



COMUNE DI MONSUMMANO TERME

Località: Cintolese

Elenco Allegati

ELABORATI GRAFICI

- Stratigrafia ■
- carta topografica ■
- carta geologica ■
- carta idrogeologica
- carta della pericolosità
- carta del rischio idraulico
- sezione geologica int.
- Planimetria ubicativa ■

INDAGINI ESEGUITE

- Rilevamento geologico sup. ■
- Geoelettrica
- Sismica (DH-HVSR) ■
- geotecnica ■
- penetrometria dinamica ■
- penetrometria statica ■
- verifica di stabilità
- censimento pozzi
- prove di portata
- prove di risalita
- analisi acque
- sondaggi geognostici ■
- scavi geognostici
- prova di carico (pali e muri)

ALTRO:

- RELAZIONE GEOLOGICA
- MODELLO GEOTECNICO

OGGETTO: PIANO ATTUATIVO AREA RU3 -
Cintolese. Area centrale: scuole, servizi
e zona commerciale

Immobiliare Giovanna s.r.l.
Via dei Baglioni, 1 - 51100 PISTOIA
Cod. Fisc. e Part. IVA 00956790471

COMMITTENTE: Immobiliare Giovanna srl
Via dei Baglioni, 1
51100 Pistoia

PROGETTISTI: Spampani-Maddaloni & Associati
- Professionisti Tecnici -

DATA: 16 / 02 / 2016

AGGIORNAMENTO:

NOTE:

Dott. Geologo Sandro Pulcini



STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE
Via Lorenzo Ghiberti n°2/b - 51100 PISTOIA
Tel.- Fax 0573/562013
Cellulare 338/2045930
Email: sandropulcini@gmail.com



INDICE GENERALE

PREMESSA	2
1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
1.1 UBICAZIONE DELL'AREA	3
1.2 MORFOLOGIA E GEOMORFOLOGICA	3
1.2.1 Pericolosità-Fattibilità idraulica	3
1.2.2 Pericolosità-Fattibilità Geologica	3
1.2.3 Pericolosità-Fattibilità Sismica Locale	3
1.3 GEOLOGIA	3
2 INDAGINI	4
2.1 SONDAGGI S1-S2	4
2.2 PROVE DI LABORATORIO	7
2.3 PROVE DPSH N.1-2	9
2.4 PROVE CPT N.3-4	9
2.5 PROVA SISMICA DOWN HOLE E HVSR	9
3 MODELLO GEOTECNICO	12
3.1 STRATIGRAFIA E GEOTECNICA	12
3.2 CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE	13
4 VERIFICA DEI TERRENI	13
4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI	13
4.2 LIQUEFAZIONE	13
4.3 RESISTENZA DI PROGETTO STATICA	13
4.4 CEDIMENTI-COEFFICIENTE WINKLER	13
5 - CONCLUSIONI	14

PREMESSA

La società Immobiliare Giovanna srl ha incaricato, il sottoscritto Geologo Pulcini Sandro, iscritto all'ordine dei geologi della Toscana con riferimento n° 1019, di redigere la presente relazione geologica relativa al "PIANO ATTUATIVO AREA RU3 - Cintolese Area centrale: scuole, servizi e zona commerciale" sito nel comune di Monsummano Terme.

Tale relazione ha lo scopo di verificare che il terreno, interessato dalle opere realizzate, sia in accordo con le condizioni morfologiche, geologiche, idrogeologiche-idrauliche del terreno, secondo quanto richiesto dalla normativa vigente: *D.M. 14/01/2008*, in particolare il presente lavoro risponde alla richiesta degli elaborati da allegare al progetto esecutivo. Si tralasciano gli elaborati di fattibilità geologica, sismica ed idraulica già presentati dallo scrivente in occasione dell'approvazione del PA.

La suddetta relazione è stata eseguita tramite un accurato rilevamento geologico di superficie che ha evidenziato la assenza di fenomeni di dissesto superficiali nell'area limitrofa. Visto il tipo di intervento, volume lordo >6.000mc, si ricade in classe di indagine geologica n.4 ai sensi del DPGR n.36/R, essendo la superficie di vendita inferiore ai 2.500mq non si ricade tra gli edifici rilevanti dell'Allegato A del citato DPGR. Si sono ricavati i dati geotecnici da n.4 prove CPT/DPSH, n.2 sondaggio a carotaggio continuo con relative analisi di laboratorio, mentre per i dati sismici si è realizzata una prova in foro Down Hole. Le indagini effettuate, la cui ubicazione è riportata nell'Allegato C, si ritengono sufficienti in merito a quanto previsto in progetto.

