbato prelevato.

Il laboratorio presso il quale sono state eseguite le prove è Terra S.n.c. di Papiano di Marsciano – PG (Laboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010 - Settore A , prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali).

Nei campioni indisturbati prelevati nel corso dell'esecuzione dei fori di sondaggio è stata eseguita una campagna di prove in laboratorio, di caratterizzazione e di stima dei parametri geomeccanici, riassunta nella tabella di seguito allegata:

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA	GR (S+A)	Wn	Limiti	γ	Taglio C.D.	E.L.L.
S1/16	C1	2,80-3,20						
S1/16	C2	10,50-11,10	X	X	X	X	X	
S1/16	C3	14,00-14,60	X	X	X	X	X	X
S2/16	C1	9,50-10,10						X
S3/16	C1	8,00-8,60	X					

In calce al presente capitolo, vengono allegati i relativi certificati delle prove di laboratorio.

2.2.3 Indagine geofisica con metodo MASW

E' stata realizzata prevista la realizzazione di una indagine geofisica con sismica passiva tipo M.A.S.W. , mediante l'utilizzo della seguente strumentazione:

-Acquisitore Sara electronic instrument s.r.l. "DoReMi", sismografo multicanale 16 bit, 12 canali; Geofoni verticali Geospace Technology da 4.5 Hz.

-Tipo prova:n. 1 analisi M.A.S.W. – lunghezza 46,0 m (50,0 m compresi i punti di energizzazione).

-Acquisizione: Ottobre 2016; Distanza intergeofonica 2 m; n. 2 punti di energizzazione con massa battente da 5 kg, a distanza di -4 e -6 m da geofono esterno; Durata acquisizione 2000 m/sec; Periodo di campionamento 1.00 msec; Numero tracce 24 (interlacciamento).

-Elaborazione:Software di elaborazione Geostru "Easy MASW"; Analisi spettrale con frequenza di elaborazione 1 Hz (minima), 60 Hz (massima); velocità di elaborazione 1 m/sec (minima), 1600 m/sec (massima); intervallo di velocità 1 m/sec.

I grafici di acquisizione ed elaborazione dell' indagine geofisica, sono riportati in allegato alla presente.

L'ubicazione dell'indagine geofisica è riportata nella planimetria delle indagini in sito in scala 1:500.

PLANIMETRIA INDAGINI IN SITO
SCALA 1:500



VIABILITA' DI P.R.G. Operativo

VIA DELLA MADONNA ALTA

VIA GIANLUCA PENNETTI PENNELLA

MASW1

S2

S1

Pozzo

S1

S4


S3

S2

S3

LEGENDA

Campagna Indagini 1987 (dott. R.ROTILI)


 Sondaggio verticale a carotaggio continuo

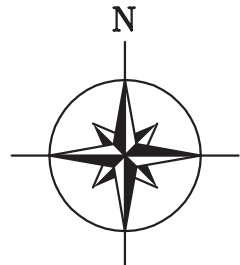
Campagna Indagini 2016 (S.G.A. Studio Geologi Associati)

 Sondaggio verticale a carotaggio continuo

 Indagine geofisica con tecnica M.A.S.W.

MASWn

 Traccia sezione litostratigrafica



INDAGINI dott. R.ROTILI (LUGLIO-AGOSTO 1987)

- Logs stratigrafici sondaggi verticali a carotaggio continuo (S1,S2,S3,S4);
- Certificati analisi di caratterizzazione fisica e geotecniche di laboratorio

SONDAGGIO S1 TAV. 1

LOCALITA' PERUGIA

DATA LUGLIO 1987.

COMMITTENTE

IMPRESA EDILE MILLUCCI

QUOTA m	LITOLOGIA	FALDA	CAMPI ONJ	DESCRIZIONE
			R.P. ₂ Kg/cm	Limo-argilloso marrone contenente ciottoli sub-arrotondati con Ø da pochi cm. a 10 - 15 cm.
2.80				Ghiaia prevalentemente data da ciottoli calcarei in scarsa matrice sabbiosa.
5.00				Argilla-limosa avana ricca di ciottoli. Intercalazioni a livelletti diffusi di argilla-limosa grigio-azzurra.
6.50				
			3.0	Limo-argilloso e sabbioso avana compatto.
			2.8	Ghiaia in matrice sabbio-argillosa avana.
10.00				
10.50			2.8	Argilla-sabbiosa avana con ciottolini e venature azzurre;
			4.0	
12.80			2.5	Argilla siltosa grigio-azzurra compatta.
13.80			3.0	Argilla molto sabbiosa grigio-azzurra coesiva con intercalato un livello di argilla plastica di 40 cm.
16.00			4.5	Argilla marnosa grigio-verde compatta.
17.00				Argilla sabbiosa grigio-scura.
18.20				Argilla sabbiosa grigio-azzurra con sporadici ciottolini.
21.70				Come sopra ma più sabbiosa.
24.00				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa grossolana.
27.00				Sabbia-argillosa addensata di colore grigio-azzurro.
28.00				
29.00			4.0	Argilla marnosa grigio-azzurra compatta.
30.00				Marna grigio-azzurra.

SONDAGGIO S2 TAV.2

LOCALITA' PERUGIA DATA LUGLIO 1987

COMMITTENTE IMPRESA EDILE MILLUCCI

QUOTA rel	LITOLOGIA	FALDA	CAMPI ONI	DESCRIZIONE
			R.P.	
1.50			1.50	Limo-argilloso marrone ciottolato.
				Ghiaia calcarea in scarsa matrice limo-sabbiosa Ø dei ciottoli da 2-3 cm. a 10-15 cm.
4.30			3.0	Limo-argilloso avana con venature azzurre e con ciottolini calcarei.
6.20				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa grossolana.
7.70			3.5	
			2.5	Limo argilloso avana con sabbia diffusa e venature azzurre con ciottolini calcarei.
			3.5	
12.30			4.0	Argilla-sabbiosa grigio-azzurra compatta.
			3.0	
16.00				Sabbia-limosa avana addensata.
16.70				Ghiaia in matrice sabbiosa grossolana con ciottoli prevalentemente calcarei con Ø da pochi cm. a 15 - 20 cm.
26.00				

SONDAGGIO S3 TAV. 3

LOCALITA' PERUGIA

DATA LUGLIO 1987

COMMITTENTE

IMPRESA EDILE MILLUCCI

QUOTA (m)	LITOLOGIA	FALDA	CAMPI ON I	DESCRIZIONE
			R.P. Kg/cm ²	
1.80				Limo-argilloso marrone con ciottolini e concrezioni nerastre.
3.80				Limi-sabbiosi avana con ciottolini.
4.70				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa grossolana.
			3.5	Limo-argilloso e sabbioso avana con concrezioni calcaree compatto.
			4.0	
9.00				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa grossolana.
10.40			4.0	Argilla sabbiosa grigio-azzurra compatta.
11.50				Sabbia-limosa avana.
11.80				
			2.0	
			3.5	Argilla-sabbiosa grigio-azzurra compatta.
18.30				Ghiaia-sabbiosa;
18.70				Argilla-sabbiosa grigio-azzurra compatta.
19.80				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa.
22.70				Argilla-sabbiosa grigio-azzurra compatta.
24.20				Ghiaia-calcarea in matrice sabbiosa grossolana.
26.50			2.5	Argilla grigio-azzurra con inclusi ciottolini marnosi.
28.00			3.0	

[Handwritten signature]

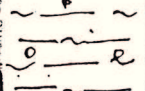
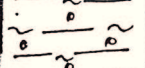
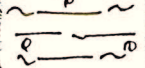
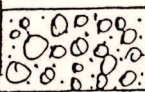
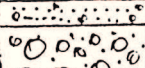

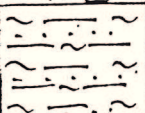
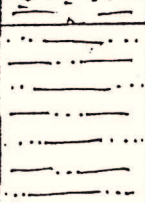
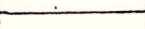
SONDAGGIO S4 TAV. 4

LOCALITA' PERUGIA

DATA LUGLIO 1987

COMMITTENTE

IMPRESA EDILE MILLUCCI

QUOTA (m)	LITOLOGIA	FALDA	CAMPI DNI	DESCRIZIONE
			R.P. Kg/cm. ²	Limo-argilloso marrone con ciottolini calcarei e concrezioni nerastre.
			3.5	
			2.0	
4.80				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa grossolana .
6.30				Sabbai grossolana con ciottoli.
6.90				Ghiaia calcarea in matrice sabbiosa Ø dei ciottoli da 3 - 4 cm. a 20 cm.
12.30			3.5	Limo-argilloso e sabbioso marrone compatto.
14.70			3.5	Argilla sabbiosa grigio-azzurra compatta.
18.50				



LABORATORIO GEOMECCANICO
Dott. Ugo Sergio Orzi
Via Asinari, 6 - 61100 Pesaro

TABELLA RIASSUNTIVA

Ditta: DOTT. GEOL. RAFFAELE ROTILI
VIA CONSUMA N. 12.
06012 CITTA' DI CASTELLO

Cantiere: PERUGIA

Sondaggio (n.)	1	1	1
Campione (n.)	1	2	3
Profondita' (mt.)	5.00	11.5	15.5
Contenuto Naturale d'acqua (%)	27.7	19.1	15.5
peso dell'unita' di volume (g/cm ³)	1.868	1.998	1.982
densita' secca (g/cm ³)	1.463	1.677	1.629
Coesione (UU) (kg/cm ²)	1.13	*	*
Coesione (CIU) (kg/cm ²)	*	*	*
Angolo res. taglio (CIU) (gradi)	*	*	*
Coesione (CD) (KG/CM ²)	*	.28	.08
Angolo res. taglio (CD) (gradi)	*	24.90	26.20
Coesione (R.) (KG/CM ²)	*	*	*
Angolo res. taglio (Res.) (gradi)	*	*	*
Limiti di Atterberg (LL) (%)	41.5	40.5	35.1
(Ip) (%)	12.6	17.8	13.9
Ghiaia (%)	*	*	*
Sabbia (%)	*	*	*
Limo (%)	*	*	*
Argilla (%)	*	*	*
Passante 0.075 mm. (%)	*	*	*
Coeff. Permeabilita' (cm/sec)	*	*	*
Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	*	*	*
Coeff. Consolidazione (cm ² /sec)	*	*	*

I valori del Modulo Edometrico e del Coeff. di consolidazione
sono relativi all'intervallo compreso tra 1.0-2.0 kg/cm²

PESARO, 12. 08. 1987

LABORATORIO GEOMECCANICO
Dott. Ugo Sergio Orazi
Via Asinari, 6 - 61100 Pesaro

TABELLA RIASSUNTIVA

Ditta: DOTT. GEOL. RAFFAELE ROTILI

Cantiere: PERUGIA

Sondaggio (n.)	2	3	3
Campione (n.)	1	2	3
Profondita' (mt.)	4.80	7.00	14.50
Contenuto Naturale d'acqua (%)	21.3	23.9	25.2
peso dell'unita' di volume (g/cm ³)	1.944	1.806	1.918
densita' secca (g/cm ³)	1.603	1.458	1.532
Coesione (UU) (kg/cm ²)	*	*	*
Coesione (CIU) (kg/cm ²)	*	*	*
Angolo res. taglio (CIU) (gradi)	*	*	*
Coesione (CD) (KG/CM ²)	.08	.26	.28
Angolo res. taglio (CD) (gradi)	29.70	24.10	21.80
Coesione (R.) (KG/CM ²)	*	*	*
Angolo res. taglio (Res.) (gradi)	*	*	*
Limiti di Atterberg (LL) (%)	45.5	37.1	37.0
(Ip) (%)	21.8	14.7	8.7
Ghiaia (%)	10.10	*	*
Sabbia (%)	39.60	*	*
Limo (%)	26.50	*	*
Argilla (%)	23.80	*	*
Passante 0.075 mm. (%)	50.3	*	*
Coeff. Permeabilita' (cm/sec)	*	*	*
Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	*	*	*
Coeff. Consolidazione (cm ² /sec)	*	*	*

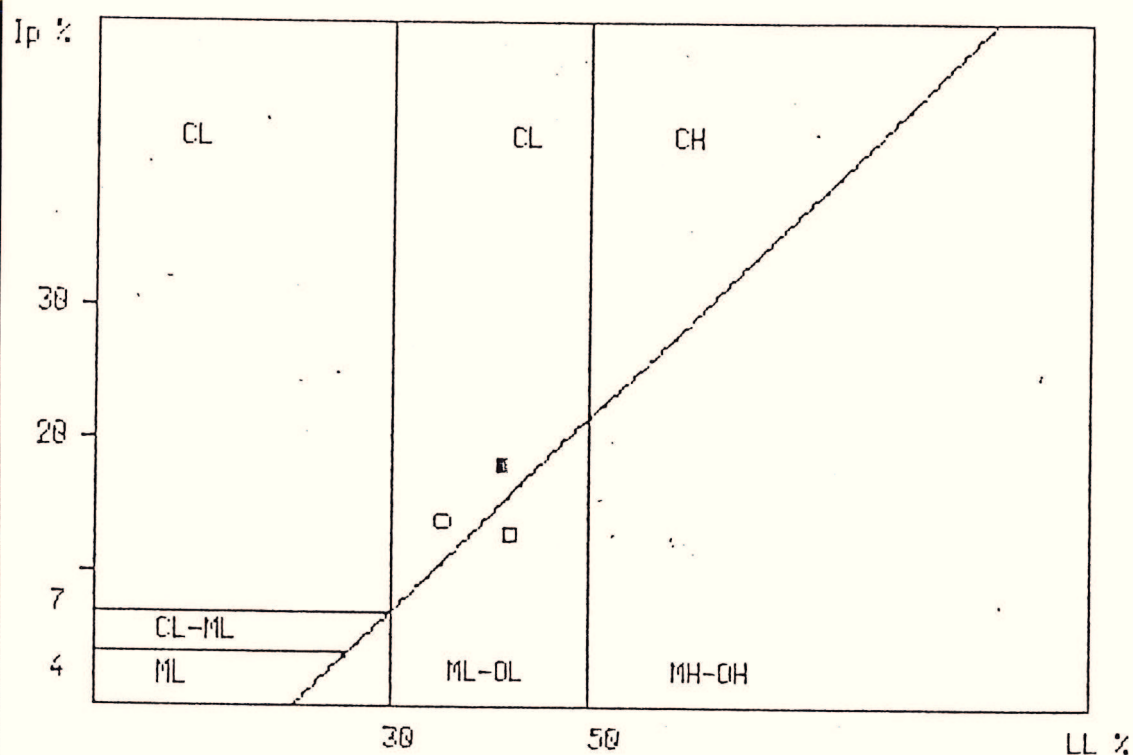
I valori del Modulo Edometrico e del Coeff. di consolidazione sono relativi all'intervallo compreso tra 1.0-2.0 kg/cm²

PESARO, 12. 08. 1987

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

CARTA DI PLASTICITA'

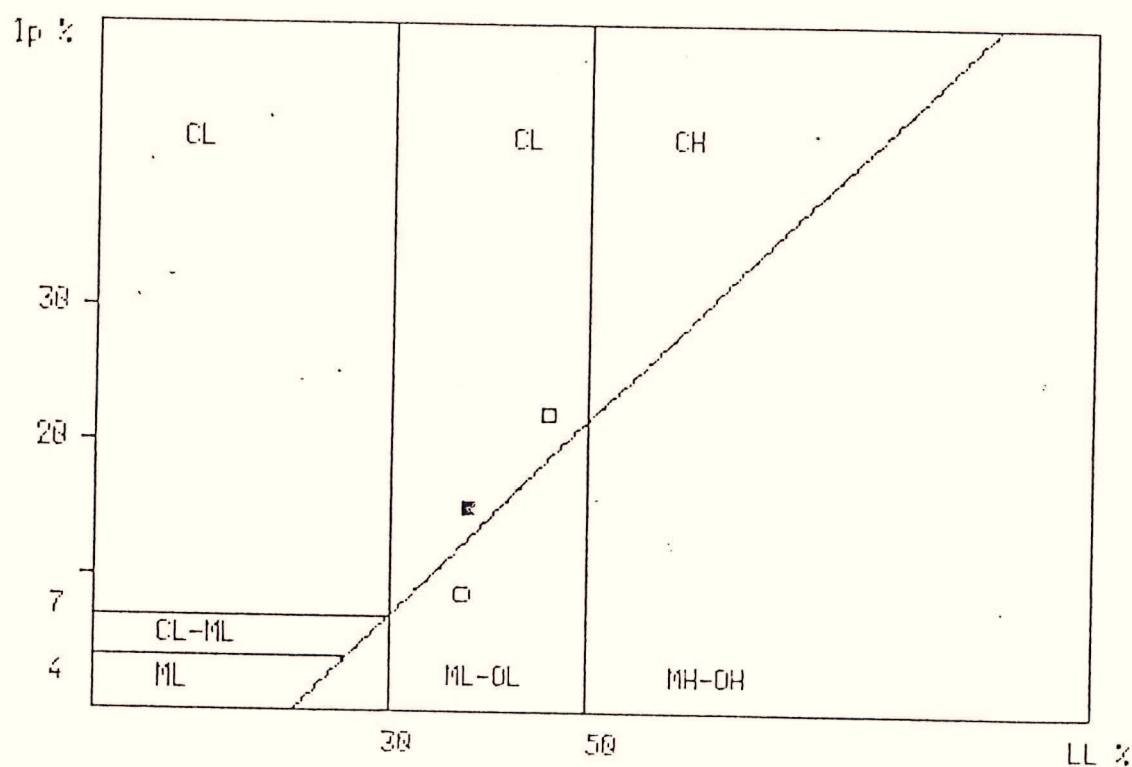


	LL %	Ip %	Sond. n.	Camp. n.	Prof. mt.
□	41.5	12.6	1	1	5.00
■	48.5	17.8	1	2	11.5
□	35.1	13.9	1	3	15.5

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

CARTA DI PLASTICITA'



LL %	Ip %	Sond. n.	Camp. n.	Prof. mt.
□ 45.5	21.8	2	1	4.80
■ 37.1	14.7	3	2	7.00
□ 37.0	8.7	3	3	14.5
●				

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 5.00

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOPPIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 85 * LUNGHEZZA MM. 360

Grado di qualità (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: LIMI ARGILLO-SABBIOSI ROSSASTRI CON INCLUSI NODULI CARBONATICI SPARSI. SI RINVE
NGONO STRIATURE E PICCOLI PUNTI SCURI ORGANICI.

Reazione HCl : POSITIVA * DEBOLE

Classificazione (U.S.C.S.): ML * OL

Rp kg/cm ²	prove di laboratorio	descrizione del campione
3.5	CARATT. VOLUMETRICHE	
4.0	LIMITI DI ATTERBERG	
4.0	COMPRES. AD E.L.L.	limi argillo-sabbiosi rossastri con inclusi noduli carbonatici sparsi (campione friabile)
4.0		0

Osservazioni: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 5.00

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	5			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	81.43			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	69.27			
PESO TARA	G.	25.39			
PESO ACQUA	G.	12.16			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	43.88			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	27.71			27.7
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	1.87			1.868
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.46			1.463

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 5.00

LIMITI DI ATTERBERG

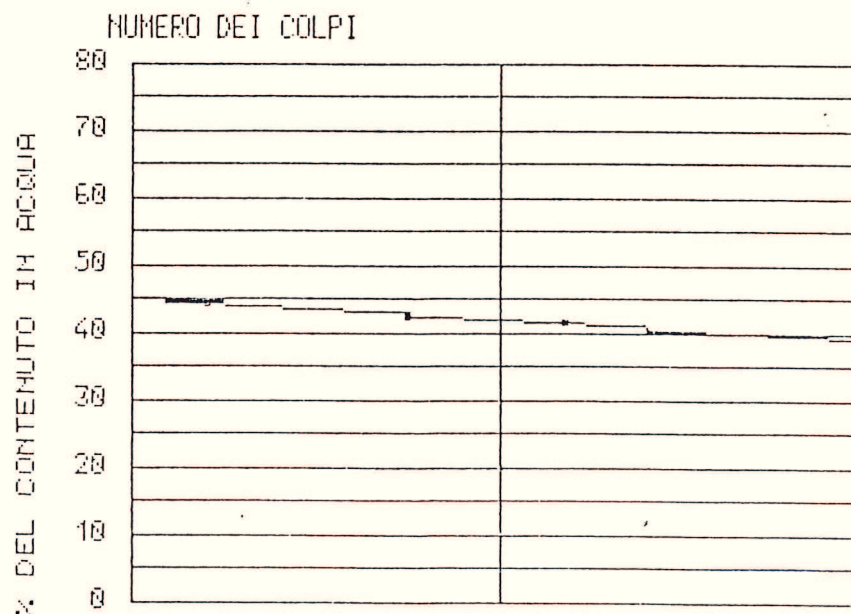
ASTM D 424/423

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
24	8.69	11.70	11.03	2.34	.67	28.63
20	8.64	11.43	10.80	2.16	.63	29.17

LIMITE DI PLASTICITA' 28.9

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	NUM. COLPI	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO DELLA TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
55	9.28	16.50	12	14.29	5.01	2.21	44.11
11	8.32	13.71	20	12.12	3.80	1.59	41.84
12	8.63	14.97	29	13.13	4.50	1.84	40.89

LIMITE DI LIQUIDITA' 41.5



IP. = 12.6
IC. = 1.10

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 5.00

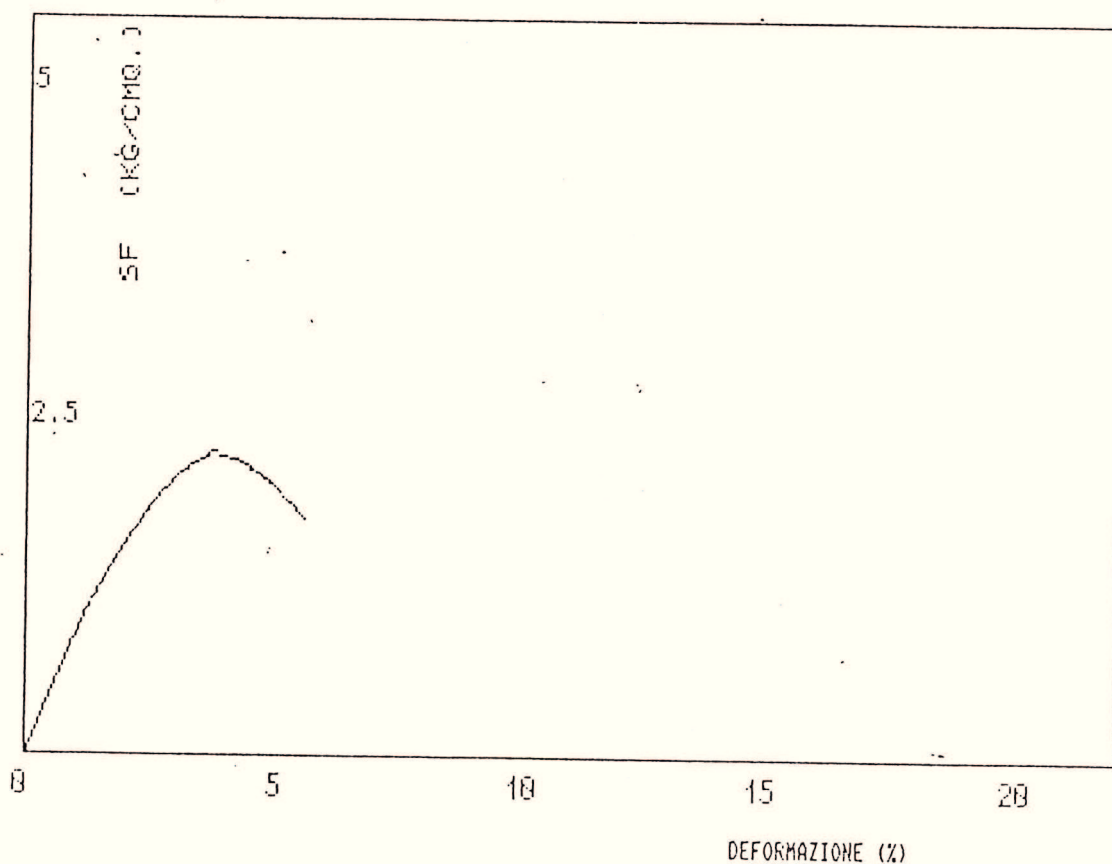
**PROVA DI COMPRESSIONE
AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**
(ASTM 2166)

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE: (MM./M) 4.0

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL CAMPIONE: SEZIONE (CMQ.) 50.26

ALTEZZA (MM.) 160

COSTANTE DELL'ANELLO (K) 4.2



PROVA	N.	1	2	MEDIA
SF	(KG/CMQ.)	2.26		
DEFORMAZIONE	(%)	3.75		
UMIDITA'	(%)	27.8		
PESO VOLUME	(GR/CMC)	1.879		
CU	(KG/CMQ.)	1.13		

Osservazioni: *

MODULO DI DEFORMAZIONE NON DRENATO (E_u) = KG/CMQ. 93.6

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 11.5

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOPPIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 85. * LUNGHEZZA MM. 280.

