# **COMUNE DI PERUGIA**

COMMITTENTE

FONDAZIONE ACCADEMIA DI BELLE ARTI "PIETRO VANNUCCI" PERUGIA

piazza San Francesco al Prato, 5 06123 Perugia C.F. 80054290541 Il Presidente Avv. Mario Rampini

# INTERVENTI DI RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO DEPOSITO DELLE OPERE NEL COMPLESSO MONUMENTALE DI SAN FRANCESCO AL PRATO

#### PROGETTO ESECUTIVO

**TAVOLA** 

**R03** 

#### **RELAZIONE GEOLOGICA**

#### PROGETTO ARCHITETTONICO

Massimo Mariani studio\_dott. ing. arch. Massimo Mariani

Atrepiù dott. ing. Matteo Scoccia

#### PROGETTO STRUTTURALE

Massimo Mariani studio\_dott. ing. arch. Massimo Mariani

Collaboratore\_dott. ing. Paolo Anderlini

#### PROGETTO IMPIANTI TERMOFLUIDICI

Fluproject\_dott. ing. Mario Lucarelli

#### PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

Fluproject\_dott. ing. Marco Valigi

#### **GEOLOGIA**

SGA\_dott. geol. Luca Domenico Venanti

DATA dicembre 2015



#### **SOMMARIO**

1.PREMESSA	2
2.DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
2.1 campagne geognostiche precedenti all'attuale fase progettuale:	5
2.2 campagna di indagini di progetto	8
2.2.1 Saggi esplorativi con escavatore meccanico	8
2.2.2 Indagine geofisica tipo M.A.S.W.	9
3.CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA	11
4.CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	13
4.1 scenario geologico generale	13
4.2 scenario geologico e litostratigrafico di dettaglio	13
5.CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI	16
6. MODELLO SISMICO DEL SITO	19
6.1 caratterizzazione sismica dell'area e pericolosita' sismica di base	19
6.2 azione sismica e caratterizzazione sismica dei terreni	25
6.3 verifica alla liquefazione	27



#### 1.PREMESSA

Per incarico de'Accademia di Belle Arti "P.Vannucci" di Perugia, è stato condotto uno studio geologico di dettaglio dei terreni interessati dalla progettazione degli interventi di "restauro e risanamento conservativo per la realizzazione del nuovo deposito delle opere" relativamente alla sede della committenza, presso il complesso monumentale di S. Francesco al Prato in Perugia.

Il contesto di intervento, ricade in parte nell'ambito dell'area di San Francesco al Prato nel centro storico di Perugia, ammessa a consolidamento in base alla L.R. 65/78 (D.P.R. n.176 del 02.01.1956), classificato come zona A<sub>2</sub>, ad edificabilità condizionata.

Lo studio è stato finalizzato alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche della zona e delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dall'intervento in progetto ed ha previsto una prima raccolta delle informazioni bibliografiche esistenti, unitamente al reperimento delle risultanze di indagini puntuali eseguite, nell'area interessata e/o in aree limitrofe, nell'ambito dei numerosi studi condotti a partire dagli anni '60 dal Genio Civile, Comune di Perugia e da altri soggetti intervenuti, prevedendo anche l'esecuzione di una nuova campagna di indagini, relativamente alla porzione di diretto interesse, utile a meglio dettagliare le condizioni globali del contesto geologico in cui si interviene.

La campagna di indagini in sito (2014-15) integrative, relative all'area di sedime del fabbricato oggetto degli interventi in oggetto, ha previsto l'esecuzione delle seguenti indagini in situ:

- n.10 saggi esplorativi in aderenza alle fondazioni e nell'ambito dell'edificio oggetto di intervento;
- n.1 indagine geofisica tipo M.A.S.W. .

Le informazioni puntuali e la ricostruzione stratigrafica delle aree di intervento, unitamente allo scenario geotecnico di riferimento sono stati riassunti nel presente studio, condotto in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008), nonché al D.M. del 21.1.1981, e loro successive integrazioni, in considerazione del fatto che il territorio comunale di Perugia 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", D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria", D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria"), e costituisce sintesi dei dati ottenuti dall'esame dei dati geognostici a disposizione e dell'analisi interpretativa di questi in prospettiva progettuale.



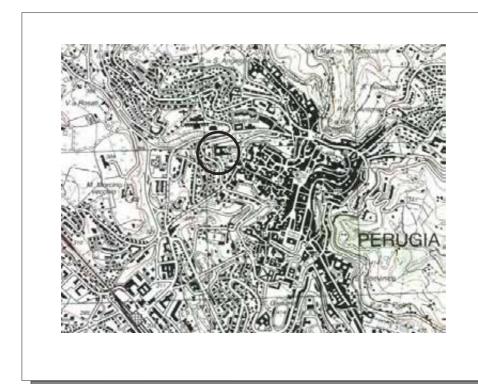
#### In allegato alla presente:

- estratto Tav. IGM con inquadramento topografico area (scala 1:25.000);
- estratto C.T.R. con inquadramento area in studio ( scala 1.5.000);
- planimetria indagini in sito (scala 1:500);
- documentazione di sintesi campagne geognostiche di riferimento;
- estratto Cartografia P.A.I. (Rischio geomorfologico, scala 1:10.000);
- estratto cartografia IFFI (ISPRA), fattore di scala;
- estratto cartografia "Zonizzazione" R.U. atto n.4329/90 (scala 1:2.000);
- inquadramento geologico (estratto Carta Geologica Regionale, scala 1:10.000).



# INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

ESTRATTO SEZ. IGM "Perugia" SCALA 1:25.000





AREA DI INTERVENTO



# COROGRAFIA AREA D'INTERVENTO ESTRATTO C.T.R. SCALA 1:5.000







#### 2.DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

La zona in esame ricade in prossimità della porzione del centro storico urbano di Perugia, ammessa a consolidamento ed inclusa negli abitati da consolidare dal D.P.R. n.176 del 02.01.1956. In particolare il complesso architettonico di S. Francesco al Prato è presente nella porzione occidentale del colle ove si erge l'abitato storico di Perugia.

In particolare, per quanto concerne i dati fruibili, ci si è avvalsi della consultazione delle cartografie geomorfologiche e geologiche ufficiali disponibili (*Cartografia P.A.I. e IFFI e Carta Geologica Regione Umbria, in scala 1:10.000, Sez. 311.050 "Perugia"*), nonché dei dati di dettaglio sopra detti, utili anche alla ricostruzione dello scenario litostratigrafico e parametrico di dettaglio, a supporto dello studio i in oggetto.

I primi studi di dettaglio dell'area risalgono ai primi anni del secolo a seguito della necessità di definire le cause di una serie di dissesti che interessarono alcuni fabbricati, primo fra tutti il complesso monumentale di S. Francesco al Prato. Negli anni successivi si sono susseguiti numerosi approcci di tipo tecnico-scientifico da parte di organi pubblici e privati, che hanno indagato l'area mediante l'esecuzione di numerose campagne geognostiche. In particolare gli studi principali sono stati concentrati nell'area del complesso monumentale di San Francesco al Prato negli anni '60 da parte del Genio Civile e dell'Ufficio tecnico del Comune di Perugia.

A partire dall'anno 1986 al 1998 è stata effettuata una campagna geognostica a cura degli uffici tecnici del Comune di Perugia, che ha interessato tutto il perimetro di vigilanza dell'area interessata dai dissesti.

La campagna geognostica ha previsto la realizzazione di numerosi sondaggi, il prelievo di campioni di terreno, l'installazione di strumentazioni piezometriche ed inclinometriche e l'esecuzione di prove geotecniche in situ ed in laboratorio sui campioni prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi.

A seguito delle risultanze dell'indagine prima detta, in riferimento alla L.R. 65/78 (D.C.R. n.721 del 06.06.1988) nell'anno 1990 venne redatta dal Dipartimento assetto del Territorio, Ripartizione Infrastrutture del Comune di Perugia, la carta di zonizzazione (perimetrazione) della zona in oggetto.

In tale perimetrazione parte del complesso di San Francesco al Prato ricade nella fascia di rispetto A<sub>2</sub> ad edificabilità condizionata (vedi stralcio allegato da cui si evince che la porzione di fabbricato di diretto intervento è esclusa dall'area perimetrata).

Relativamente a tale area, in seno alla fase di progettazione degli interventi di realizzazione dell' "Auditorium di San Francesco" e relativamente al versante occidentale interessato da un evento franoso verificatosi in prossimità di un cantiere privato attiguo alla porzione occidentale del complesso architettonico, nel periodo 1998/2000 sono state realizzate ulteriori indagini, che hanno previsto inoltre l'installazione di una rete di



monitoraggio geotecnico e geodetico dell'ala occidentale del Complesso, che hanno fornito ulteriori informazioni a quanto già acquisito nei precedenti studi.

In seno alla presente progettazione, relativamente all'edificio interessato dai lavori, risultando insufficienti le informazioni puntuali relative alle precedenti campagne geognostiche, si è ritenuto necessario eseguire (2014-15) nuove indagini puntuali distribuite nell'area perimetrale del fabbricato (saggi) ed un'indagine geofisica tipo M.A.S.W. finalizzata alla stima della Vs<sub>30</sub>, al fine di definire la classe sismica di suolo ai sensi delle NTC2008 e s.m. ed i. .

Il complesso di tali dati, congiuntamente alle osservazioni effettuate ed ai dati morfologici disponibili, ha fornito un inquadramento geologico regionale dell'area di studio ed un quadro conoscitivo di dettaglio degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, meccanici e sismici dell'area d'intervento.

#### 2.1 CAMPAGNE GEOGNOSTICHE PRECEDENTI ALL'ATTUALE FASE PROGETTUALE:

L'indagine storica e di reperimento di informazioni puntuali ha permesso di rilevare la natura dei terreni presenti, inquadrarli nell'ambito dello scenario bibliografico regionale e valutarne le condizioni macroscopiche d'insieme, la tessitura e la natura sedimentaria originaria. Le informazioni sulle indagini geognostiche prima descritte hanno permesso una ricostruzione di dettaglio del contesto in esame.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni presenti nell'area di intervento, si è fatto riferimento ad un nutrito insieme di informazioni acquisite in successive campagne di indagine eseguite in anni differenti a partire dagli anni '60. Relativamente alle indagini a disposizione, è stata prodotta una corografia di sintesi, delle indagini effettuate nei vari anni (scala 1:500), considerate significative relativamente all'area prossima all'area di diretto intervento, riassumendo le indagini relative alle seguenti campagne geognostiche:

#### 1969 - Campagna geognostica "Genio Civile":

- Sondaggio verticale a carotaggio **S5** (m. 133,00)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S7** (*m.* 56,00)

#### 1988 – Campagna geognostica "Comune di Perugia"

- Sondaggio verticale a carotaggio **S1** (*m.30,00*)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S2** (*m.* 22,00)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S3** (*m.* 27,00)



#### 1996 (Novembre) Campagna geognostica "RPA SpA"

- -Sondaggio verticale a carotaggio \$1 (m. 15,00)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S2** (m. 9,00)
- Sondaggio verticale a carotaggio **\$3** (m. 10,00)

#### 1998 (Aprile) Campagna geognostica "Progettazione Auditorium San Francesco":

- Sondaggio verticale a carotaggio S1 (m. 20,20)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S2** (m. 25,00)
- Sondaggio verticale a carotaggio **\$5** (m. 20,60)
- Sondaggio verticale a carotaggio **S6** (m. 20,50)

#### 1998 (Novembre) Campagna geognostica "Comune di Perugia":

- Sondaggio verticale a carotaggio, strumentato con tubo inclinometrico **S1c** (*m.* 30,00)

#### 2000 (Marzo) Campagna geognostica "Comune di Perugia":

- -Sondaggio verticale nelle murature **S7** (*m.*5,20)
- -Sondaggio verticale nelle murature **S8** (*m.5,00*)

Le stratigrafie dei sondaggi prima elencati, unitamente ai certificati delle prove di laboratorio eseguite nei campioni indisturbati di terreno prelevati a differenti quote, vengono allegate in calce al presente capitolo.

Durante l'esecuzione dei sondaggi verticali a carotaggio nelle varie campagne geognostiche prese in considerazione (tenendo conto di tutte le verticali di indagine eseguite), sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno (poi sottoposti a prove di caratterizzazione geotecnica in laboratorio) e sono state realizzate prove S.P.T. (Standard Penetration Test) in foro, a differenti quote lungo le verticali dei fori di sondaggio.

Le risultanze delle prove penetrometriche in foro e delle campagne di laboratorio su campioni indisturbati, sono state utilizzate per la parametrizzazione dei sedimenti di copertura (riporti) e fluvio-lacustri continentali presenti nelle aree di intervento.



# 2008 (Gennaio) Campagna geognostica "Comune di Perugia" progettazione IV stralcio complesso di S.Francesco al Prato:

Nei mesi di gennaio-febbraio 2008, da parte degli scriventi per incarico del Comune di Perugia è stata eseguita una campagna geognostica, che ha previsto la realizzazione delle seguenti indagini puntuali:

- n.2 saggi esplorativi;
- n.2 prove penetrometriche dinamiche.

Saggi esplorativi:

Con l'ausilio di un mezzo meccanico sono stati eseguiti n.2 saggi esplorativi in aderenza alle fondazioni dell'edificio, ubicate come riportato nell'allegata planimetria delle indagini in sito (scala 1:500).

I saggi esplorativi hanno raggiunto le seguenti profondità:

SC03 1,65 m da p.c. SC04 1,65 m da p.c.

Le risultanze stratigrafiche, unitamente alla documentazione fotografica, vengono riportate in allegato al presente capitolo.

Prove penetrometriche dinamiche:

Sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche, utilizzando un penetrometro statico/dinamico cingolato standard, tipo GOUDA TG63 CPT 100 KN ISMC PAGANI da 10/20 t, con le seguenti caratteristiche:

- Massa battente: M=63,5 Kg
 - Altezza caduta libera: H=0,75 m
 - Peso sistema battuta: Ms=0,63 Kg
 - Diametro punta conica: φ = 51.00 mm;
 - Dimensioni punta: area = 20,43 cm² angolo = 90°

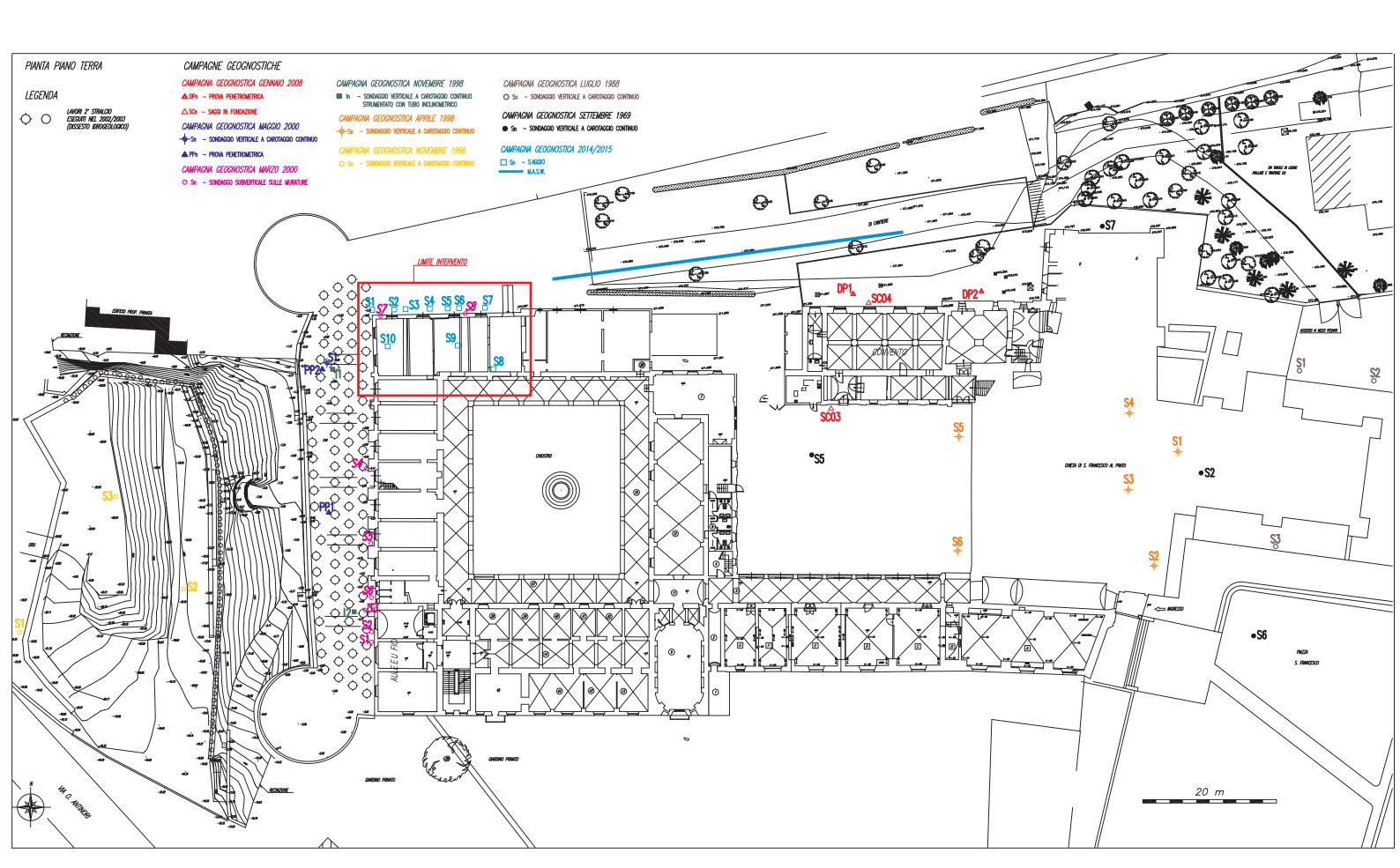
Le prove eseguite hanno raggiunto le seguenti profondità:

DP n.	Profondità da p.c.(m)
1	3,80
2	4,20

I dati ottenuti dalle indagini in situ sopra descritte, sono riportati nelle tabelle e grafici allegati in calce al presente capitolo, unitamente alla relativa documentazione fotografica.

# PLANIMETRIA INDAGINI IN SITO scala 1:500





# CAMPAGNA GEOGNOSTICA GENIO CIVILE (1969)

	FOR	· 5		SONDA	F.W.D.		Inizio	25	19/	69	Te	rmine 20/10/6
8	à	P	erfore	zione				di	one	0		
ta s.	Profondità	Distr di nu		Caro	taggio	Tut	paggio	dita di colazion	Cementazion	Riperford	St	matigrafia
Quota	Pro	<b>\$</b> 150	8	Ø 150	Elect.	ď	6	Perdit	Cem	.R.	Sez.	Litologia
41800	0		1 1 1 1	1					H		120	ONE THE
		1,										
	2	¥ .		I							10	Terreno di ripor
	4									0.000	Ο3 2 Ο	
						HE						Brecciolino mi
wie.	6				XL. De		A POP				0000	Crottoli in limo :
	8										000	Limo sabbioso la stro Sabbio fine can Tata passantea
			70 70								000	Ciottoli in limos bioso.
	-10		2.0								0.0	
	12			1				I V	V	1	7 -	Argilla ed arg
	2										900	Сиг
	.14									30	000	Ciottali in limo e bioso e ghiave sciolta. Trafficon limo to chiarof
	.16			100							000	Presenti gros
	-10									STATE OF	000	Presenti groe Troyanti di ar neria (n: 500
	.18			1							000	
	- (		737.					1				

	10	Р	erfora	zione	10.7			di	one	0		
Quota s.	Profondità	Distr di nu	uzione cteo	Caro	taggio,	luba	9910	Perdita di circolazione	Cementazione	Riperforo	St	natigrafia
ono.	Prof	ó	6	<b>6</b> 150	Elett'	6	6	Perc	Ceme	Rig	Sez.	Litología
	20								34		0:00	
	24											Ciottoli in limo
	- 26 - 28								X 4			sabbloso e ghiaia sciolta Tratti con limo molto chiaro
	- 30 32										0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Presenti gro si trovanti d arenaria (500
	34	i vii										
	76 - 78					oli		7.2				

	FOR	0 5		so	NDA.	F.W.D		Inizia	25	/9/	/69	Te	rmine 20/10/69
a s.   .m.	Profondità	Dist	Perfor ruzion ucleo	-	-	aggio	Tub	aggio	Perdita di circolazione	Cemantazione	Riperforo	St	eatigrafia
Quota	Prof	b .	6	ø	150	Élett	ø.	\$	Perc	Ceme	Rig	Sez.	Litologia
	40				at the							0:00	
	12				Section of the Section							00() 800 808 00 00 00	Ciottoli in limo sabbioso e ghia sciolta. Tratti con limo mo to chiaro. Presenti grossi trovanti di arena ria. (2 50 cm.)
	<i>AA</i> - <i>A</i> 6											0000	at a second
	48											98888 60.00 90.00 90.00 90.00	Sebbia costipe to, molto grossi lana, con interc lati livelli dici
	- 50					e con month of the				100	344	#8888 0 (F) 0 (F)	
	72					The second						999999 000 000 000 000	Ghiala calcarea come la preced te.
	54				1000							0 D	
	56 - 58				ALC: CALLEY AND ALC: AND ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC: ALC:					1000		00000	
	60											\$ 60 G	

	H	Profondità	Dist	erfor	139	one	e	io	Tube	oige			rforo	St	eatigrafia
	Quota	Profe	š	ķ ·	ó	150	Ele	tt.	ó	6	Perdit	Cetaen	Ripe	Sez.	Litologia
		60													\$1.16
		- 62													Ghiaidealcareac la precedente.
		64			A. 1. 10 Ja										
		66				7									de s
		68 -					では、								Ghiaino più mini legato da limo
		72		5				AMERICAN STREET							
		74												00000000000000000000000000000000000000	
N TO SE	P	76				100		25.45.20.550							
		78 -						FORT 1.35							Sabbia costipo grigia, sabbia mosa a limo ar loso ben adde sato. La sabbia a mo fina.