L'area sulla quale verranno realizzate le opere di progetto è rappresentata in scala 1/2000.

Si allegano:

- Allegato A: Carta Geologica in scala 1:2000
- Allegato B: Estratti Variante PS
- Allegato C: Ubicazione Indagini
- Allegato D: Dati di Campagna Indagini
- Allegato E: Prove di laboratorio
- Allegato F: Sezione stratigrafica, modello geotecnico scala 1:200
- Allegato G: Verifica Liquefazione
- Allegato H: Capacità portante statica
- Allegato I: Cedimenti statici

1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

1.1 UBICAZIONE DELL'AREA

L'intervento in oggetto risulta ubicato in Loc. Cintolese in una zona pianeggiante situata subito a sud-ovest della località stessa. Per l'esatta ubicazione si veda l'allegato A, estratto della CTR in scala 1:2.000.

1.2 MORFOLOGIA E GEOMORFOLOGICA

L'area in esame si trova ad una quota media di 20 metri s.l.m e con una pendenza del 1%, verso sud-ovest, inclinazione topografica $<1^\circ$, categoria Topografica 1.

L'idrologia superficiale naturale risulta localmente assente per l'elevata antropizzazione e caratterizzata dalla sola presenza di fognature bianche e fosse campestri. Le acque meteoriche locali scorrono per gravità nelle suddette condotte passanti sotto via Romano Severi e scaricando direttamente nel Fosso Carro, principale collettore idraulico locale.

1.2.1 Pericolosità-Fattibilità idraulica

Gli interventi di nuova costruzione (centro commerciale, distributore, parcheggi e viabilità) ricadono in area a pericolosità idraulica elevata: I3. Gli interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti ricadono in area pericolosità idraulica media: I2. Nell'allegato B è riportato un estratto della carta G07 della Var Gen del PS. Per le aree in I2 si ha Fattibilità 2, normali indagini a livello di progetto. Per le opere in progetto (ristrutturazione urbanistica) si ha fattibilità F3, condizionata, quindi, alla messa in sicurezza rispetto ad un battente atteso di 20 centimetri oltre un franco di sicurezza pari a 30 cm senza determinare un aggravio del rischio idraulico nelle aree contermini mediante l'adozione di misure di compensazione di cui al comma 1 dell'art.129 delle NTA.

Dato che la realizzazione dell'intervento comporta la copertura di terreno non edificato per un areale superiore a 500 mq, ai fini della limitazione degli effetti della impermeabilizzazione del suolo si dovranno prevedere impianti e/o manufatti per l'immagazzinamento temporaneo delle acque meteoriche così come richiesto dall'art.39 comma 5 lettera c delle NTA del PTC quantificando il volume di acqua secondo le indicazioni di cui al punto 3.3 dell'art.134 delle NTA. Gli aspetti idraulici sono stati affrontati dall'Ing Simone Galardini, opportunamente incaricato dal committente.

1.2.2 Pericolosità-Fattibilità Geologica

Classe G.1: substrato pianeggiante senza fattori predisponenti alla formazione di processi morfoevolutivi, costituito prevalentemente da terreni argillosi e limosi. Fattibilità 2, normali indagini a livello di progetto, nessuna prescrizione. Essendo la pericolosità geologica di scarso rilievo si è evitato di riportarne in allegato il relativo estratto.

1.2.3 Pericolosità-Fattibilità Sismica Locale

Classe S.2: zona sismica stabile caratterizzata dalla presenza del substrato litoide posto a una profondità sicuramente superiore a 30 metri oltre la quale non si determinano effetti di amplificazione significativi per contrasto di impedenza tra copertura alluvionale e substrato lapideo (zona 13 nella carta delle MOPS). Nell'Allegato B è riportato l'estratto della carta della pericolosità sismica G08 del PS. In questa area si segnala la possibilità che la profondità del substrato rigido possa essere minore per effetto di un possibile sistema di faglie sepolte. Le indagini sismiche svolte indicano una profondità del substrato molto profonda ($>100\text{m}$). Fattibilità 2, normali indagini a livello di progetto, nessuna prescrizione.