Grado di qualità' (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: LIMO ARGILLOSO SCURO CON LIMO ARGILLO-SABBIOSO GIALLASTRO CONSISTENTE FRIABILE

Reazione HCl : POSITIVA

Classificazione (U.S.C.S.): CL

Rp kg/cmq	prove di laboratorio		descrizione del campione
7.	CARATT. VOLUMETRICHE LIMITI ATTERBERG		limo argilloso scuro * limo argilloso-sabbioso giallastro
6.	TAGLIO N.1 " " N.2		
7.	" " N.3		

Osservazioni: Le caratteristiche geotecniche sono relative alla componente limoso-argillosa de
l campione

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 11.50

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	127			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	78.31			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	68.69			
PESO TARA	G.	18.37			
PESO ACQUA	G.	9.62			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	50.32			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	19.12			19.1
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	2.00			1.998
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.68			1.677

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 11.50

LIMITI DI ATTERBERG

ASTM D 424/423

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
31	9.08	12.52	11.88	2.80	.64	22.86
32	9.18	13.25	12.50	3.32	.75	22.59

LIMITE DI PLASTICITA' 22.7

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	NUM. COLPI	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO DELLA TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
185	9.26	14.03	17	12.62	3.36	1.41	41.96
56	9.10	13.46	22	12.19	3.09	1.27	41.10
5	7.18	14.06	28	12.13	4.95	1.93	38.99

LIMITE DI LIQUIDITA' 40.5



IP. = 17.8
IC. = 1.20

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 11.50

PROVA DI TAGLIO
(TENSIONE DEFORMAZIONE ASTM D 3080)

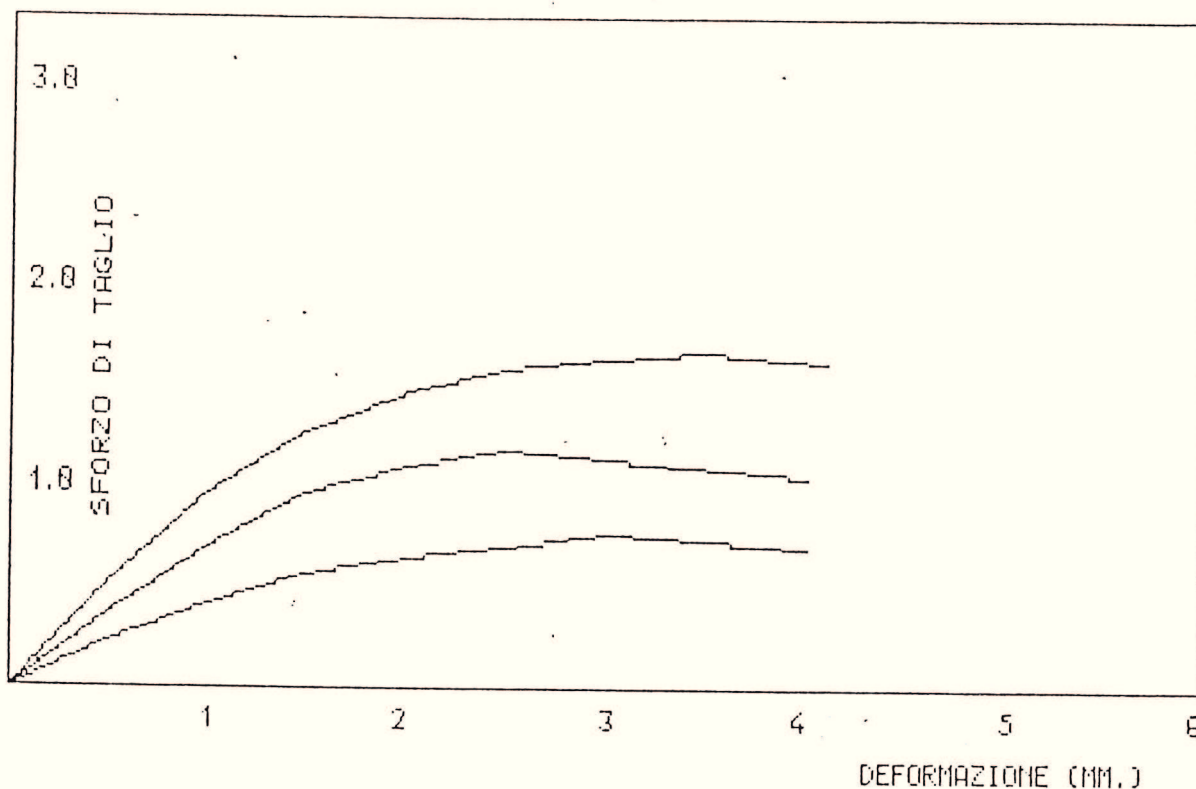
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE: (MM./H) 0.01

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL CAMPIONE: SEZIONE (CMQ.) 28.27

ALTEZZA (CM.) 2.5

COSTANTE DELL'ANELLO (K) .8

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO



PROVA N.	1	2	3	4
SV. (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
ST. (KG/CMQ.)	.76	1.19	1.67	
DEFORMAZIONE (mm.)	3.00	2.50	3.50	
PESO VOLUME (GR/CMC)	2.081	2.093	1.970	
UMIDITA' INIZIALE (%)	17.8	17.0	20.1	

OSSERVAZIONI: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

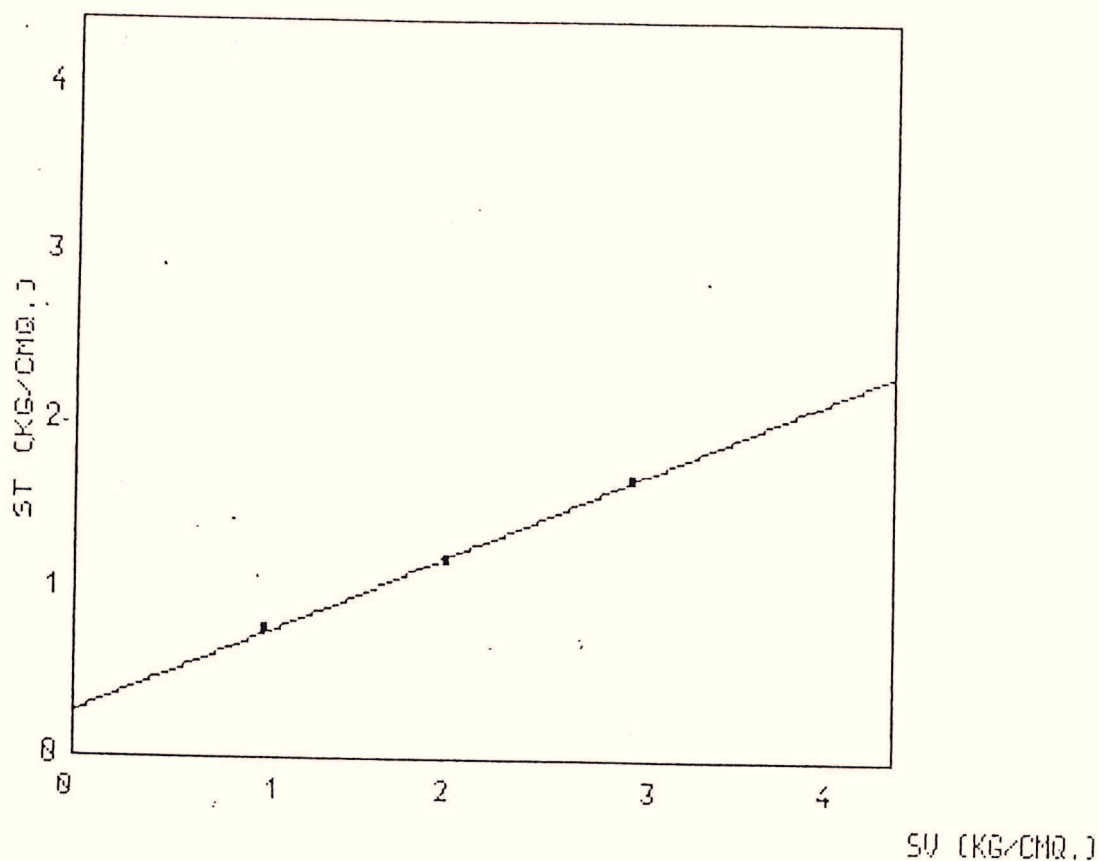
CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 11.50

PROVA DI TAGLIO
ASTM D 3080

DIMENSIONI PROVINO : SEZIONE (CMQ.) 28.27

ALTEZZA (CM.) : 2.5



PROVE	1	2	3	4
SV (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
SCEDIMENTO (MM.)	.30	.98	1.97	
ST (KG/CMQ.)	.76	1.19	1.67	
DEFORMAZIONE (MM.)	3.00	2.50	3.50	
UMIDITA' FINALE (W _n %)	21.9	20.7	20.2	

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (MM./MIN.) : 0.01

TEMPO DI CONSOLIDAZIONE (ORE) : 24

COESIONE INTERCETTA

(KG/CMQ.) : .28

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

(GRADI) : 24.9

DITTA: DOTT. RAFFELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 15.50

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOPPIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 85 * LUNGHEZZA MM. 410

Grado di qualità (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: LIMI ARGILLOSI BLEU' PLASTICI A CONSISTENZA VARIABILE OMOGENEI

Reazione HCl : POSITIVA

Classificazione (U.S.C.S.): CL

Ep kg/cmq	prove di laboratorio	descrizione del campione
1.0	CARATT. VOLUMETRICHE LIMITI DI ATTERBERG	limi argillosi bleu' plastici a consistenza variabile omogenei.
1.5	TAGLIO N.1 " " N.2	
1.0	" " N.3	
1.0		

Osservazioni: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 15.50

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	101			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	80.14			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	69.55			
PESO TARA	G.	20.67			
PESO ACQUA	G.	10.59			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	48.88			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	21.67			21.7
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	1.98			1.982
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.63			1.629

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 15.50

LIMITI DI ATTERBERG

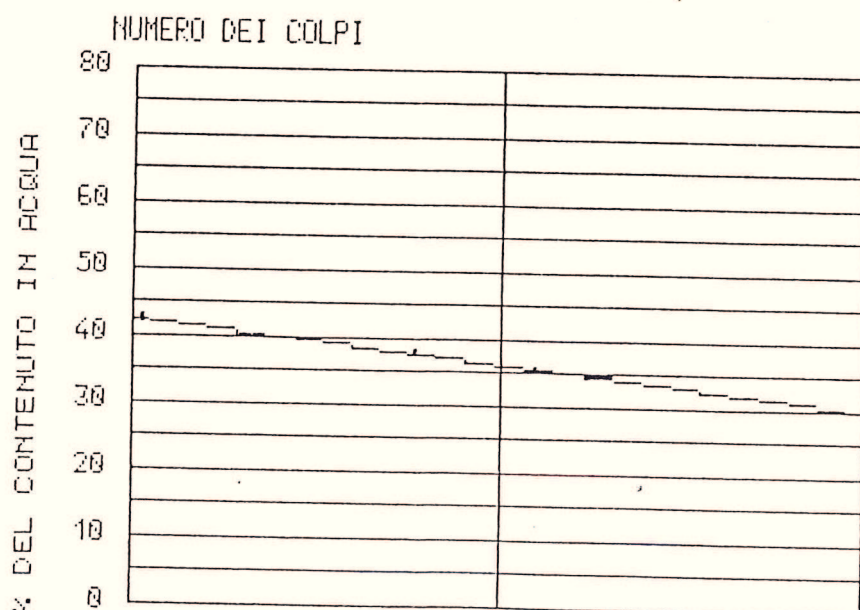
ASTM D 424/423

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
181	9.22	14.20	13.32	4.10	.88	21.46
54	9.20	12.78	12.16	2.96	.62	20.95

LIMITE DI PLASTICITA' 21.2

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	NUM. COLPI	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO DELLA TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
52	9.16	16.90	10	14.62	5.46	2.28	41.76
21	8.64	14.78	19	13.10	4.46	1.68	37.67
1	7.02	13.34	27	11.71	4.69	1.63	34.75

LIMITE DI LIQUIDITA' 35.1



IP. = 13.9
IC. = .96

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 15.50

PROVA DI TAGLIO

(TENSIONE DEFORMAZIONE ASTM D 3080)

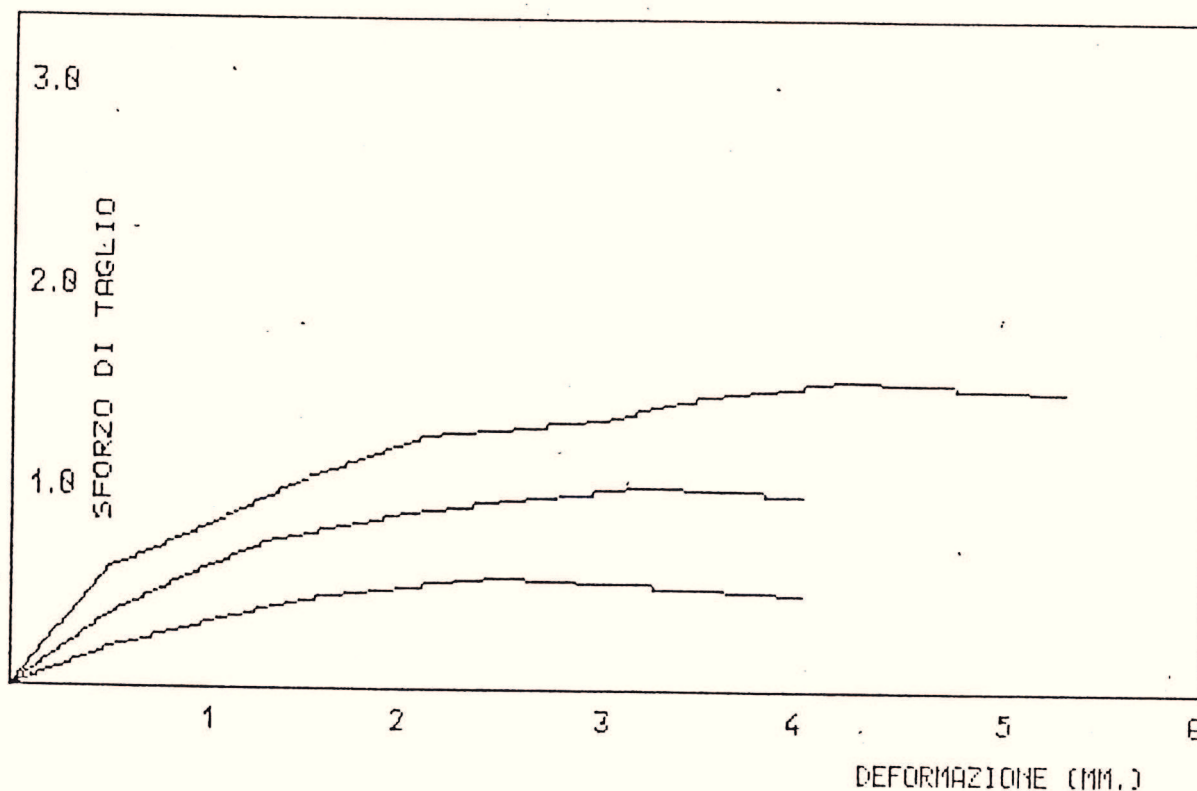
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE: (MM./M) 0.01

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL CAMPIONE: SEZIONE (CMQ.) 28.27

ALTEZZA (CM.) 2.5

COSTANTE DELL'ANELLO (K) .8

TIPO DI PROVA : C.D. FICCO



PROVA N.	1	2	3	4
SV. (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
ST. (KG/CMQ.)	.57	1.02	1.56	
DEFORMAZIONE (MM.)	2.50	3.20	4.20	
PESO VOLUME (GR/CMC)	2.021	2.037	2.014	
UMIDITA' INIZIALE (%)	22.3	22.6	23.3	

OSSERVAZIONI: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.1

CAMPIONE N.3

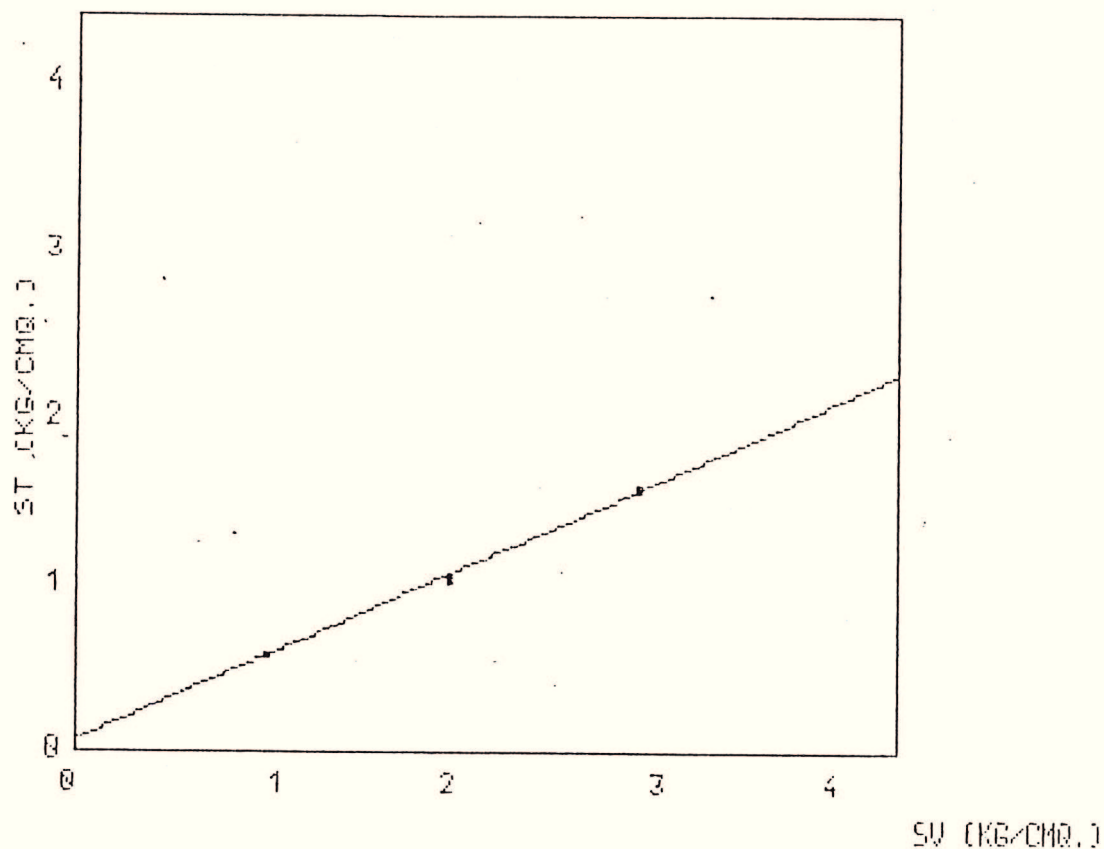
QUOTA MT. 15.50

PROVA DI TAGLIO

ASTM D 3080

DIMENSIONI PROVINO : SEZIONE (CM.) 28.27

ALTEZZA (CM.) : 2.5



PROVE	1	2	3	4
SV (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
SCEDIMENTO (MM.)	2.40	2.80	2.94	
ST (KG/CMQ.)	.57	1.02	1.56	
DEFORMAZIONE (MM.)	2.50	3.20	4.20	
UMIDITA' FINALE (W _L %)	22.4	21.4	20.6	

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO

COESIONE INTERCETTA

(KG/CMQ.) : .09

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (MM./MIN.) : 0.01

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

(GRADI) : 26.2

TEMPO DI CONSOLIDAZIONE (ORE) : 24

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 4.80

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOFFIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 80. * LUNGHEZZA MM. 370.

Grado di qualità' (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA ROSSASTRA PLASTICA CONSISTENTE CON ELEMENTI GROSSOLANI (ghiaia) PRESENTI IN ELEVATA PERCENTUALE

Reazione HCl : POSITIVA * DEBOLE

Classificazione (U.S.C.S.): CL

Rp kg/cmq	prove di laboratorio	descrizione del campione
3.	CARATT. VOLUMETRICHE LIMITI DI ATTERBERG GRANULOMETRIA	
3.5	TAGLIO N.1 " " N.2 " " N.3	sabbia limoso-argillosa rossastra con elementi grossolani presenti in elevata percentuale in una ma- trice (materiale passante al se- taccio n.40 ASTM) plastica
3.5		
4.0		

Osservazioni: Le prove sono relative alla matrice (materiale passante al setaccio n.40) e
he si presenta plastica

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 4.80

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	12			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	76.47			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	66.24			
PESO TARA	G.	18.16			
PESO ACQUA	G.	10.23			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	48.08			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	21.28			21.3
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	1.94			1.944
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.60			1.603

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 4.80

LIMITI DI ATTERBERG

ASTM D 424/423

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
32	9.18	13.28	12.47	3.29	.81	24.62
5	7.18	11.96	11.07	3.89	.89	22.88

LIMITE DI PLASTICITA' 23.7

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	NUM. COLPI	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO DELLA TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
185	9.26	16.61	19	14.27	5.01	2.34	46.71
56	9.10	14.94	23	13.11	4.01	1.83	45.64
24	8.69	15.26	28	13.23	4.54	2.03	44.71

LIMITE DI LIQUIDITA' 45.5



IP. = 21.8
IC. = 1.11

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

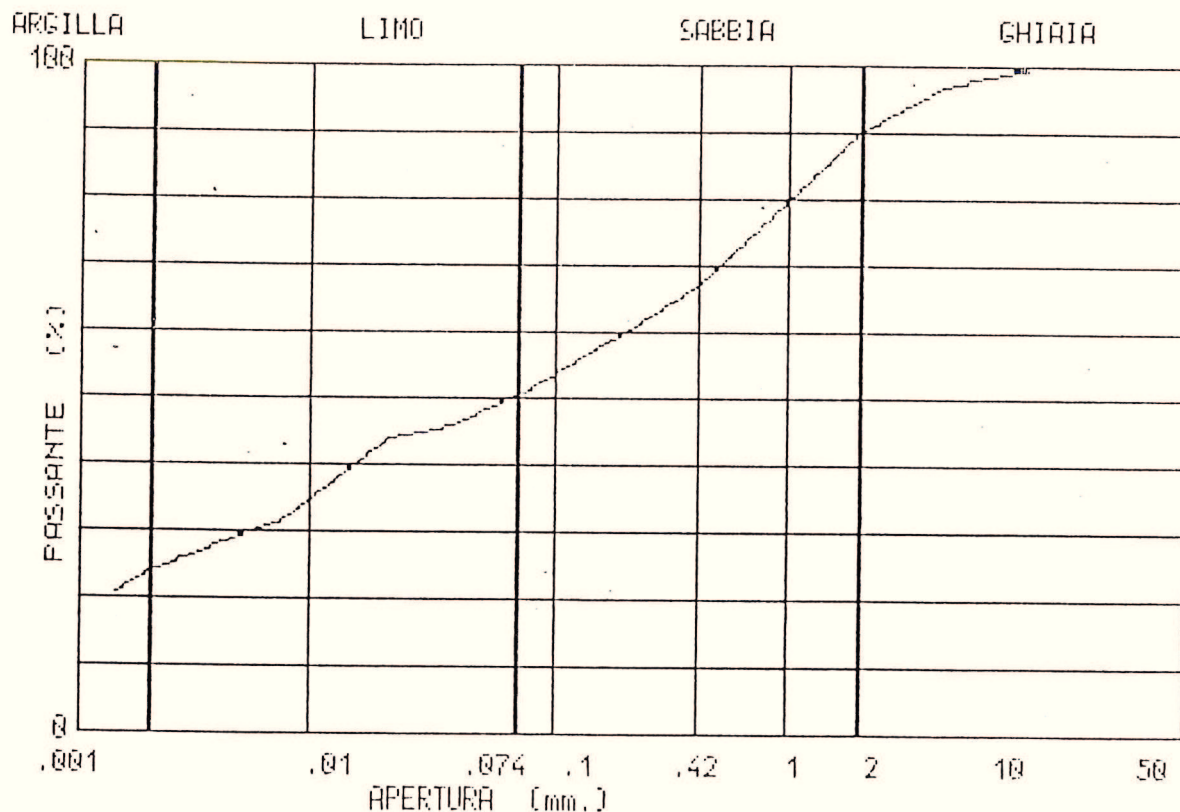
CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 4.80

ANALISI GRANULOMETRICA



Classificazione (USCS) :

NOTE : il passante al setaccio n.200 ASTM e' stato determinato per via umida (areometria)

Ghiaia (G)=% 10.1

Sabbia (S)=% 39.6

Limo (L)=% 26.5

Argilla (C)=% 23.8

D60=(mm.) : 0.20

D30=(mm.) : 0.047

D10=(mm.) : *

Passante al 0.075 mm. = 50.3 %

U = *

C = *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

QUOTA MT. 4.80

PROVA DI TAGLIO
(TENSIONE DEFORMAZIONE ASTM D 3080)

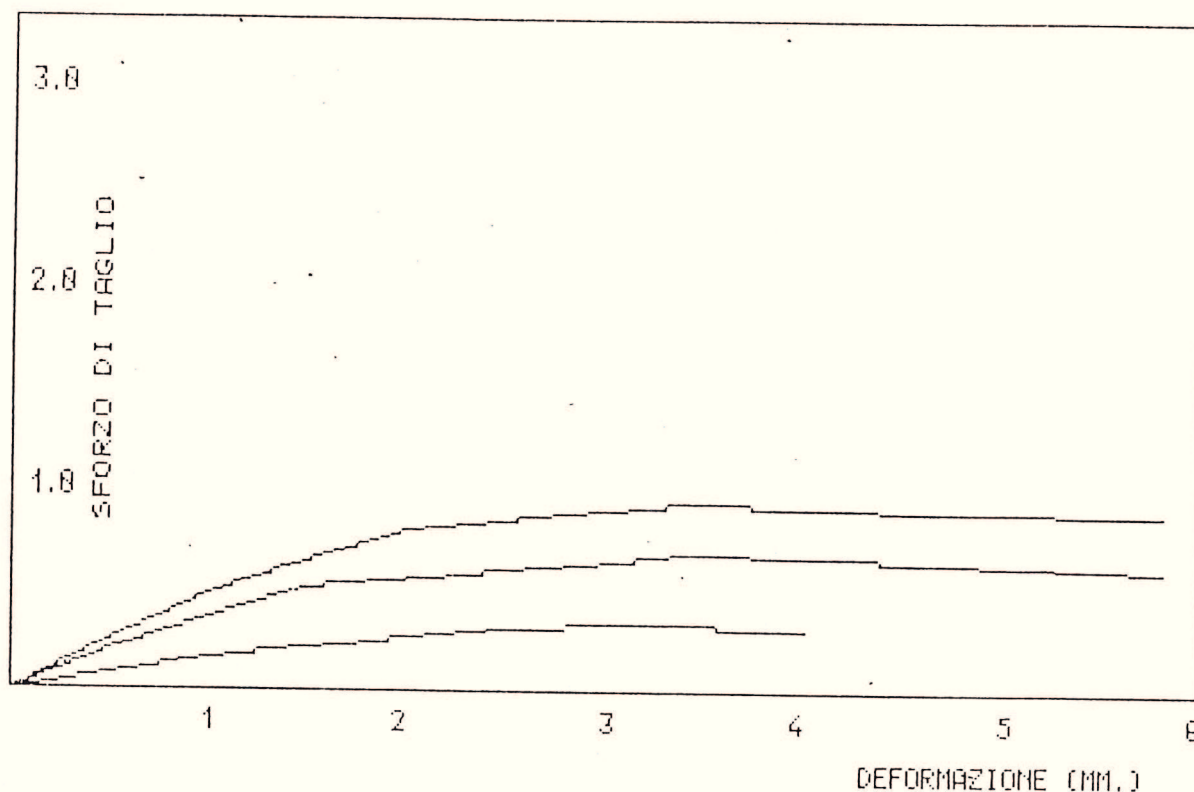
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE: (MM./M) 0.01

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL CAMPIONE: SEZIONE (CMQ.) 28.27

ALTEZZA (CM.) 2.5

COSTANTE DELL'ANELLO (K) .8

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO



PROVA N.	1	2	3	4
SV. (KG/CMQ.)	.50	1.00	1.50	
ST. (KG/CMQ.)	.34	.68	.93	
DEFORMAZIONE (mm.)	3.10	3.40	3.40	
PESO VOLUME (GR/CMC)	2.041	2.031	1.947	
UMIDITA' INIZIALE (%)	29.9	29.7	30.1	