FC	ORC	5		SONDA	F.W	.D.		Inizio	2	5/9	/69	Te	rmine 20/10/69
Quota s. l.m.		Distru	rfore zione deo			io	Tub	aggio	dita di colazione	Cementazione	Riperforo	St	ratigrafia
Quot	. 4	6	3	ø 150	Élet	t.	6	ø	Perc	Ceme	Rip	Sez.	Litologia
8 8 9 9 9 9 9	2 4 5 3 0 2 4												Sabbia costipata grigia, sab limosa e limo a gilloso ben e stipato. Lo sa bia e molto fin Presenza di cio toli a ml. 85 a ml 88. Al fondo 2 m a breccino mino legato da limo Ciottoli puliti con zone limo

2411	FOR	· 5		SOND	A F.W.	D.	Inizio	25	/9/	69	Ter	rmine 20/10/69
	Profondità	Pe Distru di nuc		- 21	e otaggi		baggio	dita di colarione	ementazione	Riperforo	St	ratigrafia
Quota	Prof	6 6		ø 150	Elet	t. 6	ø	Perd	Семе	RIP	Sez.	Litologia
	loo		No. 1		14 14 W			1		,		
	·loz											Ciottoli puliti con zone limosi
	104								A CONTRACTOR	1.7		Argilla verole bruna e poco sobbiosa.
	106											Ricominciano   ciottoli con lim argilloso ab- bon dante.
	108									1-0	0000	Complesso cad
	.140									10		Sabbia grossol na e limosa co rente a dura.
	112									100		Acailla verde
	.1.14				1,70							Argilla verde compatta ed argilla-sabbios Al fondo brecci con sabbia.
	1.16											Grossi trovan di arenaria con limo-sabbi so e limo-arg
	1.18					10 May 1			A STATE OF			so e limo-arg

	FOR	· 5		SONDA	F.W.D.		Inizio	25	5/9/	69	Te	rmine 20/10/6
а s. Г.ш.	Profondità		uzione	Carot	aggio	Tub	aggio	lita di olazione	Cementazione	Riperforo	St	ratigrafia
Quota	Prof	b	<b>s</b>	ø 150	Elett.	ø	ó	Perdita circolaz	Ceme	Rip	Sez.	Litologia
	120 -122 -124 -126 -130 -132											Grossi crottoli alternati o lired argilla.
	138		796									

Í		p	erfore	SONDA					1/10 e	9		rmine 22/10/69
8.	Profondità	PERSONAL PROPERTY.	uzione	- Sept. 7	aggio	Tubagg		Perdita di circolazione	Cementazione	iperforo	St	ratigrafia .
Quota	Prof	<b>\$</b> 150	8	ø 150	Elett	66		Perd	Ceme	Rip	Sez.	Litologia
122,00	0								A STATE		Q:0.	Merreno di riporti
	2						A STATE OF	A CONTRACTOR	A. 18			Ciottoli con limo Argillo limo-sa biosa e sobbia li sa costipata.
	4						世, 四位				000 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	Ciottoli con limo
	8							1		31		2001
	-10						1	Car We W	N 16 22		0000	Ciottoli per lo più arenacei con molto limo sabl
	12						1 K2	W. HINS	- Parket	188	000	zone di ciottolini con molto limo Rari pezzi gro si di arenaria
	.14					3 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 / 1 /					0000	
	.16									1 1	200	
	.18						Benny			No. of the last of	000	Come sopra ma con grossi Tro Ti arenacei- Zone a ciottolii e limo sabbios

9 0	FOR	0 7		SON	DA	CHIT	300	J	nizio	1	4/1	0/6	9 Ter	mine 22/10/69
в.	, m	Р	erfor	zio	ne					zione	one	0		anni anno deservo
. s	Profondità	Distr di nu	uzion cleo	Ca	rot	aggi	o T	uba	ggio	Perdita circolazi	Cementazione	Riperforo	Sti	ratigrafia
Quota	Prof	ó	6	ø 1	50	Elet	t. \$	10	6	Perc	Ceme	Rig	Sez.	Litologia
av.	20		167					0.77		i i		9/		Delication of
	22									 				Ciottoli perlopiù arenacei con mo To limo sabbiose Zone di ciottolini
	24		2 2 3	18.							W		000	con molto limo. Grossi trovanti arenacei. Zone a cio Holi e limo-sobbios
	26	3 4.0												
	28			THE IN			200					1000		
	30	2 f	3					100		W. T.			30°	
	32		A STATE OF			3. (4) 17 16.3				130				Come sopra mi
	34				1000						13		0000	Livelli sabbios chiari al fono
	76				のない。				10 X					
	38			2	Samuel Samuel	ALC: 500			242					Argilla sabbios e sabbia gross lana costipat color grigio so ra.
	140		1	13		100	3	, F	13			8		ro.

e di ter a	FOR	° 7		SONDA	сніт з	00	Inizio	14	4/10	0/6	9 Te	rmine 22/10/69
	-10		Perfor	zione		Total	oaggio	di	oue	0	C+	ratigrafia
Quota s.	Profondità		ruzion ucleo	Caro	taggio		aggio	Perdita di circolazione	Cementazione	Riperforo	50	
Quo	Pro	ø	6	ø 150	Elett.	b	6	Perc	Ceme	Rig	Sez.	Litologia
	40							30.	1	200	න්ව:	
	10								V		0.00	
	42		*							5	000	للم معمالية
	44	10						127			04000	Complesso ciota
	-					ON COLUMN					900	· dante limo-
0.8	46		1									
1	48		27						Š.		000	
110			11			17.7			1	7	00	
	50		100			1				3		
	52	, je									000	
	É					100						
	74	AK		3			2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	T pa	3	S. A.	000	
+10	56	5-4	Tugs.				1	1		100		
				10 11		Za,	9				W. A.	President Co
	78			1.00				513	100			18.00
0.76	6									133	19	

Nota: do m. Roo a m. 77.70 "Mandorlato perugino" - Complesso ciotioloso, caotico, ma più consistente degli altri complessi e meno regolare nella stratigrafiada m. 37.70 a m. 76,10 - Complesso ciotioloso caotico, molto meno consistente del superiore.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA

COMUNE DI PERUGIA (1988)

Str. S. Pietrino, 1 Ter 2 - Tel. 175/7:752 - Peatons

PERUGIA, 11 novembre 1988.



\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

INDAGINI GEOGNOSTICHE E PROVE DI LABORA

TORIO SU TERRENI INTERESSATI DAL DISSESTO

IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' PERUGIA ZONA DI

SAN FRANCESCO AL PRATO.

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE IN LOCALITA'

PERUGIA AREA PARCHEGGIO DI V.LE P.PELLINI.

Dott, MAURIZIO CALZUOLA

LOCA Metod	LITA': lo di p	s. erfo		co al Prato				S <sub>1</sub>	
Comp	1 100				Scala: 1:50		tog	io 1	4
ut. SP			stratigr.	descrizione			carotag	200	3
	1,100						*	%	frac
			12323						T
1		1	11/1/14						1
		1	12000						1
	M or l		N. Carlot	Terreno di riporto prevale	ntemente costitu	ii to			1
	i	1-	经还是	da conglomerato cementizio				1	1
			12/2/27				65		١
		-	台公公	li ghiaiosi sciolti conten	enti resti di co	otto.			١
1		1	TO YES						1
- 1		2_	公公台				1		4
1			元后的				1		١
		1 8	12:-1:				1		1
		11 3	经公公				1		
		3_	12:7:57				100		
		1 5	公示公						
		1 3	7.25	Ghiaia eterometrica in mat			1		
			0 0	e talora intercalata a sot					Ī
1		4	000	ce sabbio-limosa marrone.	cili livelii in	matri	1		
		-		ce sabbio-limosa marrone.			1		
		1	A	Argille limo sabbiose marr	oni, compatte.		100		ľ
		1 3	000	Ghiaia eterometrica in mat sito è sciolto.	rice sabbiosa,	il depo	1		
6,0	Y		A						
		0,		Argille limo sabbiose, mar	roni, laminate.				
		1 2		Limi sabbiosi marroni molt			1		
				DIMI SUBSIOSI MULICIPI MOLO	o addensaci.		60		
		8_					f		d
			000	Ghiaia eterometrica in mat.	mine nebbiane -				
		1	000	e talora sabbioso limosa d			-	-	_
1			• 0 •	addensata.	colore marron	e, poco			
		7_			first many	1,			
			*******	Limi sabbiosi marroni, lam					
		2	) 。 。	Sabbie eterometriche molto	addensate cont	enenti	55		
			0 0	piccoli clasti.					
		3_	0 0 0						
			10,04	Ghiaia eterometrica in mat	rice prevalente	mente			
		2	0 0	sabbiosa sciolta; clasti p					
			0 0	renitici ed arenacei arrot		_	40		
	8 3	9_	0 O 0		E 11-17				
			000			1	15	1	,
1		1	S 0 0 6						ì
		1	000	F					1
		10	0 0						
	-	10.	vane test mg	maneggiati R.Q.D. rock qual		. L			
			Š	casagrande	prof. foro prot falda	data	prof. for	o p	rc
****	***		****		E-61 F-712	BC T			
	M	G	A 50	NDAGGI & n. c.					
	*								_

SPT.			stretigr.	descrizione	totele %	*aa	Irectur log
			°,0°, 0°,°,0°, 0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0°,0	•	40		
	,	12			40		
		13			40		
		18	0,00	Sabbie eterometriche talora debolmente limose di colore marrone, molto addensate.	45		
	74	10		Ghiaia eterometrica; clasti prevalentemente calcarenitici ed arenacei. Il deposito è prevalentemente sciolto ed in matrice sabbiosa, a volte è presente matrice limo sabbiosa di colore marrone e a volte risulta cementata.	30		
×		18 11			65		
		and and			100		

			1		gio S <sub>1</sub>		scala 1:	40	fog	glio 3 c	li 3	
p.p.	S.P.T.	tipo	prof. m.	stratigr.	descrizione						totale	
				⊃ <b>ຶ</b> ດ ,ັ	1	1						•
			1	) ° 0 °							100	
			21	0,0								
				) . O '							1	
			-	000								
i			22_	000							65	
			4	000							1	
			23_	000								
			3	. <i>0</i>								
			=	ິ . O . ອີດ							45	
			24	000								
			=	0.	\$F							
			- 1									
			25	ا .ه 0 ه 2 ه آه					in the		65	
			-	000								
		2	26_	000		1.5						
		1	1	0.0								
			1	000							45	
		2	27_	° 0								
П			=	000	**							
	٠	2		000								
			100	0.0							40	
			7	0.0								
		21	•=	, ° °			17.		1			
			1	。 。 。			5				30	
	y .	3	1	0000							2	

Terreno di riporto prevalentemente ghiaioso con intercalato un livello di argille sabbiose sature alla prof. di 3,3 - 3,5 mt.; dalla prof. di 3,5mt fino a 4,25mt, il deposito é costituito da argille limose grigie e talora a bande giallastre molto eterogenee e a luoghi a componente sabbiosa.  100  100  100  100  100  100  100  1	дд	mpil prove S.P.T.	camp	prof.	stratigr.	descrizione	carotag totale		ractur
giallastre molto eterogenee e a luoghi a componente sabbiosa.    100				•		con intercalato un livello di argille sabbiose sature alla prof. di 3,3 - 3,5 mt.; dalla prof. di 3,5mt fino a 4,25mt, il deposito é costitui-	40	*	-
limi sabbiosi di colore marrone, molto adden sati, laminati e intercalati ad un sottile li vello di ghiaia minuta alla profondità di circa 5,90 mt.  sabbie eterometriche intercalate a livelli di ghiaia minuta di colore marrone, alla profondità di '9' e' 5mt, il deposito è intercala to a due livelli dello spessore di loritore da arenaria cementata di colore biancastro.  phiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, di colore marrone, molto addensata. sabbia eterometrica marrone molto addensata. sabbia eterometrica marrone, molto addensata, sabbia eterometrica marrone, molto addensate, laminate.				3_		giallastre molto eterogenee e a luoghi a com-	55		
sati, laminati e intercalati ad un sottile li vello di ghiaia minuta alla profondità di circa 5,90 mt.  100  sabbie eterometriche intercalate a livelli di ghiaia minuta di colore marrone; alla profon- dità di 7,9 e 7,5mt il deposito e intercala to a due livelli dello spessore di 10-115cm.di arenaria cementata di colore biancastro. ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, di colore marrone, molto addensata.  sabbia eterometrica marrone molto addensata ghiaia minuta in matrice sabb. med. addensata. sabbia eterometrica marrone, molto addensata, ghiaia eterometrica marrone, molto addensata, sabbia eterometrica marrone, molto addensata, ghiaia eterometrica marrone, molto addensata, sabbia eterometrica marrone, molto addensate, laminate.				4-			100		
sabbie eterometriche intercalate a livelli di ghiaia minuta di colore marrone; alla profondità di 7,9 e 7,5mt. il deposito è intercala to a due livelli dello spessore di 10,15cm.di arenaria cementata di colore biancastro.  ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, di colore marrone, molto addensata.  sabbia eterometrica marrone molto addensata ghiaia minuta in matrice sabb. med. addensata.  sabbia eterometrica marrone, molto addensata, laminate.  ghiaia eterometrica marrone, molto addensate, laminate.			c <sub>1</sub>	8_		sati, laminati e intercalati ad un sottile li vello di ghiaia minuta alla profondità di	100		
ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, di colore marrone, molto addensata.  sabbia eterometrica marrone molto addensata ghiaia minuta in matrice sabb. med. addensata.  sabbia eterometrica marrone, molto addensate, laminate.  ghiaia eterometrica in matrice prevalentemente				7_		sabbie eterometriche intercalate a livelli di ghiaia minuta di colore marrone; alla profon- dita di 7,9 e 7,5 mt., il deposito è intercala	100		
ghiaia eterometrica in matrice prevalentemente				9_	0 0	ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa limosa, di colore marrone, molto addensata.  sabbia eterometrica marrone molto addensata ghiaia minuta in matrice sabb. med. addensata.  şabbia eterometrica marrone, molto addensate,	100		
				10		ghiaia eterometrica in matrice prevalentemente	80		

Í

	SONDAGG	2	scala 1	:40	foglio 3 · di 3	- 1	
p.p. provecamp pr v.t. S.P.T. tipo n		descrizione	-	-		totale	20
21.			i,			65	
22	300	y 4			•	30	
23.	1						
24.							
28			10				
26				90			
					i.e.		
27	4	1		an	-		
28						ľ	
29.	4	L (FE)					
	4 1		£ *				

LO Me	CALI todo	TA:	s. erto		al Prato  al Prato  Data: dal 11/7 al 13/7/88  privestimenti:122 mm  Quota: m s.l.m.m.		S <sub>3</sub>	GGIC di 3
ар	mpil prove S.P.T.	camp	prof.	stratige.	descrizione	carotag totale		
					Terreno di riporto ghiaioso, sciolto; il de posito é intercalato a sottili livelli a com ponente argillosa, bruni alla profondità di 2,0 - 3,5 mt.	45		
			3_		Inoltre, alla profondità di 7,5 - 7,95 mt. si trovano sabbie giallastre mediamente addensate e, talora a componente limosa; da 7,95 a 8,0mt limi argillosi e sabbiosi grigi e marroni mediamente compatti; da 8,0 a 9,5 mt. il riporto é costituito da ghiaia e sabbia sciolta talora in matrice argillo limosa plastica, di colore grigio.	40		
			8_			45		
			6_			45		-
			7_			65		
/	† 19		9_		Ghiaia prevalentemente in matrice sabbiosa	30 45		
LE	GEN	DA:	DD.	- campioni is - campioni i - pocket per - vane test tig	S.P.T. standard penetr. test rimaneggiati R.Q.D. rock quality designation recture log and discontinuity per m. I			
Son	daggio	adalta		piezometra:	e tubo sperto Cossegrande data prof. foro prot. faida data	prof. fo	oro	prof.

I

sciolta, talora limo sabbiosa e argillosa.  50  12  13  10  10  10  10  10  10  10  10  10	sciolta, talora limo sabbiosa e argillosa.  50  12  10  10  10  10  10  10  10  10  1		ve camp.		igr. descrizion	n.e		totale 96	% %
Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni.  Limi sabbioso argillosi grigio azzurri, molto compatti.  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Chiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.	Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni. Limi sabbioso argillosi grigio azzurri, molto compatti.  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.  Sabbie grossolane da poco a molto addensate.				0 4	i , talora limo sabbiosa	a e argillosa.		
Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni. Limi sabbioso argillosi grigio azzurri, molto compatti.  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.	Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni. Limi sabbioso argillosi grigio azzurri, molto compatti.  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.  Sabbie grossolane da poco a molto addensate.			2 12 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13				40	
Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni. Limi sabbioso argillosi grigio azzurri,  C2  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.	Argille deb. limose grigio azzurre, molto compatte, fessurate; sono talora presenti venature marroni. Limi sabbioso argillosi grigio azzurri, molto compatti.  Sabbie limose marroni e giallastre, laminate, molto addensate.  Ghiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.  Sabbie grossolane da poco a molto addensate.			0.000	0 0 0 0			50	
molto addensate.  15,5  -46  12 C <sub>3</sub> 16  Chiaia eterometrica in matrice sabbioso limosa marrone, molto addensata.  Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.	molto addensate.    15,5	>6,0			Argille compatte venature Limi sab	e, fessurate; sono ta e marroni. bbioso argillosi grig ompatti.	lora presenti io azzurri,	100	
Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.	Limi argillosi e sabbiosi, marroni e gialla stri molto addensati.  Sabbie deb. limose gialle, molto addensate.  Sabbie grossolane da poco a molto addensate.	1 <u>15</u>	5, 5 180	16	molto ad	ddensate.	ce sabbioso li-	100	
	Sabbie grossolane da poco a molto addensate.		A G	17 111	Limi ar stri mo	gillosi e sabbiosi, m lto addensati.	arroni e giall <u>a</u>		

localita S. Francesco al Prato.

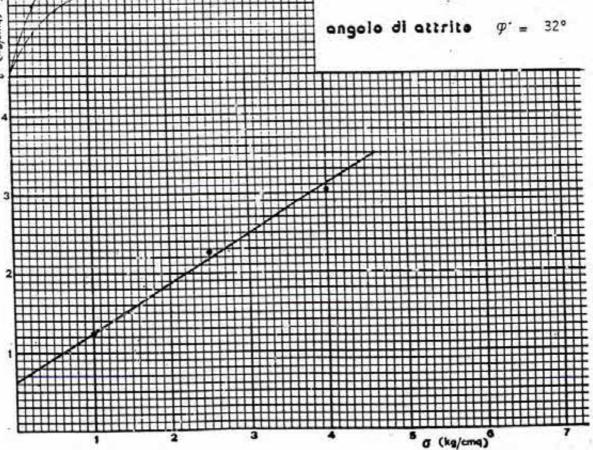
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO DRENATA

CONSOLIDATA

SONDAGGIO Nº	52		16	C1		-	5.3 - 5.8
SONDAGGIO Nº	34	CAMPIONE	N2		PROFUNDITA	m	

PROVING	CARICO VERTICALE	CONS	SOLIDAMENTO	100-100-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00	OTTURA	DIMENSIONI INIZIALI
nt	σ kg/cmq	ne ore	cedimento	€ kg/cmq	deformaz. m m	
1	1,0	24	0,594	1,248	5,1	altezza cm2
2	2,5	24	1,047	2,261	6,0	VELOCITA DI TAGLIO
3	4,0	24	1,733	3,037	7,2	0,04 mm/min

2 deformazione di taglio g/cm 2,15 peso di volume g/cm peso spec, del granuli 24,9 contenuto nat. d'acqua Wn LL limite di liquidita 5. 28 limite di piasticita LP \* 13 IP Indice di plasticita 10 Indice di consistenza classificazione CNR UNI coerione C' = 0,62 kg/cm2 angolo di attrito



ocalita S. Francesco al Prato.

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

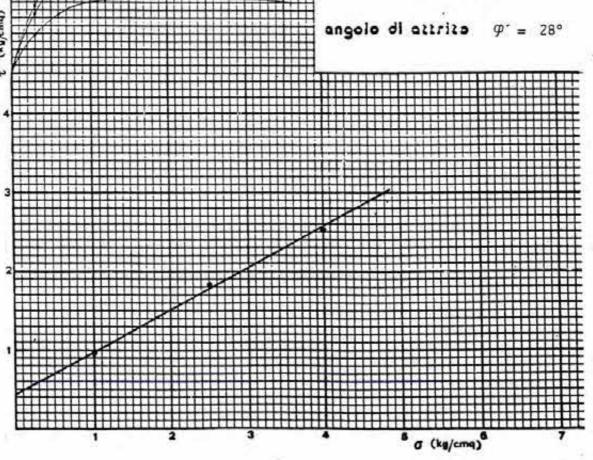
CONSOLIDATA

DRENATA

SONDAGGIO Nº 53 CAMPIONE Nº C1 PROFONDITA M. 14,45 - 14,8

PROVINO	VERTICAL	CON	SOLIDAMENTO			DIMENSIONI INIZIALI
nt	σ kg/cm	q more	cedimento	s kg/cmq	deformaz. m m	CONTROL MANAGE
- 1	1,0	24	0,472	0,971	4,2	altezza cm 2
2	2,5	24	0,989	1,824	3,6	VELOCITA DI TAGLIO
3	4,0	24	1,655	2,517	6,3	0,04 mm/min

2 deformazione di taglio 6(mm) 7 2.07 g/cmc peso di volume peso spec, del granuli g/cmc 7. contenuto nat. d'acqua Wn 21,6 38 limite di liquidita 27 LP Ilmite di plasticità 11 12 indice di plasticita indice di consistenza classificazione CNR UNI coerione C = 0,43 kg/cm2



localita S. Francesco al Prato.