1.3 GEOLOGIA

Il rilevamento di una più vasta area, comprendente la zona dove è ubicato il terreno descritto ed il reperimento del materiale geologico di supporto al RU vigente hanno messo in evidenza la presenza di un'unica formazione, riportata anche sulla carta geologica e geomorfologica (Allegato A):

- **all.** Depositi alluvionali attuali. Limi sabbiosi e/o sabbie limose argillose.

Si tratta di depositi recenti provenienti dall'attività esondiva dei torrenti limitrofi. L'evoluzione geomorfologica dell'intera zona risente in maniera decisiva dei processi sedimentari che hanno portato al

riempimento dell'antico bacino fluvio-lacustre presente nell'area della Valdinievole nel periodo villafranchiano (Pliocene superiore-Quaternario) di cui l'attuale Padule di Fucecchio costituisce l'ultimo residuo. Le indagini in sito effettuate hanno confermato la presenza della suddetta formazione e della cartografia ufficiale come appunto proposto nell'Allegato A.

2 INDAGINI

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa per gli interventi in classe di indagine 4 si sono effettuati:

- N.2 Sondaggi
 - S1 sino a 10m dal p. di c., procedendo sempre a carataggio continuo
 - S2 sino a 34m dal p. di c., procedendo a carataggio continuo sino a -15m ed a distruzione di nucleo sino a -34m
- prelievo di n.3 campioni indisturbati
 - S1C1 da -2m a -2,5m
 - S2C1 da -1,5m a -2m
 - S3C1 da -3,5m a -4m (prelevato con penetrometro a secco)
- prelievo di n.2 campioni disturbati
 - S1C2 prof -4m
 - S2C2 prof -3m
- una prova sismica nel perforo di indagine DownHole nel sondaggio S2
- N.7 prove SPT
 - S1 NSPT1 da -3m e a -3,45m=10/14/14
 - S1 NSPT2 da -4m e a -4,45m=10/11/12
 - S1 NSPT3 da -10m e a -10,45m=10/15/16
 - S2 NSPT1 da -2m e a -2,45m=1/1/0
 - S2 NSPT2 da -3,5m e a -3,95m=13/16/15
 - S2 NSPT3 da -5m e a -5,45m=6/10/10
 - S2 NSPT4 da -13m e a -13,45m=8/11/11
- Sul campione S1C1 realizzazione di prova ELL, analisi granulometrica, scatola di taglio CD e prova di consolidazione Edometrica
- Sui campioni S2C1 e S3C1 realizzazione di prova ELL, analisi granulometrica, scatola di taglio CD
- Sui due campioni disturbati S1C2 ed S2C2 analisi granulometrica
- N.2 Prove Penetrometriche Statiche (CPT) in sito
- N.2 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH) in sito
- N.1 prova sismica passiva (HVSr)

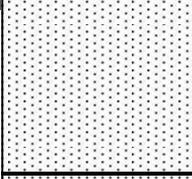
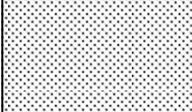
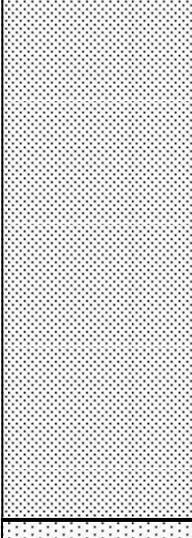
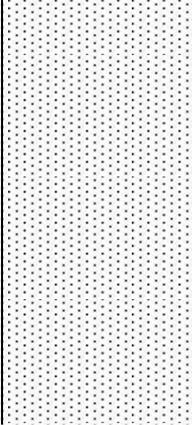
L'ubicazione dettagliata delle prove effettuate è riportata nell'allegato C dove è riportato anche il progetto previsto e la traccia della sezione stratigrafica.

2.1 SONDAGGI S1-S2

Sono stati realizzati due sondaggio a carataggio continuo S1 ed S2 spinti sino a -10 e -34m. Lo scrivente ha assistito alla fase di perforazione, controllando il prelievo dei campioni indisturbati e rilevando la stratigrafia rinvenuta. Nell'Allegato D sono riportati la documentazione fotografica e l'ubicazione, nella pagina seguente è riportata la stratigrafia dettagliata.

Sono stati prelevati campioni indisturbati come indicato nel precedente paragrafo, su di essi sono state eseguite prove di laboratorio per la determinazione di Cu, C', Φ e Y, come meglio riportato nel paragrafo seguente.