OSSERVAZIONI: provini ricostituiti con materiale passante al setaccio n.40 ASTM

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.2

CAMPIONE N.1

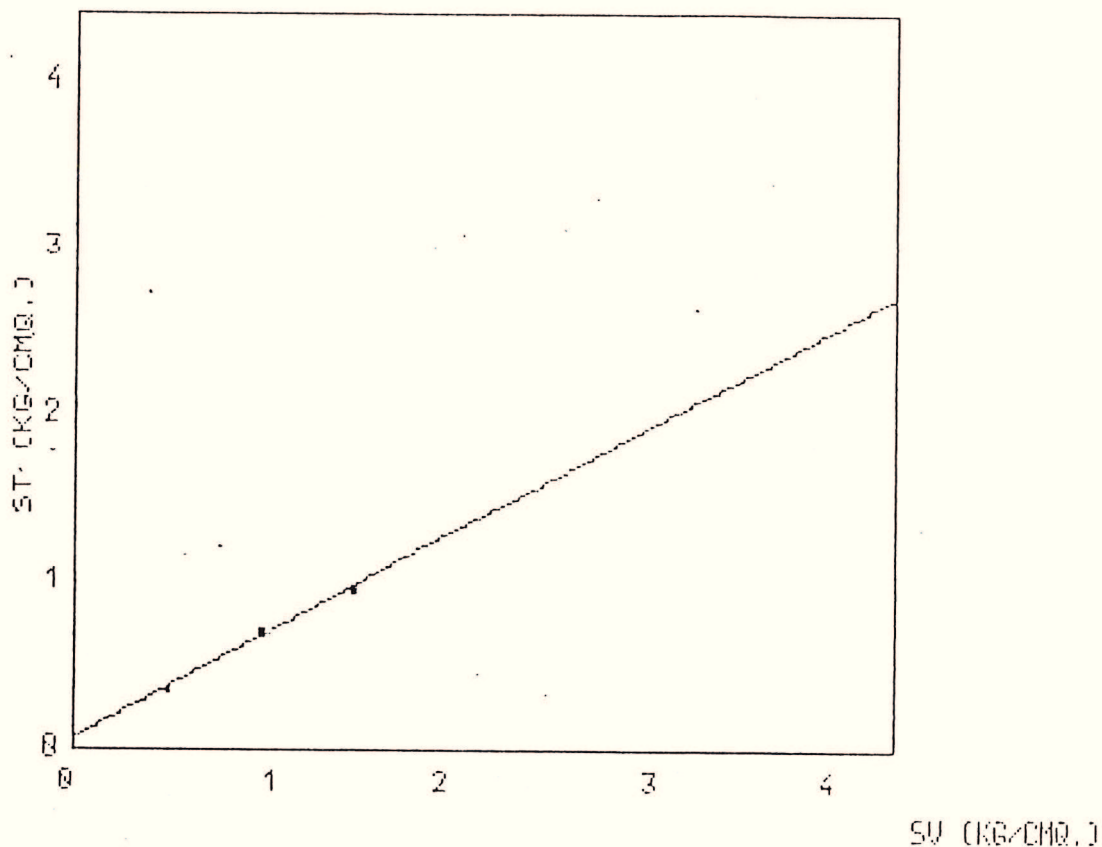
QUOTA MT. 4.80

PROVA DI TAGLIO

ASTM D 3080

DIMENSIONI PROVINO : SEZIONE (CMQ.) 20.27

ALTEZZA (CM.) : 2.5



PROVE	1	2	3	4
SV (KG/CMQ.)	.50	1.00	1.50	
SCEDIMENTO (MM.)	.37	.87	1.32	
ST (KG/CMQ.)	.34	.68	.93	
DEFORMAZIONE (MM.)	3.10	3.40	3.40	
UMIDITA' FINALE (Wt %)	23.3	24.5	24.7	

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (MM./MIN.) : 0.01

TEMPO DI CONSOLIDAZIONE (ORE) : 24

COESIONE INTERCETTA

(KG/CMQ.) : .08

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

(GRADI) : 29.7

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 7.00

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOPPIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 85. * LUNGHEZZA MM. 270.

Grado di qualita' (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: LIMI ARGILLOSI SCURI A CONSISTENZA VARIABILE POCO PLASTICI

Reazione HCl : POSITIVA

Classificazione (U.S.C.S.) : CL

Ep kg/cmq	prove di laboratorio	descrizione del campione
1.0	CARATT. VOLUMETRICHE	limi argillosi scuri a consistenza variabile poco plastici
1.0	LIMITI DI ATTERBERG	
	TAGLIO N.1	
	" " N.2	
1.2	" " N.3	

Osservazioni: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 7.00

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	185			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	74.86			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	64.40			
PESO TARA	G.	20.67			
PESO ACQUA	G.	10.46			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	43.73			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	23.92			23.9
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	1.81			1.806
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.46			1.458

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 7.00

LIMITI DI ATTERBERG

ASTM D 424/423

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
24	13.52	17.90	17.10	3.58	.80	22.35
22	13.84	19.99	18.86	5.02	1.13	22.51

LIMITE DI PLASTICITA' 22.4

NUM. CAPSULE	PESO DELLA CAPSULA	PESO DELLA CAPSULA E TERRA UMIDA	NUM. COLPI	PESO DELLA CAPSULA E TERRA SECCA	PESO DELLA TERRA SECCA	PESO DELL'ACQUA	% CONTENUTO IN ACQUA
21	13.82	22.57	11	20.12	6.30	2.45	38.89
72	13.68	21.37	20	19.27	5.59	2.10	37.57
20	13.40	20.92	27	18.92	5.52	2.00	36.23

LIMITE DI LIQUIDITA' 37.1



IP. = 14.7
 IC. = .90

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.2

QUOTA MT. 7.00

PROVA DI TAGLIO

(TENSIONE DEFORMAZIONE ASTM D 3080)

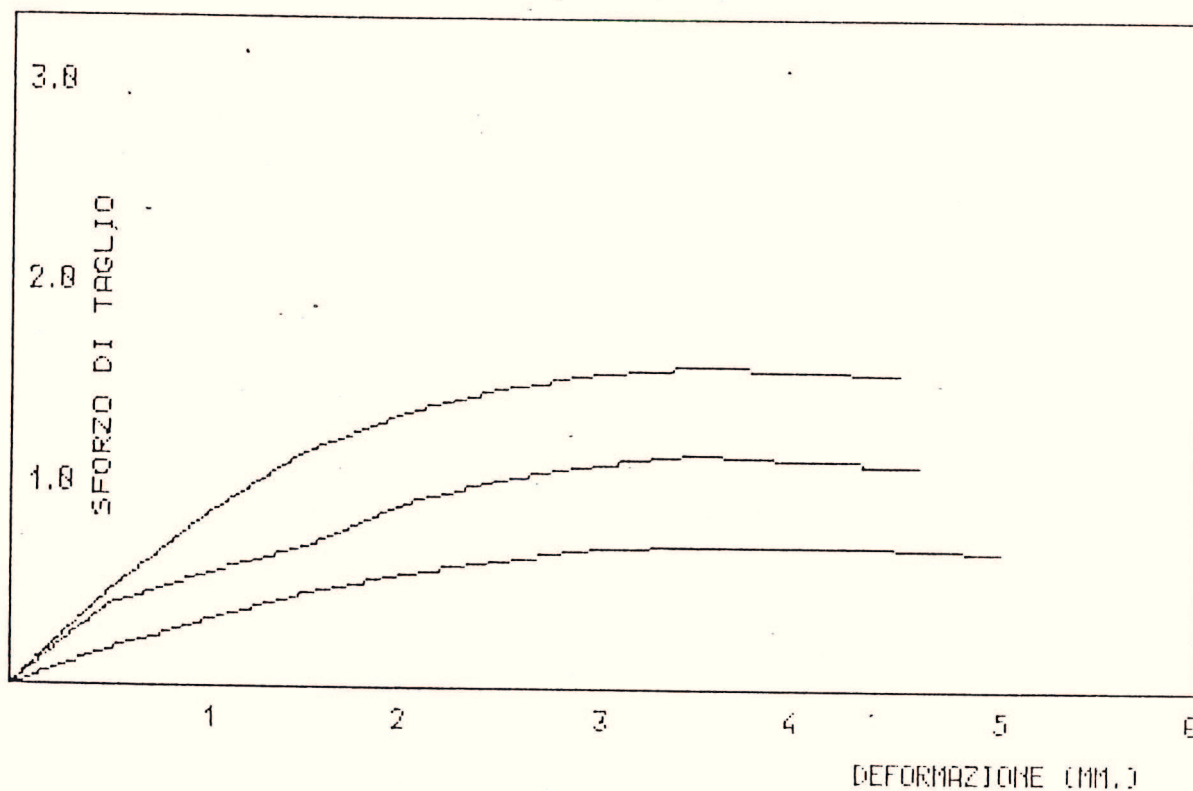
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE: (MM./M) 0.01

CARATTERISTICHE INIZIALI DEL CAMPIONE: SEZIONE (CMQ.) 20

ALTEZZA (CM.) 2.5

COSTANTE DELL'ANELLO (K) .4

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO



PROVA N.	1	2	3	4
SV. (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
ST. (KG/CMQ.)	.72	1.16	1.60	
DEFORMAZIONE (MM.)	3.50	3.50	3.50	
PESO VOLUME (GR/CMC)	1.860	1.899	1.875	
UMIDITA' INIZIALE (%)	23.5	23.6	23.8	

OSSERVAZIONI: *

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.2

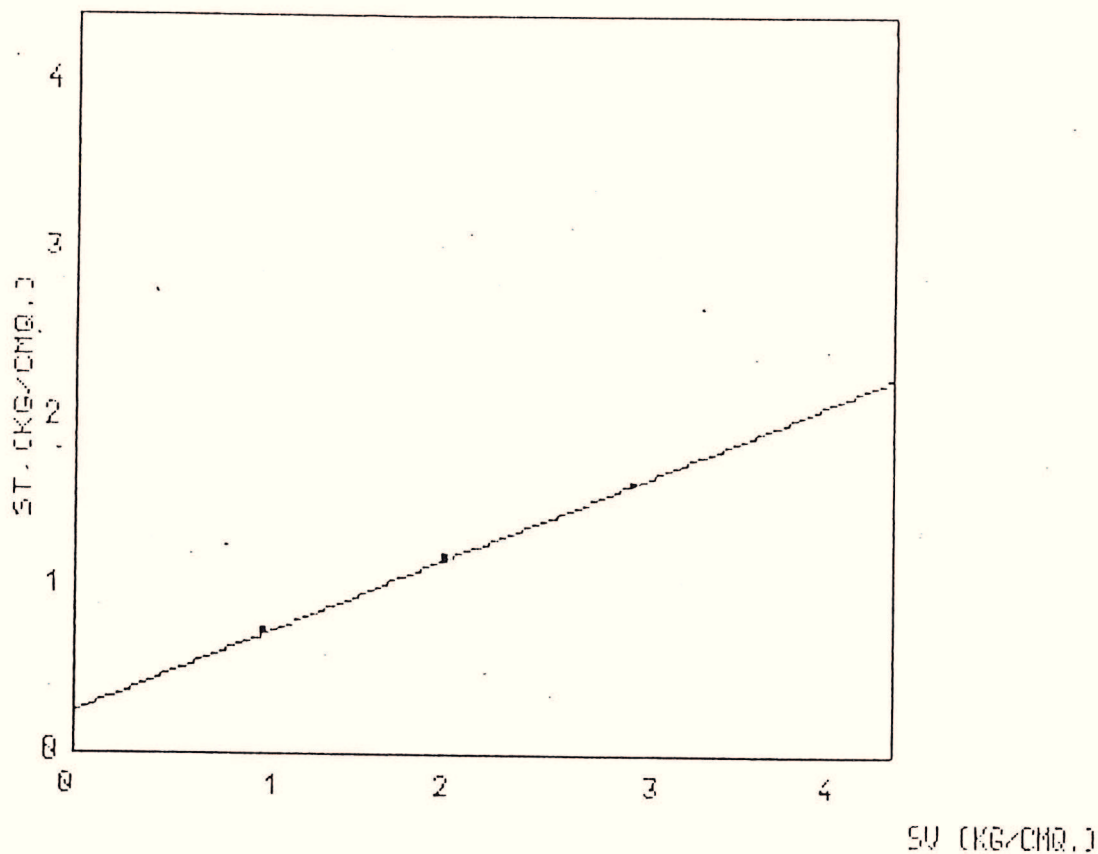
QUOTA MT. 7.00

PROVA DI TAGLIO

ASTM D 3080

DIMENSIONI PROVINO : SEZIONE (CMQ.) 20

ALTEZZA (CM.) : 2.5



PROVE	1	2	3	4
SV (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
SCEDIMENTO (MM.)	1.40	1.38	1.98	
ST (KG/CMQ.)	.72	1.16	1.60	
DEFORMAZIONE (MM.)	3.50	3.50	3.50	
UMIDITA' FINALE (Wt %)	25.8	25.3	23.8	

TIPO DI PROVA : C.D. PICCO

COESIONE INTERCETTA

(KG/CMQ.) : .26

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (MM./MIN.) : 0.01

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

(GRADI) : 24.1

TEMPO DI CONSOLIDAZIONE (ORE) : 24

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 14.50

CARATTERISTICHE GENERALI

Contenitore: DOPPIO SACCHETTO

Dimensioni contenitore: *

Dimensioni campione: DIAMETRO MM. 85 * LUNGHEZZA MM. 270

Grado di qualità' (A.G.I. 1977): Q4

Tipo di terreno: LIMI ARGILLOSI BLEU' CONSISTENTI PLASTICHE OMogenee NON STRATIFICATE FRIABILI

Reazione HCl : POSITIVA

Classificazione (U.S.C.S.): ML * OL

Rp kg/cm ²	prove di laboratorio	descrizione del campione
2.5	CARATT. VOLUMETRICHE	limi argillosi bleu' consistenti plastiche omogenee non stratifi- cate friabili
3.0	LIMITI DI ATTERBERG	
	TAGLIO N.1	
	" " N.2	
	" " N.3	
3.0		

Osservazioni:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.3

QUOTA MT. 14.50

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE

PROVA	N.	1	2	3	MEDIA
VOLUME	CM3	30.00			
TARA	N.	185			
CAMPIONE UMIDO + TARA	G.	78.20			
CAMPIONE SECCO + TARA	G.	66.62			
PESO TARA	G.	20.67			
PESO ACQUA	G.	11.58			
PESO CAMPIONE SECCO	G.	45.95			
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	%	25.20			25.2
PESO DELL' UNITA' DI VOLUME	G/CM3	1.92			1.918
DENSITA' SECCA	G/CM3	1.53			1.532

OSSERVAZIONI:

DITTA: DOTT. RAFFAELE ROTILI

CANTIERE: PERUGIA

SONDAGGIO N.3

CAMPIONE N.3

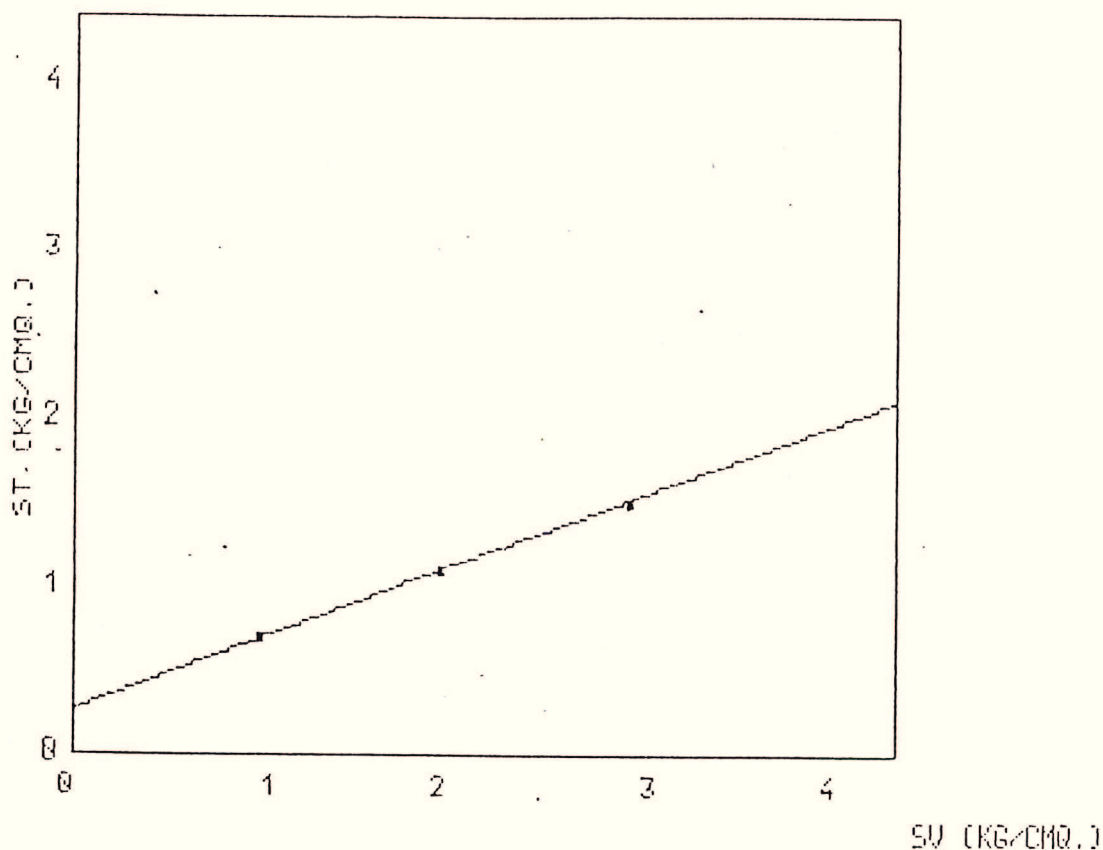
QUOTA MT. 14.50

PROVA DI TAGLIO

ASTM D 3080

DIMENSIONI PROVINO : SEZIONE (CM.) 20

ALTEZZA (CM.) : 2.5



PROVE	1	2	3	4
SV (KG/CMQ.)	1.00	2.00	3.00	
SCEDIMENTO (MM.)	1.12	1.85	1.98	
ST (KG/CMQ.)	.68	1.08	1.48	
DEFORMAZIONE (MM.)	2.50	3.00	3.00	
UMIDITA' FINALE (Wt %)	24.8	24.3	26.5	

TIPO DI PROVA : C.D. FICCO

COESIONE INTERCETTA

(KG/CMQ.) : .28

VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (MM./MIN.) : 0.01

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

(GRADI) : 21.8

TEMPO DI CONSOLIDAZIONE (ORE) : 24

INDAGINI S.G.A. Studio Geologi Associati (OTTOBRE-NOVEMBRE 2016)

- Logs stratigrafici sondaggi verticali a carotaggio continuo (S1,S2,S3);
- Certificati analisi di caratterizzazione fisica e geotecniche di laboratorio;
- indagine geofisica con metodo M.A.S.W.

SONDAGGIO S1

LOG STRATIGRAFICO

Committente	MINISTERO DELL'INTERNO Dipartimento dei Vigili del Fuoco		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Comando Provinciale VV.F. di Perugia			
Ditta esec.	Geotecnica Lavori Srl		S1	1/1
Data Inizio	21/10/2016	Data Fine		
			Il geologo SGA	

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Falda	Numero colpi S.P.T.
			20 40 60 80							
	0.10	0.10				Asfalto del piazzale				
	0.50	0.40				Massicciata con trovanti calcarei (max. 6-7 cm)				
1		1.00				Limo di colore grigio-verde, con clasti prevalentemente calcarei (max. 1-2 cm) e fustoli carboniosi (Riporto)				
2	1.50						1.5			
		1.70		1		Limo argilloso e sabbioso di colore avana, con inclusi millimetrici e fustoli carboniosi.	2.0			
3							2.5			
	3.20						2.5	2.80 C1		
4		1.20				Limo sabbioso fino, di colore avana.	2.5	3.20	3.50	3.20
							2.5			13-11-14
5	4.40						2.0			3.65
		1.20				Altemanze di sabbia limosa e limi di colore avana, con orizzonti a trovanti calcarei spigolosi (max. 5 cm)				
6	5.60									
		1.40				Limo sabbioso ghiaioso, di colore avana, con trovanti calcarei (max. 3 cm)				6.00
7										13-18-30
	7.00									6.45
		0.40				Limo argilloso, di colore avana.	3.5			
8	7.40			2						
		0.80				Limo sabbioso ghiaioso, di colore avana, con trovanti calcarei millimetrici e centimetrici (max. 6 cm)				
9	8.20						1.5			
							2.0			
10		3.20				Limo sabbioso avana, a fiammate azzurre. Presenti inclusi millimetrici carboniosi e calcinoli.	1.5			
							1.5			
11								10.50 C2		
	11.40							11.10		
12		0.90				Limo sabbioso avana, con ghiaie (max. 4 cm)				
	12.30			3						
13		1.40				Limo argilloso sabbioso, di colore avana, con rari trovanti calcarei e calcinoli.	3.0			
							3.0			
14	13.70						2.0			
		1.30				Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio, con rari calcinoli millimetrici.	2.5			
							2.5	14.00 C3		
15	15.00						3.0	14.60		

Sondaggio eseguito con sonda BERETTA T41
 Carotaggio a secco, con carotiere semplice diam: 101 mm. Uso di acqua per manovre di rimozione delle carote

SONDAGGIO S1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Posizionamento sondaggio S1



Sondaggio S1: cassetta C1 da 0,00 a 5,00 m da p.c.

SONDAGGIO S1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sondaggio S1: cassetta C2 da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Sondaggio S1: cassetta C3 da 10,00 a 15,00 m da p.c.

SONDAGGIO S2

LOG STRATIGRAFICO

Committente	MINISTERO DELL'INTERNO Dipartimento dei Vigili del Fuoco		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Comando Provinciale VV.F. di Perugia			
Ditta esec.	Geotecnica Lavori Srl		S2	1/1
Data Inizio	21/10/2016	Data Fine		
			Il geologo SGA	

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Falda	Numero colpi S.P.T.
			20 40 60 80							
	0.05	0.05				Asfalto del piazzale				
	0.45	0.40				Cemento				
1		1.15			X X X X X	Limo sabbioso di colore avana, con trovanti e frammenti di laterizi (Riporto)				
2	1.60				X X X X X					
3		2.60		1	X X X X X	Limo sabbioso di colore ocra verdastro, con inclusi millimetrici e fustoli carboniosi.	1.5 1.0 1.5 1.5 2.0		3.30	
4	4.20						2.2 2.5 2.0 2.0			
5		0.80				Limo sabbioso ghiaioso, di colore avana. Trovanti millimetrici e centimetrici (max. 5 cm).				4.50 14-12-12
6	5.00	1.00				Alternanze di sabbia limosa e limi di colore avana, con orizzonti a trovanti calcarei spigolosi (max. 5 cm)	3.5 3.0 3.0 3.5			4.95
7		1.90				Ghiaie e sabbie grossolane in scarsa matrice limosa di colore ocra. Trovanti calcarei (max. 6 cm)				
8	7.90			2						
9		1.60				Limo sabbioso, di colore avana con trovanti calcarei e calcinoli millimetrici (max. 3 cm).	2.5 3.0			8.80 6-11-18
10	9.50							9.50 C1 10.10		9.25
11							1.0 1.0			
12							1.0			
13		5.50		3		Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore avana, con rari inclusi e calcinoli millimetrici.	1.5 1.5 1.5 1.5 2.5 2.5			
14										
15	15.00						2.5 1.5			

Sondaggio eseguito con sonda BERETTA T41
 Carotaggio a secco, con carotiere semplice diam: 101 mm. Uso di acqua per manovre di rimozione delle carote

SONDAGGIO S2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Posizionamento sondaggio S2



Sondaggio S2: cassetta C1 da 0,00 a 5,00 m da p.c.

SONDAGGIO S2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sondaggio S2: cassetta C2 da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Sondaggio S2: cassetta C3 da 10,00 a 15,00 m da p.c.

SONDAGGIO S3

LOG STRATIGRAFICO

Committente	MINISTERO DELL'INTERNO Dipartimento dei Vigili del Fuoco			SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Comando Provinciale VV.F. di Perugia				
Ditta esec.	Geotecnica Lavori Srl			S3	1/1
Data Inizio	24/10/2016	Data Fine	24/10/2016		
				Il geologo SGA	

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Falda	Numero colpi S.P.T.
	0.05 0.12	0.05 0.07	20 40 60 80			Asfalto del piazzale Cemento				
1		1.98				Limo ghiaioso sabbioso di colore avana, con trovanti e frammenti di laterizi (Riporto)				
2	2.10			1			2.0 2.5		3.00	
3		2.85				Limo sabbioso argilloso di colore ocre verdastro, con inclusi millimetrici e fustoli carboniosi.	2.0 1.5 3.0			4.00 6-7-13 4.45
4										
5	4.95									
6		2.80				Sabbia grossolana di colore avana e ghiaia con trovanti centimetrici, calcarei. (max. 5 cm).				
7				2						
8	7.75						2.5	8.00		
9							1.0 1.5 2.0	C1 8.60		
10		3.70				Limo sabbioso di colore avana chiaro con clasti carbonatici (max. 2 cm)				9.50 9-17-16 9.95
11							1.5 1.5			
12	11.45 11.70	0.25 0.70				Sabbia limosa e ghiaia centimetrica, di colore avana.				11.00 12-10-12 11.45
13	12.40	1.00		3		Limo sabbioso, di colore avana con trovanti calcarei e calcinoli millimetrici (max. 3 cm). Ghiaia sciolta calcarea (max. 5 cm)	1.5 1.5 1.5			
14	13.40					Limo sabbioso e sabbia limosa di colore avana, con rari trovanti calcarei millimetrici e centimetrici (max. 2 cm)	1.5 2.5 3.0			
15	15.00	1.60				Limo sabbioso e argilloso sabbioso, di colore grigio.	3.5 2.0 1.5 1.5			

Sondaggio eseguito con sonda BERETTA T41
Carotaggio a secco, con carotiere semplice diam: 101 mm. Uso di acqua per manovre di rimozione delle carote

SONDAGGIO S3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Posizionamento sondaggio S3



Sondaggio S3: cassetta C1 da 0,00 a 5,00 m da p.c.

SONDAGGIO S3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Sondaggio S3: cassetta C2 da 5,00 a 10,00 m da p.c.



Sondaggio S3: cassetta C3 da 10,00 a 15,00 m da p.c.