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

#### NON CONSOLIDATA NON DRENATA

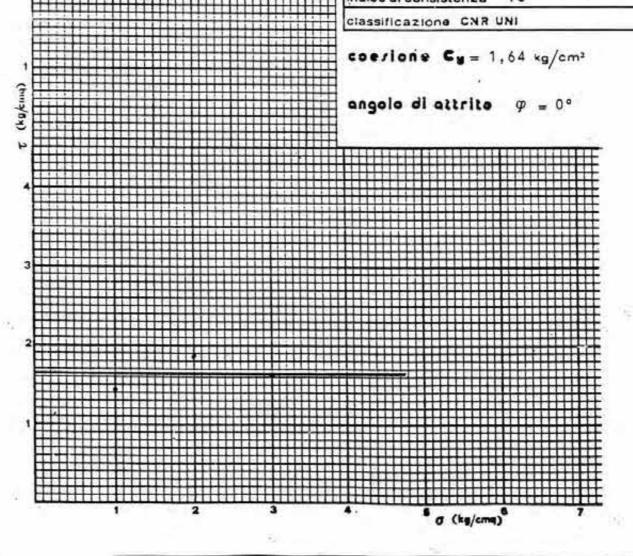
SONDAGGIO Nº 3 CAMPIONE Nº 2 PROFONDITA M. 14.9 - 15.3

PROVING	CARICO VERTICALE	CONS	SOLIDAMENTO	VALORI A F	OTTURA	DIMENSIONI INIZIALI
m.	σ kg/cmq	ne ore	cedimento	₹ kg/cmq	deformaz. mm	lato cm 6
1	1,0	11	11	1,438	3,0	altezza cm 2
2	2,0	11	11 .	1,873	3,6	VELOCITA DI TAGLIO
3	3,0	11	11	1,626	3,9	1,2 mm/min

2 deformazione di taglio g(mm) 7

peso di volume 7 2,103 g/cmc
peso spec. dei granuli 7 g/cmc
contenuto nat. d'acqua W<sub>n</sub> 20,9 3
limite di liquidita LL 40 3
limite di plasticita LP 24 5
indice di plasticita LP 16

indice di plasticità I P 16



ocalita S. Francesco al Prato.

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

# NON CONSOLIDATA NON DRENATA

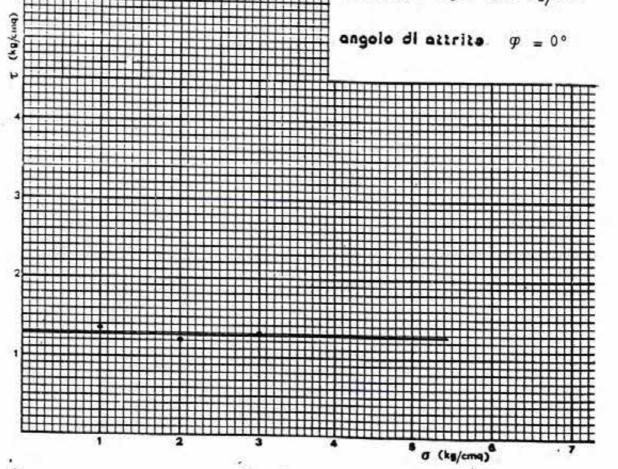
SONDAGGIO Nº 3 CAMPIONE Nº 3 PROFONDITA M. 15,8 - 16,1

PROVINO	VINO CARICO COL		NO CARICO CONSOLIDAMENTO VALORI A ROTTU				ROTTURA	DIMENSIONI INIZIALI
m	ø kg/emq	neore	cedimento mm	€ kg/cmq	deformaz.	lato cm 6		
1	1,0	11	11	1,346	3,3	altezza cm 2		
2	2,0	11	11	1,204	3,6	VELOCITA DI TAGLIO		
а	3,0	11	11	1,299	4,5	1,2 mm/min		

2 deformazione di taglie 6(mm) 7

peso di volume	7	2,043	g/cmc
peso spec, del granull	7.		g/cmc
contenuto nat. d'acqua	Wn	22,7	*
limite di liquidita	LL	30	*
limite di plasticita	LP	25	X.
indice di plasticita	1 2	5	*
indice di consistenza	10		
classificazione CNR U	NI		

caerione Cy = 1,29 kg/cm²



ecalita S. Francesco al Prato.

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

# NON CONSOLIDATA NON DRENATA

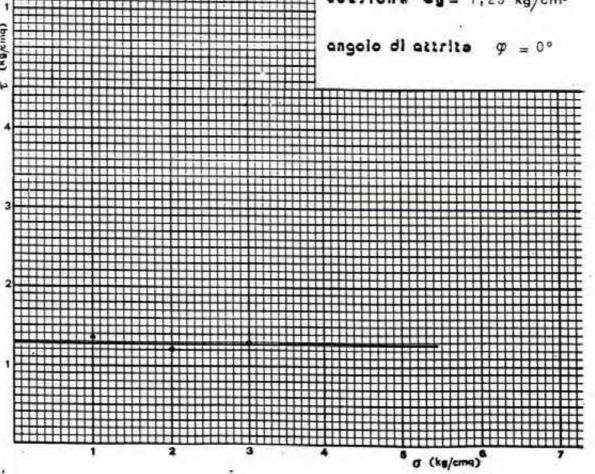
SONDAGGIO Nº 3 CAMPIONE Nº 3 PROFONDITA M. 15,8 - 16,1

PROVINO	CARICO VERTICALE	CON	SOLIDAMENTO	VALORI A	ROTTURA	DIMENSIONI INIZIALI	
nt	σ kg/cmq	nª ore	cedimento mm	r kg/cmq	deformaz. mm	lato cm 5	
1	1,0	11	11	1,346	3,3	altezza cm 2	1
2	2,0	11	11	1,204	3,6	VELOCITA DI TAGLIO	
3	3,0	11	11	1,299	4,5	1,2 mm/min	

2 deformazione di taglie 6(mm) 7

peso di volume	7	2,043	g/cmc
peso spec. del granuli	γ,		g/cmc
contenuto nat. d'acqua	W,	22,7	7.
limite di liquidita	LL	30	x
limite di plasticita	LP	25	X.
îndice di plasticita	1 P	5	*
Indice di consistenza	10	- 8	- 3
classificazione CNR U	INI		

coerione Cy = 1,28 kg/cm2



# CAMPAGNA GEOGNOSTICA RPA SPA (1996)

MET	. PERF.Rots A INIZIO?	tione a carotaggio continuo #FORO (mml 101	(TP	a	Men Prince v	SONDAGG	0 н.
DAL p. c. tel	COLONNA STRATIORAFICA	DESCRIZIONE	RILIEYO	1.9.2	CAMPIONI	S CAROTAGOT	STRUKENT
		Terreno di riporto granulare in matrice sabbio-limoma nocciola					
1,90		Shiale prevalentemente arenaceeee calcarenitiche medio fini con sabbia fine	16-4	8-36			
8,60		Shiaie prevalentemente arenacee e calcarenitiche grossolane e medie con intercalati livelli mabblo lim molto consistenti con iòclusi minuti e superfici di ossidamione		5- <del>2</del> (6	<b>(3)</b>		
12,3	0 - 0 - 0	Shiaie prevalentemente arenacee e calcarenitiche medio fini in matrice mabbio limoma  Shiaie prevalentemente arenacee e calcarenitiche					
13,6	0000	fini sabbiose  Shiaie prevalentemente arenacee e calcarenitiche grossolane con sabbia debolmente limosa	27-	40-R(	11.5c	<b>1</b> 9	
		77					
		-					

HET. PERF Rotazione a carotaggio continuo FORO (mml101 DATA INIZIO.8-11-96 DATA FINE.8-11-96 QT.ASS.(ml.410.50								SONDAGGIO N			
DAL P.4.14	COLOXHA SIRATIORAFICA	DESCRIZIONE	POCKET Kg/cm*	5.4.1.	CAMPIONI		04108		STRUKENTI		
,50 ,10		Massetto di cemento e riporto ghialo-sabbloso debolmente limoso Sabbla limosa con ghiala minuta, mediamente consistente Shiala ad elementi arenacei e calcarenitici medio fine, sabblosa Sabbla limosa con ghiala minuta mediamente consistente uniala ad elementi arenacei e calcarenitici medio									
,50	0.00	Fine con sabbia debolmente limosa  Shimia prevalentemente arenacea e calcarenitica medio-grossolana cob ciottoli in matrice sabbiosa		30-RI	1 c*)				**		
,00				.46-50	<b>2</b> −R(5a	:•0					
3	2.0										

		g_11_96. DATA FINE. 9-11-96 QT. ASS. (m). 412,50	[Ip	A	7617 1164 (		ND A G G I	0 N.
DAL p.c.1m1	COLONNA STRATIONAFICA	DESCRIZIONE	RILIEYO	S.P. T	CAMPIONI	ſ	0100010	STRUKENT
	******	Terreno vegetale sabbio limoso bruno			-	mimi	niiniiii	
,50	·	Ghiaia prevalentemente arenacea e calcarenitica						
,40	0.00	medio-fine con sabbia	4				ШШ	1
	~ .~ .	Sabbia fine limosa avana, con ghiaia minuta, molto consistente			1		HIIIIIII	1
,20	000	Shiaia prevalentemente arenacea e calcarenitica medio fine, con sabbia						
		medio vine, con saudia						
								**
				A (4	ca)			
		•	1		1			ll l
			1			HIIIII	HIIIIIII	N.
				1	1	man	Milliilii	il
,50	00.00			25-41	4.0			
, 50			1	13-41	143			
	. D	Sabbla da grossolana a fine con ciottoli sparsi			1			
0,00	0 . 0		4					
0,00			7				31111111	
			1	1				
		()		1			MIIIIIIII	
	1							
	1							
								11
							MIIIIIII	1
	1				1	1111111		1
			100					W
	1					MIIII		
				1		1111111		
					1		114	11
				1			MIMILI	
		[L		1				
		1.0						
	1					THEFT	11111111111	ill

# CAMPAGNA GEOGNOSTICA

PROGETTAZIONE AUDITORIUM SAN FRANCESCO (APRILE 1998)

# co.ge.tech. 3

dr. giulio oriandini sondaggi - consolidamenti - controlli strumentali 84019 vietri sul mare (sa)

via o. costabile, 28 - tel. 089/210492 via scialli, 15 - tel. e fax 089/210213

06100 perugla via g. oberdan, 56 - tel. 075/5734391 c.c.l.a.a. 190514 salerno - a.n.c. 6620206 c.f. RLN GLI 39P24 H501D - p. iva 00642060651

# COMUNE DI PERUGIA

Settore Ambiente e Territorio Unita' Operativa Ambiente e Protezione Civile

Indagine geognostica e installazione inclinometri in corrispondenza dei dissesti del CONVENTO DI S. FRANCESCO AL PRATO

-STRATIGRAFIE ---FOTO--PLANIMETRIA-

Perugia 23 Novembre 1998

CO.GE.TECH. di G. Orlandini SONDAGGIO a. : 1 QUOTA ASSOLUTA (sla) : 436.6 RIFERIMENTO : 5. FRANCESCO AL PRATO PROFONDITA" (M) : 20.2 COMMITTENTE : COMUNE DI PERUGIA 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 METODO PERFORAZIONE : ROTAZIONE CANTIERE : CHIESA AVANZAMENTO : IDRAULICO 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel.075/5734391 LAYGED' : THAGINI GEOGNOSTICHE UTENSILE : CAROTTERE DATA TIPO DI CAMPIGNAMENTO : B - BISHOP D - DENISON K - KJELMAN M - MAZIER-SOLETANCHE O - OSTERBERD P - PERCUSSIONE AJHOTAZIONI : R - RAYHOND S - SHELBY W - WILLOW A-MISURA DELLA VARIAZIONE DI FALDA ACQUIFERA DATA - GRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO QUOTA RIV. LIVELLO DATA - ORARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO RIVESTIMENTO
DISTMIZIONE
CANDID DIAMETHO
PIEZOMETHO
INCLINDMETHO ANE TEST Kg/cmg TA ASSOCITA 3 R PROVA FORTATA 1/min PEREAGILITA RECUPERO 1 FALDA 3 SPESSORE STANTI IN DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI CAROTAGGIO STRATIGRAFIA A. G. SIGLA **ATOM** MASSETTO DI CEMENTO, MATTONI E PICINE
MATTONI SPEZZATI, SABBIA CON INCLUSI CARBONIOSI 0.4 -0.4 127 0.6 MATTONI SPEZZATI, SABBIA CON INCLUSI CARBONIOSI

MATTONI SPEZZATI, ANCHE DI TAGLIO
SABBIA ARDILLOSA, MARRONE, CON PEZZANE LAPIDEO

MATTONI SPEZZATI, ANCHE DI TAGLIO
SABBIA ARDILLOSA, MARRONE DI TAGLIO
MATTONI SPEZZATI, ANCHE DI TAGLIO
MATTONI SPEZZATI, ANCHE DI TAGLIO
MATTONI SPEZZATI, SABBIA CON INCLUSI
MATTONI SPEZZATI, ANCHE DI TAGLIO
MATTONI SPEZZATI SPEZZATI
MATTONI SPEZZATI SPEZZ -1 435.6 -1.3 0.3 -2 434.6 0.400 -2.7 -3 423.6 0.7 -3.4 3.7 ARBILLA MARGONE, PLASTICA, SENZA INCLUSIONI PASSAGGIO AD ARBILLA TORBOSA, CON VARVE, VERSO IL BASSO -4 432.6 H H -4.7 -5 -5 431.6 0.300 ARBILLA MARRONE, HOLTO PLASTICA, CON LIVELLI OMIAIOSI ARBILLA MARRONE, HOLTO PLASTICA, SENZA INCLUSIONI 1 430.8 CONCLOREATO, ANCHE GROSSOLANO, CALCAREO E AGENACEO,
DOBOLOGOGOO DE LA MATRICE AMBILLUSILTOSA MARRONE
DOBOLOGOO DE LA MATRICE AMBILLUSILTOSA MARRONE
DOBOLOGOGOO DE LA MATRICE AMBILLUSILTOSA MARRONE
DOBOLOGOO DE LA MATRICE AMBILLUSILTOSA MAR -8 -7 429.8 -1 428.6 3.8 2000 -9.6 -10 428.8 ARBILLA MED. PLASTICA. GAIDIO SCURA, NON OSSIDATA 1.799 101 425.8 -11. -12 424.8 -13 423.6 3 2000000 -14 422.0 PROPERTY OF A STATE OF THE SUPERIORE AT 10 CM SCARSA MATRICE LINGSA -15 421.8 -16 420.6 -17 419.8 5.800 0 0 0 0 0 0 -18 418.6 -19 417.6 -20 416.8 -20.2 -21 415.8 -22 414 8 -23 413.8 -24 412.6 -25 411.6 -28 410.8 -27 409.8

CO.GE. TECH. di G. Orlandini SONDAGGIO a. : 2 QUOTA ASSOLUTA (51a) : 436.6 RIFERINENTO : S. FRANCESCO AL PRATO PROFONDITA' (4) : 25.00 CONNITTENTE : CONUNE DI PERUCIA 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 KETOOO PERFORAZIONE : ROTAZIONE CANTTERE : CHIESA AVANZAMENTO : IDRAULICO 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel,075/5734391 LAVORO : INACINI GEOGNOSTICHE UTENSILE : CAROTTERE DATA : 16 03 1998 TIPO DI CAMPIONAMENTO : : INDISATORIA R - RAYMOND 3 - SHELBY W - WILSCH A-8 - BISHOP D - DENISON K - KJELNAN N - NAZIER-SOLETANCHE O - OSTERBERO P - PERCUSSIONE HISURA DELLA VARIAZIONE DI FALDA ACQUIFERA CAPPELLA BAGLIONI DATA - GRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - DRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - GRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO PENEADILITA'
RIVESTINENTO
DISTRUZIONE
CANDIO BIANETNO
FIEZONETNO /
INCLINONETRO VANE TEST Kg/cmg OUDTA ASSOLUTA PROVA POSTATA 3 3 GUDTA FALDA PROFESSITA' TO COUNTY. 3 DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI CAROTAGGIO SPESSONE STRUTT I STRATIGRAFIA B. 0. 0.5 127 -1 435.6 -2 434.0 -3 432.8 Has -5 431.6 3.1 430.8 -7 429.8 GHTAIA AD ELEMENTI ARROTGIDATI IN NATRICE SABBIOSO-AROILLO-SA MARIJONE -7.1 -8 428.8 427.0 -10 428.6 -10.2 ARBILLA MARRONE COMPATTA, CON TORBA 0.600 -10.8 -11 425.6 ARGILLA ORIGIA, COMPATTA, CON VARVE DRIZZONTALI PIU' SCURE HOLTO DURA 1.7 424.6 -12 -12.5 AROILLA MARRONE . COMPATTA 13 -13 423.8 101 1 -13.5 CONGLO. ERATO CON CIOTTOLI APROTONDATI DI 2 - 8 CM . IN NATIFICE ARGILLOSA MARRONE -14 422.8 2.1 -15 421.6 -15.6 ARDILLA GRIGIO-SCURO, MOLTO COMPATTA -18 420.8 2.5 -17 419.6 -18 418.6 -18.1 ARBILLA MARRONE COMPATTA -19 417.8 2.5 -20 416.0 -20.6 -21 415.8 CHIAIA PREVALENTEMENTE CON ELEMENTI DI PICCOLO DIAMETRO IN MATAICE ARGILLO LINGSA -22 414.6 4.4 -23 413.6 -24 412.0 -25 411.6 -25 -27 409.8

CO.GE.TECH. di G. Orlandini SONDAGGIO a. : 3 QUOTA ASSOLUTA (114) : 433.7 RIFERINENTO : S. FRANCESCO AL PRATO PROFONDITA" (a) : 10.00 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 COMMITTENTE : COMUNE DI PERUGIA NETODO PERFORAZIONE : ROTAZIONE CANTIERE : CHIESA AYANZAKENTO : IDRAULICO 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel.075/5734391 LAVORO : INAGINI GEOGNOSTICHE UTENSILE : CAROTTERE DATA : 17.03.1998 TIPO DI CAMPIGNAMENTO : B - BISHOP D - DENISON K - KJELHAH H - HAZIER-SOLETANCHE O - OSTERBERO P - PERCUSSIONE LHOTAZIONI : MISURA DELLA VARIAZIDIE DI FALDA ACQUIFERI DATA - DRARIO DATA - DRARIO QUOTA HIV. LIVERED DATA - GRARID PROVA PONTATA

JUSTO

PENEANLITAT

RIVESTAENTO

DISTRICTIONE

CANDIO DIANETRO

PIEZDESTRO

INCLINONETRO VANE TEST KB/CMG Î Î GUOTA AESOLU ( ele ) RECUPERO X rALDA. HOY OND TA CAROTAGGIO INDICE A. G. D. DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI STRATICHAFIA ATOM PEZZAME CALCARED IN BLOCCHT DISOREGATI
INMERSO IN MATERIALE SABBIOSO E ONIAIOSO DI RICHPINENTO -1 432.7 431.7 -3 430.7 429,7 ARGILLA MARRONE SCURO, PLASTICA -5 428.7 101 -5 MATERIALE CALCAREO O AREMACEO IN GROSSI PEZZI
MATRICE ARGILLO-SABBIOSA
O - 5.2 A - 8.8 PEZZI DI AREMARIA IN BLOCCHI CON RESIDUI
OI CEMENIO CALCEJ
MATERIALE ARTIFICIALE PROBABILMENTE DI CROCLO -6 427.7 3.2 -7 428.7 425.7 -8.2 PEZZAME CALCAREO IN MATHICE ARGILLOSA MARRONE PROBABILE MATERIALE DI CROLLO -9 424.7 1.8 -10 423.7 -10 422.7 -12 421.7 -13 420.7 419.7 -15 418.7 -16 417.7 -17 416.7 -18 415.7 -19 414.7 413.7 -21 412.7 -22 411.7 -23 410.7 -24 409.7 408.7 -26 407.7 -27 408.7

QUOTA ASSOLUTA HIN : 433.7 SONDAGGIO a. : 4 di G. Orlandini (a) : 10.00 PROFUNDITA" RIFERIMENTO : 9. FRANCESCO AL PRATO NETODO PERFORAZIONE : ROTAZIONE CONNITTENTE : CONUNE DI PERUGIA 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 OTHERADAVA : IDRAULICO : CHIESA CANTLERE : CAROTTERE UTEKSILE 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel.075/5734391 : THAGINI GEOGNOSTICHE LAYORD : 18.03.1998 DATA TIPO DI CAMPIGNAMENTO : ANNIVAZIONI: RAYHOND S - SHELBY W - HILSCI A-C BISHOP D = DENISON K = KJELNAN H = MAZIER-SOLETANCHE 0 - OSTERBERO P - PERCUSSIONE MISURA DELLA VARIAZIONE DI FALDA ACQUIFERA JUSTA RIV. LIVELLO GUOTA RIV. LIVELLO DATA DATA - GRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - DRARIO PROF. FEVEGABLITAY

BISTACTION

DISTRICTION

CANADIO DIANETRO

PIEZONETRO

INCLINONETRO 3 INE TEST Kg/caq 3 3 GUOTA AESOLUTA PROVA POSTATA RECUPERO I PROFONDITA" 3 GUOTA FALDA POP GNDITA DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI R. G. D. PROFONDITA' STESSORE STANTS IN CAROTAGGIG STRATIGRAFIA S. P. T. 20 CM DI GETTATA CEMENTIZIA
RIEMPINENTO TERROSO CON ELEMENTI LAPIDEI DISPERSI

ALTERIALE DA COSTRUZIONE DIATTONI, PIETRANE CALCARED E
ARBEACEO ) SCOMPADINATO

IL MATERIALE RISULTA CEMENTATO FINO A -5 PER EFFEITO DI

NIEZIONI RECEMII

PIETRAME DI PICCOLA PEZZATURA IN MATRICE ARGILLOSA MARRONE

DO DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO DO

DO DO

DO DO DO

DO DO

DO DO

DO DO DO

DO DO

DO DO

DO DO

DO DO

DO DO

DO DO

DO DO

DO DO TIPO 127 432.7 -1 -1.7 431.7 -2 -3 430.7 429.7 -5 428.7 427.7 101 425.7 -7.7 -1 425.7 2.7 -9 424.7 59 423.7 CIDITOLI ARENACEI DI DIAHETRO 5 - 8 CB. IN MATRICE -10. 1.3 422.7 -11 -11.7 -15 421.7 -13 420.7 -14 419.7 -15 418.7 417.7 -16 418.7 -17 -18 415.7 414.7 413.7 -20 -21 412.7 411.7 410.7 -23 -24 409.7 -25 -26 407.7 -27 408.7