STRATIGRAFIA SONDAGGIO 1

NUMERO PROVA : 1		ATTREZZATURA: SONDA		METODO: Carotaggio continuo		
DATA: 22/01/2016		SCALA: 1:50		LOC.: Cintolese		
Scala di riferimento	Nspt	Campioni	Falda	Stratigrafia	Descrizione dei terreni attraversati	Caratteristiche geotecniche
1m			▼		Terreno vegetale eterogeneo	Non Classificabile
2m					Sabbie limose e/o argillose Colorazione gialla molto sciolte NON IDONEE AL PIANO DI FONDAZIONE	Y=1,8t/mc C'=0Kg/cmq Φ' =20° Cu=0Kg/cmq Mo=20kg/cmq
3m					Limo argilloso sabbioso con rari ciottolotti arenacei millimetrici compatto	Y=2t/mc C'=0,11Kg/cmq Φ' =24,3° Cu=1,58Kg/cmq Mo=80kg/cmq Ghiaia=1,6% Sabbia=28,4% Limo=32,6% Argilla=37,4%
4m	31				Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa	Y=2t/mc Cu=1,3Kg/cmq Mo=100kg/cmq Ghiaia=31,7% Sabbia=48,3% Limo=15,3% Argilla=12,2%
5m						
6m						
7m						
8m						
9m					Limo argilloso sabbioso con rari ciottolotti arenacei millimetrici compatto	
10m	28					
11m						

STRATIGRAFIA SONDAGGIO 2

NUMERO PROVA : 2		ATTREZZATURA: SONDA		METODO: Carotaggio continuo-Distruzione di Nucleo da -15m		
DATA: 22/01/2016		SCALA: 1:50		LOC.: Cintolese		
Scala di riferimento	Nspt	Campioni	Falda	Stratigrafia	Descrizione dei terreni attraversati	Caratteristiche geotecniche
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 1m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 2m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 3m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 4m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 5m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 6m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 7m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 8m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 9m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 10m </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%; margin-top: 5px;"> 11m </div> <div style="margin-top: 10px;"> // </div> <div style="margin-top: 5px;"> 22 </div> <div style="margin-top: 5px;"> 34m </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; left: 0; right: 0; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> 1 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 31 </div> <div style="margin-top: 10px;"> 20 </div> </div>
				<p>Terreno vegetale eterogeneo</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Sabbie limose e/o argillose Colorazione gialla molto sciolte NON IDONEE AL PIANO DI FONDAZIONE</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Limo sabbioso argilloso con rari ciottolotti arenacei millimetrici eterogeneo</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Limo argilloso sabbioso con rari ciottolotti arenacei millimetrici compatto</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Argille limose grigiastre</p>	<p style="text-align: center;">Non Classificabile</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Y=1,8t/mc C'=0Kg/cmq Φ'=20° Cu=0Kg/cmq Mo=20kg/cmq</p> <p>Y=2t/mc C'=0,26Kg/cmq Φ'=29,8° Cu=0,17Kg/cmq Mo=20kg/cmq Ghiaia=0,6% Sabbia=45,4% Limo=38,4% Argilla=15,6%</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Y=2t/mc Cu=1,3Kg/cmq</p> <p>Mo=100kg/cmq Ghiaia=0% Sabbia=33% Limo=54,2% Argilla=12,8%</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	

DISTRUZIONE DI NUCLEO

2.2 PROVE DI LABORATORIO

Nell'Allegato E sono riportate dettagliatamente le indagini svolte ed i relativi grafici di laboratorio. Ricordo che le metodologie utilizzate rispettano quelle previste dalla normativa vigente, come testimoniano le relative certificazioni prodotte.

S1C1 da -2m a -2,5m su cui sono state eseguite una analisi granulometrica, scatola di taglio CD, prova ELL per la determinazione di Cu e prova edometrica oltre ad analisi di peso di volume e di umidità naturale. Riportiamo la tabella riassuntiva dei risultati:

SONDAGGIO: 1		CAMPIONE: 1		PROFONDITA': m 2.0-2.5				
CARATTERISTICHE FISICHE			ANALISI GRANULOMETRICA			COMPRESSIONE		
Umidità naturale	21,2	%	Ghiaia	1,6	%	σ	158	kPa
Peso di volume	20,3	kN/m ³	Sabbia	28,4	%	σ_{Rim}		kPa
Peso di volume secco	16,8	kN/m ³	Limo	32,6	%	SCISSOMETRO		
Peso di volume saturo	20,4	kN/m ³	Argilla	37,4	%	τ		kPa
Peso specifico	26,5	kN/m ³	D 10	0,000238	mm	τ		kPa
Indice dei vuoti	0,580		D 50	0,018054	mm	TAGLIO DIRETTO		
Porosità	36,7	%	D 60	0,039465	mm	Prova consolidata-lenta		
Grado di saturazione	98,8	%	D 90	0,439963	mm	C	11,2	kPa
Limite di liquidità		%	Passante set. 10	95,6	%	ϕ	24,3	°
Limite di plasticità		%	Passante set. 42	89,6	%	C _{Res}		kPa
Indice di plasticità		%	Passante set. 200	70,0	%	ϕ_{Res}		°
Indice di consistenza		%	PERMEABILITA'					
Passante al set. n° 40		%	Coefficiente k			cm/sec		
Limite di ritiro		%						
CNR-UNI 10006/00								

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
12,3 ÷ 24,6	18580	0,000496	2,62E-09
24,6 ÷ 49,2	7130	0,000330	4,54E-09
49,2 ÷ 98,4	5857	0,000737	1,23E-08
98,4 ÷ 196,8	6452	0,000925	1,41E-08
196,8 ÷ 393,6	8925	0,000641	7,05E-09
393,6 ÷ 787,2	14391	0,000788	5,37E-09
787,2 ÷ 1574,4	24911	0,000942	3,71E-09

S1C2 Disturbato prelevato a -4m e su cui è stata eseguita una analisi granulometrica

SONDAGGIO: 1		CAMPIONE: 2D		PROFONDITA': m 4.0	
ANALISI GRANULOMETRICA					
Ghiaia	31,7	%			
Sabbia	40,8	%			
Limo	15,3	%			
Argilla	12,2	%			
D 10	0,002625	mm			
D 50	0,881092	mm			
D 60	2,712294	mm			
D 90	13,495950	mm			
Passante set. 10	56,5	%			
Passante set. 42	44,5	%			
Passante set. 200	27,5	%			

S2C1 da -1,5m a-2m su cui sono state eseguite una analisi granulometrica, scatola di taglio CD, prova ELL per la determinazione di Cu oltre ad analisi di peso di volume e di umidità naturale.

Si tratta probabilmente di un terreno di riporto o comunque anomalo, lo abbiamo campionato (dove si è riusciti a farlo) proprio per escludere la sua idoneità come piano di fondazione. I dati geotecnici sono estremamente irregolari e vanno opportunamente tarati tenendo presente che L'Nspt fatta subito sotto ha dato i seguenti valori 1/1/0.

Riportiamo la tabella riassuntiva dei risultati:

SONDAGGIO: 2		CAMPIONE: 1		PROFONDITA': m 1.5-2.0				
<u>CARATTERISTICHE FISICHE</u>			<u>ANALISI GRANULOMETRICA</u>			<u>COMPRESSIONE</u>		
Umidità naturale	23,7	%	Ghiaia	0,6	%	σ	18	kPa
Peso di volume	20,0	kN/m ³	Sabbia	45,4	%	σ_{Rim}		kPa
Peso di volume secco	16,2	kN/m ³	Limo	38,4	%	<u>SCISSOMETRO</u>		
Peso di volume saturo	20,0	kN/m ³	Argilla	15,6	%	τ		kPa
Peso specifico	26,5	kN/m ³	D 10	0,002236	mm	τ		kPa
Indice dei vuoti	0,634		D 50	0,061875	mm	<u>TAGLIO DIRETTO</u>		
Porosità	38,8	%	D 60	0,096063	mm	Prova consolidata-lenta		
Grado di saturazione	100,0	%	D 90	0,334811	mm	C	26,1	kPa
Limite di liquidità		%	Passante set. 10	98,0	%	ϕ	29,5	°
Limite di plasticità		%	Passante set. 42	91,5	%	C _{Res}		kPa
Indice di plasticità		%	Passante set. 200	54,0	%	ϕ_{Res}		°
Indice di consistenza			<u>PERMEABILITA'</u>					
Passante al set. n° 40			Coefficiente k			cm/sec		
Limite di ritiro		%						
CNR-UNI 10006/00								

S2C2 Disturbato prelevato a -3m e su cui è stata eseguita una analisi granulometrica

SONDAGGIO: 2		CAMPIONE: 2		PROFONDITA': m 2.8-3.0	
<u>ANALISI GRANULOMETRICA</u>					
Ghiaia					%
Sabbia	33,0				%
Limo	54,2				%
Argilla	12,8				%
D 10	0,002543				mm
D 50	0,036610				mm
D 60	0,055834				mm
D 90	0,220599				mm
Passante set. 10	99,7				%
Passante set. 42	97,4				%
Passante set. 200	67,0				%

S3C1 da -3,5m a-4m su cui sono state eseguite una analisi granulometrica, prova ad espansione laterale libera di Cu oltre ad analisi di peso di volume e di umidità naturale.