TERRA S.n.c.

via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)

tel: 075 8089539 fax: 075 7823018

info@laboratoriogeotecnico.it

ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente:	Comando provinciale V.V.F. Perugia
Riferimento:	
Località:	Via G. Pennetti Pennella
Verbale di Accettazione n°:	16/135
Data accettazione:	24/10/2016
Certificazione del:	07/11/2016

Il direttore del laboratorio
Paolo Bartocchini

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

MODULO RIASSUNTIVO**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	25,2	%
Peso di volume	19,6	kN/m ³
Peso di volume secco	15,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,7	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,705	
Porosità	41,3	%
Grado di saturazione	97,2	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	48,7	%
Limite di plasticità	21,1	%
Indice di plasticità	27,6	%
Indice di consistenza	0,85	
Passante al set. n° 42	NO	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	30,9	%
Sabbia	31,2	%
Limo	21,1	%
Argilla	16,8	%

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	26,4	kPa
Angolo di attrito interno:	35,3	°

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

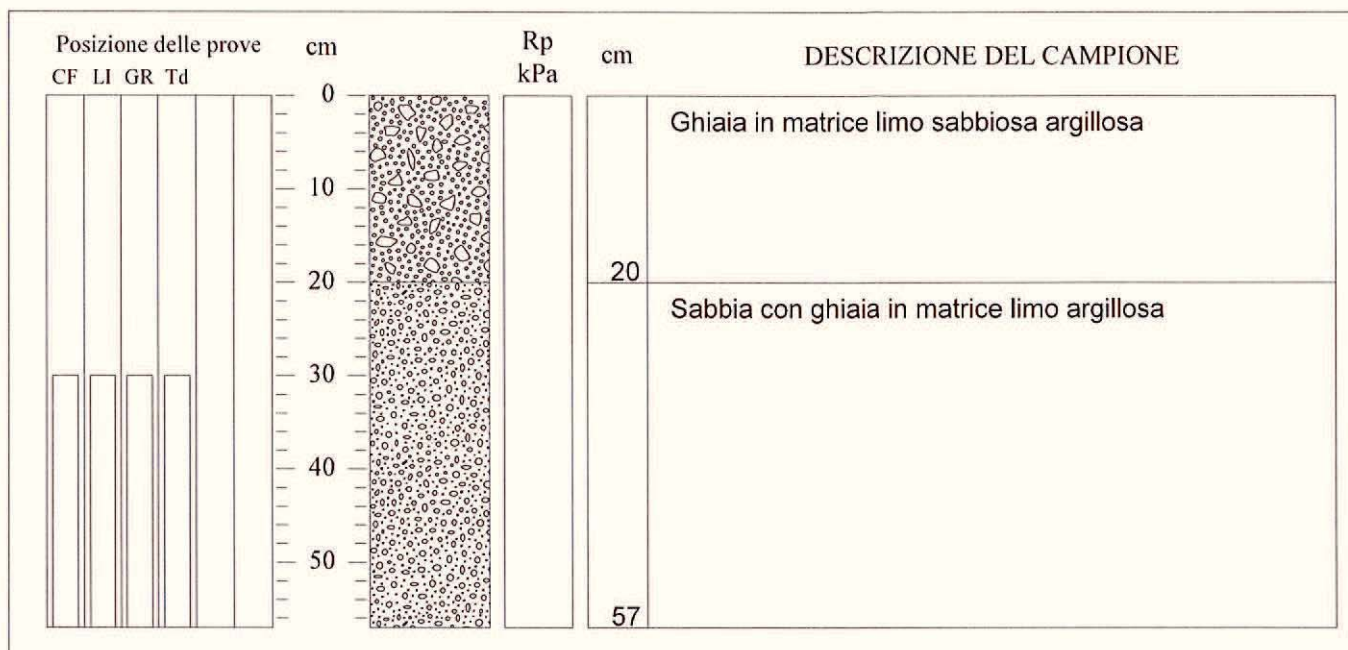
COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

**S1C2**TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 04/11/16

Apertura campione: 27/10/16

Fine analisi: 05/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

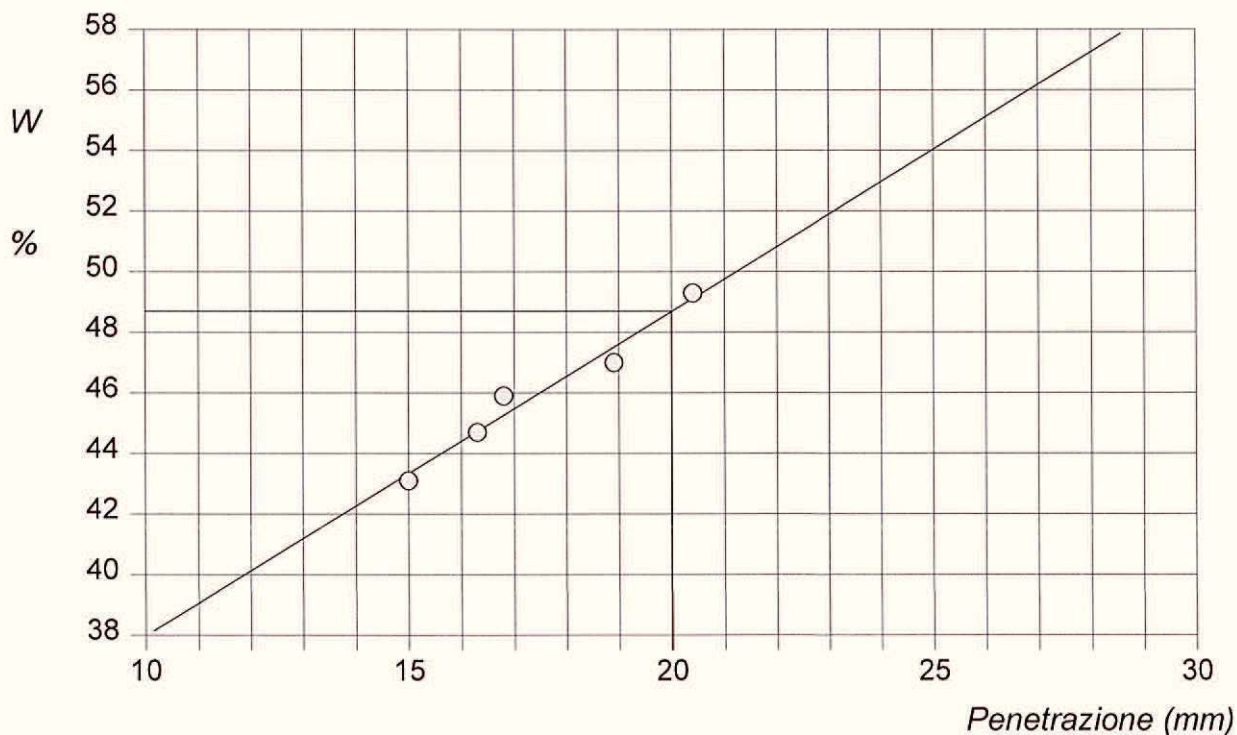
Modalità di prova: Norma ASTM D 1188

Limite di liquidità 48,7 %

Limite di plasticità 21,1 %

Indice di plasticità 27,6 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Penetrazione (mm)	15,0	16,3	16,8	18,9	20,4	Umidità (%)	21,1	21,0
Umidità (%)	43,1	44,7	45,9	47,0	49,3	Umidità media	21,1	

Determinazione del Limite di liquidità

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00913	Allegato 1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 04/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16		Apertura campione: 27/10/16	Fine analisi: 05/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia			
RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	10.50 - 11.0

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 1188

Limite di liquidità	48,7	%
Limite di plasticità	21,1	%
Indice di plasticità	27,6	%
Indice di consistenza	0,85	
Passante al set. n° 42	NO	

C - Argille inorganiche

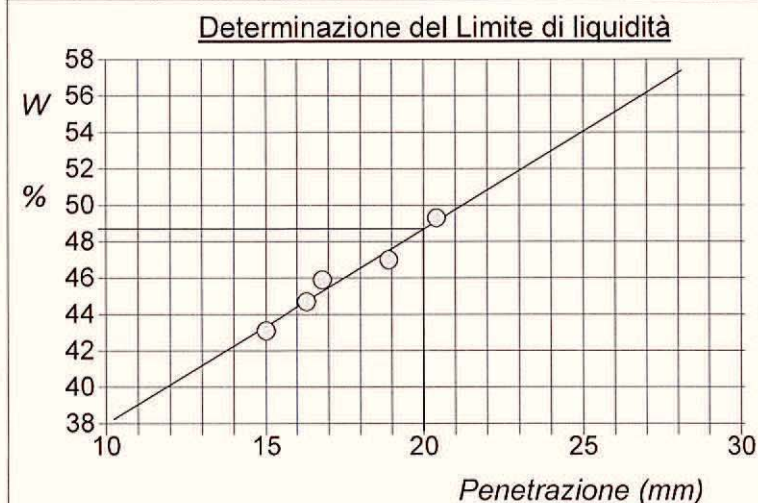
M - Limi inorganici

O - Argille e limi organici

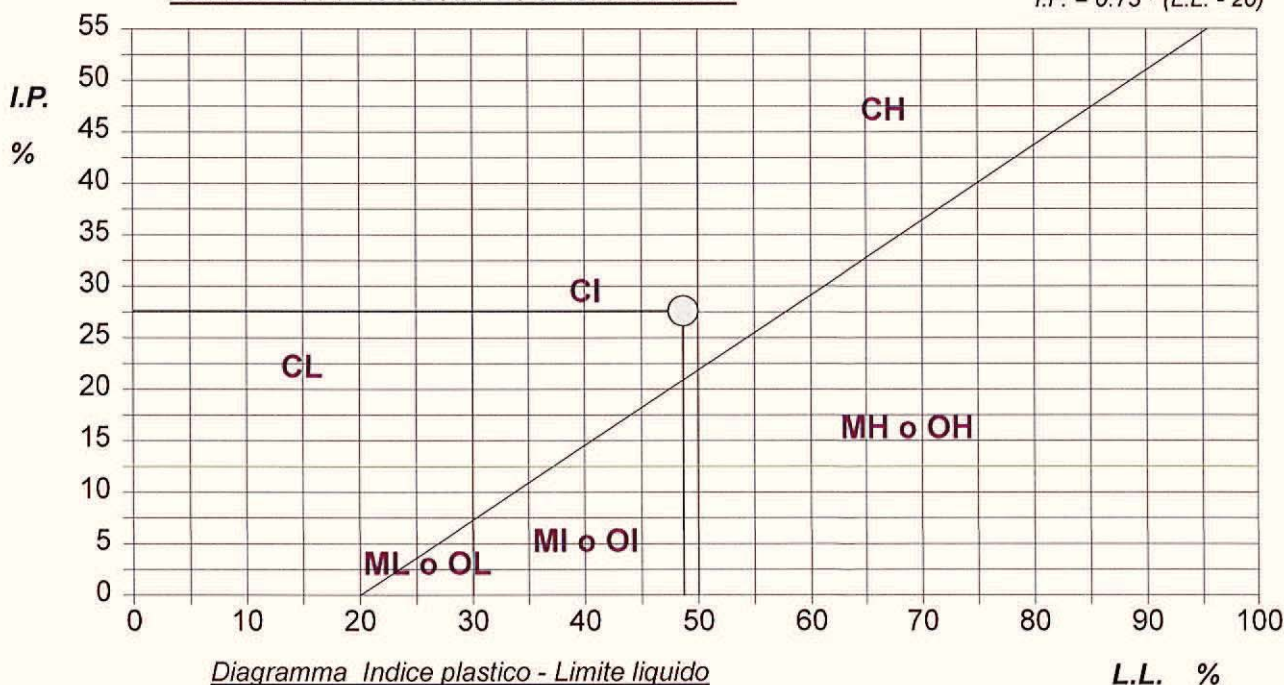
L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

H - Alta compressibilità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

 $I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$ 

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00914 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Apertura campione: 27/10/16

Inizio analisi: 27/10/16

Fine analisi: 31/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

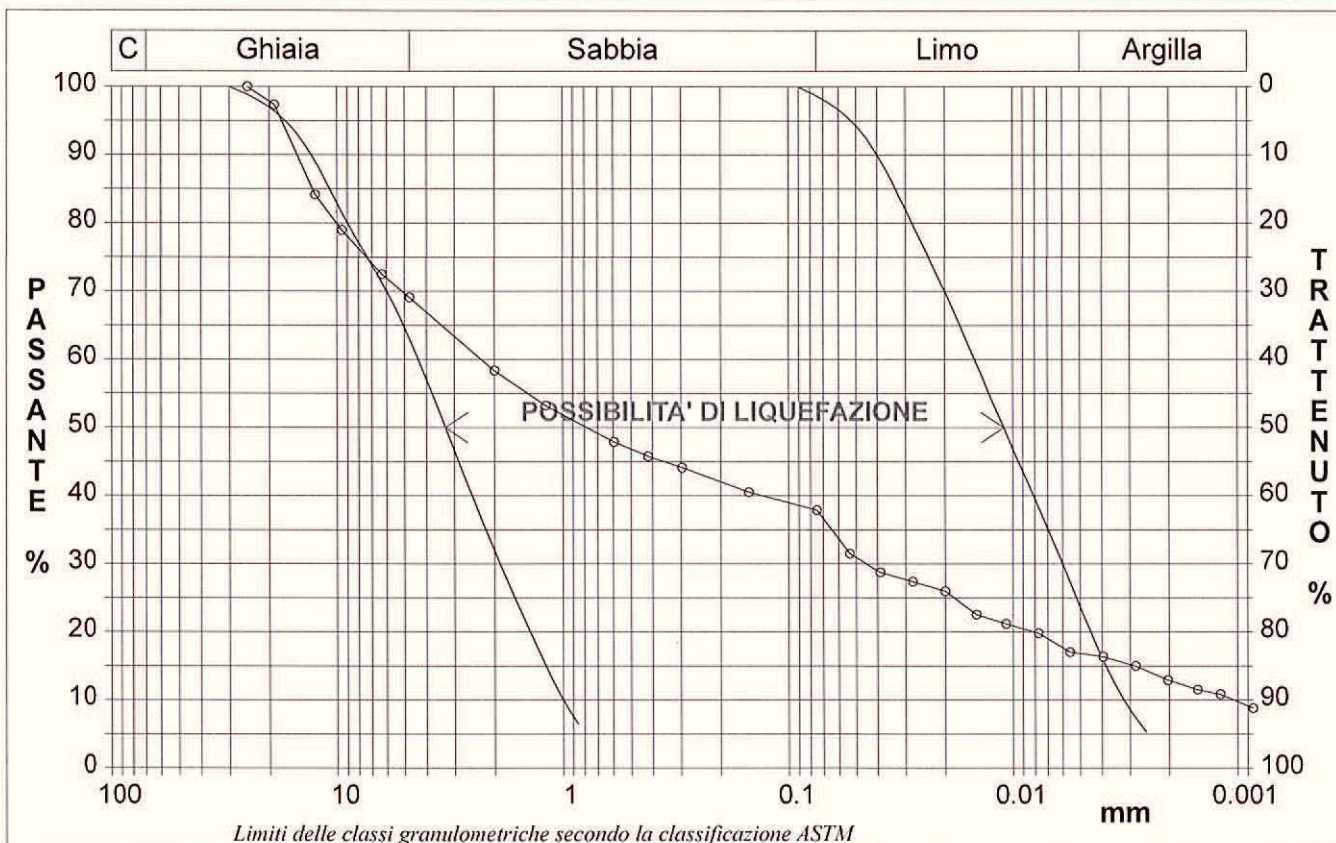
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	30,9 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	58,4 %	D10	0,00104 mm
Sabbia	31,2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	45,6 %	D30	0,04502 mm
Limo	21,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	37,9 %	D50	0,78242 mm
Argilla	16,8 %			D60	2,28032 mm
				D90	15,03881 mm
Coefficiente di uniformità		2201,08	Coefficiente di curvatura		0,86



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
25,0000	100,00	4,7500	69,09	0,2970	44,12	0,0279	27,38	0,0056	17,06
19,0000	97,36	2,0000	58,38	0,1500	40,53	0,0200	26,01	0,0040	16,37
12,5000	84,18	1,1900	53,24	0,0750	37,89	0,0146	22,57	0,0028	15,00
9,5200	78,97	0,5950	47,88	0,0536	31,51	0,0108	21,19	0,0020	12,93
6,3000	72,51	0,4200	45,80	0,0390	28,76	0,0077	19,81	0,0015	11,56

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00915 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Apertura campione: 27/10/16

Inizio analisi: 27/10/16

Fine analisi: 04/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	84	177	223
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,88 0,01	5,27 0,21	7,62 0,05
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26,1 22,8	24,0 22,0	25,6 21,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8 19,2	19,2 18,9	19,7 19,1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	101,2 88,4	90,5 83,2	100,0 85,1
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Tempo di consolidazione (ore): 24		Velocità di deformazione: 0,002 mm / min

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

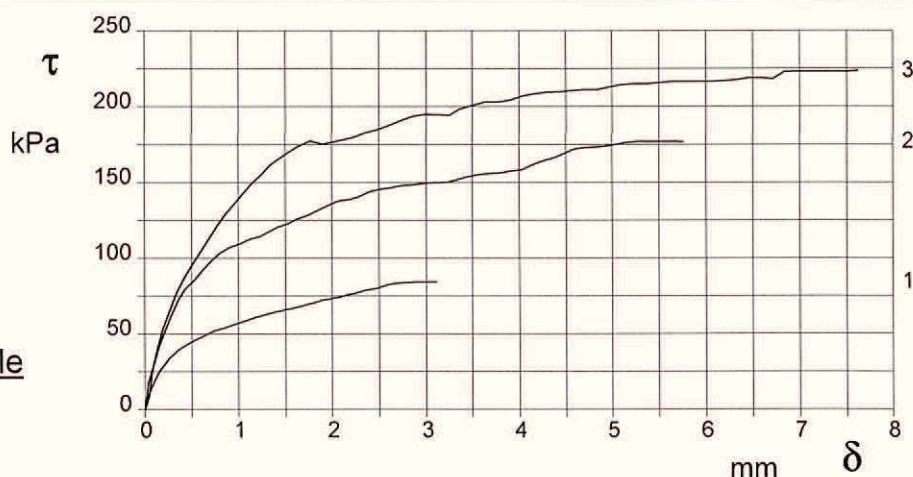
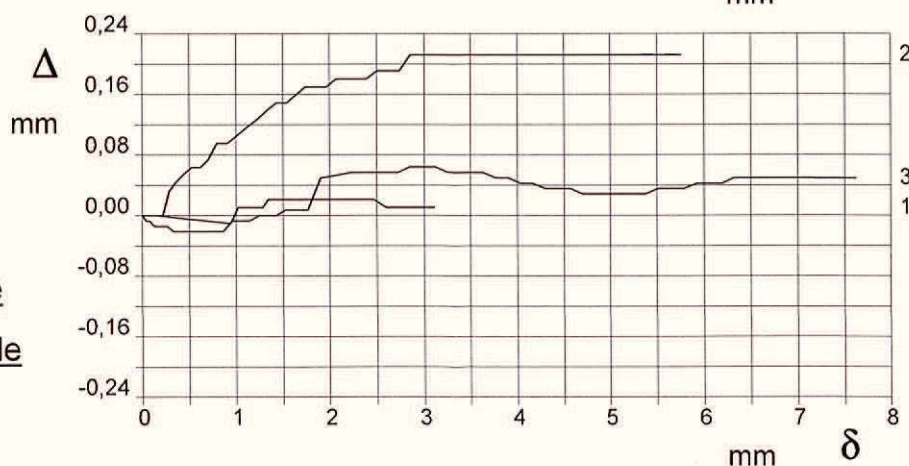


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00915	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 27/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16		Apertura campione: 27/10/16	Fine analisi: 04/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	22,2	%
Peso di volume	20,3	kN/m ³
Peso di volume secco	16,6	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,4	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,629	
Porosità	38,6	%
Grado di saturazione	97,3	%

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	55,7	%
Limite di plasticità	21,6	%
Indice di plasticità	34,1	%
Indice di consistenza	0,98	
Passante al set. n° 42	NO	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1,1	%
Limo	42,5	%
Argilla	56,4	%

COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	252	kPa
Coesione non drenata	126	kPa

TAGLIO DIRETTO

Coesione:	9,3	kPa
Angolo di attrito interno:	19,3	°

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

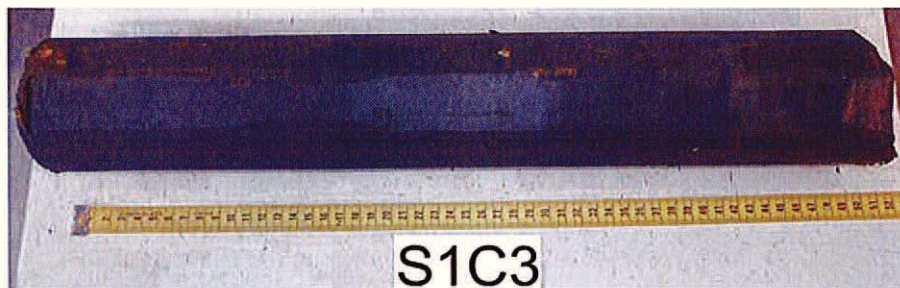
RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

Posizione delle prove					cm	Rp kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	GR	CS	TD					
					0			Argilla con limo
					10	2.4		
					20	2.5		
					30	2.8		
					40	2.9		
							48	

TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00916 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 05/11/16

Apertura campione: 28/10/16

Fine analisi: 07/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

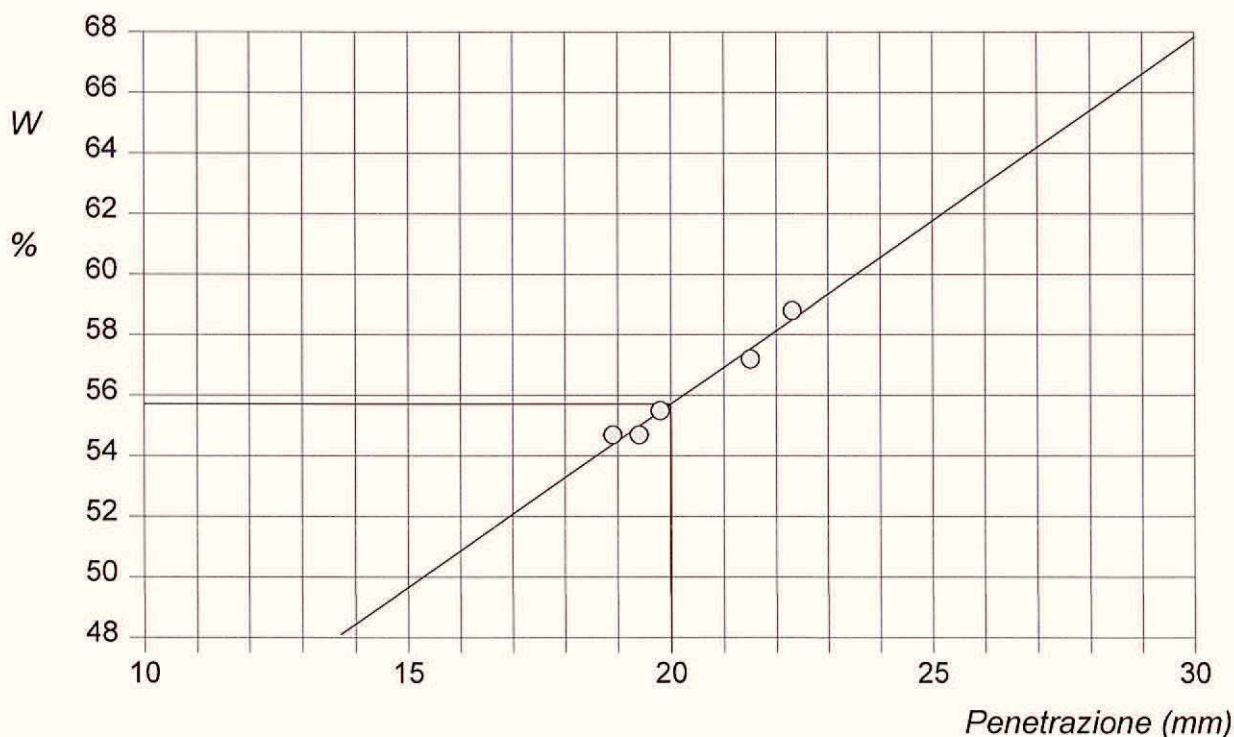
Modalità di prova: Norma ASTM D 1188

Limite di liquidità 55,7 %

Limite di plasticità 21,6 %

Indice di plasticità 34,1 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Penetrazione (mm)	18,9	19,4	19,8	21,5	22,3	Umidità (%)	21,6	21,5
Umidità (%)	54,7	54,7	55,5	57,2	58,8	Umidità media	21,6	

Determinazione del Limite di liquidità

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00916 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 05/11/16

Apertura campione: 28/10/16

Fine analisi: 07/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D 1188

Limite di liquidità	55,7	%
Limite di plasticità	21,6	%
Indice di plasticità	34,1	%
Indice di consistenza	0,98	
Passante al set. n° 42	NO	

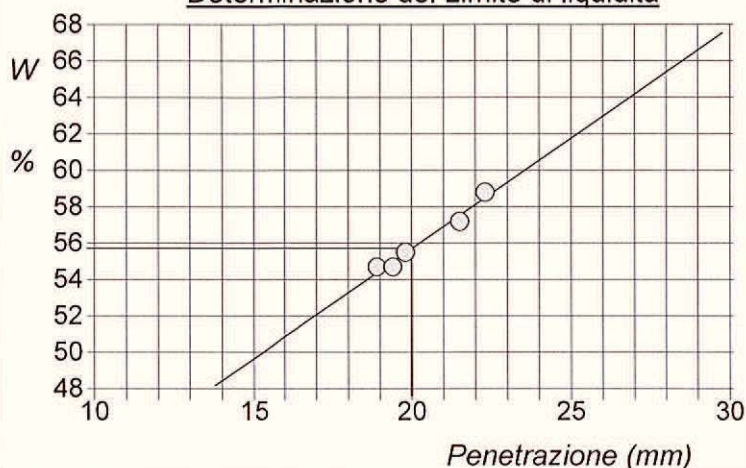
C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