GE. TECH, di G. Orlandini 50x0x5610 a. ; 5 MOTA ASSOCUTA MIN : 431.5 RIFGROMENTO ; 5. FRANCESCO AL PRATO PROFESETTA' ME : 20.60 CONSTITUTE : CONNE DI PERIOLA 84019 Vietri S/W via Costabile 28 tel.089/210492 KETROS PERFORAZIONE : ROTAZIONE : 100xXX.109 CANTIERE : DITESA AVANZAMENTO 06100 Perugia via 6.0berdan 56 tel.075/5734391 LAYGRO : DUCTAT CERCOSTICIE MERGIFE : CURRITERE DATA 20 03,1998 TIPO DE CAMPIONANIMES : AMOUNTATIONS : 8 - 815HOP D - DEGISOR N - 8/CLAUF N - MAZIGN-SOLCTANCHE D - OSTERBERG P - PERCUSSIONE N - RATHONG S - SHEEN N - MILLI A A-STRUSS DELLA VARIABIDME DE FALDA ACQUIFERA PIEZUNETRO A TUBO APERTO DATA - ORANTO PROF. GUGTA RTV. LIVELLO DATA - GRUNDO PAGE SUSTA STV. LTVOLO PROF. GUSTA RIV LIVELLE DATA - GRARIS SFINESTRATO CA -12 A -20.30 CONDEZ. COM THE E SABBLA E COMENTA-10 SUPERIGNAENTE CAMPIONS. WAY TEST FEVORE
THONK PORTATA
JAME
FORCESTATA
RESTREETS
STEPLEZING
FORCEST
FOR Mich ASSCILLA 3 A A. F. T. POETWACTON MACON ALCUPERO 1 TALES. STATES . 0 CHROTHODIO STRATICS AFTA DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI AUSTA ď. 55 1 X X X X ORGALA E SAMBLA . COPPORTURA DEL VIALE ATTRICE ANGULE STAGUICA ANTONI E PIETRA
ATTRICE ANGULE SAGUICA 4.6 127 4.0 -1 430.5 -2 423.5 3.4 -1 628.5 PETERAJE IN MATRICE ARABICOSA MIPPORTSI 127.3 -4 1.7 -5 428.5 2.400

ATERIALE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE LA LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE LA LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE E LORTI DI ARRILLA
PROBABILE DI RIPORTO CON PLETRARE PIÈ DI RIPORTO CON PLETRARE PIÈ DI PROBABILE DI PROBABI -3.7 423.5 +7 424.5 MATERIALE MUNICIPO PICTAL E MATTONS . CONSCOLO 7 . 123.5 6.5 41 ARETULA GRIDIO-SCURA, MOLTO COMPATTA 4-166 -9 422.5 1.2 -10 421.3 2002 2004 CONTINUENTO A GROUSE PEZZATURE, CON CUMENTO ARCICLOSO, -11 420.5 -12 412.5 -13 418.3 7.200 -11 417.5 -15 410.5 -18 415.5 -17 414.5 -17.2 +13 412.5 -13 412.5 1.4 -20 411.5 10.21 -22.4 -21 410.5 -55 405.5 -23 409.5 -24 497.5 -25 408.9 -27 404.5

CO.GE.TECH, di G. Orlandini SONDAGGIO n. : 6 BUOTA ASSOCUTA (S1e) : 631.5 RIFERIMENTO : 5. FRANCESCO AL PRATO PROFONDITA' (a) : 20.50 CONNITTENTE : COMUNE DI PERUGIA METODO PERFORAZIONE : ROTAZIONE 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 CANTIERE : CITESA AVANZAKENTO : IORAULICO 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel.075/5734391 : INAGINI GEOGNOSTICHE LAYGRO UTENSILE : CAROTTERE DATA : 05.04.1998 TIPO DI CAMPIONAMENTO : : INDISATOMA 8 - BISHOP D - DENISON K - KJELKAN N - MAZIEA-SOLETANCHE 9 - GSTEMBERO P - PERCUSSIONE N - RAYMOND 5 - SHELBY N - WILSON A-MISURA DELLA VARIAZIONE DI FALDA ACQUIFERA 10 PROF. GUDIA RIV. LIVELLO . DATA - DRARIO PIEZOMETRO A TUBO APERTO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - ORARIO PAOF. QUOTA RIV. LIVELLO SFINESTRATO DA -12 A -20 COMDIZ. CON THE SABBIA E CEMENTATO SUPERIORMENTE PROVA PORTATA

JUSTO

FEREABILITA

FEREABILITA

FEREABILITA

FINESTIRENTO

DISTRICTA

PIEZORETRO

PIEZORETRO

JUCLINOMETRO BUOTA ASSOCIUTA ACCUPERD 1 FALDA PROFONDITA' SPESSORE STANTE IN DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI CAROTAGGIO STRATIGRAFIA B. 0. SIE. 50 3 PEZZAME DI PIETRA E NATIONI
AGGILLA DEB. LINGSA, GIALLA X X RIPGATO DI MATERIALE EDILE SCOMPAGINATO. 127 1.8 -1.8 429.5 +2 1.2 -1 428.5 -3 ARGILLA MARRONE CICIARO, NED, PLASTICA. CON LIVELLETTI LIKOSI 427.5 11 11 21 -4.8 -5 428.5 1.1 -8 425.5 -5.9 SABBIA CON PASSAGGI GHIAIOSI 0.599 -8.5 -7 424.5 -7.4 ARGILLA GRIGIA, POCO PLASTICA. 423.5 COMPATTA 1.7 -9 422.5 9.1 ARGILLA DEB. LINOSA, POCO PLASTICA COMPATTA 420.5 -11 -11.4 -11.0 -12 419.5 -13 418.5 -13 0.600 P 9.00.2 9. GROSSI CIOTTOLI IN MATRICE ARGILLOSA ORIOTA -13.6 ARGILLA DRIGIA SENZA INCLUSIONI LIVELLETTI TORBOSI 417.5 -14 HOLTO COMPATTA 2.099 -15 416.5 -15.7 -18 415.5 SABBIA PROSSOLANA CON ARCILLA MARRONE 0.800 ARGILLA LINOSA 0.899 -17 414.5 -17. SABBIA COMPATTA COM CIOTTOLI -18 413.5 1.300 -19 412.5 -50 411.5 -20.5 -51 410.5 -52 -23 408.5 -24 407.5 406.5 405.5 -26 -27 404.5

# APERTURA CAMPIONE ED IDENTIFICAZIONE VISIVA



Cod.	N° cod.	Prova	
• A	1	Apertura campione	To
* B	1-2-4-6-8	Caratteristiche fisiche	0
C		Analisi granulometrica	
D	1	Determinazioni specifiche	a
E		Prova edometrica	
F		Prova di permeabilità	
G		Prova triassiale	
Н		Prova triassiale specifica	
1	1	Prova taglio diretto	0
L		Prova compattazione	

DAT	GENERAL	ı
1141	CAPINERAL	
-	OLIVER O'IL	

Committente .	CO.GE.TECH.
Cantiere .	Chiesa di S.Francesco al Prato
Località	PERUGIA
Impresa	CO.GE.TECH.
Tecnico	Dr. Geol. Giulio Orlandini

CA	ARAT	TER	STICHE	DI PE	RFOR	AZIONE

DATI SONDAGGIO	Sondaggio N"	S1	Campione N°	1	Data sondaggio	3/98
	Profondità (m)	20	Profondità (m)	3,70-4,00	Data prelievo	3/98
ATTREZZATURA DI						
SONDAGGIO	Rotazione Φ (mm)	E	Percussione Φ (mm)		Elica Φ (mm)	

### CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

ATTREZZATURA PRELIEVO	MODALITA	DI PRELIEVO				
Parete sottile con pistone	Percussion	• 🗇	Pressione	O	Altro	
Parete sottile senza pistone						
Parete spessa						
Continua	CONTENIT	ORE CAMPION	VE.			
Carotiere rotativo				Carren 19		
Cucchiaia	lnox	П	Ferro		P.V.C.	1

#### DATI CAMPIONE

Diametro campione (mm)	84	Altezza campione (mm)	300	Paraffina	ð	
Indisturbato	0	Rimaneggiato				

#### IDENTIFICAZIONE VISIVA

Data aper	tura 31/03/98	Consistenza	Molto elevata	Struttura	Abbastanza omogenea	
Colore	Marrone chiaro	Denominazione Argilla siltosa debolmente sabbios			a .	
lote [						



# CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI E INDICI



S1 1\*

### DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME Y

Metodo campionatore		Provino			
		1	2	3	
Peso fustella (g)		90,77	90,45	90,06	
Peso fustella + campione umido (g)		237,89	241,97	244,34	
Peso campione umido (g)		147,1	151,5	154,3	
Volume fustella (cm³)		79,20	79,20	79.20	
Peso di volume y (g/cm²)		1,858	1,913	1,948	
MED	OLA	1,91			

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO GRANI Y,

		Provin	10
		1	2
Picnometro n°		X	Y
Peso campione secco (g)		76,19	68,19
Temperatura di prova (°C)		47°	50°
Peso specifico acqua y (g/cm²	)	0.989	0,988
Peso pic. + acqua + camp, seco	co (g)	726,4	719.8
Peso picnometro + acqua (g)		679,9	680,1
Peso specifico dei grani y, (g/cn	13	2,54	2,36
	MEDIA	2,45	

### DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME Y

Metodo volumometro	Pn	ovino	
	-1	2	3
Volumometro n*			
Peso volumometro + acqua (g)	· ·		
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm³)			
Peso di volume y (g/cm²)			
MEDIA			

### DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA W

	Pr	Provino			
	1	2	3		
Contenitore n°	24	25	26		
Peso contenitore (g)	20,54	18,62	18,23		
Peso cont.+ peso campione umido (g)	73,52	67,94	81,65		
Peso cont. + peso camp. secco (g)	65,49	60,44	72,33		
Peso campione secco (g)	44,95	41,82	54,10		
Conteuto di acqua w (%)	17,86	17,93	17,23		
MED	IA 17,7	12000			



## PESO DI VOLUME IMMERSO 7 WE SATURO 7 Set

	Provino			
	1	2	3	
Peso volume immerso y (g/cm³)	0,858	0.913	0,948	
Peso volume saturo y <sub>sat</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,831	1,806	1,781	

#### **DETERMINAZIONE GRANDEZZE INDICI**

Indice dei vuoti e	0,38
Porosità n (%)	27,8
Grado di saturazione (Sr)	113

## DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME SECCO Yd

	Provino			
	1	2	3	
Contenitore n°	5	8	11	
Peso contenitore (g)	18,81	17,57	20,33	
Peso conten. + peso camp. secco (g)	88,45	86,74	94,08	
Peso campione secco (g)	69,64	69,17	73,75	
Volume fustella (cm3)	40,00	40,00	40,00	
Peso di volume secco γ <sub>s</sub> (g/cm³)	1,74	1,73	1,84	
MEDIA	1,77			

D.I.M.M.S. Control srl Centro geotecnico ingegnenstico di intervento e di controllo sulle strutture e sul territorio Contrada Archi, 14/g 83100 Avelino

TeVFax: 0825/24353 P. NA 01872430648 Iscraone Trib. Av 008-7356



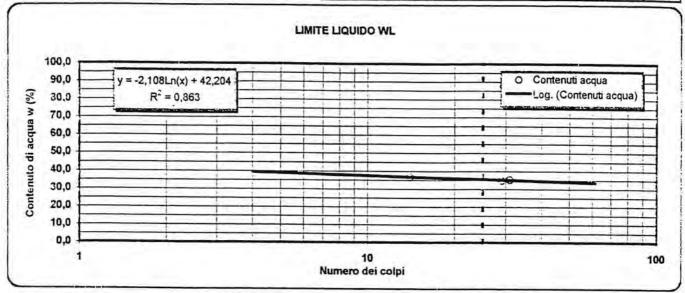
# **DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

51 10

LIMITE LIQUIDO WL (%)

32,5

DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO W	F	Provino	
	1	2	3
Contenitore n°	8	-11	26
Peso contenitore (g)	17,58	20,35	18,24
Peso contenitore + peso campione umido (g)	59,32	87,05	67,55
Peso contenitore + peso campione secco (g)	48,12	69,86	54,68
N° colpi	14	29	31
Contenuto di acqua w (%)	36,7	34,72	35,32

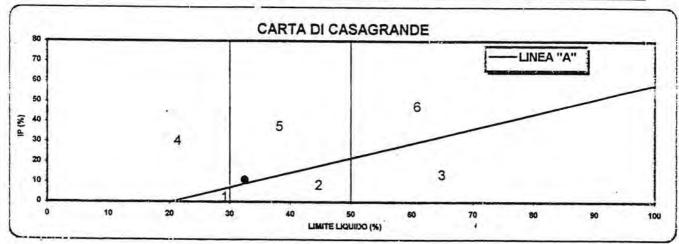


LIMITE PLASTICO Wp (%)

21,5

INDICE DI PLASTICITA' Ip (%) 11,0

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO WP	Pro	vino
	1	2
Contenitore n°	16	18
Peso contenitore (g)	18,24	19,80
Peso contenitore + peso campione umido (g)	30,58	32,62
Peso contenitore + peso campione secco (g)	28,41	30,34
Contenuto di acqua w (%)	21,34	21,63



- 1) Limi inorganici di bassa compressibilita'
- 2) Limi inorganici di media compressibilita' e limi org.
- 3) Limi inorganici di alta compressibilita' ed argille org.
- 4) Argille inorganiche di bassa plasticità
- 5) Argille inorganiche di media plasticita'
- 6) Argille inorganiche di alta plasticita'

D.I.M.M.S. Control srl Centro geotecnico ingegnenstico di interverito e di controllo sulle strutture e sul terntono

Contrada Archi, 14/g 83100 Avellino

TeVFax: 0825/24353

P. IVA 01872430648 Iscnzione Trib. Av 008-7356



#### CARATTERISTICHE INDICE

% Campione < 0,002 mm

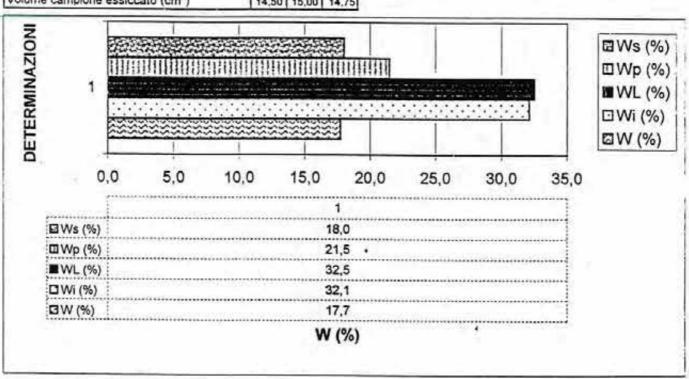
25

Contenuto acqua naturale (%)

17.7

Indice di plasticità I <sub>p</sub> (%)	Indice di consistenza I <sub>c</sub>	1,34 Indice di attività l <sub>A</sub>	0,441
Non plastico (0-5) Poco plastico (5-15) Plastico (15-40) Moito plastico (>40)	Fluido (<0) Fluido-plastica (0-0.25) Molle-plastica (0.25-0,50 Plastica (0,50-0,75 Solido-plastica (0,75-1,0) Solida (>1)		(<0,75) (0,75-1,25) (>1,25)

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO W.	Cami	pione			
	1	2			
Capsula in monei n'	1	2		Acqua di prova iniziale W <sub>i</sub> (%)	32,1
Peso capsula (g)	26,40	26,87			
Peso capsula + peso mercurio (g)	274,8	279,2		Limite di ritiro W, (%)	18,0
Peso specifico mercurio (g/cm³)	13,59	13,59			
Volume capsula in monel (cm²)	18,27	18,56	Media	Coefficiente di ritiro R <sub>s</sub>	1,69
Peso capsula + peso materiale umido (g)	59,82	58,85	59,34		
Peso capsula + peso materiale secco (g)	51,68	50,98	51,33	Ritiro di volume V <sub>s</sub>	23,9
Volume campione essiccato (cm3)	14.50	15.00	14.75		





3

S1	7;
1*	T

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3	
Q <sub>max</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,00	2,00	0,50	
V <sub>prova</sub> (mm/min)	0,040	0,040	0,040	

## Determinazione Cu con Vane Test

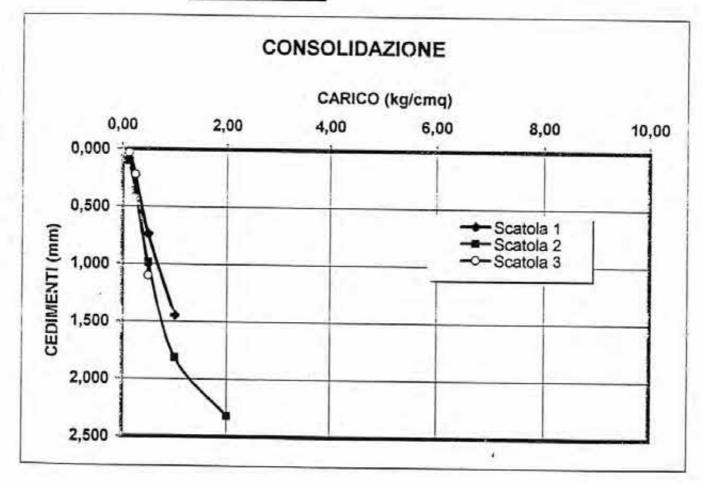
Adattatore	Fondo scala	Cu říttizia (N/cm²)	Cu rease (N/cm²)
Piccolo	2,50	Fondo scala	>10
Medio	1,00	Fondo scala	>10
Grande	0,20	Fondo scala	>10
		MEDIA	>10

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

## Caratteristiche scatola taglio

Lunghezza scatola (mm)	60,00
Sezione scatola A (cm²)	22,00
Altezza scatola H (mm)	36,00
Volume scatola V (cm3)	79,20

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
Carico	Cedim, Fin.	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.
kg/cm*	mm	mm	mm
0,125	0,082	0,103	0.034
0,250	0,230	0,365	0.222
0,500	0,742	0,988	1,103
1,000	1,445	1,816	
2,000		2,321	
4,000			
8,000			



COMMITTENTE: CO.GE.TECH.

LOCALITA': Perugia

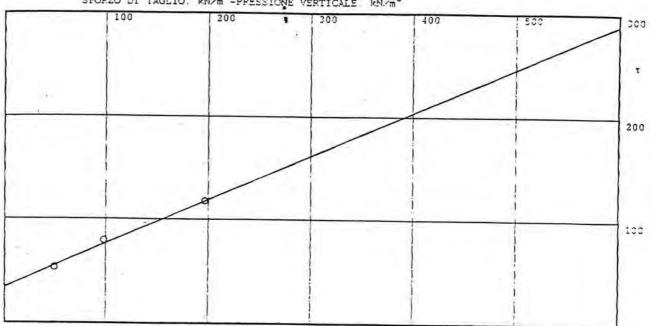
CANTIERE: Chiesa di S.Francesco al Prato

SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: 1

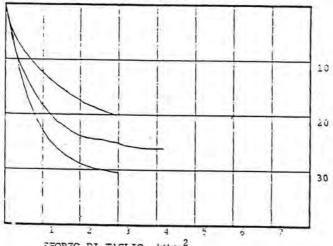
PROFONDITA', m: 3.70-4.00

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

SFORZO DI TAGLIO.  $kN/m^2$ -PPESSIONE VERTICALE.  $kN/m^2$ 



#### DEFCRMAZIONI VERTICALI. mm/100



PRESSIONE	VALCRI A ROTTURA			
kH. m <sup>2</sup>	SFORZI KNL m <sup>2</sup>	AVANZAM.	DEF. VERT	
99.065	79.44	2.12	.179	
195.13	117.77	3.55	.26	
49.03	53.33	2.18	. 294	
49.03	53.33	2.18	. 294	
	1	1		
		Ì	ř.	
	1	1		

σ

i	2	3	4	5	6	7	300
			-			-	200
	-	=	-				100
			-				10

AREA SCATOLA DI TAGLIO.cm² = 35

Velocità di avanz.mm/min= 04

TIPO DI PROVA: (taglio diretto

TIPO DI CAMPIONE: argilla

COESIONE.kN/m<sup>2</sup>= 34,16 ANGOLO DI ATTRITO= 23

DATA: 02/04/98

AVANZAMENTO. mm

FIRMA: ROUND MIDE

# APERTURA CAMPIONE ED IDENTIFICAZIONE VISIVA



#### PROVE ESEGUITE SUL CAMPIONE

Cod.	Nº cod.	Prova	
. A	1	Apertura campione	TO
*B	1-2-4-6-8	Caratteristiche fisiche	0
Ċ		Analisi granulometrica	
D	1	Determinazioni specifiche	a
E		Prova edometrica	
F		Prova di permeabilità	
G		Prova triassiale	
H		Prova triassiale specifica	
1	1	Prova taglio diretto	ð
L		Prova compattazione	

DATI	CEN		ALI
DAIL	Carro	FR	$\Delta$ L

Committente	CO.GE.TECH.
Cantiere ·	Chiesa di S.Francesco al Prato
Località	PERUGIA
Impresa	CO.GE.TECH.
Tecnico	Dr. Geol. Giulio Orlandini

CARAT	TERIST	ICHE D	PERFOR	AZIONE
UMINAI	1 - 100		FEREOR	CACCIONE

PERSONAL PROPERTY.	Campione N°		Data sondaggio	3/98
ndità (m)	Profondità (m)	13,00-13.30	Data prelievo	3/98
one (P (mm)	Percussione (b (mm)		Efica (b (mm)	
	ndità (m) 2 one Φ (mm)			

#### CARATTERISTICHE DI CAMPIONAMENTO

Carotiere rotativo Cucchiaia	Inox		Ferro		P.V.C.	
Parete spessa Continua	CONTENITO	RE CAMPION	WE.			
Parete sottile con pistone Parete sottile senza pistone	Percussione		Pressione	0	Altro	
ATTREZZATURA PRELIEVO	MODALITA'	DI PRELIEVO	Ğ.			