Questo campione è stato prelevato a secco tramite penetrometro statico. Si è preferito tale operazione in seguito alla difficoltà di campionare a questa profondità con macchina sondatrice ed anche per confrontare i dati di laboratorio con quelli del campione S2C1 che presenta dati "anomali".

SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0
--------------	-------------	------------------------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14,5	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	16,9	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,4	kN/m ³
Peso specifico	26,5	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,570	
Porosità	36,3	%
Grado di saturazione	68,8	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	25,0	%
Sabbia	54,9	%
Limo	9,4	%
Argilla	10,7	%
D 10	0,003071	mm
D 50	0,367963	mm
D 60	0,573965	mm
D 90	16,370950	mm
Passante set. 10	68,7	%
Passante set. 42	51,9	%
Passante set. 200	20,1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	10	kPa
σ_{Rim}		kPa

SCISSOMETRO

τ	kPa
τ	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta		
C	11,0	kPa
ϕ	27,3	°
C _{Res}		kPa
ϕ _{Res}		°

2.3 PROVE DPSH N.1-2

Per la realizzazione delle DPSH si è utilizzato un penetrometro dinamico super pesante avente le seguenti caratteristiche :

- angolo della punta conica 90°
- superficie della punta 20 cm²
- peso del maglio 63,5 Kg
- altezza di caduta 75 cm
- lunghezza delle aste 100 cm
- peso delle aste 8 Kg/ml
- lettura colpi ogni 20 cm

I dati di campagna delle prove sono riportati nell'Allegato D, sempre nello stesso allegato sono riportati anche alcuni parametri ricavati dalla comparazione con gli Nspt.

Si osserva in ambo le prove la presenza di uno strato scadente sino a -3m, in alcuni casi l'avanzamento della punta è avvenuto con zero colpi, ossia con il solo peso del maglio in accordo con i valori N_{spt}=1/1/0 del sondaggio n.2 a -2,5m.

2.4 PROVE CPT N.3-4

Per la realizzazione della CPT si è utilizzato un penetrometro tipo Gouda da 10 tonn. aventi le seguenti caratteristiche:

- Punta tipo Begemann: cono con angolo al vertice di 60° diametro 3,67 cm sezione 10cmq
- manicotto: lunghezza 133mm diametro 3,67 cm superficie 150cmq
- Velocità di penetrazione: 2cm/sec - Rilevamento dati: ogni 20 cm

Dal rapporto Rp/Rl, utilizzando il noto grafico di Searle, è possibile ricavare i parametri di Coesione e le caratteristiche stratigrafiche dei terreni attraversati. I dati di campagna delle prove sono riportati nell'Allegato D.

Le prove CPT confermano la presenza di uno strato scadente nei primi 3,5m di terreno la prova CPTn.3 è stata eseguita su una porzione di terreno rialzata di circa 1,5m rispetto all'originario piano di campagna per questo i valori di Rp >40kg/cm² si trovano a -5m anziché a -3,5m come in tutte le altre prove.

2.5 PROVA SISMICA DOWN HOLE E HVSR

Down Hole

Lo scopo della prova è quello di determinare le velocità di propagazione delle Onde P ed SH in un

terreno studiando i tempi di transito fra due punti, la sorgente posta in superficie ed un ricevitore posto ad una certa profondità. L'ipotesi di base di tale prova è che il terreno sia stratificato orizzontalmente e che per ogni strato il comportamento del terreno possa essere considerato elastico, omogeneo ed isotropo. La prova viene eseguita energizzando in superficie mediante sorgenti di onde compressive (P) o di taglio (SH) e misurando i tempi di arrivo delle onde generate ponendo, ogni volta, il sistema di ricezione a profondità differenti all'interno del perforo opportunamente attrezzato.