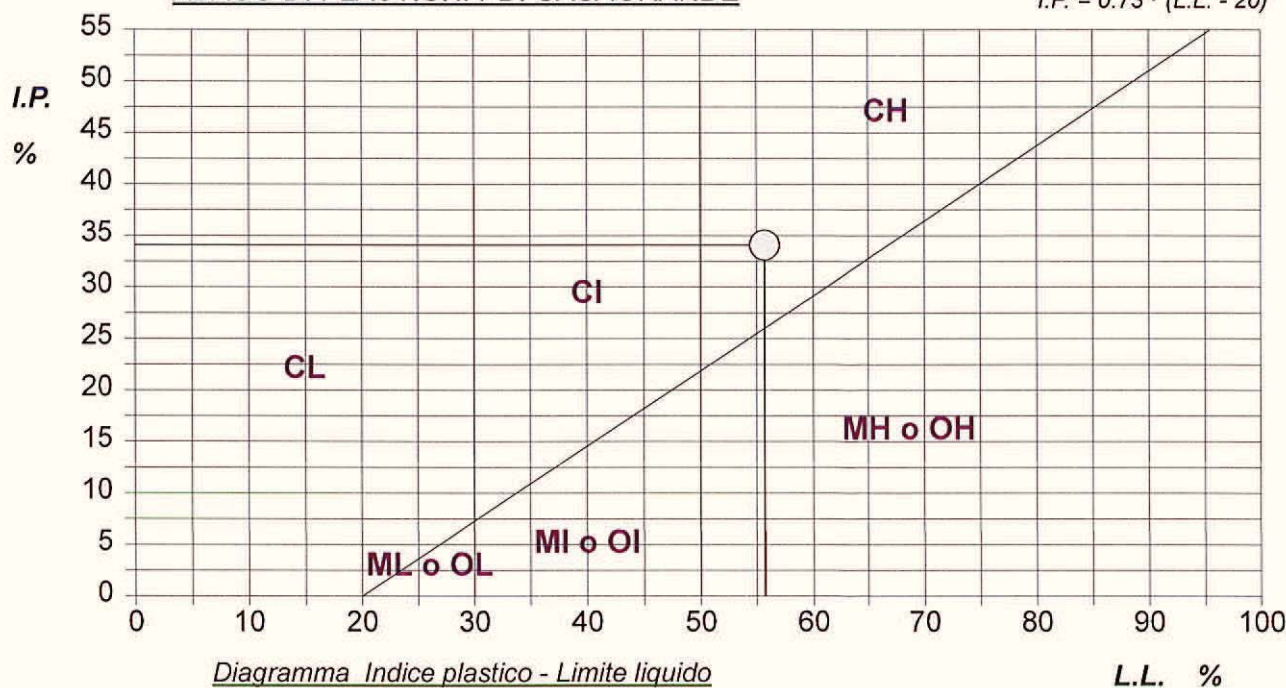
O - Argille e limi organici

L - Bassa plasticità

I - Media plasticità

H - Alta plasticità**Determinazione del Limite di liquidità****ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogetecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00917 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 28/10/16

Apertura campione: 28/10/16

Fine analisi: 31/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

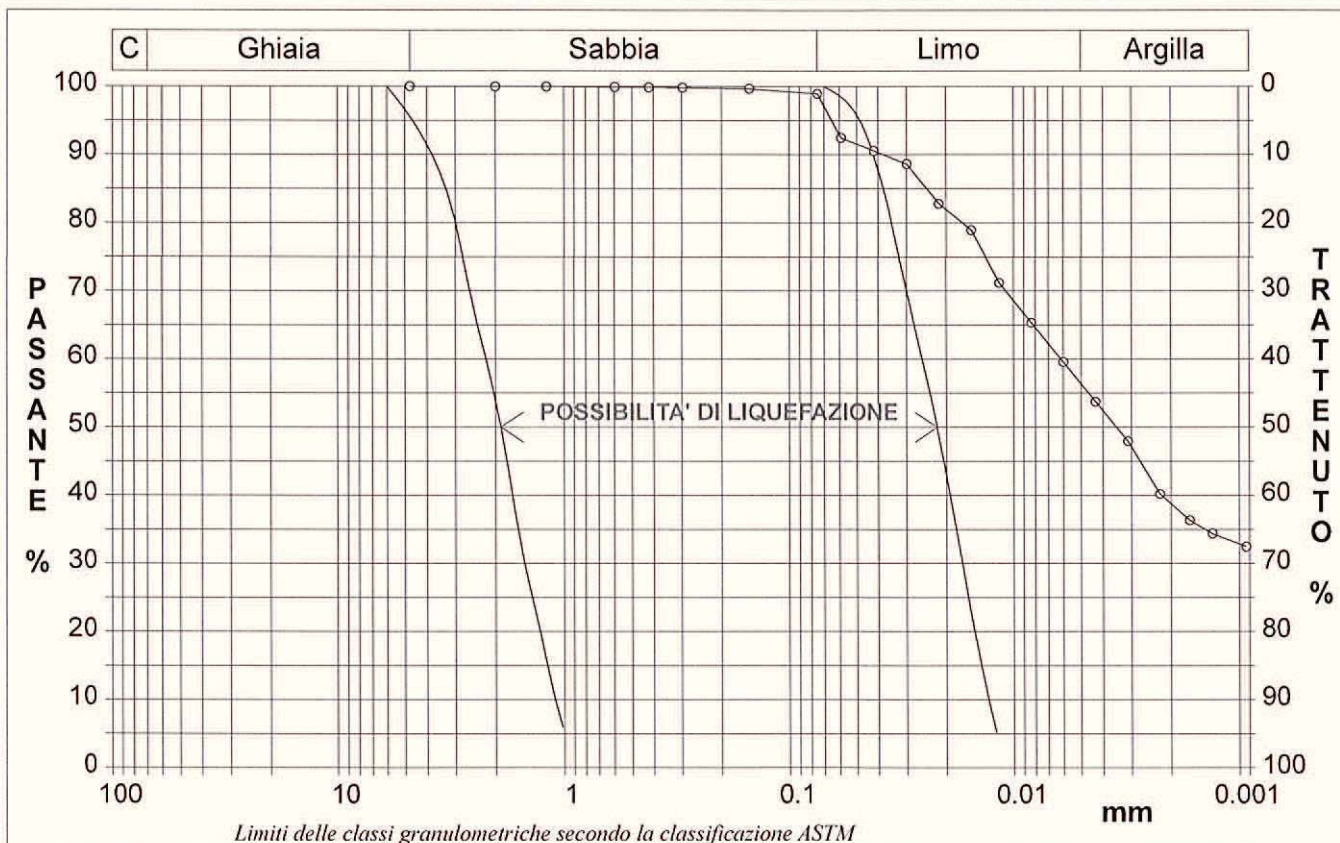
CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm	
Sabbia	1,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	---	mm	
Limo	42,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,9 %	D50	0,00349	mm	
Argilla	56,4 %			D60	0,00615	mm	
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0,03809	mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,2970	99,83	0,0299	88,61	0,0060	59,56	0,0013	34,39
2,0000	99,97	0,1500	99,68	0,0215	82,80	0,0043	53,76	0,0009	32,45
1,1900	99,95	0,0750	98,92	0,0154	78,93	0,0031	47,95		
0,5950	99,91	0,0589	92,48	0,0116	71,18	0,0022	40,20		
0,4200	99,87	0,0419	90,55	0,0083	65,37	0,0017	36,33		



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00918 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 28/10/16

Apertura campione: 28/10/16

Fine analisi: 28/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

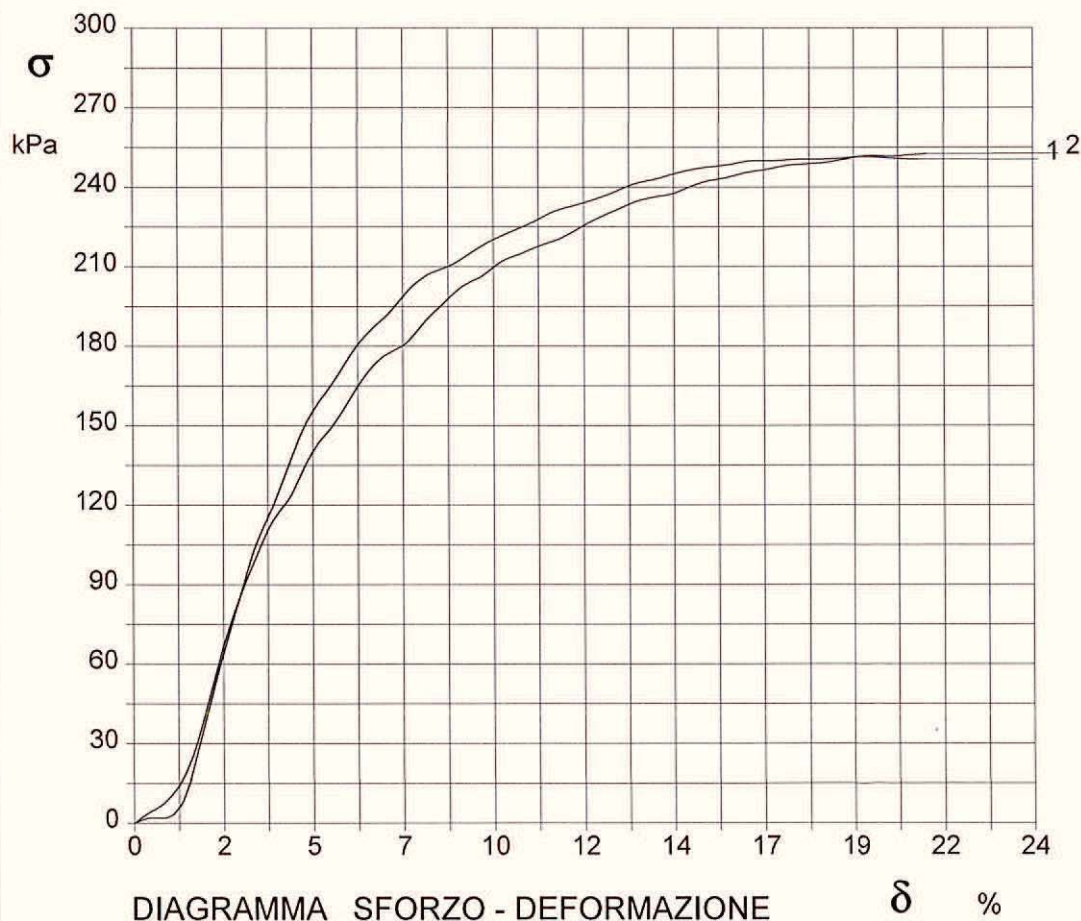
CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

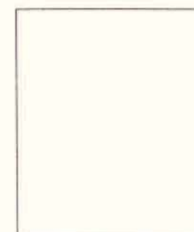
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,600	0,600	-----
Altezza (cm):	5,71	5,71	-----
Sezione (cm²):	11,03	11,03	-----
Peso di volume (kN/m³):	20,8	20,8	-----
Umidità naturale (%):	22,2	21,9	-----
Deformazione a rottura (%):	19,46	21,28	-----
Sforzo a rottura (kPa):	251,6	252,7	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00918	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 28/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16		Apertura campione: 28/10/16	Fine analisi: 28/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia			
RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	14.00 - 14.60

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,18	1,9	20,53	250,6	0,44	2,0	20,74	252,2				
1,70	30,6	21,06	250,4	1,31	8,8	21,28	252,7				
2,19	56,5			1,84	34,0						
2,68	79,5			2,35	61,6						
3,21	98,0			2,82	84,6						
3,71	113,8			3,29	105,7						
4,24	124,2			3,77	120,5						
4,76	139,6			4,26	138,8						
5,27	149,0			4,76	154,7						
5,78	159,9			5,27	164,9						
6,29	170,7			5,80	176,6						
6,80	177,2			6,31	185,6						
7,29	181,2			6,85	192,8						
7,78	189,3			7,43	202,3						
8,29	196,4			7,97	207,7						
8,78	202,6			8,53	211,0						
9,28	206,3			9,02	215,5						
9,78	211,6			9,53	219,7						
10,30	214,8			10,09	223,2						
10,83	217,8			10,67	227,0						
11,33	220,4			11,23	230,9						
11,86	224,5			11,75	233,1						
12,35	228,2			12,28	235,3						
12,88	231,4			12,81	238,0						
13,40	234,7			13,31	241,1						
13,93	236,3			13,82	242,7						
14,45	237,9			14,36	244,8						
14,98	241,0			14,89	246,7						
15,29	242,2			15,42	247,6						
15,82	243,6			15,98	248,7						
16,31	245,4			16,52	249,9						
16,87	246,7			17,05	249,8						
17,40	248,0			17,59	250,4						
17,90	248,7			18,10	250,5						
18,43	249,3			18,66	250,8						
18,95	250,6			19,18	251,3						
19,46	251,6			19,71	251,8						
19,99	251,1			20,22	251,6						

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00919 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 28/10/16

Apertura campione: 28/10/16

Fine analisi: 05/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

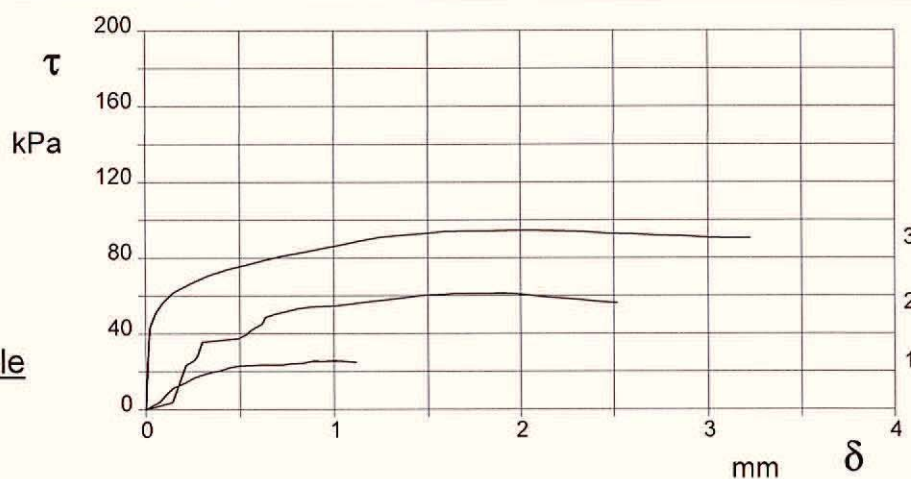
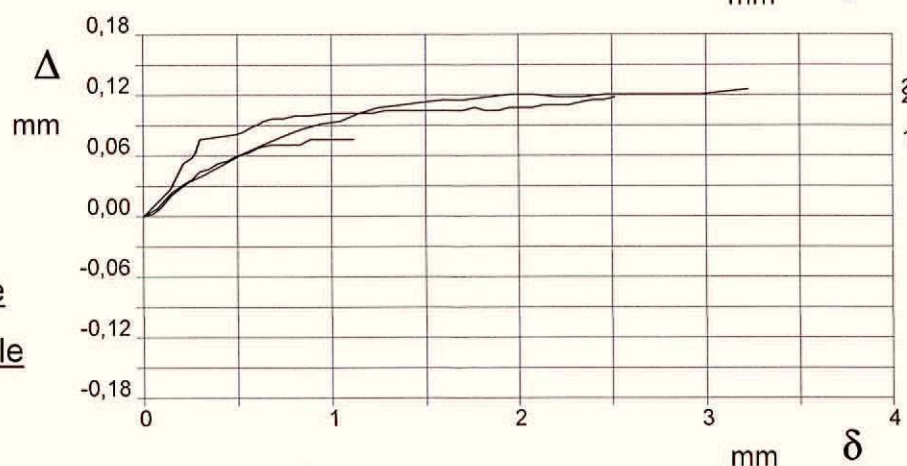
CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	147	245
Tensione a rottura (kPa):	26	61	94
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1,00 0,08	1,90 0,10	1,96 0,12
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,2 0,0	22,8 0,0	21,5 0,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4 0,0	20,3 0,0	20,1 0,0
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	98,6 0,0	99,2 0,0	94,1 0,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta Tempo di consolidazione (ore): 24 Velocità di deformazione: 0,002 mm / min			

DIAGRAMMATensioneDeformazione orizzontale**DIAGRAMMA**Deformazione verticaleDeformazione orizzontale

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00919	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 28/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 24/10/16		Apertura campione: 28/10/16	Fine analisi: 05/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C3 PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

**TERRA S.n.c.**

via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.it

Azienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificato

Laboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.10

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	25,6	%
Peso di volume	20,4	kN/m ³
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³

COMPRESSIONE

Resistenza a compressione	88	kPa
Coesione non drenata	44	kPa

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.10

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	EL				
		0			Limo con argilla contenente frammenti litici di dimensioni centimetriche
		10	1.1		
		20	1.4		
		30	1.6		
		40	1.3		
		50	1.2		
		60		60	

TIPO DI CAMPIONE

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)



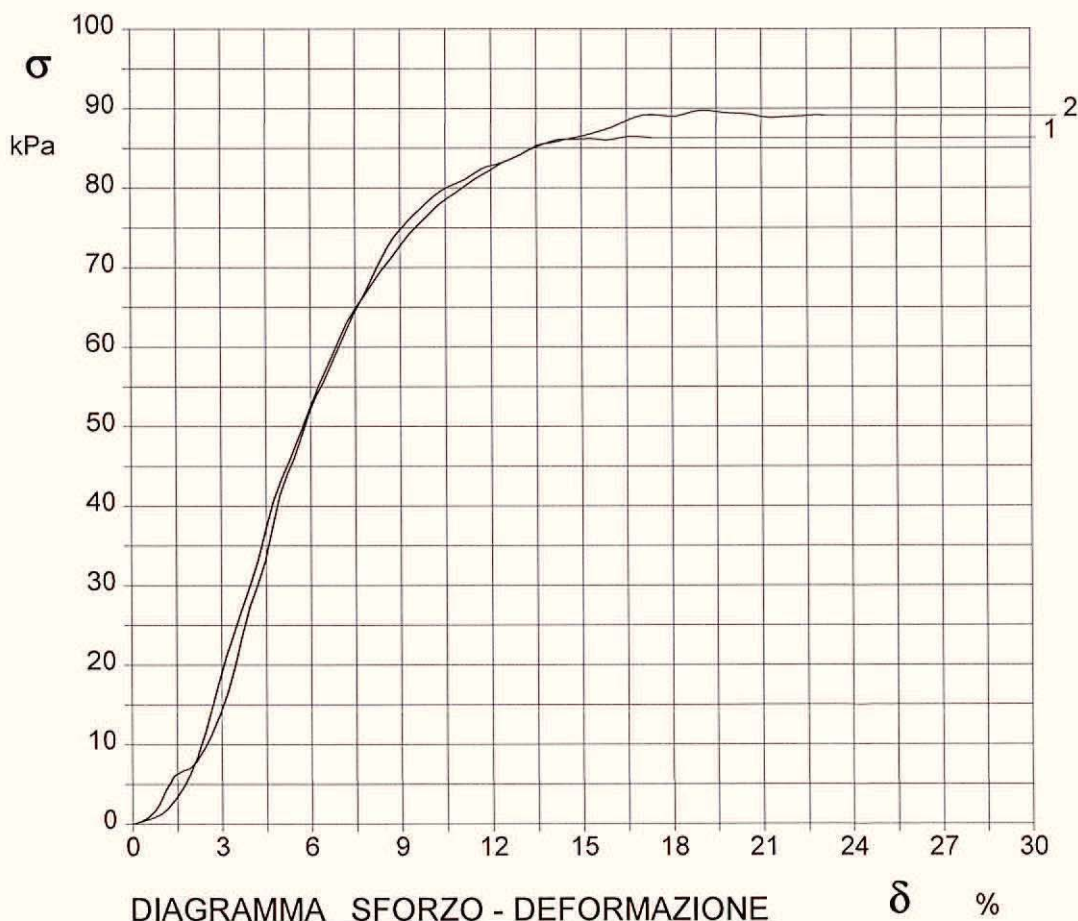
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00920	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 28/10/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/132 del 24/10/16		Apertura campione: 28/11/16	Fine analisi: 28/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia				
RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 9.50 - 10.10

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

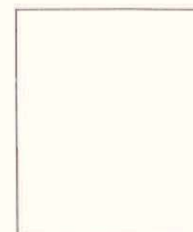
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,600	0,600	-----
Altezza (cm):	5,71	5,71	-----
Sezione (cm²):	11,03	11,03	-----
Peso di volume (kN/m³):	20,3	20,5	-----
Umidità naturale (%):	25,3	25,3	-----
Deformazione a rottura (%):	16,85	19,22	-----
Sforzo a rottura (kPa):	86,4	89,7	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00920 Pagina 2/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/132 del 24/10/16

DATA DI EMISSIONE: 07/11/16

Inizio analisi: 28/10/16

Apertura campione: 28/11/16

Fine analisi: 28/10/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 9.50 - 10.10

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,91	2,6			0,68	0,8	20,27	89,3				
1,42	6,1			1,19	2,0	20,78	89,1				
1,91	7,0			1,70	4,7	21,28	88,8				
2,42	9,5			2,21	8,7	21,79	88,9				
2,94	13,8			2,68	14,7	22,32	89,0				
3,43	19,7			3,19	21,5	22,84	89,1				
3,94	27,3			3,71	27,4	23,33	89,0				
4,47	33,1			4,22	33,2						
4,96	41,4			4,75	40,6						
5,47	46,2			5,26	45,5						
5,96	51,8			5,76	50,2						
6,45	55,7			6,25	55,0						
6,99	60,3			6,73	58,8						
7,52	64,6			7,27	63,4						
8,01	68,3			7,78	66,4						
8,53	72,3			8,29	69,3						
9,04	75,0			8,79	71,7						
9,56	77,1			9,28	74,1						
10,09	78,9			9,79	76,1						
10,62	80,2			10,32	78,1						
11,14	81,1			10,84	79,4						
11,67	82,4			11,37	80,9						
12,16	83,0			11,89	82,1						
12,68	83,7			12,42	83,3						
13,23	84,7			12,96	84,2						
13,73	85,5			13,49	85,3						
14,24	86,1			14,00	85,7						
14,79	86,1			14,52	86,1						
15,29	86,2			15,03	86,5						
15,82	86,0			15,54	87,0						
16,33	86,3			16,06	87,7						
16,85	86,4			16,55	88,5						
17,36	86,3			17,08	89,1						
				17,62	89,1						
				18,18	89,0						
				18,69	89,6						
				19,22	89,7						
				19,73	89,5						

**TERRA S.n.c.**via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 fax: 075 7823018
info@laboratoriogeotecnico.itAzienda con sistema di gestione qualità
UNI EN ISO 9001:2008 certificatoLaboratorio aut. con D.M. n° 2612 del 26/03/2010
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)

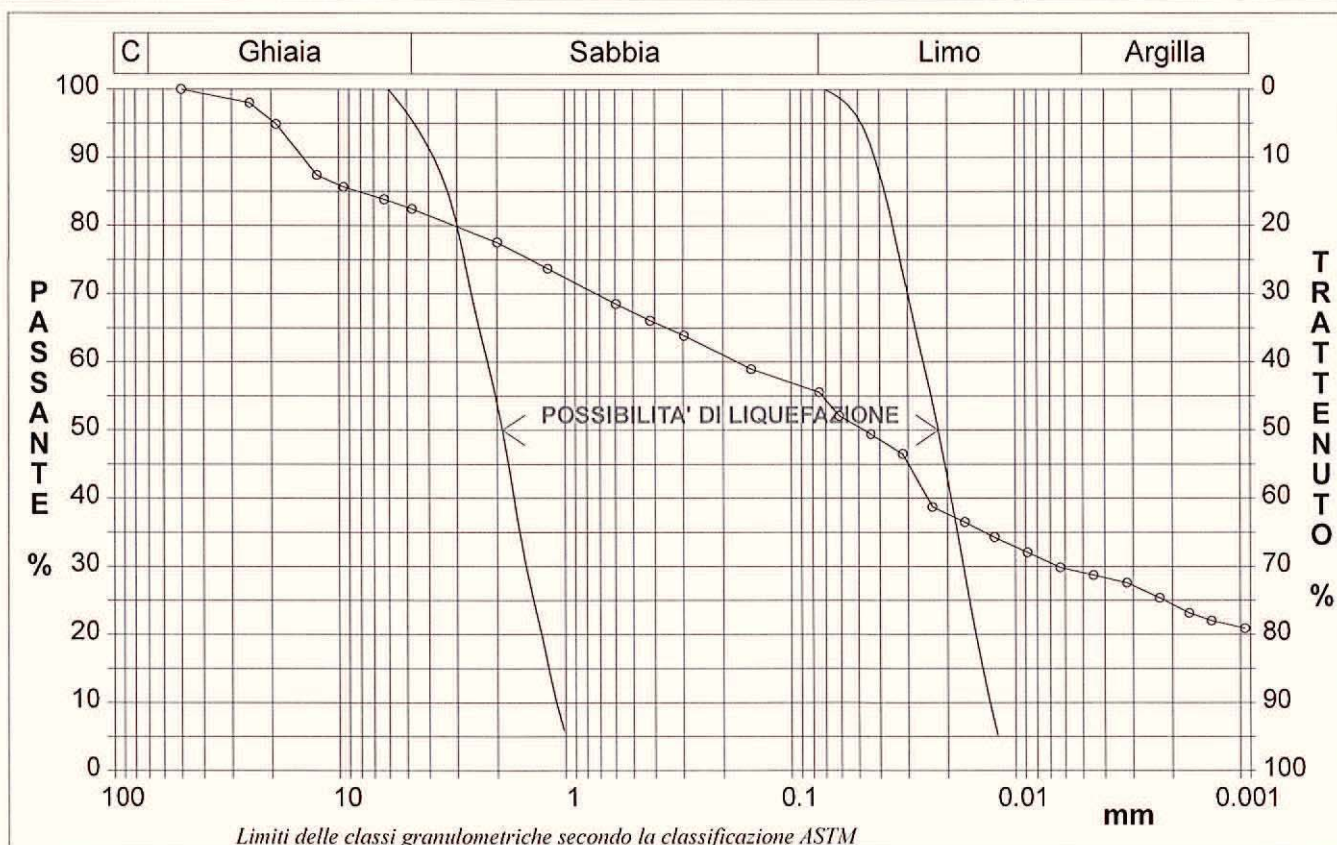
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00921	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 07/11/16	Inizio analisi: 03/11/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 16/135 del 31/10/16		Apertura campione: 31/10/16	Fine analisi: 07/11/16

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia				
RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella				
SONDAGGIO: S3		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 8.00 - 8.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	17,5 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	77,6 %	D10	---	mm
Sabbia	26,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	65,8 %	D30	0,00649	mm
Limo	26,5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	55,6 %	D50	0,04723	mm
Argilla	29,1 %			D60	0,17322	mm
				D90	14,44170	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione ASTM

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
50,0000	100,00	6,3000	83,88	0,4200	66,10	0,0440	49,42	0,0088	32,06
25,0000	97,99	4,7500	82,47	0,2970	63,88	0,0316	46,53	0,0063	29,83
19,0000	94,90	2,0000	77,56	0,1500	58,96	0,0234	38,73	0,0045	28,72
12,5000	87,42	1,1900	73,74	0,0750	55,59	0,0167	36,51	0,0032	27,60
9,5200	85,70	0,5950	68,55	0,0611	52,09	0,0124	34,28	0,0023	25,38