#### DATI CAMPIONE

Diametro campione (mm)	84	Altezza campione (mm)	600	Paraffina	0
Indisturbato	0	Rimaneggiato			

#### **IDENTIFICAZIONE VISIVA**

Data apertura 30/03/98	Consistenza	Molto elevata	Struttura	Abbastanza omogenea
Colore Grigio-verde	Denominazione	Argilla siltosa debo	olmente sabbiosa	
Note			ominante subbliosa	



# CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI E INDICI



S2

#### DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME Y

Metodo campionatore		Pro	onivo	
CONTRACTOR CONTRACTOR AND		1	2	3
Peso fustella (g)		90,42	90,42	90,42
Peso fustella + campione umido	(g)	234,65	232,65	229,51
Peso campione umido (g)		144,2	142,2	139,1
Volume fustella (cm²)	(5)	79,20	79,20	79,20
Peso di volume y (g/cm²)		1,821	1,796	1,756
	MEDIA	1,79		

# DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO GRANI 7s

		Provino	
		1	2
Picnometro n°		X	Y
Peso campione secco (g)		90,00	50,00
Temperatura di prova (°C)		42*	43*
Peso specifico acqua γ, (g/cn	n <sup>2</sup> )	0,991	0,991
Peso pic. + acqua + camp, se	cco (g)	736,9	709,3
Peso picnometro + acqua (g)		682,6	679,8
Peso specifico dei grani y, (g/o	:m <sup>3</sup> )	2,50	2,42
	MEDIA	2,48	

### DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME 7

Metodo volumometro	Provino		
4	1	2	3
Volumometro n°			
Peso volumometro + acqua (g)			
Peso volumometro + camp. umido (g)			
Differenza volume volumometro (cm <sup>3</sup> )			
Peso di volume y (g/cm²)			
MEDIA			

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA W

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n°	20	21	22
Peso contenitore (g)	19,16	18,90	18,93
Peso cont.+ peso campione umido (g)	66,57	55,29	52,35
Peso cont. + peso camp. secco (g)	59,41	49,45	47,06
Peso campione secco (g)	40,25	30,55	28,13
Conteuto di acqua w (%)	17,79	19,12	18,81
MEDI	18,6		



# PESO DI VOLUME IMMERSO YW E SATURO Ysat

	Provino		
	1	2	3
Peso volume immerso y (g/cm³)	0,821	0,796	0,756
Peso volume saturo y <sub>set</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,831	1,806	1,781

#### DETERMINAZIONE GRANDEZZE INDICI

Indice dei vuoti e	0,5
Porosită n (%)	32
Grado di saturazione (Sr)	95

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME SECCO 7d

	Provino		
	1	2	3
Contenitore n*	16	17	18
Peso contenitore (g)	18,21	18,11	19,78
Peso conten. + peso camp. secco (g)	84,50	83,13	87,94
Peso campione secco (g)	66,29	65,02	68,16
Volume fustella (cm3)	40,00	40,00	40,00
Peso di volume secco γ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	1,66	1,63	1,70
MEDIA	1,66		

D.I.M.M.S. Control sif Centro geotecnico ingegneristico di intervento e di controlto sulle strutture e sul territorio

Contrada Archi, 14/g 83100 Avelino TeVFax: 0825/24353 P. IVA 01872430648 Iscanione Trib. Av 008-7356



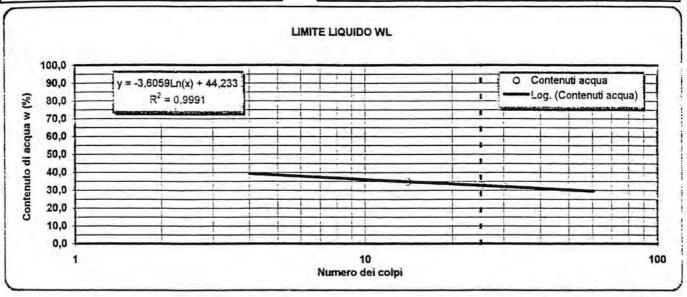
# **DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

S2 1 1°

LIMITE LIQUIDO WL (%)

32,7

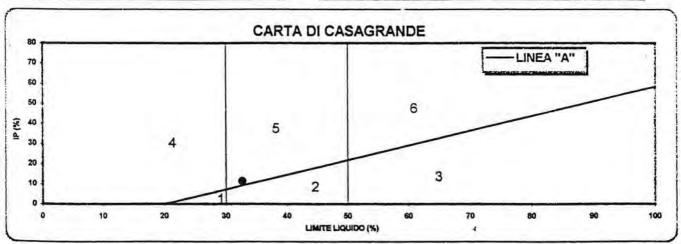
DETERMINAZIONE DEL LIMITE LIQUIDO W.	Provino				
	1	2	3		
Contenitore n°	7	10	15		
Peso contenitore (g)	18,76	18,89	18,32		
Peso contenitore + peso campione umido (g)	55,09	61,89	53,77		
Peso contenitore + peso campione secco (g)	45,73	51,30	45,19		
N° colpi	14	25	30		
Contenuto di acqua w (%)	34,7	32,68	31,93		



LIMITE PLASTICO Wp (%) 21,2

INDICE DI PLASTICITA' Ip (%) 11,5

DETERMINAZIONE DEL LIMITE PLASTICO W <sub>P</sub>	Pro 1	vino 2	
Contenitore n°	2	3	
Peso contenitore (g)	19,32	18,94	
Peso contenitore + peso campione umido (g)	24,04	25,20	
Peso contenitore + peso campione secco (g)	23,21	24,11	
Contenuto di acqua w (%)	21,34	21,08	



- 1) Limi inorganici di bassa compressibilita'
- 2) Limi inorganici di media compressibilita' e limi org.
- 3) Limi inorganici di alta compressibilita' ed argille org.
- 4) Argille inorganiche di bassa plasticità
- 5) Argille inorganiche di media plasticita'
- 6) Argille inorganiche di alta plasticita'

0

D.J.M.M.S. Control srl Centro geotecnico ingegneristico di intervento e di controllo sulle strutture e sul territorio Contrada Archi, 14/g 83100 Avellino TeVFax: 0825/24353

P. IVA 01872430648 Iscnizione Trib. Av 008-7356



#### CARATTERISTICHE INDICE

% Campione < 0,002 mm

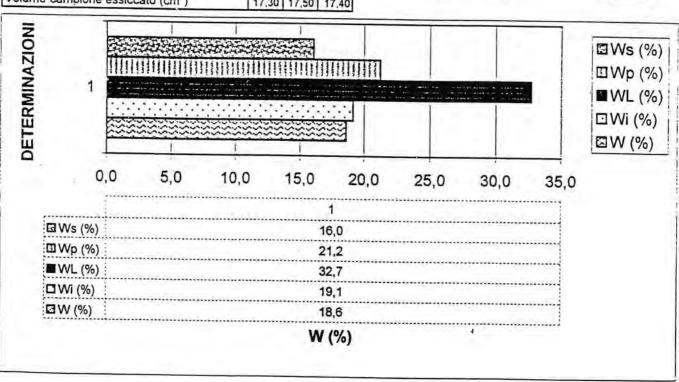
25

Contenuto acqua naturale (%)

18,6

ndice di plas	(70)	11,49	Indice di consi	stenza I <sub>c</sub>	1,23	Indice di attività I,	0,46
Non plastico Poco plastico Plastico Molto plastico	(0-5) (5-15) (15-40) (>40)		Fluido Fluido-plastica Molle-plastica Plastica Solido-plastica Solida	(<0) (0-0,25) (0,25-0,50) (0,50-0,75) (0,75-1,0) (>1)		Inattivo Normalmente attivo Attivo	(<0,75) (0,75-1,25) (>1,25)

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO W.	Cam	pione			
	1	2			
Capsula in monel n°	1	2		Acqua di prova iniziale W <sub>i</sub> (%)	19,1
Peso capsula (g)	26,40	26,87		2007 200 200 200 200 200 200 200 200 200	10,1
Peso capsula + peso mercurio (g)	274.8	279,2	1	Limite di ritiro W <sub>s</sub> (%)	16,0
Peso specifico mercurio (g/cm³)	13,59	13,59		- 2	10,0
Volume capsula in monel (cm³)	18,27	100	Media	Coefficiente di ritiro R.	1,62
Peso capsula + peso materiale umido (g)	59,55	60,44	60.00		1,02
Peso capsula + peso materiale secco (g)	54,52	54,68	54,60	Ritiro di volume V <sub>s</sub>	5
Volume campione essiccato (cm³)	1	17,50			ت





# PROVA DI TAGLIO DIRETTO

#### Caratteristiche scatola taglio

4,000

8,000

Lunghezza scatola (mm)	60,00
Sezione scatola A (cm²)	22,00
Altezza scatola H (mm)	36,00
Volume scatola V (cm3)	79.20

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3	
Carico	Cedim. Fin.	Cedim. Fin.	Cedim, Fin.	
kg/cm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	
0,125	0,100	0,028	0.188	
0,250	0.573	0,348	0.514	
0,500	0,958	0,750	1,118	
1,000	1.851	1,435	1,740	
2,000	2,408	2,098	1100	

3,102

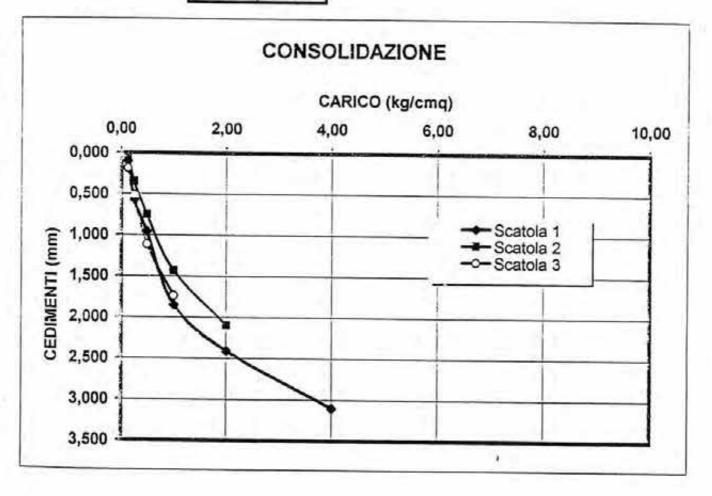
60	
52	- 0
44	$\overline{}$

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

	Scatola 1	Scatola 2	Scatola 3
Q <sub>max</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	4,00 2,00		1,00
V <sub>prova</sub> (mm/min)	0,040	0,040	0,040

#### Determinazione Cu con Vane Test

Adattatore	Fondo scala	.Cu řittizia (N/cm²)	Cu reale (N/cm²)
Piccolo	2,50	Fondo scala	>10
Medio	1.00	Fondo scala	>10
Grande	0,20	Fondo scala	>10
		MEDIA	>10



# D.I.M.M.S. Control S.r.1.-CENTRO GEOTECNICO Contrada Archi 14/g-83100 AVELLINO

COMMITTENTE: CO.GE.TECH.

LOCALITA': Perugia

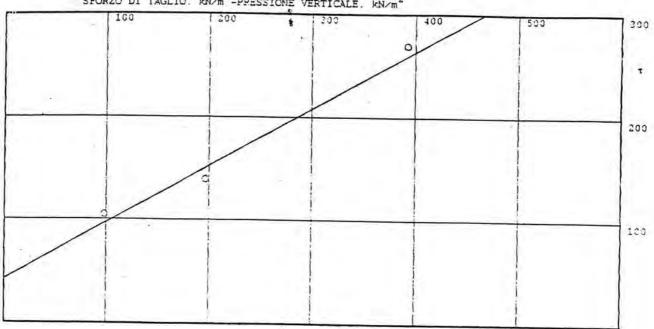
CANTIERE: Chiesa di S.Francesco al Prato

SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: 1

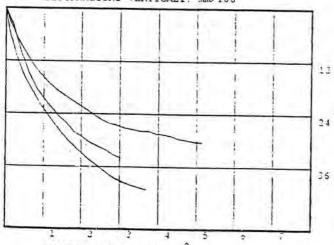
PROFONDITA', m: 13-13.30

#### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

SFORZO DI TAGLIO. kN/m²-PRESSIONE VERTICALE. kN/m²



DEFORMACIONI VERTICALI, mun 100



PRESSIONE	VALORI A ROTTURA						
kulum <sup>2</sup>	SFORZI kulum <sup>2</sup>	AVANZAM.	DEF. VERT				
392.26	259.44	2.09	395				
196-13	139.44	4.32	29				
98.065	104.72	2 21	304				
	1	İ	į.				
	1						
		1	1				

	2	3	4	5	5	100	30
1	4				-	-	201
1	1	+-		†			
						1	10

AREA SCATOLA DI TAGLIO.cm<sup>2</sup>= 26 Velocità di avanz..mm/min= .04 TIPO DI PROVA. (taglio diretto TIPO DI CAMPIONE: argilla

COESIONE, kN/m<sup>2</sup> = 41.72 ANGOLO DI ATTRITO= 29

AVANZAMENTO, mm

DATA: 02/04/98

FIRMA: VON Line

# CAMPAGNA GEOGNOSTICA COMUNE DI PERUGIA (NOVEMBRE 1998)

GE. TECH. di G. Orlandini SCHOOLSTED a. : 10 SUSTA ASSOCIUTA (MIN) : (30 REFERENCES : S.FRANCESCO AL PRATO PROFESSITA" W : M.S 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 CONSTITUTE : CONNE DI PERSONA NETGOD PERFORMATIONE : POTATIONE CANTION : CONVENTO 06100 Perugia via 6.0berdan 56 tel.075/5734391 ATTACAMENTS . : DORAIL ICO Listen : INDAFINI DISSESTO BIESSILE : CARDITIER DATA : 17,11,1999 9 - SIBNER 5 - SENISON K - KUILKON N - KATION-SELTIMENE 5 - SETURGOO P - PERCESSIONE TIPS OF CONTINUEDITS 8 - AATRONG 5 - SHELSEY M - MILEON A-AMMOTATIONS : NISHMA DELLA VARIATIONE DI FALDA ACCUSFERA 10 PROF. GUOTA RIV LIVELO DATA - GRASIO DATA - DRAMES PROF. QUETA MIY LIVELES DATA - SRAMES # cossette PROF. BUCTA RIV. LIVELLO PRESENZA DE FALOR TRA -14.6 E -18.0 EAMPIONE Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory

Moderatory 3 WE TEST Spiles SAUTA AREALITA 3 ŝ Picrocotta. MOTOGITA. RECUPERO 1 -. . CARDTADUTO JACOBE DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI STRATEGRAP TA ATOM × State of the state 127 1.7 +1 429 -1.5 AZPONTO TERMOSO CON PREVALENTE PEZZAME DI COTTO -2 428 -1 427 628 AMPLICA STALLA, MO. PLASTICA -9 425 +4.7 1.1 -6 -5.8 England the sections can dispersi persetti di dalcare -7 123 -1 422 = -De anglica dialla con racre blancastre de perceleriene JE 14 Strucce of varie torons -1 421 н н н н ж н -14 420 # 15 F 5.3 H ... W ... H -11 413 5-5-5 -12 418 ANGULA LINGSA. grailantes can inclusions of civilinia 1 1 - 3 cal -12 417 0,0,0,0 0,0,0,0 0,0,0,0 +14 \*10 2.700 F 2.00 C 2.700 F -14 -13 412 101 -18 414 +14.3 -17 413 -18 412 CAR TOTAL CLASS SAMESONS & CLASS -11 -19 411 2.203 -20 410 -29.3 Liei 3-001031 con Perzant DI manera nelula, prevelentemente e apigula vivi.

Conglomento poce elemente, a picenti elementi 71 -Rt 405 -22 448 3.300 -73 427 -24 405 74.2 -23 455 -25 404 -27 452 -22 492 -25 -25 401 t

GE.TECH. di G. Orlandini SONDAGGIO A. : 20 QUOTA ASSOCUTA LILA : 129 RIFERIMENTO : S.FRANCESCO AL PRATO PROFONDITA' b) : 30.0 84019 Vietri S/M via Costabile 28 tel.089/210492 CONNITTENTE : COMUNE DI PERUGIA METODO PERFORAZIONE : ROTAZIONE CANTTERE : CONVENTO 06100 Perugia via G.Oberdan 56 tel.075/5734391 AYANZANENTO : IDRAULICO LAYORO : INDAGINI DISSESTO UTENSILE : CAROTIERE DATA : 18-19.11.1998 TIPO DI CAMPIONAMENTO : B = BISHOP D = DENISON K = KJELMAN N = MAZIER-SOLETANCHE O = DSTERBERS P = PERCUSSIONE 3 - SHELBY W - MILSON A-ANNOTAZIONI : MISURA DELLA VARIAZIONE DI FALDA ACQUIFERA DATA - ORARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - ORARIO & CASSETTE PROF. QUOTA RIV. LIVELLO DATA - DRARIO PROF. QUOTA RIV. LIVELLO NON SI SEGNALA FALDA CARPION PROVA PORTATA

JASIA

FOREABILITA

RIVESTIMENTO

DISTRICTORE

CANDIO DIAMETRO VANE TEST Kg/caq 3 3 CAMBIO DIAMETA
PIEZOMETRO / RECUPERO 1 WOTA ASSET PROF DROITA PALDA PROFORDITA. CAROTAGGIO DESCRIZIONE TERRENI ATTRAVERSATI STRATIORAFIA TIPO o \*TOUR = RIPORTO TERRASSO CON PEZZANE DI COTTO 127 1.2 -1 128 -1.2 -2 127 XXXX 1.3 LINO AROLLOSO gialle can livelletti di mabdia minuta
presenza di varve biancastre da percelazione d'acqua -2.5 -3 428 2.2 425 ------4.7 -5 424 CLEMENTI MARMOSO-AREMACEI poro eleberati 1.3 a a a a December 1 December 2 123 -7 422 -1 421 -.9 420 -10 419 1.5 -11 418 -12 417 -13 416 -14 415 D. O. G. D. SABBIA E ONIATA ad elementi puco elaborati -15 414 D. G. D. litelegicemente MARMA E AREMARIA 101 -15 413 2.700 0 0 0 0 0 0 -17 412 CONDOCOCO CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA 1000 CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTI IN MATRICE LINO SABBIOSA (7) CONTONERATO (7) A GROSSI ELEMENTO (7) CONTONERATO (7) CONTONE -17.2 -117 411 -19 410 -211 409 8.5 -21 408 -52 407 -23 405 -2 405 AROILLA MARNOSA GRIOIA Sense inclusioni 0.799 -24.5 --- MARNIA COMPATTA , grigia, impides, miternata a marna argille -25 404 0.700 OCOCOCOCO MARKA LAPIDEA E AREMARIA IO MATICE AMBDIOMA ELOS MARKA LAPIDEA E AREMARIA IO MATICE AMBDIOMA ELOS MARKA LAPIDEA E AREMARIA IO MATICE AMBDIOMA DE SECONO MARKA LAPIDEA E AREMARIA IO MATICE AMBDIOMA DE SECONO MARKA -25.2 -25 403 -27 402 -28 401 -29 100

CAMPAGNA GEOGNOSTICA

COMUNE DI PERUGIA (2000)



**STRATIGRAFIA** 

Riferimento: Comune di Perugia

Riferimento: Comune di Perugia

Località: Accademia di Belle Arti

Impresa esecutrice: SO.GEO. S.a.s. di Masetti & C.

Coordinate:

Perforazione: Carotaggio continuo

Redattore: Dott. Geol. Andrea Caneponi

Perforazione: Carotaggio continuo

Redattore: Dott. Geol. Andrea Caneponi

DESCRIZIONE

KAP,	metri	LITOLOGIA	in Cur	maiore	Ro VT	Prel %	S.P.T.	N RC	D%	prof.	DESCRIZIONE
G ris	but.	בערערערער	foro Can	npecan	MP 4 T	0 100	3.F.1.	age (0	- 100	metri	No. 2 Control of the
											Resti di laterizio
	1									0,7	
	, [									1,0	Cavità
	- {										Calcestruzzo costituito da frammenti litici centimetrici e malta cementizia, nella parte finale della fondazione è presente un tondino liscio con diametro di circa 18 mm
											Resti di laterizio
	2									2,1	
											Resti di laterizio, frammenti lapidei costituiti da clasti di natura carbonatica ed arenitica; presenza di cavità nei tratti 2.1-2.3 m 2.6-2.8 m
	,									3,0	
	I									3,3	Calcestruzzo costituito de frammenti litici centimetrici e malta cementizia con al centro un tondino liscio di diametro di circa 1 mm
	. 1										Frammenti di laterizio e litici di varia natura con matrice argillo sebbiosa nella parte terminale; è stato rinvenuto anche un frammento osseo
	4									4,0	
	1		-   							4,2	
											Argilla sabbiosa e sabbia argillosa, di colore marrone giallastro (10YR) e consistenza compatta, contenenti rari clasti centimeti con abbondanti concrezioni carbonatiche biancastre
	. 5		1) Sh	64 5,20							

La perforazione della muratura è stata eseguita utilizzando carotiere doppio NT2 con corona diamantata fino a 4.0 m, da 4.0 m fino a fine sondaggio è stato utilizzato il carotiere semplice.

Il foro è stato realizzato a filo muro a circa 2 m dallo spigolo, con un'inclinazione di circa 7º rispetto alla verticale. Durante la perforazione sono state attraversate delle cavità nei seguenti tratti: 0.7-1.0 m, 2.1-2.3 m, 2.6-2.8 m; inoltre si è verificato un avanzamento estremamente rapido della perforazione nei tratti: 1.3-2.0 m e 3.3-4.0 m. Le sigle dei colori sono riferite alle Munsell Soil Color Chart.