Come sistema di energizzazione si è impiegata una mazza da 8 Kg incidente su una piastra per generare le onde di compressione mentre per generare le onde di taglio si è utilizzato un parallelepipedo colpito lateralmente da una mazza e appesantito mediante un carico (automezzo) al fine di migliorarne l'accoppiamento con il terreno.

Come sistema di ricezione si è impiegato un sistema costituito da due ricevitori triassiali distanziati 1m calato a differenti profondità nel perforo ed acquisendo il segnale ogni metro. Il sistema costituito dai due ricevitori è stato calato mediante aste a sezione quadrata che hanno consentito di mantenere il sistema stesso sempre nella posizione di acquisizione migliore. Il sismografo utilizzato per le misure sismiche è un SUMMIT Compact, uno strumento della DMT (Germania), a 24 canali e dinamica del convertitore analogico digitale a 24 Bit (Tecnologia Delta Sigma).

La prova è stata eseguita dallo scrivente con strumentazione propria. Nell'Allegato B sono riportati i sismogrammi relativi alle Onde P ed SH nonché i risultati della prova, ovvero le dromocrone ed i valori delle velocità degli strati. Di seguito una tabella riassuntiva dei tempi di arrivo corretti.

Tempi di arrivo corretti			
Onde SH		Onde P	
1	0,0059	1	0,0031
2	0,0111	2	0,0049
3	0,0161	3	0,0064
4	0,0206	4	0,0076
5	0,0253	5	0,0085
6	0,0293	6	0,0093
7	0,0327	7	0,01
8	0,0362	8	0,0104
9	0,0415	9	0,0115
10	0,0442	10	0,0121
11	0,0493	11	0,013
12	0,053	12	0,0134
13	0,0566	13	0,014
14	0,0628	14	0,0148
15	0,0671	15	0,0157
16	0,071	16	0,0163
17	0,0749	17	0,0172
18	0,0777	18	0,0176
19	0,0805	19	0,0185
20	0,0836	20	0,0189
21	0,0867	21	0,0194
22	0,0891	22	0,0198
23	0,0877	23	0,0209
24	0,0934	24	0,0211
25	0,0946	25	0,0215
26	0,0954	26	0,0224
27	0,0993	27	0,0236
28	0,1009	28	0,024
29	0,1036	29	0,0244
30	0,1051	30	0,025
31	0,1066	31	0,0256
32	0,1081	32	0,0262
33	0,1096	33	0,0268
34	0,1111	34	0,0274

L'analisi eseguita ha consentito di individuare 4 sismostrati. Nel primo, che dal piano campagna raggiunge i 4m di profondità, e che corrisponde litologicamente a limo sabbioso e sabbie limose della stratigrafia del sondaggio, le velocità medie delle onde P risultano di circa 700m/s e delle SH di 200 m/s;

nel secondo sismostrato, fino a 8m da p.c., riferibile a sabbie ghiaioso-limose, le velocità delle onde di compressione P risultano di circa 1.490 m/s e le onde di taglio SH di 274 m/s; nel terzo sismostrato, fino a 18m da p.c., riferibile a sabbie limose e argillose, le velocità delle onde di compressione P risultano di circa 1.390m/s e le onde di taglio SH di 234 m/s; nel quarto, fino a fondo foro, costituito da argille limose, le onde P mostrano velocità medie di circa 1.600m/s e le SH di circa 440m/s.

HVSR

Il metodo HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio), è una tecnica di sismica “passiva” che si basa sulla misura delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate, attraverso un apparato di registrazione dotato di 3 velocimetri disposti nelle tre direzioni dello spazio, e sull’analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali (H) e verticali (V) di quello che viene definito “rumore sismico”, “vibrazione ambientale” o “microtremore”, costituito da piccole vibrazioni del terreno dell’ordine di 10 - 4 - 10 -2 cm. Gli spettri verticali e orizzontali variano in funzione dell’anisotropia del mezzo attraversato e dei gradienti di impedenza presenti nel sottosuolo:

$$\text{Rapporto di impedenza sismica } I = \rho_r V_r / \rho_s V_s$$

Dove ρ_r è la densità del substrato e ρ_s del terreno soprastante; V_r la velocità delle onde di taglio del substrato e V_s del terreno.