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 10.50 - 11.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	98		196		294	
Tensione a rottura (kPa):	84		177		223	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2,88	0,01	5,27	0,21	7,62	0,05
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26,1	22,8	24,0	22,0	25,6	21,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,8	19,2	19,2	18,9	19,7	19,1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100,0	88,4	90,5	83,2	100,0	85,1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 26,4 kPa
Angolo di attrito interno: 35,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,002 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

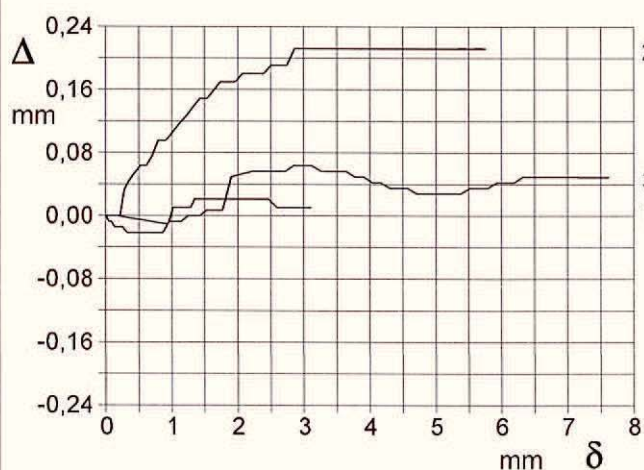
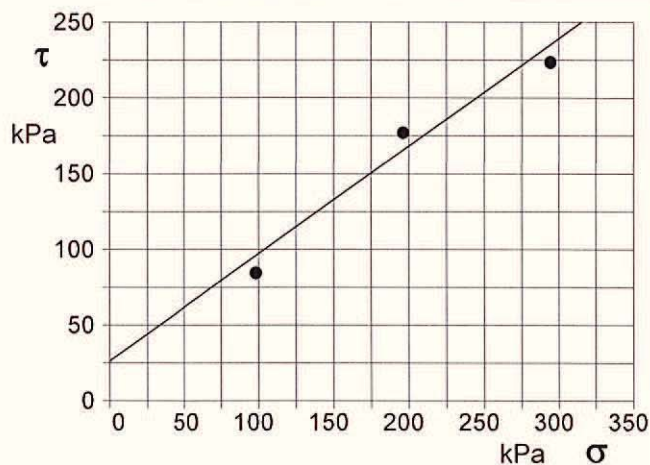


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

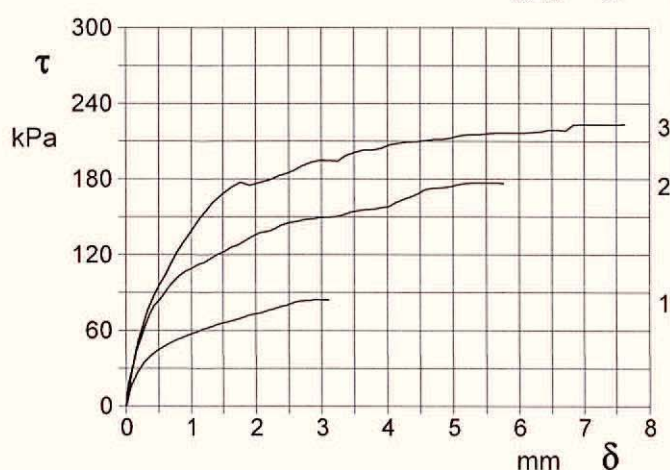


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

COMMITTENTE: Comando provinciale V.V.F. Perugia

RIFERIMENTO: Via G. Pennetti Pennella, Perugia (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 14.00 - 14.60

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	49		147		245	
Tensione a rottura (kPa):	26		61		94	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1,00	0,08	1,90	0,10	1,96	0,12
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,2	0,0	22,8	0,0	21,5	0,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,4	0,0	20,3	0,0	20,1	0,0
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	98,6	0,0	99,2	0,0	94,1	0,0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 9,3 kPa
Angolo di attrito interno: 19,3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,002 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

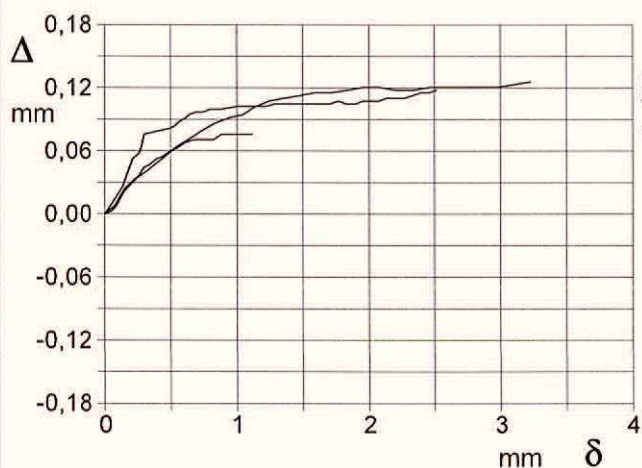
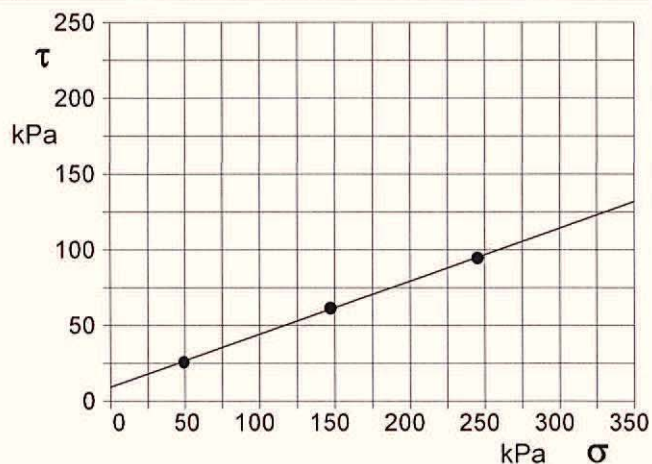


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

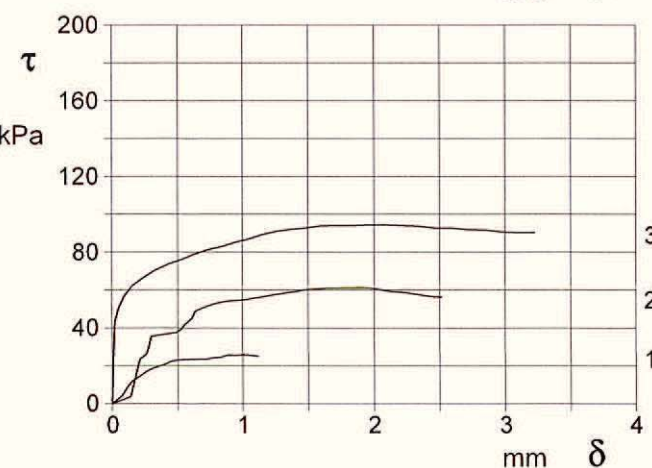
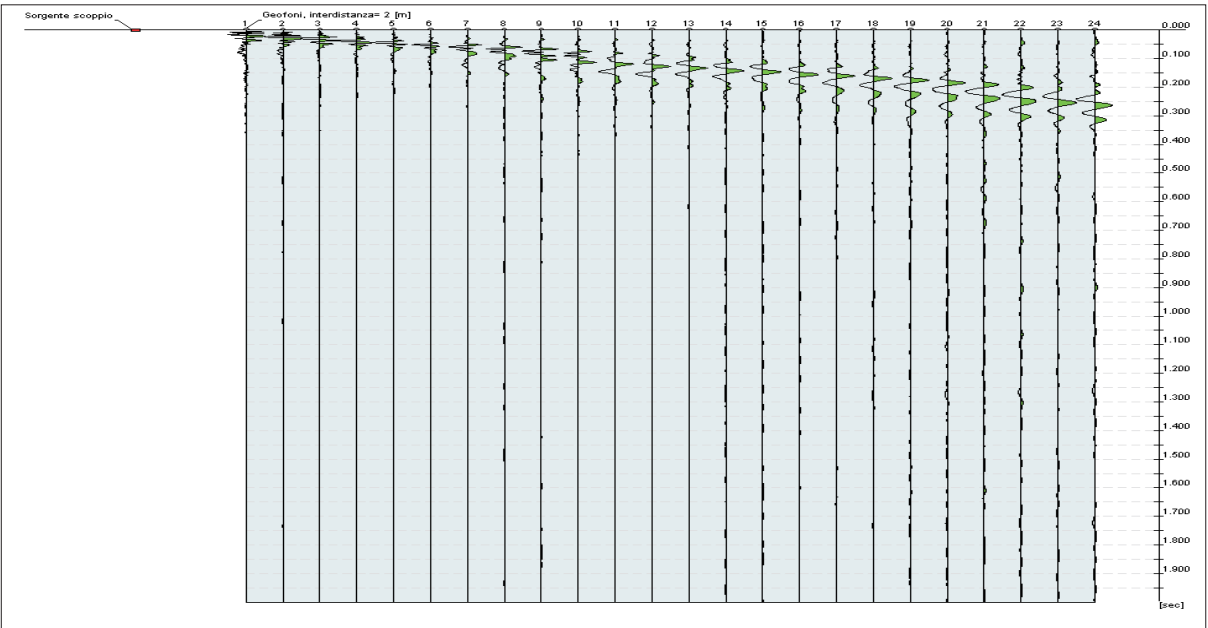
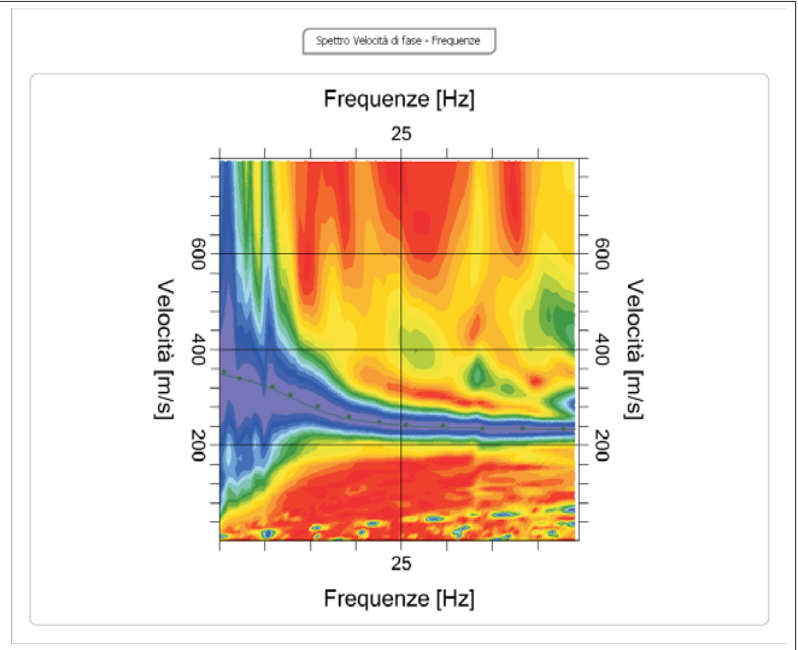


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

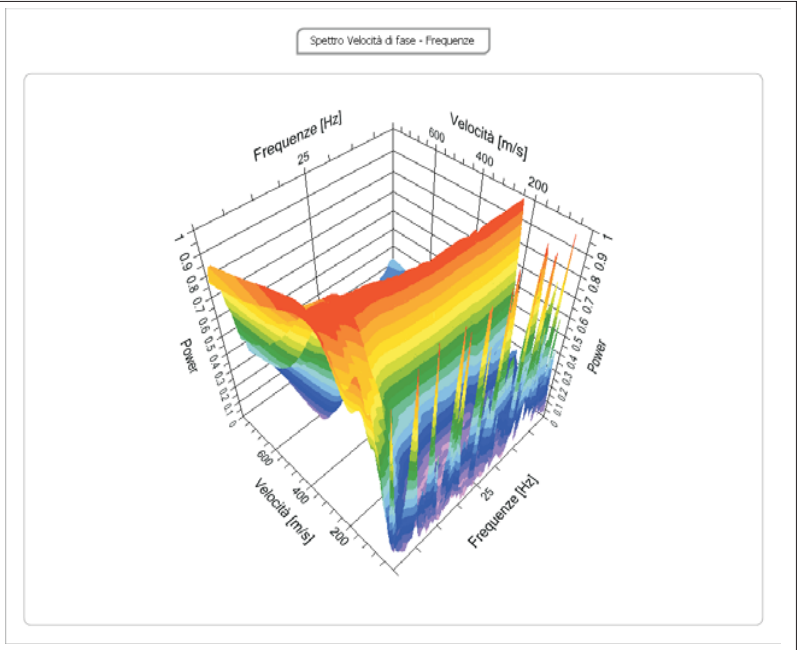
COMANDO PROVINCIALE VV.F. PERUGIA INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW MASW1



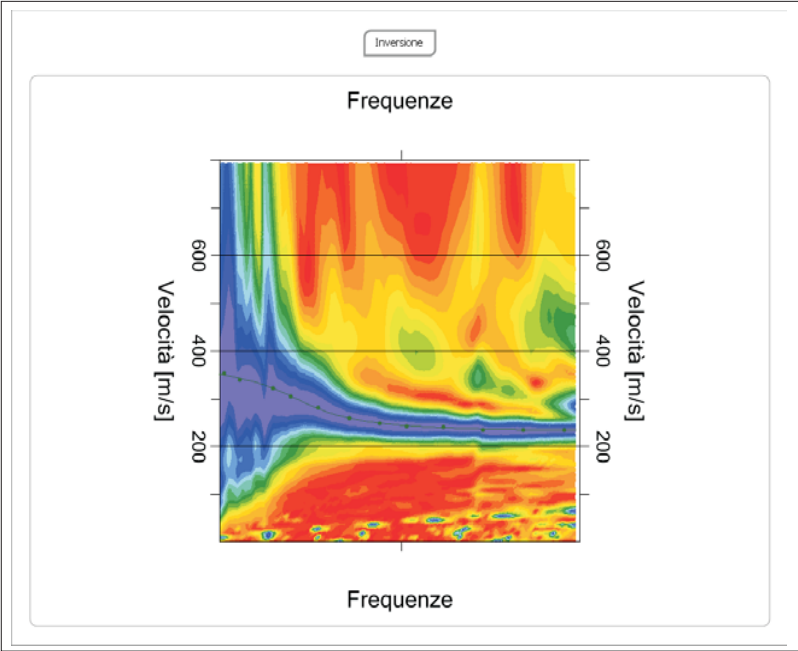
SISMOGRAMMA



SPETTRO VELOCITA' DI FASE/FREQUENZE



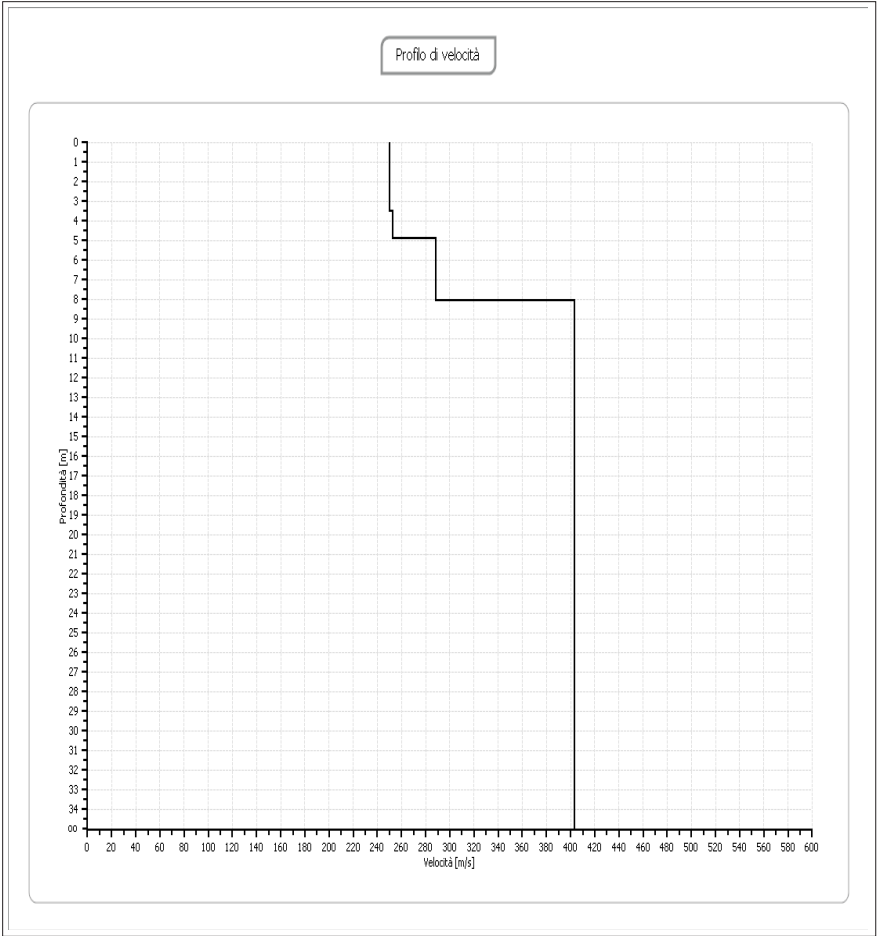
SPETTRO VELOCITA' DI FASE/FREQUENZE 3D



INVERSIONE



POSTAZIONE INDAGINE GEOFISICA MASW



PROFILO DI VELOCITA' (Vs)

3.CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

L'area in esame, risulta ubicata in corrispondenza di un ambito urbano di recente sviluppo, in cui è inserita la Sede del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Perugia, alla periferia SW dell'abitato storico di Perugia in loc. Madonna Alta, ad una quota media di 278,00 m s.l.m. .

L'ambito in studio ha subito in tempi recenti importanti trasformazioni: da area prettamente agricola (vedi foto allegate) ad area insediativa: ciò ha comportato un totale riassetto non solo degli ambiti di corte del costruito, ma anche subordinati alla realizzazione delle reti infrastrutturali e dei servizi. (viabilità, reti ecc...).

In particolare l'area di imposta del fabbricato oggetto di intervento, a seguito della realizzazione dello stesso, unitamente alle ampie aree di pertinenza (fine anni '80, primi anni '90 del secolo scorso) ha subito importanti riorganizzazioni morfologiche con ampie aree interessate da posizionamento terreni di riporto, di spessore variabile, per la realizzazione dei piazzali, modellamenti e livellamenti.

L'area è presente in sinistra idrografica del F.so di S.Pietrino, che scorre a c.ca 50 m dal confine occidentale dell'ambito di proprietà, affluente di sinistra del T.Genna (a circa 500 m in direzione W), ad una quota media di 250,0 m s.l.m. .

L'andamento dei corsi d'acqua è pressoché parallelo, con orientamento NS ed il corso del Fo.so di S.Pietrino ha subito numerosi rimodellamenti, in particolare nella porzione a S dell'ambito in esame l'alveo naturale del fosso ha subito locali tombamenti, in relazione alla messa in opera, negli anni '70 del secolo scorso, di importanti volumi di terreni di riporto, provenienti dagli scavi delle gallerie della superstrada.



Stato morfologico da Ortofotocarte 1954-56 (da www.umbriageo.regione.umbria.it)



Stato morfologico attuale (da Google Earth)

L'area in cui insiste lo stabile in oggetto, presenta un andamento pianeggiante, per rimodellamento antropico sotteso alla realizzazione della corte (piazzale), limitato nella porzione occidentale da un muro di contenimento.

Dato l'assetto pianeggiante della stessa, l'ambito di intervento è da ritenersi morfologicamente stabile e non si rinvencono all'intorno indizi morfologici tali da far presupporre fenomeni di instabilità in atto o potenziali, né ulteriori elementi morfogenetici in fase evolutiva. Le opere in progetto non altereranno lo scenario morfologico locale.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



PROGETTO IFFI

Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia



Studio Geologi Associati



Layer IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Tipologia di frana

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- N.D.
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Frane lineari

Layer BASE

- ⚡ Reticolo stradale
- 🚂 Tracciato ferroviario
- 🏘 Urbanizzato CLC2000
- 🌊 Laghi
- 🌊 Fiumi
- 📏 Limiti regionali
- 📏 Limiti provinciali
- 📏 Limiti comunali
- 📏 Limiti autorità di bacino
- 📏 Reticolo tavolette 25.000

○ Area in esame

SCALA: 1:10.000
PROIEZIONE: UTM 33
DATUM: WGS84
CARTOGRAFIA: UMBRIA

COORDINATE
N.O. E: 284.940 N: 4.775.620
S.E. E: 286.290 N: 4.773.330
DATA: 16/11/2016

4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Per la ricostruzione dello scenario litostratigrafico di dettaglio dell'area, dopo la consultazione del materiale bibliografico disponibile, si è fatto riferimento alle risultanze delle indagini reperite e di nuova realizzazione.

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il contesto geologico in esame è da riferire al dominio continentale del Sintema di Perugia di ambiente deposizionale fluvio-lacustre del *Plio-Pleistocene* (sigle **PGU_n** – Carta Geologica Regione Umbria, Sez. 311.090 “S.Sisto”, scala 1:10.000). Bibliograficamente l'unità deposizionale sintemica è suddivisa in subsintemi, differenziati in funzione dell'ambiente deposizionale e relativa classe granulometrica prevalente, ed è costituita da una alternanza di orizzonti a prevalenza di termini conglomeratici-ghiaiosi con intercalazioni sabbioso limose fino ad orizzonti marcatamente limoso argillosi subordinati. Gli spessori massimi delle successioni dei Subsintemi variano dai 100 ai 300 m.

Nell'area in particolare è presente una coltre di depositi antropici e colluvioni che sovrastano i sedimenti continentali prima detti (vedi stralcio carta geologica Regione Umbria).

I sedimenti continentali sopra detti sovrastano i depositi della Successione Umbro-Romagnola *Formazione Marnoso-Arenacea Umbra* (sigle **SCH** e **MUM₁** – Carta Geologica Regione Umbria, Sez. 311.090 “S.Sisto”, scala 1:10.000), affioranti in ambiti prossimi a quello di diretto intervento e intercettati in alcune verticali di sondaggio eseguite nell'ambito della indagini a supporto della progettazione dell'edificio di intervento (Sondaggi S1, S3 dott. R. Rotili 1987), ad una profondità intorno ai 30,00 m da p.c. .

In particolare, dal modello geologico strutturale che emerge dalla cartografia ufficiale consultata, nell'area le unità appartenenti alla formazione Marnoso-Arenacea, presentano rapporti stratigrafici fortemente riorganizzati dalla presenza di lineazioni tettoniche, per lo più sepolte, che hanno riorganizzato l'originaria sequenza sedimentaria con rapporti laterali in affioramento, che confermano il deformativo tettonico detto.

In particolare la natura argillitico-marnosa degli orizzonti intercettati nei sondaggi S1 e S3, permette di ipotizzare, che la successione dei sedimenti continentali del Sintema plio-pleistocenico sovrasti i termini dell'orizzonte basale (**SCH**) della formazione Marnoso-Arenacea Umbra.

4.2 SCENARIO LITOSTRATIGRAFIO LOCALE

I dati riguardanti le caratteristiche geolitologiche di dettaglio del sito sono stati ricavati dall'analisi delle risultanze delle indagini in sito e laboratorio reperite e di nuova esecuzione, relativamente all'area di previsto intervento.

In particolare nell'ambito in esame sono disponibili n.7 logs stratigrafici di sondaggi verticali a carotaggio continuo, che hanno permesso di produrre un modello litostratigrafico di dettaglio, relativamente agli orizzonti indagati nelle due campagne di indagini di riferimento (1987,2016), per uno spessore massimo indagato pari a 30,0 m da p.c.

Dall'esame dei logs stratigrafici emerge una successione di orizzonti sedimentari elevata variabilità granulometrica verticale e limitata lateralmente, da marcatamente grossolani (ghiaie e sabbie) a fini (sabbie fini, limi e argille), ascrivibili alle unità stratigrafiche sintemiche di Perugia.

Lo spessore riscontrato, sovrastante termini di prima alterazione del basamento torbiditico (SCH), risulta pari a c.ca 30,0 m

Tali sedimenti sono sovrastati da un orizzonte di terreni di riporto, a matrice limoso sabbiosa, di spessore medio 1,5 m, riconducibile alle fasi di realizzazione dell'edificio.

Lo schema semplificato del modello litostratigrafico con il dettaglio della successione quaternaria viene sintetizzato in n.2 sezioni litostratigrafiche, allegate in calce al presente capitolo, con riportate le tracce delle indagini in sito.

4.3 SCENARIO IDROGEOLOGICO LOCALE

La natura dei sedimenti presenti nell'area, risulta caratterizzata da terreni differente granulometria, con caratteristiche tessiturali disomogenee e fortemente condizionate dalla % di frazione fine presente nella composizione granulometrica rappresentativa dei differenti orizzonti sedimentari di cui é costituita tale sequenza.

Dal modello litostratigrafico ricostruito nelle sezioni schematiche allegate alla presente, in riferimento a dati bibliografici di uso comune nelle modellazioni idrogeologiche (vedi tabella allegata), l'andamento litologico prevede una elevata variabilità verticale, con aumento progressivo dei valori di permeabilità in rapporto alla riduzione della componente fine nei sedimenti fini (da limi argillosi e sabbiosi a limi a maggiore % sabbiosa e sabbie limose a sabbie ghiaiose ghiaie sabbiose).

La coltre di riporto superficiale rientra tra gli orizzonti a caratteristiche di permeabilità dei sedimenti marcatamente fini.

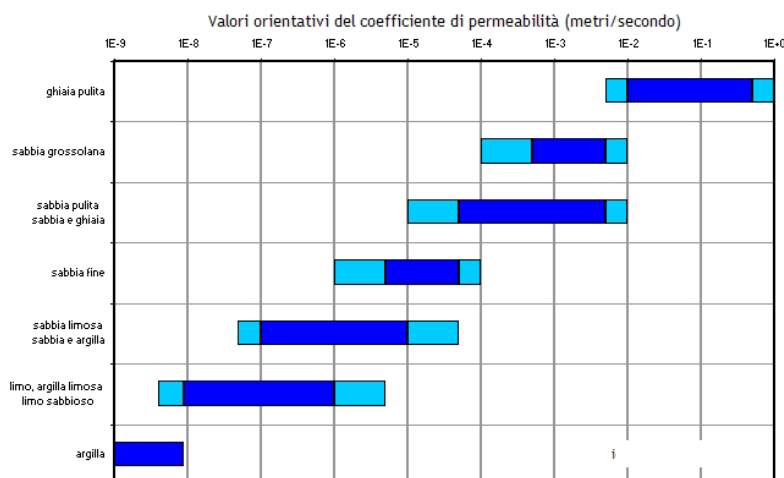


Tabella valori di permeabilità per classi granulometriche

Relativamente al livello della falda locale, i dati disponibili sono rappresentati dalle informazioni dirette derivanti dalla misura del livello piezometrico in un pozzo presente in prossimità dell'area di diretto intervento (vedi planimetria indagini in sito) e da quanto verificato in fase di esecuzione delle verticali di indagine reperite e realizzate.