STRATIGRAFIA

Pagina 1/1 Riferimento: Comune di Perugia

	comune di Peru demia di Belle		Sondaggio: 8 Ouota:				
	ice: SO.GEO. S	Data: 22/03/00					
oordinate:		Redattore: Dott. Geol. Andrea Canepon					
	arotaggio conti	nuo					Accuminate Doct. Geol. Andrea Galleport
	LITOLOGIA (See	**************************************	Prel %	S.P.T.	N RQD %	o prof.	DESCRIZIONE
							Muratura costituita essenzialmente da laterizi e subordinati blocchi calcarei
1						1,1	Muratura costituita da blocchi di calcare ed arenaria
						1,7	
2.			j				Laterizi e frammenti di faterizio immersi in malta cementizia
- 3			A CONTRACTOR OF THE PROPERTY O			2,2	Muratura costituita da blocchi di calcare ed arenaria
							Ghiaia eterometrica costituita da clasti carbonatici ed arenitici con matrice sabbiosa di colore marrone giallastro (10YR), i cla hanno dimensioni da millimetriche ad oltre 10 cm
, ,	5000000					5,0	

La perforazione della muratura è stata eseguita utilizzando carotiere doppio NT2 con corona diamantata. Il foro è stato realizzato a filo muro con un'inclinazione di circa 7º rispetto alla verticale. Le sigle dei colori sono riferite alle Munsell Soil Color Chart.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA

COMUNE DI PERUGIA (2008)



### Committente COMUNE DI PERUGIA

Cantiere

IV Stralcio Complesso di S.Francesco al Prato

Località

Perugia

Data Inizio

01.02.2008 Data Fine 01.02.2008

SONDAGGIO FOGLIO

SC03

1

II geologo S.G.A.

Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Fondazione
1	1,65	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	Terreno di riporto a matrice sabbioso limosa brunastra con trovanti poli- genici decimetrici (resti di muratura, frammenti di laterizi,) a tratti au- menta la componente fine. Fondazione in muratura fino a 1,50 m da p.c. a filo muro in elevazione, poi risega per 15 cm e continua in pro- fondità.	





Committente COMUNE DI PERUGIA

Cantiere

IV Stralcio Complesso di S.Francesco al Prato

Località

Perugia

Data Inizio

01.02.2008

Data Fine 01.02.2008

SONDAGGIO FOGLIO

SC04

1

II geologo S.G.A.

A Tender and	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Fondazione
+		1.65	× × × × × × × × × × × × × × × × × × ×	Terreno di riporto a matrice sabbioso limosa brunastra con trovanti poli- genici decimetrici (resti di muratura, frammenti di laterizi) a tratti au- menta la componente fine.Fondazione in muratura a filo muratura in ele- vazione fino a 1,20 m da p.c., poi risega per 45 cm e prosegue.	
2	1.65		× × × × × × × × × × ×		_(



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere :

SGA Studio Geologi Associati (PG) IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato - lavoro :

- località : Perugia centro storico

Falda non rilevata - prof. falda : - data emiss. : 24/01/2008

- data prova: 22/01/2008

- quota inizio: 0.00

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
		40.0			_	47.0	
0,00 - 0,20	4	42,0	1	2,00 - 2,20	2	17,8	3
0,20 - 0,40	3	31,5	1	2,20 - 2,40	2	17,8	3
0,40 - 0,60	1	9,6	2	2,40 - 2,60	3	24,8	4
0,60 - 0,80	2	19,3	2	2,60 - 2,80	2	16,6	4
0,80 - 1,00	2	19,3	2	2,80 - 3,00	2	16,6	4
1,00 - 1,20	3	28,9	2	3,00 - 3,20	6	49,7	4
1,20 - 1,40	1	9,6	2	3,20 - 3,40	14	115,9	4
1,40 - 1,60	2	17,8	3	3,40 - 3,60	23	177,9	5
1,60 - 1,80	2	17,8	3	3,60 - 3,80	50	386,8	5
180 - 200	1	8.9	3				

<sup>-</sup> PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 ISM.C

<sup>-</sup> M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 51,00 mm

<sup>-</sup> Numero Colpi Punta N = N(20) [ $\delta = 20$  cm]

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere :

SGA Studio Geologi Associati (PG) IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato - lavoro :

2,00 m da quota inizio - località : Perugia centro storico - prof. falda :

- data emiss. : 24/01/2008

- data prova: 22/01/2008

- quota inizio: 0.00

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0.00	0	04.5	4	0.00 0.40	0	47.0	
0,00 - 0,20	3	31,5	1	2,20 - 2,40	2	17,8	3
0,20 - 0,40	3	31,5	1	2,40 - 2,60	1	8,3	4
0,40 - 0,60	2	19,3	2	2,60 - 2,80	1	8,3	4
0,60 - 0,80	1	9,6	2	2,80 - 3,00	1	8,3	4
0,80 - 1,00	2	19,3	2	3,00 - 3,20	1	8,3	4
1,00 - 1,20	1	9,6	2	3,20 - 3,40	1	8,3	4
1,20 - 1,40	1	9,6	2	3,40 - 3,60	1	7,7	5
1,40 - 1,60	3	26,7	3	3,60 - 3,80	1	7,7	5
1,60 - 1,80	2	17,8	3	3,80 - 4,00	1	7,7	5
1,80 - 2,00	2	17,8	3	4,00 - 4,20	50	386,8	5
200 - 220	1	8.9	3				

<sup>-</sup> PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63-100 ISM.C

<sup>-</sup> M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m - A (area punta)= 20,43 cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= 51,00 mm

<sup>-</sup> Numero Colpi Punta N = N(20) [ $\delta = 20$  cm]

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

- cantiere : SGA Studio Geologi Associati (PG)

IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato - lavoro :

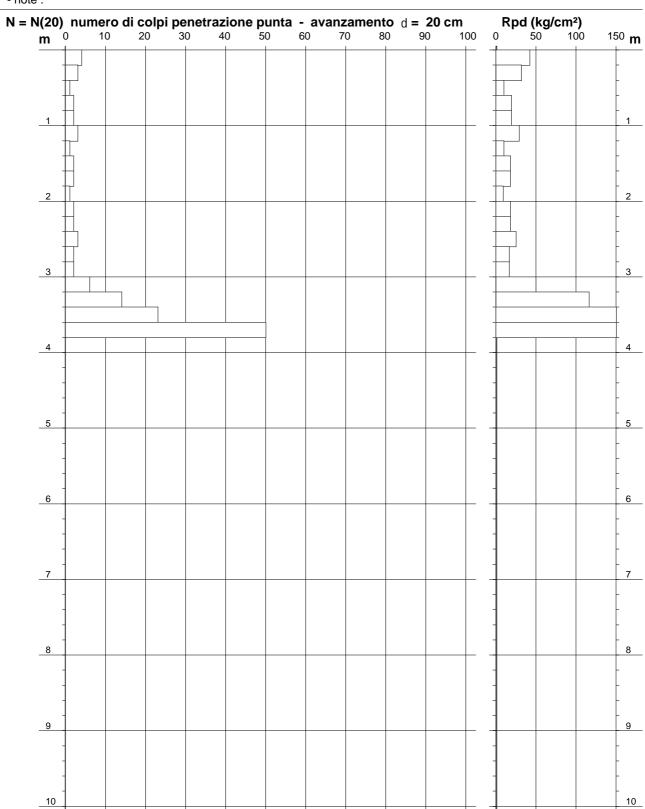
- località : Perugia centro storico

- quota inizio: 0.00 - prof. falda : Falda non rilevata - data emiss. : 24/01/2008

Scala 1: 50

- data prova: 22/01/2008

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

- cantiere : SGA Studio Geologi Associati (PG)

IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato - lavoro :

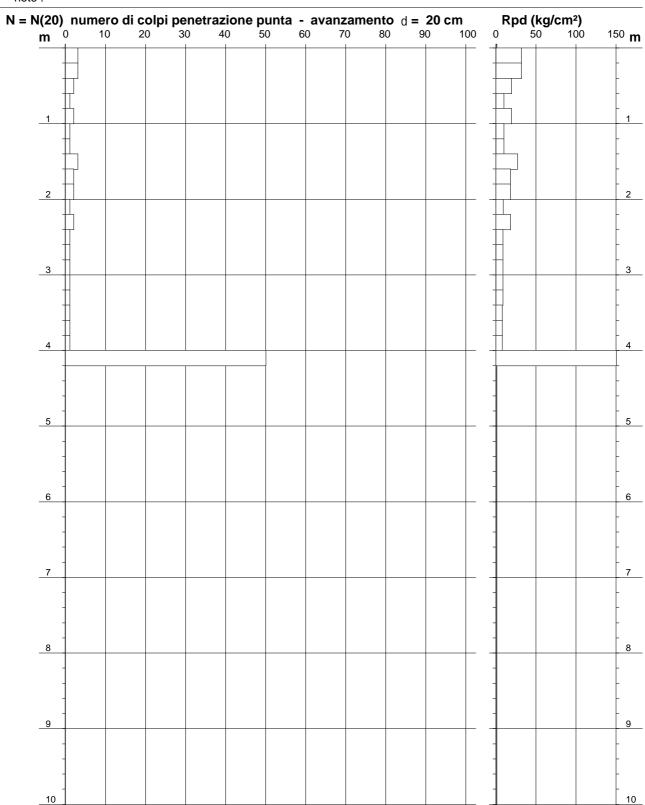
- località : Perugia centro storico

- quota inizio: 0.00 - prof. falda : Falda non rilevata - data emiss. : 24/01/2008

Scala 1: 50

- data prova: 22/01/2008

- note :



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

3 1 · 50

DIN 1

Scala 1: 50

- cantiere : SGA Studio Geologi Associati (PG)

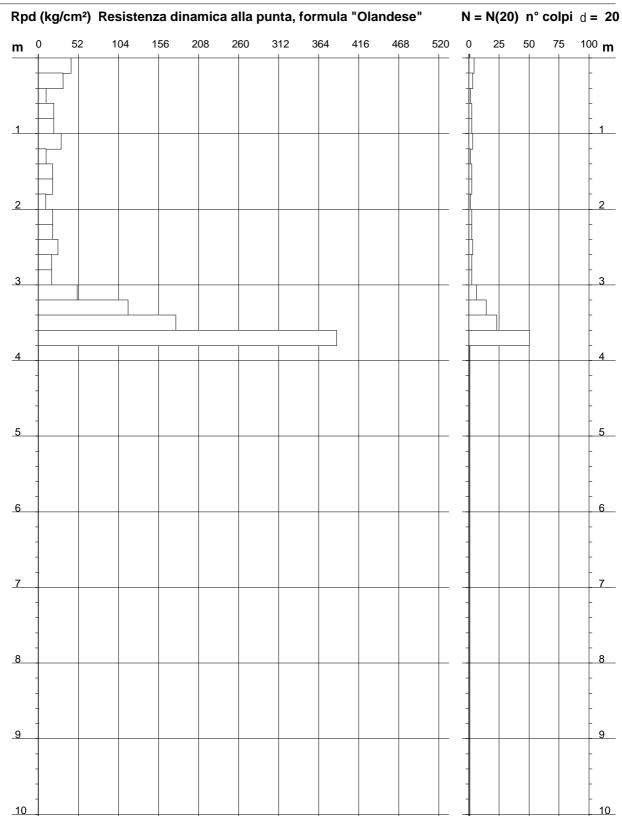
- lavoro : IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato

- località : Perugia centro storico

quota inizio : 0.00prof. falda : Falda non rilevata

- data prova: 22/01/2008

- data emiss. : 24/01/2008



# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

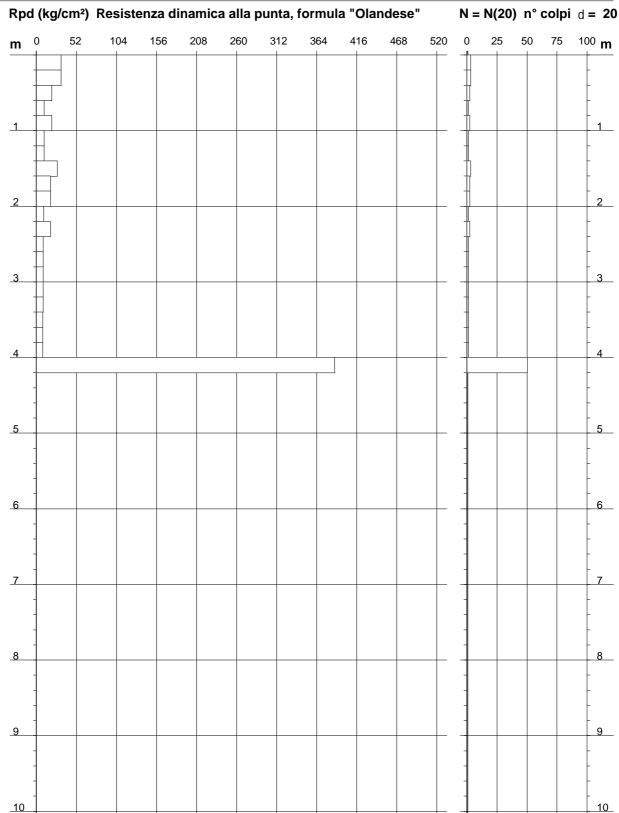
DIN 2 Scala 1: 50

- cantiere : SGA Studio Geologi Associati (PG)

- lavoro : IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato

- località : Perugia centro storico - data prova: 22/01/2008 - quota inizio: 0.00

- prof. falda : Falda non rilevata - data emiss.: 24/01/2008





### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere :

SGA Studio Geologi Associati (PG)

 lavoro località IV° Stralcio recupero complesso S. F. al Prato

Perugia centro storico

data prova :

22/01/2008 0.00 - quota inizio :

Falda non nievata prof. falda:

- data emiss. 24/01/2008

#### - note :

n°	Profon	dità (m)	PARAMETRO		ELA	BORA	ZIONE STA	TISTI	CA		VCA	β	Nspi
				M	min	Max	1/2(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	3,00	N Rpd	2.1 19,9	9	42	1,6 14,4	8,9	1,3	3,0 28,8	19	1.49	3
2	3,00	3,60	N Rpd	14,3 114,5	50	23 178	10,2 82,1	10000			14 112	1,49	21
3	3,60	3,80	N Rpd	50,0 386,8	50 387	50 397	50,0 386,8		75		50 387	1,49	74

valore medio min valore minimo. Max valore massimo es scarto quadratico medio. VCA: valore caratterístico assunto.

numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamiento  $\delta$  = 20 cm.) Rpd. resistenza dinamica alla punta (kg/cm²) Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta$ t = 1.49) Napt. numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta$  = 30 cm.)

# Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

						N	ATUR	A GRA	ANULA	RE	NAT	URAC	COESI	VA		
n°	- 1	1	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Си	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0.00	3.00	3	89	30	11	22	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44.2	1.194	-	
2	3,00	3,60	21	146	126	52	33	353				2.03			-	
3	3,60	3,80	74	185	319	94	48		2.20					0.015	-	

Napt: numero di colpi prova SPT (avanzamento 8 = 30 cm )



Posizionamento Prova Penetrometrica DP1



### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : lavoro

SGA Studio Geologi Associati (PG)

IVº Stralcio recupero complesso S. F. al Prato

- località : Perugia centro storico - data prova : 22/01/2008

0.00 quota inizio :

- prof. fakta : Falda non rilevata - data emiss. 24/01/2008

#### - note :

nº	Profondità (m)	PARAMETRO		ELA	BORA	ZIONE STA	TIST	ICA		VCA	В	Nspt
			M	min	Max	1/2(M+min)	s	M-s	M+s		822	
1	0,00 4,00	N Rpd	1.6 14.2	8	3 32	1,3	8,1	8,1	2,3 22,3	2 18	1,49	3
2	4,00 4,20	N Rpd	50,0 386,8	50 387	50 387	50,0 386,8	_			50 387	1,49	74

valore medio min: valore minimo Max, valore massimo s scarto quadratico medio VCA; valore caratteristico assunto numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta$  = 20 cm ) Rpd; resistenza dinamica alla punta (kg/cm²) Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta$ t = 1.49) Nspt; numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta$  = 30 cm ) M:

Rpd; resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

### Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

						N	ATUR	A GRA	NULA	RE	NAT	URAC	COESIV	/A		
nº	F	(	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E.	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e.	Q	Litologia
1	0.00	4,00	3	95	30	11	22	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44.2	1.194	-	- A JOSEPH CONT.
2	4.00	4,20	74	189	319	94			2.20				0.6 (		-	

Nspt. numero di colpi prova SPT (avanzamento 3= 30 cm.)

DR % = densità relativa e' (°) = angoto di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non dienata Ysat, Yd (t/m²) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno Vs (m/sec) = Velodità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = capacità portante Sanglerat 1972



Posizionamento Prova Penetrometrica DP2



#### 2.2 CAMPAGNA DI INDAGINI DI PROGETTO

Ad integrazione di quanto già a disposizione, in prossimità dell'area di previsto intervento nel periodo 2014-15, è stata eseguita una campagna geognostica integrativa, che ha previsto la realizzazione di n.10 saggi in prossimità delle opere murarie dell'edificio interessato e un'indagine geofisica tipo M.A.S.W. finalizzata alla stima della Vs<sub>30</sub>, al fine di definire la classe sismica di suolo ai sensi delle NTC2008 e s.m. ed i. .

#### 2.2.1 Saggi esplorativi

A cura dei progettisti, per una verifica della natura e dimensionamento delle opere di fondazione e delle strutture del fabbricato oggetto di intervento, nel"anno 2015 sono stati eseguiti dei saggi esplorativi, che hanno permesso di verificare anche la natura dei terreni presenti e la relativa tessitura.

Sono stati realizzati n.10 saggi ed hanno raggiunto le seguenti profondità:

Saggio n.	Profondità
n.	(m da p.c.)
S1	2.50
S2	1.50
S3	1.40
S4	1.40
S5	2.25
S6	1.00
S7	1.25
S8	1.80
S9	0.70
S10	0.80

L'ubicazione dei saggi esplorativi viene riportata nella planimetria delle indagini in sito (scala 1:500), allegata alla presente relazione.



#### 2.2.2 Indagine geofisica tipo M.A.S.W.

L'indagine geofisica è stata realizzata con sismica passiva tipo M.A.S.W. .

E' stata utilizzata la seguente strumentazione:

- -Acquisitore Sara electronic instrument s.r.l. "DoReMi", sismografo multicanale 16 bit, 12 canali; Geofoni verticali Geospace Tecnology da 4.5 Hz.
- -Tipo prova:n. 1 analisi M.A.S.W. lunghezza 46 m (50 m compresi i punti di energizzazione).
- -Acquisizione: Gennaio 2014; 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.

La tecnica M.A.S.W. consente una accurata e dettagliata ricostruzione bidimensionale della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo; tale metodologia risulta essere internazionalmente accreditata.

La determinazione della velocità delle onde di taglio VS tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Le prospezioni sismiche M.A.S.W. forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V<sub>P</sub> e dalla densità, è funzione innanzitutto della V<sub>S</sub>, parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle normative antisismiche (D.M. 14 gennaio 2008).

Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P, risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle Vs, è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle



onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione. La velocità delle onde di Rayleigh  $(V_R)$  è pari a circa il 90% delle onde di taglio  $(V_S)$ .

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

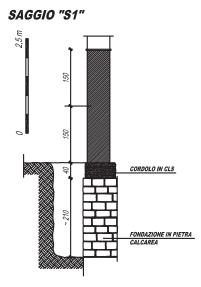
- 1.Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- 2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
- 3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS
- 4. Ricostruzione di una sezione delle VS.
- L'ubicazione dell'indagine geofisica è riportata nella planimetria delle indagini in sito in scala 1:500.
- I grafici di acquisizione ed elaborazione dell' indagine geofisica, sono riportati in allegato alla presente.

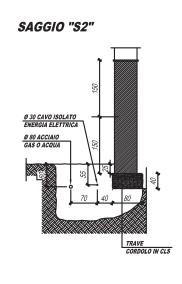
# CAMPAGNA GEOGNOSTICA PROGETTO (2014-2015)

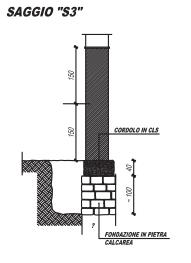
# INDAGINI 2015 SAGGI ESPLORATIVI

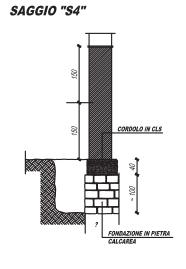
scala 1:100

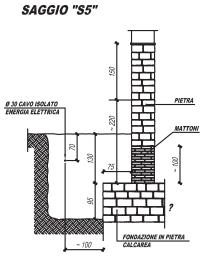




















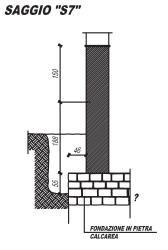
SAGGIO "S6"

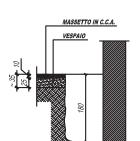
B 30 CAVO ISOLATO
ENERGIA ELETTRICA
65 75

MATTONI

CALCAREA

CALCAREA





SAGGIO "S8"

MASSETTO IN C.C.A.