L'area in esame è sede di una falda freatica a carattere permanente, correlabile con la falda sub superficiale sottesa all'ambito alluvionale del bacino del F.sso di S.Pietrino.

Il livello piezometrico rilevato varia tra i 2,00-3,50 m da p.c. (ottobre-novembre 2016), ma in fase di morbida stagionale è da ricondurre ai valori massimi ipotizzabili (1-2,0 m dal p.c.) .

Tale acquifero risulta essere libero o localmente semiconfinato, circolante nei litotipi medio basali ed interessa anche il sottostante orizzonte a minore permeabilità, e risulta confinato alla base probabilmente al contatto con il basamento torbiditico della successione dello *Schlier*.

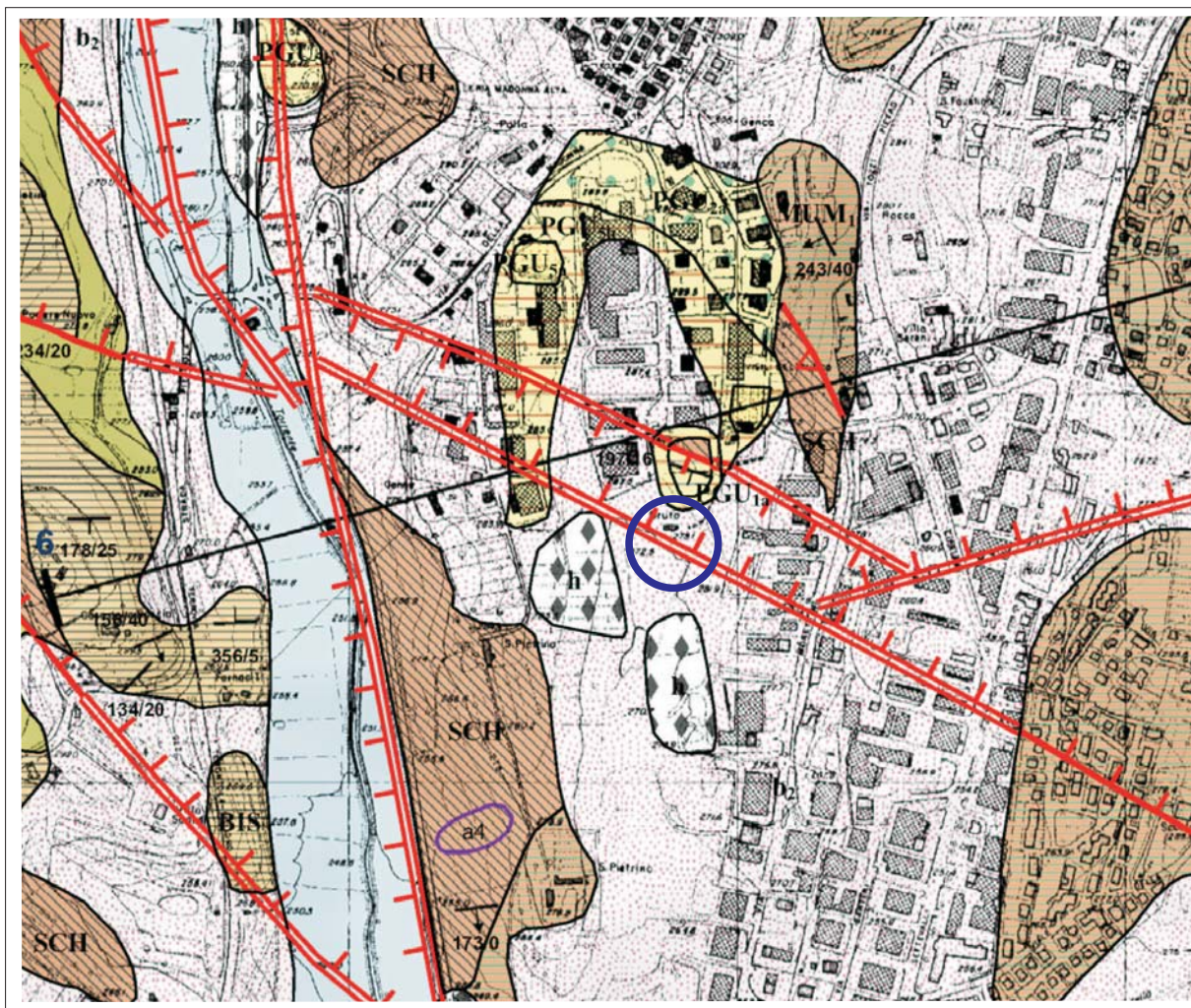
Nei termini del basamento torbiditico è ipotizzabile la presenza di circolazioni idriche più o meno profonde, condizionate dal grado di fatturazione dell'ammasso roccioso, in relazione localmente con le circolazioni sub superficiali sopra dette.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA REGIONE UMBRIA

SEZ. 311-090 "S.SISTO"

SCALA 1:10.000



LEGENDA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

- h - Depositi antropici**
Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica.
Olocene

- b₂ - Coltre eluvio-colluviale**
Depositi essenzialmente fini con clasti di varie dimensioni, provenienti dal disfacimento delle rocce del substrato, accumulati in posto (*eluvium*) o sedimentati sui versanti per trasporto in massa e/o ruscellamento diffuso (*colluvium*).
Pleistocene - Olocene

UNITA' STRATIGRAFICHE SINTEMICHE

Sintema di Perugia

- PGU_{1a} - Subsintema di Ponte San Giovanni - Litofacies della Fornace Ferrini**

Affiora tra Ponte San Giovanni e S. Pietro.
Limi argillosi e argille limose grigie prevalenti, sovraconsolidate in profondità, presenza di frammenti di gusci di gasteropodi (*Helix* sp.). A volte sono presenti piccoli livelli di 0.1-0.2 mm di limi grigi, gialli e marroni; rare lenti di sabbie grigie e di conglomerati. A luoghi sono presenti calcinoli bianchi al limite con le unità soprastanti. Questa litofacies è eteropica a PGU_{1b}, sovrasta direttamente il substrato torbiditico ed è sottostante al subsintema di Magione. Spessore variabile con massimi valutabili intorno ai 300m.
Ambiente deposizionale di piana di alluvionamento con specchi lacustri non molto profondi.
Pleistocene inferiore

SUCCESSIONE UMBRO-ROMAGNOLA

Formazione Marnoso-Arenacea Umbra

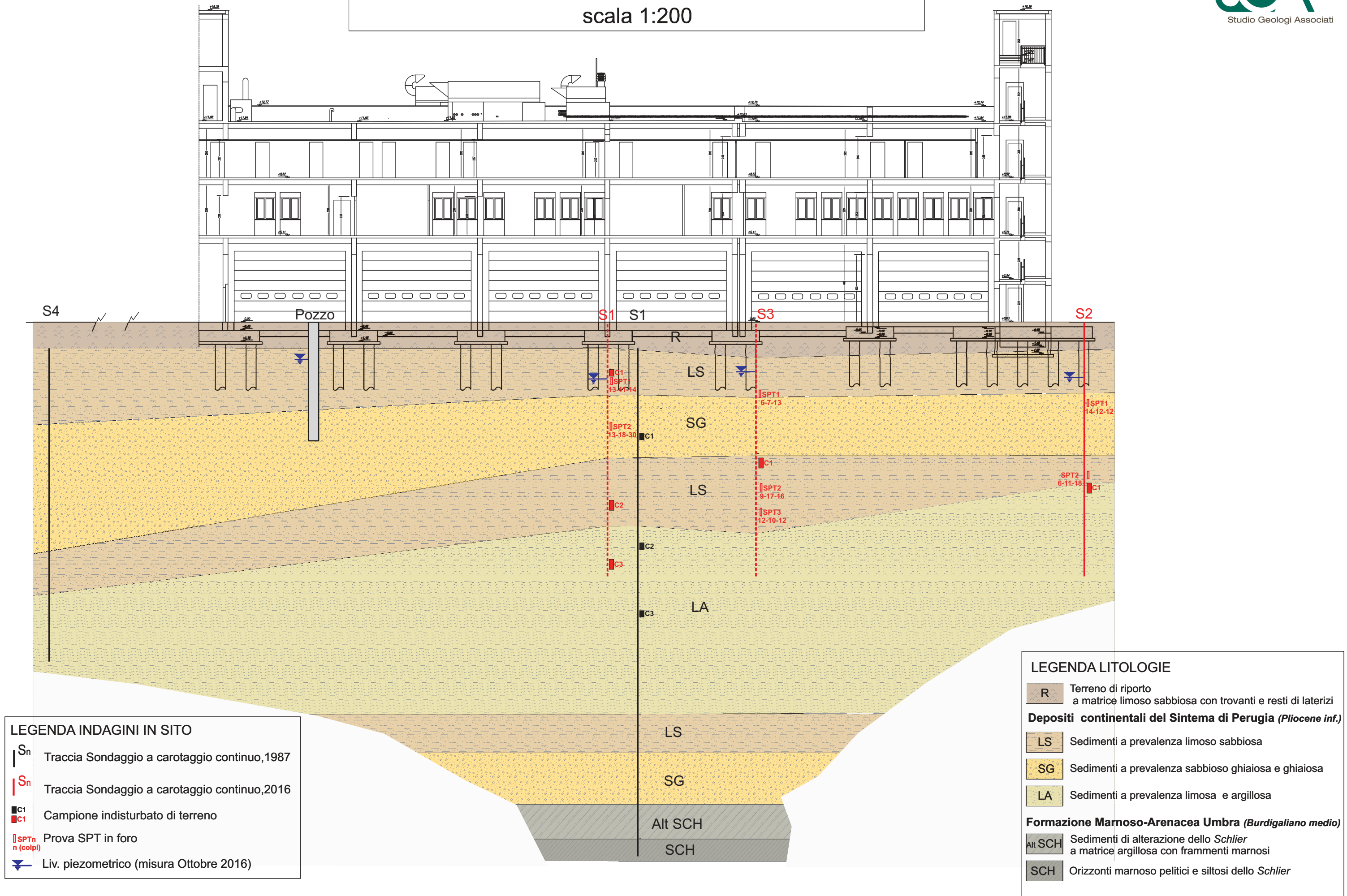
- MUM₁ - Membro di Casa Spertaglia**
Torbiditi sottili (10-40 cm), a grana fine, micacee, ed alimentazione alpina, in molti casi riferibili alla facies F₀ di Mutti (1992). Nella parte medio-alta del membro sono inoltre presenti torbiditi a grana medio-grossolana e composizione ibrida e torbiditi arenacei con base a grana medio grossolana che tendono ad aumentare in frequenza e spessore verso l'alto. Spessore massimo di 450-500 m.
La base del membro presenza è attribuibile alla biozona MNN3a mentre il tetto alla biozona MNN4b.
Burdigaliano p.p. - Langhiano p.p.

- SCH - Schlier**
Nella parte alta argille e marne grigie alternate con frequenti livelli siltosi che rendono ben evidente l'andamento della stratificazione. Alla base marne siltose ed argillose grigie in strati da spessi a molto spessi in genere mal distinti. Lo spessore affiorante è di circa 200 m. Subzona a nannofossili MNN3a.
Burdigaliano medio

Faglia inversa
 Faglia Sepolta

AREA DI INTERVENTO

SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE CON INDAGINI IN SITO
Sezione A-A
scala 1:200



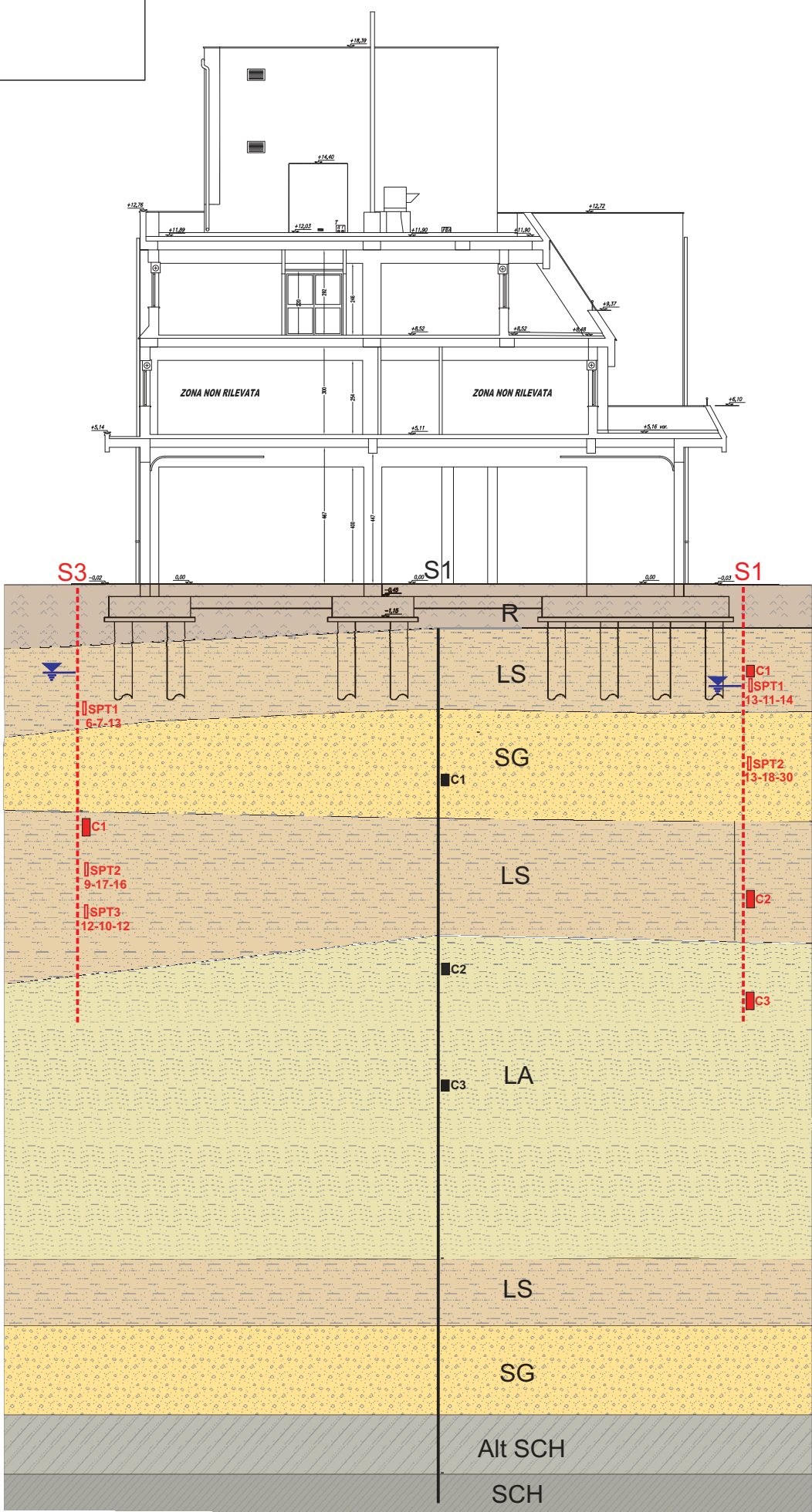
LEGENDA INDAGINI IN SITO

- S_n** Traccia Sondaggio a carotaggio continuo, 1987
- S_n** Traccia Sondaggio a carotaggio continuo, 2016
- C1** Campione indisturbato di terreno
- SPT_n** Prova SPT in foro
- n (colpi)** Liv. piezometrico (misura Ottobre 2016)

LEGENDA LITOLOGIE

- R** Terreno di riporto a matrice limoso sabbiosa con trovanti e resti di laterizi
- Depositi continentali del Sintema di Perugia (Pliocene inf.)**
- LS** Sedimenti a prevalenza limoso sabbiosa
- SG** Sedimenti a prevalenza sabbioso ghiaiosa e ghiaiosa
- LA** Sedimenti a prevalenza limosa e argillosa
- Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (Burdigaliano medio)**
- Alt SCH** Sedimenti di alterazione dello Schlier a matrice argillosa con frammenti marnosi
- SCH** Orizzonti marnoso pelitici e siltosi dello Schlier

SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE CON INDAGINI IN SITO
Sezione E-E
scala 1:200



LEGENDA INDAGINI IN SITO

- S_n Traccia Sondaggio a carotaggio continuo, 1987
- S_n Traccia Sondaggio a carotaggio continuo, 2016
- C_1 Campione indisturbato di terreno
- SPT_n Prova SPT in foro
- n (colpi)
- ∇ Liv. piezometrico (misura Ottobre 2016)

LEGENDA LITOLOGIE

- R** Terreno di riporto
a matrice limoso sabbiosa con trovanti e resti di laterizi
- Depositi continentali del Sintema di Perugia (Pliocene inf.)**
- LS** Sedimenti a prevalenza limoso sabbiosa
- SG** Sedimenti a prevalenza sabbioso ghiaiosa e ghiaiosa
- LA** Sedimenti a prevalenza limosa e argillosa
- Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (Burdigaliano medio)**
- SCH** Orizzonti marnoso pelitici e siltosi dello Schlier
- Alt SCH** Sedimenti di alterazione dello Schlier
a matrice argillosa con frammenti marnosi

5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione geomeccanica dei terreni interessati dagli interventi, fa riferimento a quanto emerso dalle risultanze delle campagne geognostiche prima descritte, con particolare riguardo ai dati derivanti dalle campagne di indagini di laboratorio e dalle prove geotecniche in sito (*SPT*) e di verifica speditiva nelle carote di sondaggio (*Pocket*).

5.1 INDAGINI DI RIFERIMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

5.1.1 Indagini dott. R. Rotili, 1987

Nella campagna a supporto della progettazione del fabbricato in oggetto, vennero prelevati nei fori di sondaggio n.6 campioni indisturbati di terreno, nei quali venne condotta una campagna di prove di laboratorio, come già dettagliato nel precedente capitolo 2.

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunte le risultanze parametriche delle prove di laboratorio eseguite, il cui dettaglio è consultabile nei relativi certificati, allegati alla presente.

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI DA PROVE DI LABORATORIO									
SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA	LITOTIPO	GRANULOMETRIA	Wn	Limiti	γ	CD	ELL
S1/87	C1	5,00-5,50	LAG		27,7	41,5 28,9 12,6	18,68		113
S1/87	C2	11,50-12,00	AS		19,1	40,5 22,7 17,8	19,98	24,9 28,0	
S1/87	C3	15,50-16,00	LA		15,5	35,1 21,2 13,9	19,82	26,2 8,0	
S2/87	C1	4,80-5,30	SLA	10 40 26 24	21,3	45,5 23,7 21,8	19,44	29,7 8,0	
S3/87	C2	7,00-7,50	LA		18,6	37,1 22,4 14,7	18,06	24,1 26,0	
S3/87	C3	14,50-15,00	LAS		19,18	37,0 28,3 8,7	19,18	21,8 28,0	

5.1.2 Indagini SGA, 2016

Nella campagna di indagini integrative, eseguita dagli scriventi nell'ottobre-novembre 2016, a supporto della progettazione in oggetto, nei fori di sondaggio sono state eseguite un totale di n.7 prove S.P.T. in foro, a differenti quote e prelevati n.5 campioni indisturbati di terreno, in n.4 dei quali è stata condotta una campagna di prove di laboratorio, come già dettagliato nel precedente capitolo 2.

Nelle carote di terreno prelevati nei sondaggi, previa scortecciatura delle stesse, sono state eseguite, a varie quote e negli intervalli ritenuti significativi, prove speditive di resistenza mediante l'utilizzo di pocket penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163) le risultanze delle stesse venno riportate nei logs stratigrafici di sondaggi (espressi in kg/cm²) e forniscono una stima preliminare dei valori di coesione non drenata (c_u) per gli intervalli a comportamento "coesivo".

I valori di N_{spt} ottenuti nelle prove SPT, eseguite nei fori di sondaggio, sono stati analizzati mediante software dedicato (GEOTRU, Dynamic Probing) per ricavare parametri rappresentativi dei terreni, secondo metodi di uso comune (bibliografici) implementati nel programma stesso.

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunte le risultanze parametriche delle prove SPT.

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI MECCANICI DEI TERRENI DA PROVE SPT IN FORO*							
SONDAGGIO	SPT	QUOTA	LITOTIPO	COLPI	ϕ'	c_u	E (Mod.Young)
n.	SPTn	m da p.c	-----	Ncolpi(N_{spt})	(°)	(kPa)	(Mpa)
SONDAGGI SGA, 2016							
S1/16	SPT1	3,20-3,75	LS	13 11 14 (25)		240-300	24-26
S1/16	SPT2	6,00-6,45	SGH	13 18 30 (48)	25-32		9-18
S2/16	SPT1	4,50-4,95	SGH	14 12 12 (24)	24-32		15-22
S2/16	SPT2	8,80-9,25	LS	6 11 18 (29)		280-350	24-25
S3/16	SPT1	4,00-4,45	LS	6 7 13 (20)		190-240	19-20
S3/16	SPT2	9,50-9,95	LSGH	9 17 16 (33)	24-34		19-35
S3/16	SPT3	11,00-11,45	LS	12 10 12 (22)		210-270	21-23
* range di variabilità elaborazioni con metodologie da bibliografia (GEOTRU, Dynamic Probing)							

Nella tabella di seguito allegata vengono riassunte le risultanze parametriche delle prove di laboratorio eseguite, il cui dettaglio è consultabile nei relativi certificati, allegati alla presente.

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI DA PROVE DI LABORATORIO									
SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA	LITOTIPO	GRANULOMETRIA	Wn	Limiti	γ	CD	ELL
n.	Cn	m da p.c	-----	GH--S--L--A	%	LL LP IP	kN/mc	ϕ' (°) c'(kPa)	c_u (kPa)
S1/16	C1	2,80-3,20	LS						
S1/16	C2	10,50-11,10	LS	31 31 21 17	25,2	48,7 21,1 27,6	19,6	35,3 26,4	
S1/16	C3	14,00-14,60	LA	0 1 43 56	22,2	55,7 21,6 34,1	20,3	19,3 9,3	126
S2/16	C1	9,50-10,10	LS		25,6		20,4		44
S3/16	C1	8,00-8,60	LSGH	18 27 27 29	24,5				

Tenendo in considerazione il quadro parametrico emerso dalle risultanze dell'insieme delle prove a disposizione, la natura tessiturale dei terreni investigati nelle carote di sondaggio, è possibile fornire un quadro riassuntivo dei parametri rappresentativi degli orizzonti sedimentari rappresentativi del modello litostratigrafico sintetizzato nelle sezioni litostratigrafiche allegate alla presente (Sezz.A-A e E-E), come segue:

Terreni di riporto

Limi sabbiosi con trovanti e resti di laterizi.

Parametro		Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m ³	17.5	18.5
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	18	22
c'	coesione efficace	kPa	0.0	0.0

Terreni alluvionali continentali a comportamento prevalentemente "attritivo"
(SG nelle sezioni litostratigrafiche)

Parametro		Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m ³	18.0	19.0
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	24	30
c'	coesione efficace	kPa	0.00	10.00
E	Modulo di Young	MPa	10	20

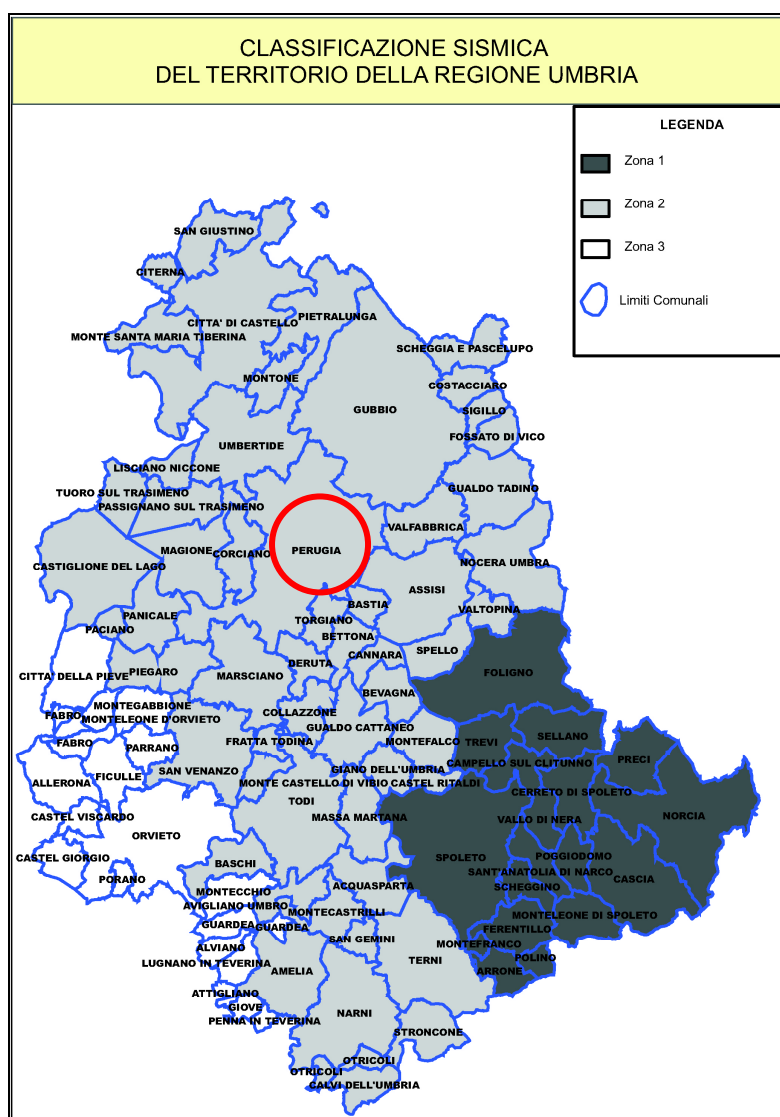
Terreni alluvionali continentali a comportamento prevalentemente "coesivo"
(R,LS,LA nelle sezioni litostratigrafiche)

Parametro		Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m ³	19.0	19.5
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	20	24
c'	coesione efficace	kPa	10.00	20.00
cu	Coesione non drenata	kPa	40.00	100.00
E	Modulo di Young	MPa	20	22

6. MODELLO SISMICO DEL SITO

6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Perugia (PG) è classificato come *zona sismica 2*, come evidenziato dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 “Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale” e dalle D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 “Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria” e del 18 settembre 2012 n. 1111 “*Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria*”.



Classificazione sismica dei comuni della REGIONE UMBRIA (DGR 1111/2012)

La sismicità storica dell'Umbria, con particolare riferimento all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche sulla base di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di a_{max} (accelerazione massima) attesa con determinati tempi di ritorno

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale, assegna l'Umbria a più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana-Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NN/O-SS/E, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico.

In particolare nella zona 919 (Appennino Umbro) sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]) massime attese (cautelative) pari a 6,37 e nella zona 920 (Val di Chiana-Ciociaria) pari a 6,14.

La massima intensità sismica osservata è di intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (M_s) Richter mai registrata è oltre a circa 6,5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, complessivamente per tale periodo, con 15 sismi di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

Si tratta prevalentemente di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km.

La distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre, quella ad Ovest è interessata da un più modesto grado di sismicità da medio-basso a medio.

Dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, è consultabile la storia sismica del comune di Perugia, nella quale sono riassunti 130 eventi a partire dall'anno 1349.

In particolare si osserva che la massima intensità di sito, I_s , è di VII gradi della scala Mercalli (MCS), per eventi di intensità epicentrale, I_o , del VII-X grado MCS dei terremoti del 1751 dell'Appennino Umbro-Marchigiano, del 1832 e del 1854 della Valle del Topino e del 1865 dell'Umbria settentrionale, con una magnitudo Richter compresa tra 5,1 e superiore a 6,3 gradi.

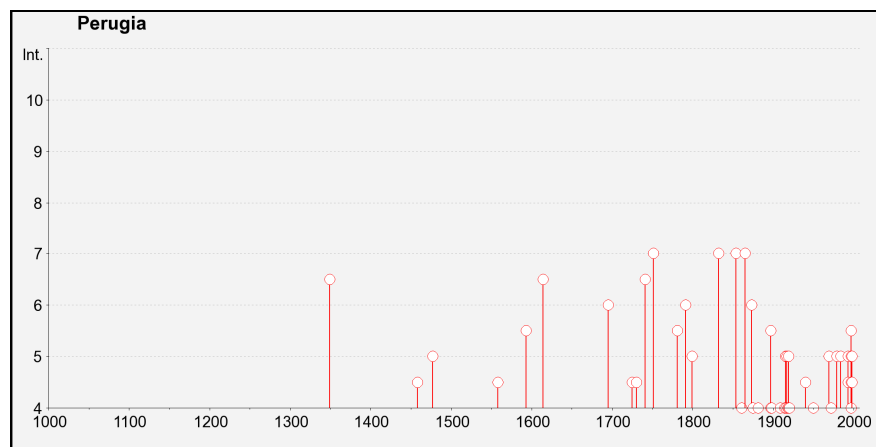
Sismicità storica-Perugia

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
67	1349	09	09	08	15		Viterbese	9					
45	1458	04	26	12	15		Alta Valtiberina	5	89	5.80			
F	1458	05	01	00	35		Alta Valtiberina	2	6	4.63			
5	1477	02	03	01			Valle Umbra	3	67	4.86			
4	1558	02	08	18	15		Alta Valtiberina	5	7	5.10			
67	1590	06	13	10	30		Valle Umbra	3	67	4.86			
5	1593	04	23				Bacino di Gubbio	7	78	5.33			
F	1599	11	06	01	25		Valnerina	20	9	6.07			
67	1614	08					Perugia	1	67	4.86			
F	1693	10	15				Bacino di Gubbio	6	67	4.85			
34	1694	01					Bacino di Gubbio	3	6	4.63			
6	1695	06	11	02	30		Lazio settentrionale	50	89	5.80			
F	1719	06	27	06	30		Valnerina	16	8	5.59			
4	1725	04	17	13			Appennino umbromarchigiano	8	56	4.80			
F	1726	09	23				Bacino di Gubbio	13	6	4.85			
45	1730	05	12	05			Valnerina	115	9	6.04			
67	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17			
7	1751	07	27	01			Appennino umbromarchigiano	66	10	6.38			
F	1753	05	26				Ternano	5	6	4.80			
56	1781	06	03				Cagliese	157	10	6.51			
6	1791	10	11	13	05		Appennino umbromarchigiano	54	8	5.57			
F	1792	07	20				Ternano	9	67	5.06			
5	1799	07	28	22	05		Appennino marchigiano	70	9	6.18			
6	1828	04	11	22	25		Appennino umbromarchigiano	22	56	4.93			
7	1832	01	13	13			Valle Umbra	101	10	6.43			
3	1842	01	23				San Severino Marche	10	45	4.41			
F	1854	01	17	09			Narni	6	56	4.71			
7	1854	02	12	05			Valle Umbra	21	8	5.57			
4	1861	05	09	01	53		Val di Chiana	28	67	5.02			
7	1865	09	21	20	50		Alta Valtiberina	5	7	5.10			
6	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85			
23	1873	06	29	03	58		Alpago Consiglio	197	910	6.29			

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1874	02	24	06	52		Aquilano	26	67	5.12
NF	1874	10	07				Imolese	60	7	4.96
4	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
3	1878	09	15	07	20		Valle Umbra	34	8	5.46
4	1881	03	11	22	50		Valle Umbra	15	5	4.51
3	1882	05	26	04	15		Cascia	16	5	4.45
F	1885	02	26	20	48		Pianura Padana	78	6	5.01
NF	1885	04	10	01	44		Appennino lazialeabruzzese	44	5	4.57
3	1885	06	17	22	34		Monti Reatini	9	7	4.90
NF	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
34	1891	12	08				Alta Valtiberina	24	5	4.34
2	1895	05	20	15	32	5	Valle Umbra	27	56	4.49
NF	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
56	1897	09	21				Marche settentrionali	44	7	5.40
4	1897	12	18	07	24	2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
4	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
3	1904	06	20	01	24		Assisi	24	5	4.10
3	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	56	4.63
4	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	67	5.36
34	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	78	5.34
NF	1910	12	26	16	30		Monti della Laga	50	56	4.56
34	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
34	1911	03	20	15	47		Forlivese	25	6	5.09
3	1911	09	13	22	29	0	Chianti	115	7	5.08
4	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
5	1915	03	26	23	37		Perugino	40	6	4.55
4	1916	05	17	12	50		Riminese	132	8	5.82
F	1916	07	04	05	06		Monti Sibillini	18	67	4.82
F	1916	08	16	07	06	1	Riminese	257	8	5.82
2	1916	11	16	06	35		Alto Reatino	40	8	5.50
2	1917	01	03	01	35		Marsica	57		
5	1917	04	26	09	35	5	Alta Valtiberina	134	910	5.99
3	1917	07	08	02			Appennino lazialeabruzzese	44	56	4.68
3	1917	07	19	00	55		Valle Umbra	3	4	3.70
4	1918	03	22	04	43	2	Alta Valtiberina	7	4	4.13
3	1918	04	14	01	56		Monti Martani	21	6	4.48
4	1918	11	10	15	12	2	Appennino forlivese	187	9	5.96
4	1919	02	13	02	20		Lago Trasimeno	18	6	4.64

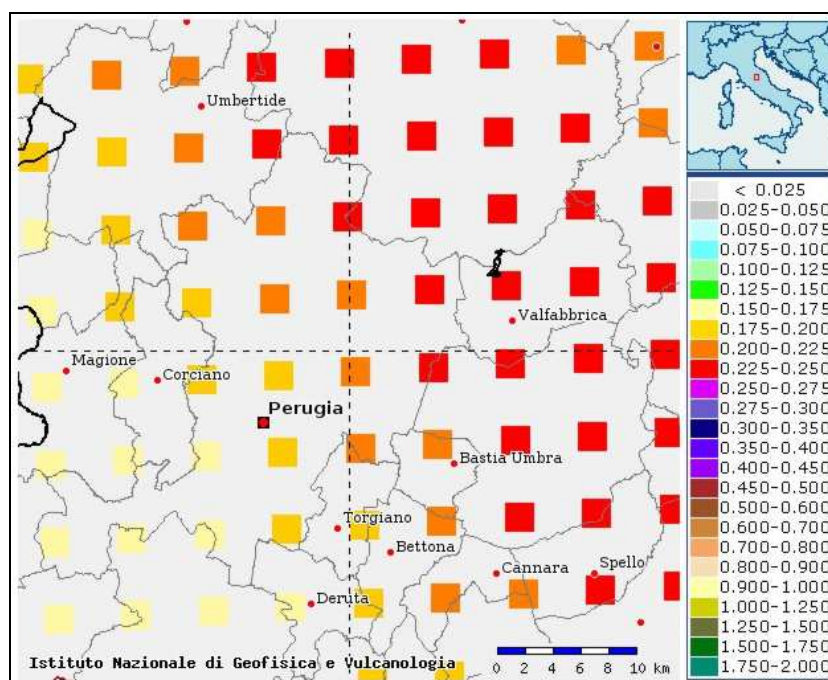
Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
5	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38			
34	1919	09	10	16	57		Val di Paglia	67	78	5.36			
NF	1919	10	22	06	10		Anzio	142	67	5.22			
4	1919	10	25	13	51		Alta Valtiberina	30	6	5.03			
4	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53			
3	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83			
3	1935	06	06	11	05		Valle Umbra	4	5	4.16			
34	1940	06	19	14	10		Monte Amiata	28	6	4.64			
45	1940	10	16	13	17		Val di Paglia	106	78	5.29			
45	1941	11	03	20	44		Perugia	1	45	3.93			
23	1941	12	19				Monti Sibillini	30	7	5.02			
5	1943	04	19	00	12		Perugino	4	5	4.16			
3	1948	06	13	06	33	3	Alta Valtiberina	142	7	5.04			
3	1948	12	31	03	32		Monti Reatini	95	8	5.42			
4	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69			
F	1951	08	08	19	56		Gran Sasso	94	7	5.25			
3	1951	09	01				Monti Sibillini	80	7	5.25			
F	1960	02	24	01	51		Appennino umbromarchigiano	25	5	4.32			
F	1960	07	12	14	08		Monti Martani	35	78	4.93			
F	1960	07	20	23	09		Ternano	22	7	4.67			
NF	1961	03	23	01	01		Bacino di Gubbio	21	7	4.96			
NF	1962	10	20	09	27		Valle Umbra	7	78	5.34			
4	1965	08	04	11	49	5	Alta Valtiberina	44	5	4.48			
5	1969	08	11	13	55		Lago Trasimeno	46	7	4.70			
34	1970	09	07	14	02	2	Appennino umbromarchigiano	56	5	4.35			
45	1971	02	11	18	49	2	Valle del Chiascio	71	6	4.61			
5	1971	02	12	04	54	5	Valle del Chiascio	47	7	4.89			
3	1971	03	02	18	52	1	Orvietano	14	7	4.46			
F	1971	04	02	01	43	5	Valnerina	68	6	4.50			
3	1972	02	04	02	42	1	Costa anconetana	75		4.57			
F	1972	06	14	18	55	5	Costa anconetana	17		4.68			
4	1972	11	26	16	03		Marche meridionali	73	8	5.48			
F	1973	04	19	17	41	3	Pietralunga	22	7	4.61			
5	1973	12	30	06	30	3	Valle del Chiascio	16	78	5.11			
56	1974	01	05	07	33	2	Valle del Chiascio	15	78	5.28			
34	1976	05	06	20			Friuli	770	910	6.45			
3	1978	12	05	04	45		Nocera Umbra	4	45	4.22			
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	89	5.83			
F	1980	02	28	21	04	4	Valnerina	146	6	4.97			

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1980	11	23	18	34	5	IrpiniaBasilicata	1394	10	6.81
5	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
34	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86
NF	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
2	1986	10	13	05	10	0	Monti Sibillini	322	56	4.46
NF	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
3	1989	12	22	06	48	1	Valle Umbra	114	5	4.44
3	1990	09	12	02	59	4	Valle Umbra	62	56	4.12
5	1993	06	04	21	36	5	Valle del Topino	90	56	4.39
45	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
NF	1997	09	07	23	28	0	Appennino umbromarchigiano	57	56	4.19
56	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbromarchigiano	760	78	5.66
56	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbromarchigiano	869	89	5.97
5	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbromarchigiano	490		5.22
56	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbromarchigiano	437		5.47
45	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
4	1997	11	09	19	07	3	Valnerina	180		4.87
3	1998	03	21	16	45	0	Appennino umbromarchigiano	141		5.00
5	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbromarchigiano	409		5.26
45	1998	04	05	15	52	2	Appennino umbromarchigiano	395		4.78
NF	1998	06	02	23	11	2	Appennino umbromarchigiano	83		4.25
34	2000	06	22	12	16	3	Bacino di Gubbio	107	5	4.47
3	2000	09	02	05	17	0	Appennino umbromarchigiano	115	5	4.40
23	2000	12	16	07	31	0	Ternano	129	56	4.29
34	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	56	4.63
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14
NF	2006	10	21	07	04	1	Anconetano	287	5	4.21
4	2009	12	15	13	11	5	Valle del Tevere	26	7	4.23



Storia sismica di Perugia – DBMI11 - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

Per quanto concerne la Pericolosità sismica di base, si è fatto riferimento alla Mappa interattiva di Pericolosità Sismica del progetto DPC-INGV S1 (consultabili al sito <http://esse-1gis.mi.ingv.it>), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s, Cat. A).



Mappa di Pericolosità Sismica del Comune di Perugia - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

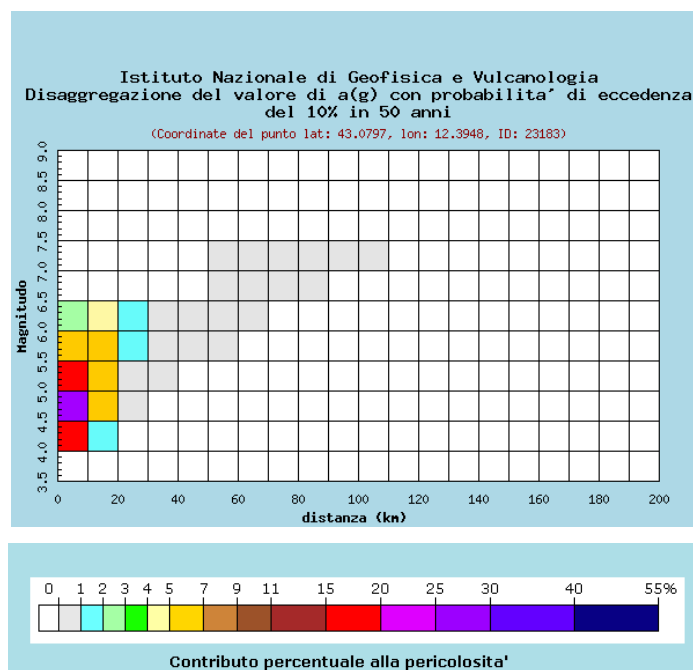
E' stata quindi effettuata una stima della Magnitudo Massima del Sito, a seguito di attività di sorgenti simogenetiche limitrofe al sito progettuale, utilizzando i dati di disaggregazione del valore di ag di cui alla Mappe Interattive di Pericolosità Sismica sopra indicata.

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è una operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di uno specifico sito.

La disaggregazione del valore di ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente ad evento sismico con tempo di ritorno pari a 475 anni – Stato Limite di Vita SLV per verifiche di una struttura standard) riferita al **nodo ID23183** evidenzia un valore medio di M - D (Magnitudo-Distanza) pari a:

- **Magnitudo:** **5,090**
- **Distanza sorgente sismica:** **3,29 Km**

Tale dato, anche in base a quanto valutato con il progetto DISS (*Database of Individual Seismogenic Sources*) dell'INGV e l'analisi dei terremoti storici, è altamente attendibile entro la finestra temporale considerata.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.0797, lon: 12.3948, ID: 23183)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	17.400	28.500	15.100	5.830	2.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.260	5.260	6.980	6.190	4.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.042	0.801	1.720	1.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.006	0.312	0.671	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.192	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.068	0.086	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.052	0.090	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.042	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.018	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.090	8.780	1.210

Disaggregazione del valore di a_g per nodo di riferimento con M_{max} - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

6.2 AZIONE SISMICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La realizzazione dell'indagine geofisica, con metodologia M.A.S.W. ha permesso di ricavare i valori medi delle velocità delle onde S relativi ai sismostrati presenti nell'area indagata. In base al modello geofisico redatto sono stati ricavati i valori delle V_s sino oltre 30,0 m di profondità dal p.c. (vedi profilo di velocità allegato).

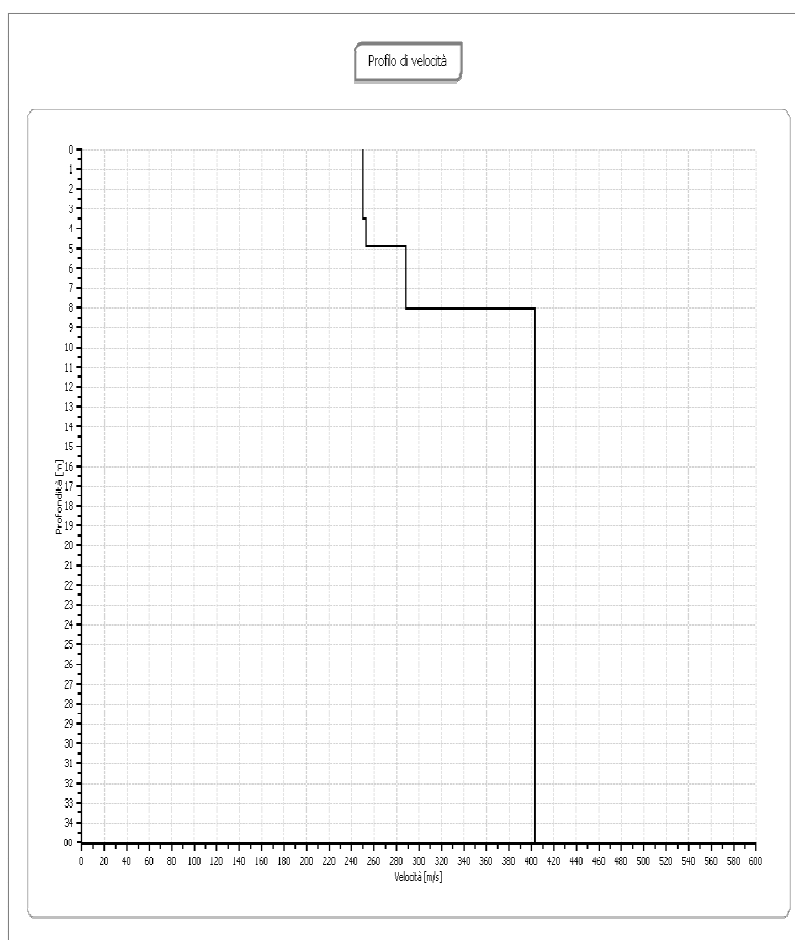


Diagramma Profondità (m)/ V_s (m/s)

La tabella allegata illustra i valori delle onde S ottenuti dai processi d'inversione per i vari livelli sismostratigrafici individuati mediante l'indagine MASW, considerando una quota di imposta fondale dell'edificio in esame entro il primo metro (plinti/testa palo):

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO INDAGINE MASW

Livello n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	3.50	3.50	250.0
2	4.90	1.40	253.0
3	8,00	3.10	288.0
4	31	23.00	403.0

Il valore di V_{s30} per il sito d'intervento risulta di 342,8 m/s dal piano campagna, secondo il seguente calcolo:

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1, N} h_i}{\sum_{i=1, M} \frac{h_i}{V_s}} = \frac{30}{\frac{3.50}{250.0} + \frac{1.40}{253.0} + \frac{3.10}{288.0} + \frac{23.0}{403.0}} = \frac{30}{0,0875} = 342,8 \text{ m/s}$$

Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008 Tab. 3.2.II), sulla base delle risultanze dello studio eseguito, si assegna la categoria **"C"**, **come da tabella di seguito allegata.**

NTC 2008 - Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria di sottosuolo	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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 ($N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>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_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento ($V_s > 800$ m/s).</i>

Per tale categoria di sottosuolo, le espressioni relative alla determinazione dei parametri sismici S_s e C_c derivano dall'allegata Tab. 3.2.V delle NTC 2008.

NTC 2008 - Tab. 3.2.V – Espressioni di S_s e C_c

Categoria di sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$1,00 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Considerato il contesto morfologico di intervento, la categoria topografica di riferimento da assegnare è T1 (*Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$*).

6.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Relativamente alla verifica nei confronti della liquefazione dei terreni di fondazione presenti, le NTC 2008 stabiliscono che tale verifica possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- Eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15,0 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura fig.1 (1a - terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e 1b - terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$).

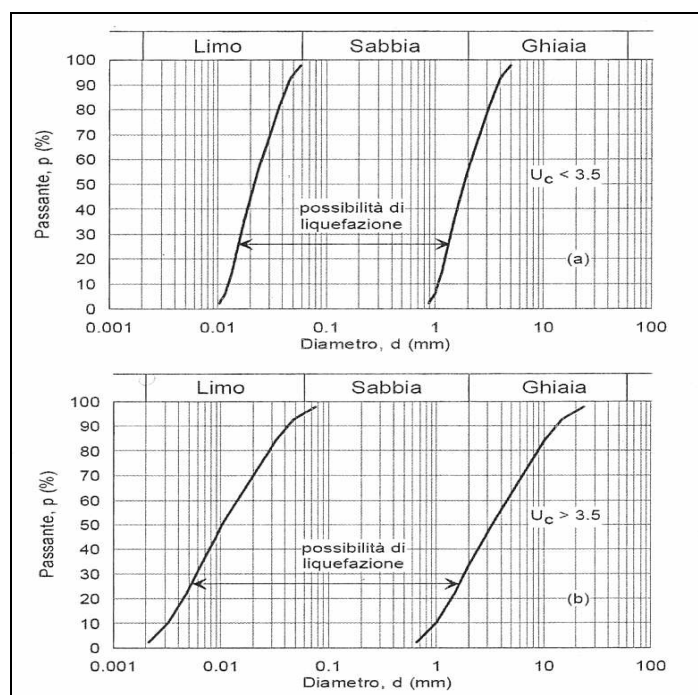


fig.1 Distribuzione granulometrica per terreni soggetti a possibile liquefazione

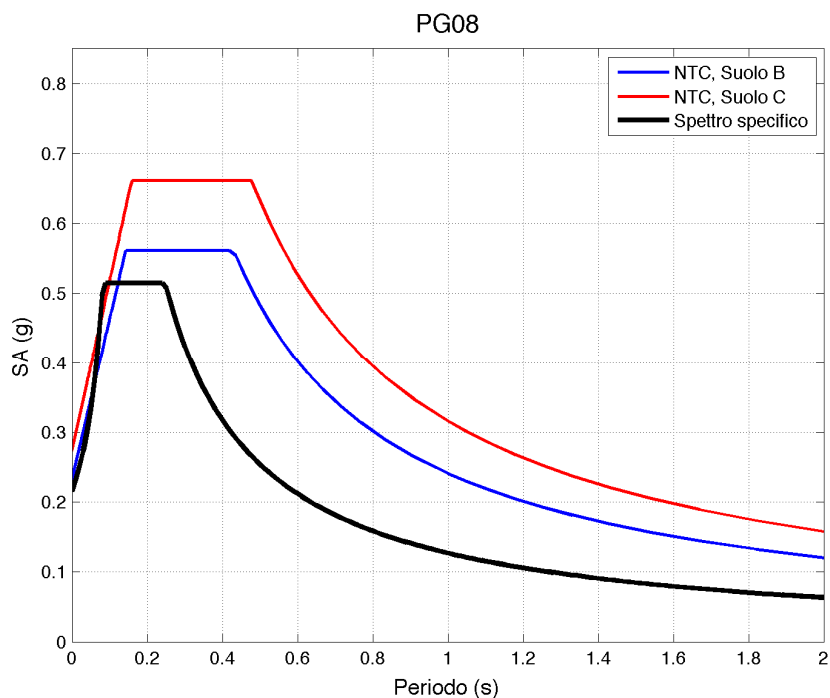
In considerazione di quanto sopra esposto, da quanto emerso dalle risultanze delle analisi granulometriche eseguite nei campioni di terreno prelevati nelle carote dei sondaggi verticali eseguiti nell'area (S2C1 campagna 1987 –S1C2,S1C3,S3C1 campagna 2016) i fusi granulometrici che ne derivano campioni prelevati nei sondaggi verticali a carotaggio S1,S2/2014 nell'ambito in esame, si osserva come gli stessi non hanno distribuzione granulometrica ricompresa nei fusi indicati nel grafico sovrastante.

Tutto ciò premesso, conformemente a quanto indicato nelle vigenti normative, non si è proceduto alla verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni. Si può quindi ragionevolmente affermare che i sedimenti presenti nell'ambito in esame possono essere classificati come non liquefacibili in fase sismica in riferimento alla normativa vigente.

6.4 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO III (Regione Umbria, Comune di Perugia, 2009).

Relativamente alla caratterizzazione sismica dell'ambito di intervento, trattandosi di lavori inerenti un edificio di interesse strategico (Sede Provinciale dei Vigili del Fuoco), si rimettono i risultati dello studio di Microzonazione sismica dell'area urbana di Perugia, realizzato dalla Regione Umbria e Comune di Perugia, congiuntamente ad Istituti di Ricerca e facoltà universitarie nell'anno 2009, che ha prodotto delle cartografie di zonizzazione sismica e prodotto calcoli della risposta spettrale di sito relativamente ad aree specifiche, una delle quali ricade nell'ambito di diretto interesse.

In particolare il sito ove è ubicata la Sede Provinciale dei VV.F. di Perugia è stata oggetto di misure del comportamento sismico locale (Stazione PG08), ottenendo lo spettro sito specifico di risposta locale di seguito allegato.



Si allegano stralci delle cartografie di Microzonazione prodotte in seno al presente studio, con individuato l'ambito di interesse.







MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3

ESTRATTO "CARTA DELLE ZONE A
COMPORTAMENTO SISMICO OMOGENEO"
REGIONE UMBRIA COMUNE DI PERUGIA
SCALA 1:5.000



LEGENDA

Estendibilità dei risultati delle risposte sismiche
locali per periodi di 01s-0.7s (10hz-1.3hz)
con ordine di priorità decrescente

-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misure sismometriche
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica
-  Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalle misure sismometriche
-  Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalla modellazione numerica
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica applicabile al di sotto delle coperture
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misurazione strumentale applicabile al di sotto delle coperture



AREA DI INTERVENTO

MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3

ESTRATTO "CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA"







REGIONE UMBRIA COMUNE DI PERUGIA

SCALA 1:5.000



LEGENDA

Estendibilità dei risultati delle risposte sismiche locali per periodi di 01s-0.7s (10hz-1.3hz) con ordine di priorità decrescente

-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misure sismometriche
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica
-  Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalle misure sismometriche
-  Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante dalla modellazione numerica
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica applicabile al di sotto delle coperture
-  Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misurazione strumentale applicabile al di sotto delle coperture



AREA DI INTERVENTO