VESPAIO

TERRENO DI RIPORTO
ANTROPICO

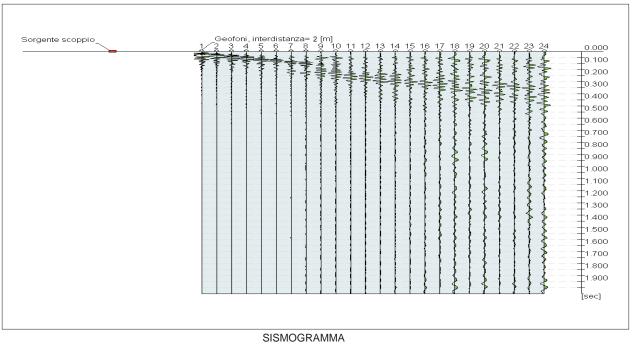
SAGGIO "S9" e "S10"

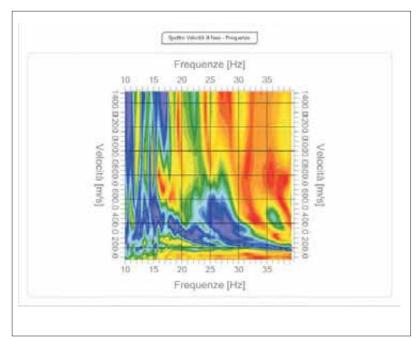


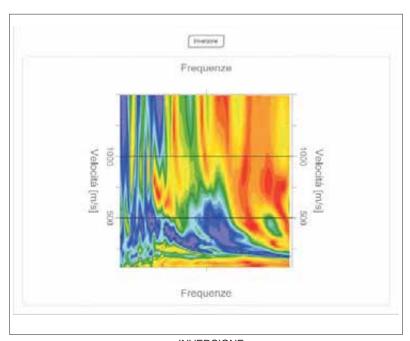


# ACCADEMIA DI BELLE ARTI "P.VANNUCCI" INDAGINE SISMICA CON TECNICA MASW MASW1



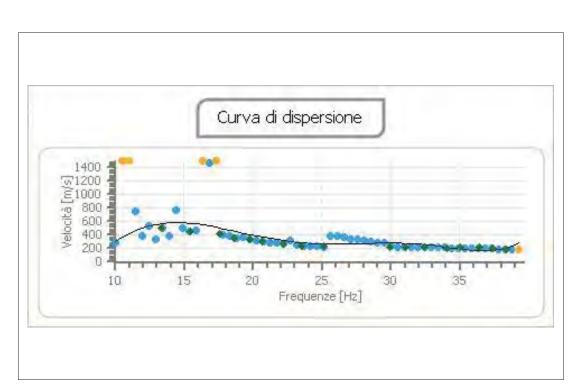


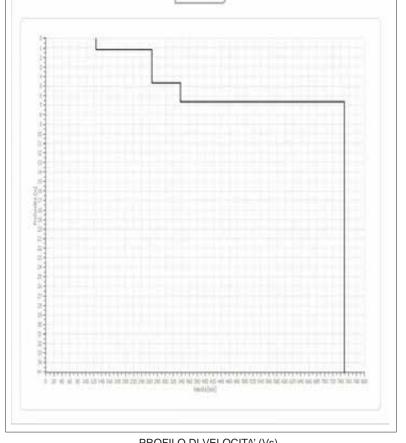




SPETTRO VELOCITA' DI FASE/FREQUENZE







Profile di velocità

CURVA DI DISPERSIONE

PROFILO DI VELOCITA' (Vs)

POSTAZIONE INDAGINE GEOFISICA MASW



#### 3.CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

L'area interessata dall'indagine è situata nella porzione occidentale del rilievo collinare di Perugia, ad una quota media di c.ca 435,00 m s.l.m.

Il complesso architettonico di San Francesco al Prato è situato in un contesto morfologico collinare fortemente riorganizzato nel corso dei secoli a partire dalle origine della città ai primi anni del secolo, sviluppato in una terminazione morfologica ricompresa tra due impluvi erosivi, il Fosso S. Galigano a NW ed il fosso della Cupa a SW. La stessa ricostruzione storica della realizzazione del Complesso architettonico, con particolare riguardo alla Chiesa di S. Francesco al Prato, riporta riferimenti in merito a problematiche emerse già alla data di origine del complesso, con successivi interventi e rimodellamenti antropici. Non sono presenti fenomeni gravitativi in corrispondenza dell'area di diretto intervento, così come riportato anche negli stralci cartografici allegati alla presente, estratti dalla cartografia del "Rischio da frana" (A.B F.Tevere, P.A.I.) e cartografia IFFI (ISPRA).

Le stesse risultanze delle indagini geognostiche confermano le varie fasi di rielaborazione antropica dell'area, che ha subito rimodellamenti multi temporali sottesi alle modifiche del tessuto urbano adiacente e relativo al complesso architettonico stesso, con rinvenimenti di resti di manufatti e presenza di terreni di riporto di spessore variabile.

La natura dei terreni in posto, di origine fluvio-lacustre, a variabile grado di erodibilità ha favorito, nel tempo, la genesi dell'attuale contesto morfologico, unitamente all'azione primaria di rimodellamento dei corsi d'acqua e secondaria di natura antropica. Morfologicamente la presenza delle aste principali di drenaggio, che originariamente raggiungevano quasi la sommità del rilievo ove si erge l'abitato storico, ha portato nelle fasi di sviluppo della città a progressivi riporti con definitivo colmamento della porzione di testata del fosso, attualmente completamente urbanizzata e rimodellazioni localizzate, confermate anche relativamente all'area del complesso architettonico di San Francesco al Prato.

Le condizioni delle morfologie sepolte, l'attuale assetto con presenze localizzate di spessori variabili di terreno di riporto (dai 2,0 ai 10,00 m) e la successiva riorganizzazione delle vie di scorrimento delle acque subsuperficiali, unitamente ai caratteri collinari di versante primari del contesto in esame, ad alle condizioni di carico incrementato nei secoli a seguito dello sviluppo e della riorganizzazione urbana, costituiscono l'insieme di interazioni che nell'ultimo secolo hanno indotto ha studiare il verificarsi di dissesti in alcuni edifici nella zona ricompressa tra la Chiesa di San Filippo Neri a monte, ed il complesso monumentale di San Francesco al Prato, con una serie di indizi e fenomenologie, che comunque portano ad ipotizzare differenti problematiche,



pur nella convinzione che relativamente agli ultimi decenni di studio le condizioni del dissesto appaiono non progredire .

Nel dettaglio l'area oggetto di interventi risulta ricompresa nell'ambito del Complesso architettonico di S.Francesco al Prato, in uno scenario morfologico pianeggiante.

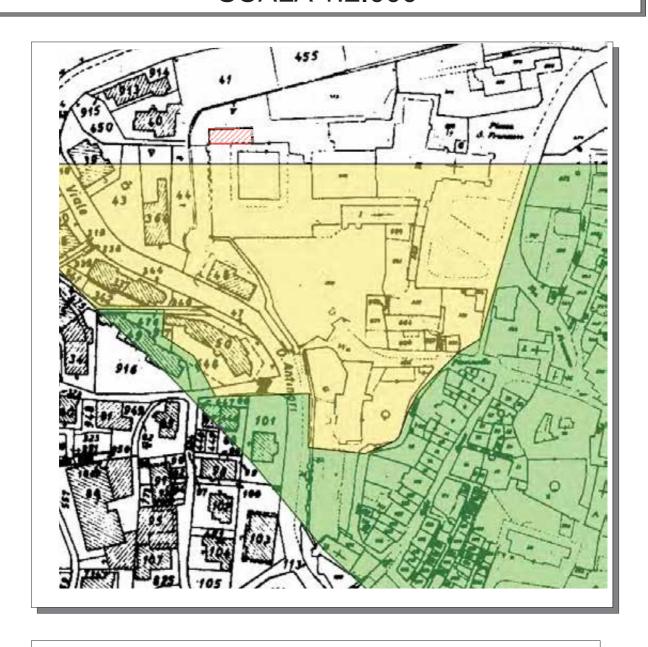
L'area di intervento oggetto dei lavori in progetto, come si evidenzia nello stralcio della "Carta di Zonizzazione (ex Art.2/L.64) ai sensi L.R. 65/78 (D.P.R. n.176 del 02.01.1956)" è ubicata appena fuori dalla perimetrazione dell'area ammessa a consolidamento.

Va inoltre precisato, che appena a valle di tale area (porzione W), ad oggi risulta completato l'intervento di bonifica del dissesto gravitativo, che aveva interessato la scarpata a valle della corte occidentale, verificatosi nell'anno 1998 nell'ambito di fasi di realizzazione di un cantiere privato. Tale intervento eseguito dall'amministrazione comunale, completato nell'anno 2004, ha previsto la realizzazione di un'opera in fondazioni profonde, ubicata lungo il perimetro occidentale del fabbricato principale del complesso architettonico, che interessa anche l'area attigua alla porzione di fabbricato oggetto degli interventi in progetto.



# ESTRATTO CARTOGRAFIA "ZONIZZAZIONE"

Regione Umbria atto n.4329 del 24/05/1990 SCALA 1:2.000





A<sub>2</sub> - Aree definite come fasce di rispetto



A<sub>3</sub> - Aree potenzialmente stabili morfologicamente ricomprese



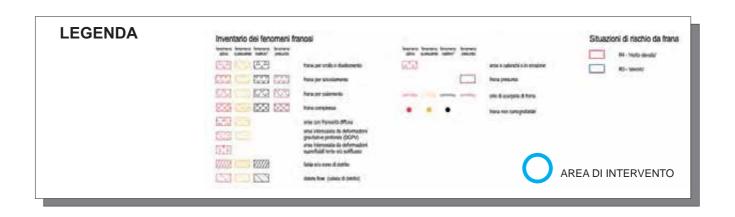
**AREA D'INTERVENTO** 



# **ESTRATTO CARTOGRAFIA P.A.I.**

(AUT. BACINO DEL F. TEVERE)
INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI E SITUAZIONI A RISCHIO FRANA - TAV. 242
SCALA 1:10.000

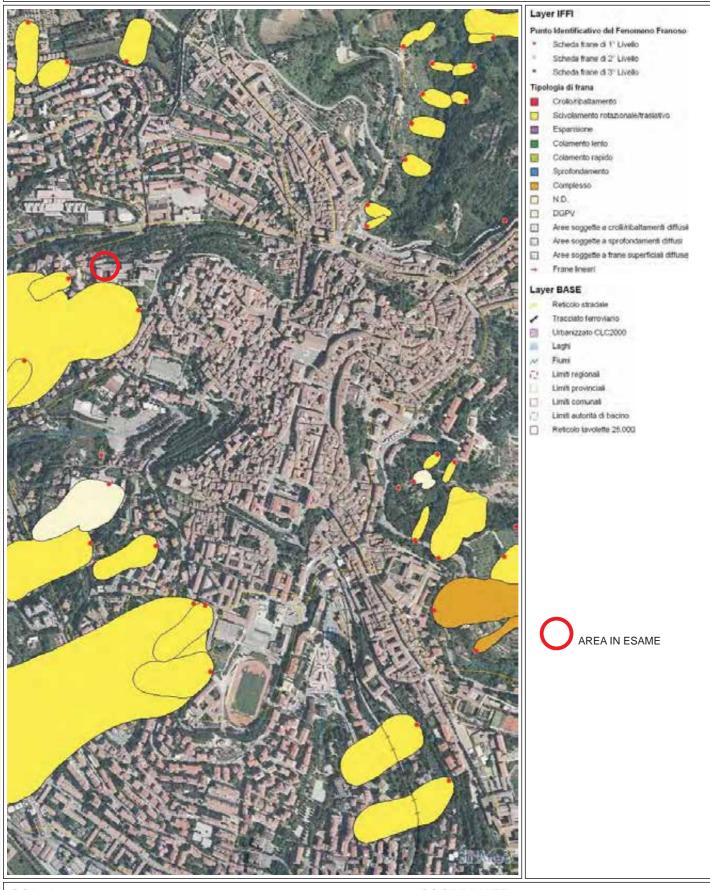












SCALA: 1:10.000
PROIEZIONE: UTM 33
DATUM: WGS84
CARTOGRAFIA: UMBRIA

**COORDINATE** 

N.O. E: 286.760 N: 4.777.490 S.E. E: 288.110 N: 4.775.200 DATA: 02/06/2015



#### 4.CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

#### 4.1 SCENARIO GEOLOGICO GENERALE

I dati riguardanti le caratteristiche geolitologiche e stratigrafiche dell'area indagata sono stati ricavati in prima analisi dall'esame bibliografico in merito a studi prima detti a carattere generale redatti nell'ambito in esame, e nel dettaglio dall'analisi delle risultanze delle campagne geognostiche, prima riassunte che si susseguono a partire dagli anni '60 (Genio Civile) al gennaio-febbraio 2008 (SGA).

Dall'analisi della cartografica geologica ufficiale di riferimento si evince che l'area di sedime insiste su un'unità litologica di origine continentale fluvio-lacustre la cui descrizione bibliografica è di seguito riportata: **PGU**<sub>2b</sub> – **Subsintema di Magione** – **Litofacies del Colle di Perugia**, costituisce il rilievo su cui si sviluppa la città di Perugia. I deposti sono prevalentemente conglomeratici con clasti molto arrotondati di 0.5-30 cm in poca matrice sabbiosa. La natura dei ciottoli è prevalentemente torbiditica e raramente selciosa o selciosa-arenacea appartenente al Bisciaro. Sono presenti lenti e livelli di sabbie medie gialle, a volte cementate, con spessore fino a 1-2 m, con all'interno lenti di ghiaietto. Rare lenti di limi sabbiosi gialli. (*Pleistocene inferiore?*)

#### 4.2 SCENARIO GEOLOGICO E LITOSTRATIGRAFICO DI DETTAGLIO

Litologicamente l'area, risulta inserita in un contesto a piccola scala, di sedimentazione continentale di origine fluvio-deltizio, di età plio-pleistocenica.

In particolare i termini litologici presenti, ascrivibili a tale regime di sedimentazione risultano costituiti prevalentemente da ghiaie, a tratti conglomerati poligenici a variabile grado di cementazione con subordinati intervalli a granulometria fine (limo/argilla) con stratificazione suborizzontale e livelli varvati e lenticolari. E' comunque sempre da tener presente che tali depositi, a causa dell'elevata dinamicità dell'ambiente deposizionale sono intrinsecamente caratterizzati da variazioni laterali e verticali repentine dei fusi granulometrici.

Tale unità è presente diffusamente in tutta la zona di stretto interesse ed è stata intercettata da tutte le indagini a disposizione. Non sono osservabili affioramenti in loco in quanto le unità sono ovunque coperte da terreni di riporto e/vegetali.

Tali depositi raggiungono spessori elevati anche superiori ai 100 m. (Sondaggio S5 Genio Civile, 1969) indagati nel corso delle campagne geognostiche effettuate e sovrastano i sedimenti del basamento rappresentati dai termini torbiditici della Marnoso-Arenacea s.l.



Relativamente ai termini di origine antropica, legati alle fasi di riorganizzazione architettonica del complesso monumentale e delle corti sottese, con successive opere di riporto e modellamento, questi presentano granulometrie differenti, con resti lapidei anche decimetrici, ciottoli e resti di laterizi in tessitura caotica e variabile matrice (con variabile rapporto scheletro/matrice).

Dall'esame delle stratigrafie dei sondaggi realizzati nelle campagne geognostiche analizzate (vedi planimetria e logs allegati alla presente), relativamente alla porzione di intervento, si può schematizzare il seguente scenario litostratigrafico:

Nell'area considerata è emersa la presenza di materiale di riporto, con spessori variabili, massimi intorno ai 9,0 m. nel sondaggio S5 della campagna geognostica dell'Aprile 1998 (Comune di Perugia - Indagini per la realizzazione dell'Auditorium di San Francesco al Prato) che sovrastano i termini sabbioso-conglomeratici fluvio-deltizi, con intercalazioni di livelli limosi a variabile percentuale sabbiosa ed argillosa, concentrati per lo più nella porzione a Nord del Complesso (Chiesa e Convento di San Francesco al Prato).

Nel log stratigrafico del sondaggio S1c (2000), prossimo all'area di intervento, lo spessore delle coperture antropiche raggiunge una quota di c.ca 5,0 m, sovrastanti un multilayer di orizzonti sedimentari medio fini alternati a conglomerati sabbiosi a differente grado di cementazione.

Nella campagna a cura del Comune di Perugia, nell'anno 2000, in prossimità del fabbricato di interesse sono stati eseguiti carotaggi sulle murature, che hanno stimato il piano di imposta delle stesse mediamente ad una quota di 4,0 m da p.c.

Nelle indagini della campagna gennaio-febbraio 2008 in prossimità del Convento (interventi di IV stralcio) lo spessore dei riporti raggiunge una potenza massima di 4,00 m nella prova penetrometrica DP2, mentre nella prova DP1 raggiunge la quota di 3,60 m da p.c. (lato nord dell'edificio). Nella stessa campagna nei saggi la limitata profondità (entrambi 1,65 m da p.c.) non permette la stima del letto dei depositi antropici.

Nell'anno 2015, a supporto della progettazione in oggetto sono stati eseguiti n.10 saggi esplorativi in prossimità delle opere fondali e murature dell'edificio oggetto di interventi, che hanno confermato quanto già verificato nelle precedenti indagini puntuali, con particolare riguardo alla natura e consistenza dei termini antropici presenti nei primi metri.

Dal confronto delle risultanze delle stratigrafie a disposizione, sembra ipotizzabile la presenza di una successione costituita da termini a granulometria prevalente di tipo attritivo (sia in posto che riporti) con intercalazioni decimetriche a carattere coesivo (limi e argille), subordinati.



In riferimento alle condizioni idrogeologiche locali, và tenuto presente che i sedimenti sabbio-ghiaiosi del complesso indagato, così come i termini di riporto intercettati nelle prove puntuali risultano dotati di valori della trasmissività medi e medio alti, data la variabile percentuale di termini grossolani costituenti il reticolo tessiturale. Tale tessitura risulta utile al drenaggio delle acque di circolazione superficiale e subsuperficiale, ma là dove risultano presenti come nel nostro caso, episodi a minore trasmissività di origine limosa e argillosa, intercalati ai termini grossolani, questi rappresentano elemento confinante e delimitante per l'istaurarsi di locali concentrazioni superficiali e sub superficiale, che può indurre la presenza di circolazioni idriche con rapida ricarica in particolari condizioni metereologiche (intense piogge), per rapida infiltrazione delle acque.

I terreni sopra descritti hanno caratteristiche di permeabilità eterogenee, funzione della granulometria e del grado di addensamento.

La natura idrogeologica dei termini sedimentari risulta piuttosto variabile a causa della natura deposizionale delle coltri, con permeabilità che è funzione della granulometria dei depositi.

Alle unità prevalentemente limose e limoso sabbiose fluvio lacustri, possono essere attribuiti valori del coefficiente di permeabilità  $K = 1 \times 10^{-6} \div 10^{-7}$  m/s (grado di permeabilità basso), mentre per le coltri di riporto, granulometricamente eterogenee possono essere stimati valori del coefficiente di permeabilità  $K = 1 \times 10^{-5} \div 10^{-6}$  m/s (grado di permeabilità medio-basso).

Durante l'esecuzione delle indagini, inoltre, in particolare nei sondaggi realizzati dal Comune di Perugia, nella porzione occidentale del Complesso e in corrispondenza della Chiesa, sono stati rinvenuti livelli piezometrici locali variabili (>10,00 m. da p.c.), mentre già nell'esecuzione delle precedenti indagini sono stati riscontrati a differenti quote incrementi di umidità del terreno, probabilmente associabili alla presenza di locali infiltrazioni idriche, se pur di difficile individuazione in fase di carotaggio, anche a quote superiori.

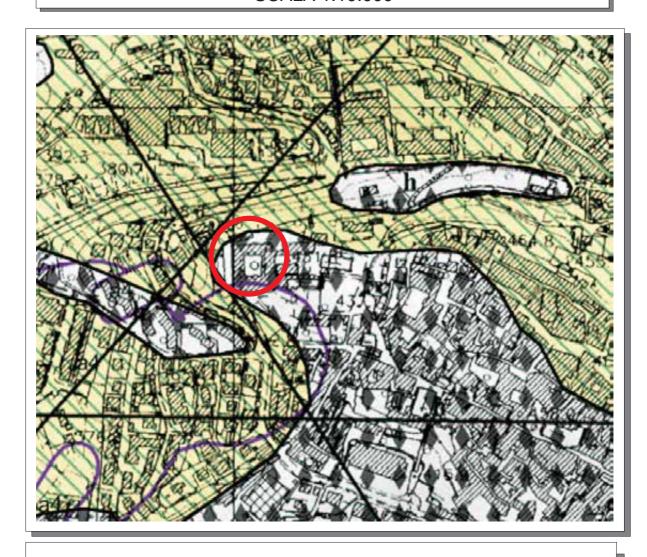
In considerazione di tali evidenze e da quanto emerso dall'analisi dei logs stratigrafici a disposizione, in merito alla presenza di un acquifero locale, considerato anche lo scenario morfologico, non sono ipotizzabili falde idriche circolanti entro i primi 15-20 m da p.campagna.



# **INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA REGIONE UMBRIA

SEZ. 311-050 "Perugia" SCALA 1:10.000



#### **LEGENDA**



AREA IN ESAME



Depositi antropici



#### Litofacies del Colle di Perugia

Costituisce i rilievi su cui si sviluppa la città di Perugia.

I depositi sono prevalentemente conglomeratici con clasti molto arrotondati di 0.5-30 cm in poca matrice sabbiosa. La natura dei ciottoli è prevalentemente torbiditica e raramente selciosa o selcioso-arenacea appartenente al Bisciaro. Sono presenti lenti e livelli di sabbie medie gialle, a volte cementate, con spessore fino a 1-2 m, con all'interno lenti di ghiaietto. Rare lenti di limi sabbiosi gialli. Le embriciature rilevate sono costanti verso il quadrante meridionale e indicano una direzione di flusso verso sud. Nei versanti degradanti verso la valle del Fiume Tevere le embriciature denotano una corrente verso SE, mentre nei versanti degradanti verso la valle del T. Genna le embriciature denotano una corrente verso SW ed W. Localmente sono anche presenti paleocorrenti verso N-NE. Spessore variabile, con massimi valutabili intorno ai 100 m.



#### 5.CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

I terreni affioranti, come precedentemente indicato, sono stati investigati in numerose campagne geognostiche a mezzo di sondaggi verticali a carotaggio continuo, prove penetrometriche standard (S.P.T.) eseguite nel corso dell'esecuzione dei fori, prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi a carotaggio (campagna Comune di Perugia, 1988 e campagna area Chiesa S. Francesco, 1998) e prove penetrometriche dinamiche (SGA, 2008).

Relativamente alle porzioni interessate, geotecnicamente l'assetto dei litotipi investigati e classificati dalle analisi dei sondaggi geognostici effettuati, permette l'adozione di un modello tridimensionale con l'individuazione di una unica unità di sedimentazione ascrivibile ai termini fluvio-lacustri sommitali.

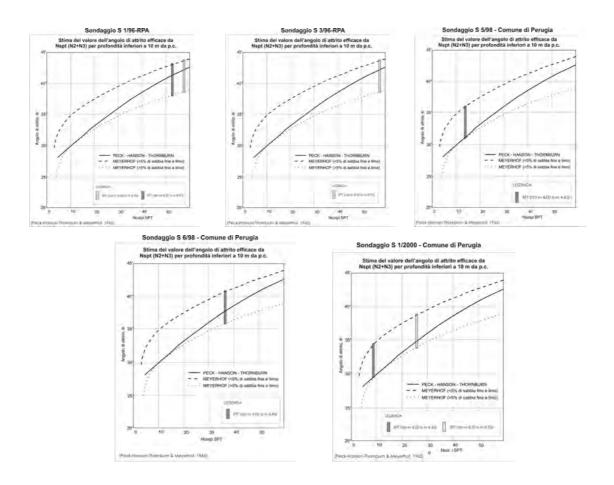
Questi prevalentemente classificabili granulometricamente come delle ghiaie poligeniche a matrice sabbiosa prevalente, con intervalli subordinati a maggiore % limo/argillosa, risultano interessati localmente da coperture di terreni di riporto, concentrati per lo più nella porzione settentrionale (Chiesa di San Francesco al Prato e nelle corti della porzione occidentale), con spessore massimo indagato intorno ai 9,0 m. (Sondaggio S5 Genio Civile, 1969) di natura variabile con trovanti e frammenti di laterizi eterometrici e variabile grado di consistenza, che in prossimità del fabbricato oggetto di intervento presentano uno spessore medio di 4,00 m. I risultati delle prove penetrometriche standard (S.P.T.) eseguite nel corso delle numerose campagne

geognostiche vengono riassunti nella tabella di seguito allegata (relativi agli orizzonti "attritivi"):

Campagna Geognostica	SondN	Quota	Litotipo	Colpisot
Novembre 1996	S1	3.50	Conglomerato poligenico	16-48-36
Novembre 1996	S1	8.50	Conglomerato poligenico	6-16-R
Novembre 1996	S1	13.50	Conglomerato poligenico	27-40-R
Novembre 1996	S2	3.50	Conglomerato poligenico	30-R
Novembre 1996	S2	9.00	Conglomerato poligenico	46-50-R
Novembre 1996	S3	5.00	Conglomerato poligenico	R
Novembre 1996	S3	8.50	Conglomerato poligenico	25-41-49
Aprile 1998	S5	4.00	Riporto in matrice limosa	9-7-6
Aprile 1998	S5	10.00	Conglomerato poligenico	43-50-50
Aprile 1998	S6	4.00	Limo argilloso	11-16-21
Maggio 2000	S1	4.00	Riporto in matrice sabbiosa	4-3-6
Maggio 2000	S1	8.50	Limo sabbioso	7-10-16
Maggio 2000	S1	15.00	Conglomerato poligenico	R
Maggio 2000	S1	18.00	Sabbia debolmente limosa	31-R

I valori di Nspt sopra riassunti elaborati con comuni abachi statistici, noti in bibliografia (di seguito allegati), che mettono in correlazione le risultanze delle prove S.P.T. con i parametri geotecnici caratteristici di termini "attritivi", forniscono i valori massimi dell'angolo di attrito relativi agli intervalli indagati, utili alla valutazione dei valori di resistenza generale degli ammassi.





Le risultanze delle prove penetrometriche standard (SPT) trovano conferma con quanto verificato puntualmente durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche realizzate nell'area dell'edificio del "Convento", con valori generalmente più cautelativi, come di seguito sintetizzato:

Campagna	Sond	Quota	Litotipo	Nspt
Geognostica*	N.	(m da p.c.)		$(N_2+N_3)$
Gennaio 2008	DP1	0-3,00	Riporto	3
Gennaio 2008	DP1	3.00-3.60	Riporto	21
Gennaio 2008	DP1	3.60-3.80	Conglomerato poligenico	74
Gennaio 2008	DP2	0-4.00	Riporto	3
Gennaio 2008	DP2	4.00-4.20	Conglomerato poligenico	74

<sup>\*</sup>Indagine eseguita in prossimità del Convento, pressoché attiguo all'edificio oggetto di interventi

Le elaborazioni statistiche, da cui derivano i parametri di resistenza meccanica dei terreni indagati, derivano da analisi empiriche note in bibliografia e di uso comune (AA.VV.). Relativamente agli orizzonti a maggiore %



fine (limi e argille), alternati alle sabbie conglomerati, sono state consultate le risultanze delle prove geotecniche di laboratorio (allegate alla presente), che hanno fornito i range di variabilità dei parametri rappresentativi.

In riferimento alle condizioni geomeccaniche del sito d'intervento dalla popolazione di dati disponibili, sia relativamente a verticali indagate in prossimità delle aree di diretto interesse, che nelle verticali di indagine limitrofe relative alle numerose campagne geognostiche analizzate (allegate), è possibile ricavare una sintesi della parametrizzazione degli orizzonti presenti, così schematizzabile:

Terreni di riporto\* (a scarsa matrice limoso sabbiosa, con scheletro caotico a pezzatura centimetrica):

	Parametro	Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m³	17.0	18.0
φ'	angolo di attrito interno	0	25°	26°
c'	coesione efficace	kPa	0.0	0.0

<sup>\*-</sup> data la presenza di scheletro a pezzatura centimetrica, localmente nelle prove SPT ha fornito valori anche superiori ai 30°.

Depositi fluvio deltizi prevalenti (conglomerati a variabile grado di cementazione):

	Parametro	Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m³	19.0	19.5
φ'	angolo di attrito interno	٥	30°	35°
c'	coesione efficace	kPa	0.0	0.0

Depositi fluvio deltizi subordinati\* (limi argillosi a componente prevalentemente "coesiva"):

	Parametro	Unità di misura	Minimo	Medio
γ	peso di volume	KN/m³	19.0	19.5
φ'	angolo di attrito interno	۰	20°	22°
c'	coesione efficace	kPa	20.0	30.0
Cu	coesione non drenata	kPa	40.0	80.0

<sup>\*</sup>parametri stimati dalle risultanze delle prove di laboratorio a disposizione



#### 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".

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 dei dati del Catalogo dei Terremoti, delle ricerche sulla zonazione sismogenetica, e degli studi di pericolosità sismica sino ad ora eseguiti.

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. Marginalmente interessata, ma non per questo meno importante, è fra le altre, la zona 923 (Appennino Abruzzese) ove la Magnitudo massima attesa (cautelativa) raggiunge valori di 7.06.

Dalla consultazione del Catalogo Parametrico NT4.1, emerge che la sismicità in Umbria si è principalmente manifestata nei settori orientali e nord-orientali del territorio, raggiungendo intensità MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) anche pari a 10 (Norcia 1703, Gualdo Tadino 1751) e Magnitudo (M<sub>s</sub> [Magnitudo onde di superficie]) oltre 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.

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 2011 (DBMI11) dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi - Milano, Bologna, <a href="http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11">http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11</a>), è consultabile la storia sismica del comune di Perugia, nella quale sono riassunti 97 eventi a partire dall'anno 1349.

In particolare si osserva che la massima intensità di sito, **Is**, è di VII gradi della scala Mercalli (MCS), per eventi di intensità epicentrale, **Io**, dal VII al 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.

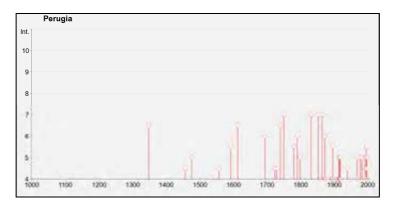
	nica di Perugia tale di terremoti: 97			
Effetti	Terremoti:			
ls	Data	Terremoto	lo	М
6-7	1349 09 09 08:15	Viterbese-Umbria		
4-5	1458 04 26 12:15	Val Tiberina	8-9	5.78 ±0
F	1458 05 01 00:35	Città di Castello	6	4.72 ±0
F	1461 11 27 21:05	Aquilano	10	6.41 ±0
5	1477 02 03 01:00	Foligno	6-7	4.93 ±0
4-5	1558 02 09 04:15	Alta Valtiberina	7	5.14 ±0
5-6	1593 04 23	GUBBIO	7-8	5.35 ±0
F	1599 11 06 01:25	Valnerina	9	5.99 ±0
6-7	1614 08	PERUGIA	6-7	4.93 ±0
6	1695 06 11 02:30	BAGNOREGIO	8-9	5.67 ±0
F	1719 06 27 06:30	Alta Valnerina	8	5.53 ±0
4-5	1725 04 17 13:05	Alta Valtiberina	6-7	4.93 ±0
4-5	1730 05 12 05:00	Valnerina	9	5.92 ±0
6-7	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	9	6.21 ±
7	1751 07 27 01:00	Appennino umbro-marchigiano	10	6.25 ±
5-6	1781 06 03	CAGLIESE	10	6.42 ±0
6	1791 10 11 13:05	Appennino umbro	8	5.49 ±0
5	1799 07 28 22:05	Appennino marchigiano	9	6.13 ±0
7	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	10	6.33 ±
7	1854 02 12 05:00	Valle del Topino	8	5.55 ±
4	1861 05 09 01:53	CITTA' DELLA PIEVE	6-7	4.92 ±
7	1865 09 21 20:50	Umbria settentrionale	7	5.14 ±0
3	1869 02 07 05:00	Senese	6-7	4.86 ±0
6	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	8	5.95 ±
2-3	1873 06 29 03:58	Bellunese	9-10	6.32 ±0
RS	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	6-7	5.43 ±0
NF	1874 10 07	IMOLESE	7	5.02 ±0
4	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale		5.93 ±0
3	1878 09 15 07:20	Valle del Clitunno	8	5.42 ±0
4	1881 03 11 22:50	SPOLETO	5	4.66 ±0



Г	1005 00 00 00 40	CCANDIANO	^	E 40 - 0.45
F NF	1885 02 26 20:48	SCANDIANO Avezzano	6 5	5.19 ±0.15
NF 3	1885 04 10 01:44 1885 06 17 22:34	Avezzano POGGIO BUSTONE	5 7	4.66 ±0.24 4.87 ±0.57
_			1	
NF 5-6	1887 02 23 05:21:50 1897 09 21	Liguria occidentale ADRIATICO CENT.	7	6.97 ±0.15 5.46 ±0.27
3-0 4	1897 12 18 07:24:20		7	
4		Appennino umbro-marchigiano	8	5.13 ±0.14
4	1898 06 27 23:38	RIETI BASSA PADANA	6 6-7	5.49 ±0.12
3-4	1909 01 13 00:45		7-8	5.53 ±0.09
3-4	1909 08 25 00:22 1911 02 19 07:18	MURLO	7-0 7	5.37 ±0.10 5.28 ±0.11
3	1911 02 19 07.16	Romagna meridionale Chianti	7	
4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.19 ±0.14 5.76 ±0.09
5	1915 01 13 06:52	Avezzano	11	7.00 ±0.09
5	1915 03 26 23:37	Assisi	6	4.60 ±0.09
4	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	Ü	5.95 ±0.24
F	1916 07 04 05:07	MONTI SIBILLINI	6-7	5.02 ±0.14
F	1916 07 04 05:07	Alto Adriatico	0-1	6.14 ±0.14
2	1916 06 16 07:06	REATINO	8	5.53 ±0.22
2	1917 01 03 01:35	Marsica est	O	J.JJ ±U.ZZ
5	1917 01 03 01:35	Valtiberina	9-10	5.89 ±0.11
3	1917 04 26 09:55:59	GIANO DELL'UMBRIA	9-10 6	4.55 ±0.11
4	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	9	4.33 ±0.32 5.88 ±0.11
4	1919 02 13 02:20	LAGO TRASIMENO	6	4.70 ±0.11
5	1919 06 29 15:06:12	Mugello	10	6.29 ±0.09
3-4	1919 09 10 16:57:20	PIANCASTAGNAIO	7-8	5.32 ±0.09
NF	1919 10 22 06:05:54	Anzio	1-0	5.48 ±0.15
4	1919 10 25 13:51:30	MONTERCHI	6	5.02 ±0.13
4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	10	6.48 ±0.09
3	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	8	5.81 ±0.09
3	1935 06 06 11:05	FOLIGNO	5	4.30 ±0.34
3-4	1940 06 19 14:10:09	RADICOFANI	6	4.77 ±0.28
4-5	1940 10 16 13:17:35	RADICOFANI	7-8	5.26 ±0.14
RS	1941 03 10 08:00	SELLANO	5-6	4.51 ±0.34
3	1948 06 13 06:33:31	Valtiberina	7	5.05 ±0.14
4	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	8	5.68 ±0.07
F	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	7	5.30 ±0.14
3	1951 09 01 06:56:04	SARNANO	7	5.34 ±0.20
NF	1961 03 23 01:01:59	GUBBIO	7	4.54 ±0.28
5	1969 08 11 13:55:09	TRASIMENO	7	4.94 ±0.18
3	1972 02 04 02:42:19	Medio Adriatico		4.86 ±0.29
F	1972 06 14 18:55:46	Medio Adriatico		4.62 ±0.47
4	1972 11 26 16:03:08	MONTEFORTINO	8	5.38 ±0.18
3-4	1976 05 06 20:00:12	Friuli	9-10	6.46 ±0.09
5	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	8-9	5.86 ±0.09
3	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	10	6.89 ±0.09
5	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.65 ±0.09
3-4	1984 05 07 17:49:43	Appennino abruzzese	8	5.89 ±0.09
NF	1984 05 11 10:41:50	Appennino abruzzese		5.50 ±0.09
2	1986 10 13 05:10:01	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.65 ±0.09
NF	1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO		5.09 ±0.09
5	1993 06 04 21:36:51	Nocera Umbra	5-6	4.50 ±0.13
4-5	1993 06 05 19:16:17	GUALDO TADINO	6	4.74 ±0.09
3-4	1997 09 03 22:07:30	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.56 ±0.09
NF	1997 09 07 23:28:06	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.38 ±0.15
5-6	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano		5.70 ±0.09
5-6	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	8-9	6.01 ±0.09

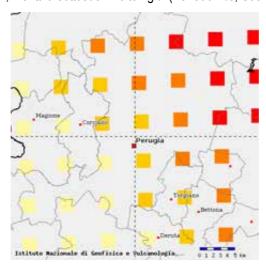


5	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-marchigiano		5.25 ±0.09
5-6	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-marchigiano		5.46 ±0.09
4-5	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	7-8	5.65 ±0.09
4	1997 11 09 19:07:33	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.90 ±0.09
3	1998 03 21 16:45:09	Appennino umbro-marchigiano	6	5.03 ±0.09
5	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	6	5.29 ±0.09
4-5	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	6	4.81 ±0.09
NF	1998 06 02 23:11:23	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.28 ±0.09
3	2000 12 16 07:31:08	Ternano	5-6	4.25 ±0.09
3-4	2001 11 26 00:56:55	Casentino	5-6	4.72 ±0.09
NF	2005 12 15 13:28:39	Valle del Topino	5-6	4.66 ±0.09



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 <a href="http://esse1-gis.mi.ingv.it">http://esse1-gis.mi.ingv.it</a>), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, espressa in termini di accelerazione massima al suolo (amax), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi (Vs>800 m/s, Cat. A).



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



La pericolosità sismica di sito è stata ricavata attraverso il Programma Spettri NTC ver. 1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Per il sito in esame sono state considerate le seguenti coordinate medie:

ED50 - Lat.: 43.112001, Long.: 12.381602 WGS84 - Lat.: 43.111037, Long.: 12.380655

Di seguito vengono forniti i dati di pericolosità sismica del sito in esame, riferita a suolo rigido e superficie topografica orizzontale, per diversi periodi di ritorno, espressa attraverso i seguenti parametri:

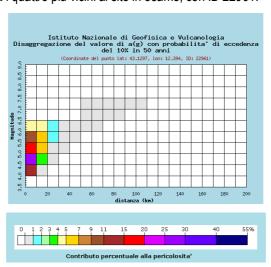
- Accelerazione orizzontale di picco attesa su suolo rigido (ag);
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F<sub>0</sub>);
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T\*c).

Valori dei parametri  $\mathbf{a_g}, \mathbf{F_o}, \mathbf{T_C}^*$  per i periodi di ritorno  $\mathbf{T_R}$  di riferimento

T <sub>R</sub>	ag	F.	T <sub>C</sub> *
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0.062	2.479	0.269
50	0.077	2.471	0.277
72	0.091	2.442	0.284
101	0.105	2.419	0.286
140	0.121	2.408	0.290
201	0.139	2.406	0.293
475	0.188	2.423	0.307
975	0.236	2.450	0.317
2475	0.308	2.485	0.328

d

Sono stati per ultimo ricercati i dati di disaggregazione del sito oggetto di studio. Sono stati estratti i dati relativi al nodo con dati più severi tra i quattro più vicini al sito in esame, con ID 22961.



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 riferita al **nodo ID22961** fornisce i seguenti dati:

Distanza		Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.1297, lon: 12.394, ID: 22961)									
in km	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	14.800	28.300	18.300	9.650	4.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.783	3.790	5.690	5.570	4.170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.009	0.477	1.310	1.520	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.177	0.477	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.017	0.026	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.027	0.059	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.026	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	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			
5.140	7.710	1.100			

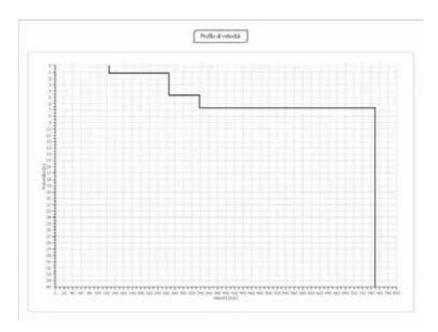


#### 6.2 AZIONE SISMICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La caratterizzazione sismica del sottosuolo è stata effettuata sulla base delle caratteristiche litologiche, di resistenza meccanica e sismiche, evidenziate nel corso dello studio effettuato.

In particolare, per la definizione del parametro Vs30 sono stati utilizzati i dati derivanti, dall'indagine geofisica tipo M.A.S.W. che ha fornito un profilo di velocità lungo la verticale indagata.

Di seguito si può osservare il profilo delle velocità utilizzato.



Profilo delle Vs(m/s)

Sono stati individuati n. 3 layers sismici aventi le seguenti caratteristiche (considerando un piano di appoggio fondale ad una quota media di -1,0 m da p.c.):

Sismostrato	Prof. da p.c.(m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
1	4,65	3,65	266,28
2	6,67	2,02	338,01
3	31,00	24,33	749,41

Il valore di Vs<sub>30</sub> per il sito d'intervento risulta essere di circa 577,0 m/s, secondo il seguente calcolo:

$$Vs_{30} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{Vs}} = \frac{30}{\frac{3.65}{266} + \frac{2.02}{338} + \frac{24.33}{749.41}} = \frac{30}{0.052} = 576.92 \text{ m/s}$$



Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008 Tab. 3.2.II), si assegna la categoria "**B** – 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 Vs<sub>30</sub> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N<sub>SPT30</sub>> 50 nei terreni a grana grossa e cu<sub>30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fina)".

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

Categoria di	
sottosuolo	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori Vs <sub>30</sub> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
В	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 Vs <sub>30</sub> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N <sub>SPT30</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fina).
С	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 Vs <sub>30</sub> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N <sub>SPT30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu <sub>30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	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 Vs <sub>30</sub> inferiori a 180 m/s (ovvero N <sub>SPT30</sub> < 15 nei terreni a grana grossa e cu <sub>30</sub> < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per la categoria di sottosuolo individuata, le espressioni relative alla determinazione dei parametri sismici Ss e Cc derivano dall'allegata Tab. 3.2.V delle NTC 2008.

NTC 2008 - Tab. 3.2.V - Espressioni di Ss e Cc

Categoria di sottosuolo	Ss	C <sub>C</sub>
A	1,00	1,00
В	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \le 1,20$	1,10·(T*c) <sup>-0,20</sup>
С	$1,00 \le 1,70\text{-}0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \le 1,50$	1,05·(T*c)-0,33
D	$1,00 \le 2,40\text{-}1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \le 1,80$	1,25·(T* <sub>c</sub> )-0,50
E	$1,00 \le 2,00-1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \le 1,60$	1,15·(T*c)·0,40

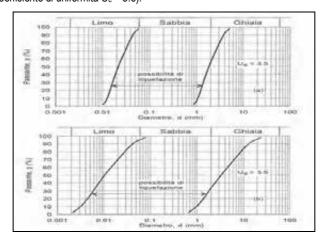


In considerazione della morfologia del sito, la categoria topografica di riferimento da assegnarsi è T2 (*Pendii* con inclinazione media i > 15°).

#### 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 gualora 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 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N<sub>1</sub>)<sub>60</sub> > 30 oppure q<sub>c1N</sub> > 180;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (1a terreni con coefficiente di uniformità U<sub>c</sub> < 3.5 e 1b terreni con coefficiente di uniformità U<sub>c</sub> > 3.5).



Distribuzione granulometrica per terreni soggetti a possibile liquefazione

Considerando che, in corrispondenza dell'opera in progetto la falda è stata stimata ad una profondità superiore a 15 m da p.c., visto che i terreni in posto sono riconducibili a sedimenti antropici eterogenei e costituiti prevalentemente da frammenti lapidei e laterizi a bassa % di matrice, , che i sedimenti continentali basali in posto sono caratterizzati da una grado di consistenza da moderato ad alto, crescente con la profondità (vedi prove penetrometriche ed indagini sismiche), non si è proceduto alla verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni, ritenendo che gli stessi possono essere classificati come non liquefacibili in fase sismica in riferimento alla normativa vigente.