Gli effetti stratigrafici di amplificazione sismica sono influenzati dal rapporto d’impedenza, e le frequenze corrispondenti ai massimi della funzione di amplificazione si chiamano frequenze (periodi) naturali di vibrazioni del deposito. Il periodo proprio di sito è indicato dalla seguente formula:

$$T_0 = 4H/V_s$$

Dove: V_s è la velocità delle onde di taglio fino al bedrock (inteso come un orizzonte con forte contrasto di V_s che dà origine ad un picco dell’H/V); H lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock. Di fondamentale importanza risulta la conoscenza della frequenza di sito per il fenomeno della “doppia risonanza”, cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico trasmesso in superficie e la frequenza delle strutture in progetto o dei manufatti già esistenti.

Per l’acquisizione è stata adottata la seguente configurazione:

- registrazione: 20 minuti - frequenza di campionamento: 300 Hz

Elaborazione:

- finestra: 20 secondi - tapering: 8% - lisciamento: finestra triangolare (10%)

L’acquisizione HVSR è stata effettuata tramite sismografo triassiale SR04C3 - SARA electronic instruments, con geofoni da 4.5 Hz dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, collegato ad un Notebook ASUS Eee PC 1001PX. I dati acquisiti mediante software SEISMOLOG-MT, della SARA electronic instruments, ed analizzati mediante WINMASW 4.8 Pro della EliaSoft.

Per quanto riguarda le analisi dei dati HVSR, individuati eventuali transienti (eventi con eccessiva ampiezza) da rimuovere, viene creato lo spettro di frequenza delle tre componenti (le due orizzontali e quella verticale) ed il rapporto spettrale H/V, dividendo la serie temporale in n finestre da 20 secondi, in parziale sovrapposizione (Allegato B).

I risultati di tali operazioni mostrano un picco di frequenza, che si può attribuire a motivi litologici, intorno a 0,5 Hz (± 3), con un rapporto HVSR di 5,1 ($\pm 0,9$). che indica un contrasto d’impedenza molto profondo (> 100 m).

Per quanto riguarda i criteri SESAME (che definiscono la robustezza statistica della curva HVSR e degli eventuali picchi presenti), sono risultati soddisfatti tutti e tre i “criteri per una curva H/V affidabile”; e cinque su sei dei “criteri per un picco H/V chiaro” (vedi tabella seguente).

Criteria SESAME (picco 0,5 Hz)

In the following the results considering the data in the 0.5-30.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.5 (± 3.0)

Peak HVSR value: 3.1 (± 0.9)

Criteria for a reliable H/V curve

#1. $[f_0 > 10/Lw]: 0.500 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]: 861 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)

#1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]: \text{yes, at frequency } 0.2\text{Hz}$ (OK)

#2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]: \text{yes, at frequency } 0.8\text{Hz}$ (OK)

#3. $[A_0 > 2]: 3.1 > 2$ (OK)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]:$ (OK)

#5. $[\sigma_A < \epsilon(f_0)]: 2.967 > 0.075$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]: 0.945 < 2$ (OK)

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 STRATIGRAFIA E GEOTECNICA

Nell'Allegato F è riportata l'interpretazione stratigrafica basata su tutte le indagini effettuate oltre all'ubicazione in pianta delle stesse in scala 1:1.000. Si sono potuti così distinguere i seguenti strati lungo la sezione AB trasversale all'edificio commerciale e ubicata nell'allegato C.

Strato 1: Comprende sia il terreno vegetale dei primi 60cm sia i limi argilloso sabbiosi presenti sino a 3,5m dal p. di c. Si tratta di terreni estremamente variabili e in media scadenti. Da circa 2m dal piano campagna hanno valori più omogenei e possono cautelativamente essere caratterizzati con i seguenti valori minimi:

$Cu_{\text{minimo}} = 0,17\text{kg/cm}^2$ $C'_{\text{minimo}} = 0,11\text{kg/cm}^2$ $\Phi'_{\text{minimo}} = 24^\circ$ Peso di volume = 2t/m^3

Mo (modulo di deformazione edometrico) $_{\text{min}} = 20\text{kg/cm}^2$ $Vs_{\text{medio}} = 200\text{m/sec}$ $Dr = 20\%$

$N_{\text{stp}} = 1$ (spesso l'avanzamento si è avuto con il solo peso del maglio)

Le prove dinamiche in sito ed anche le prove statiche evidenziano una forte tendenza al cedimento a causa dei bassissimi valori della Dr e del Mo . Anche se i valori di capacità portante statica possono essere medio bassi sono gli elevati valori di cedimenti differenziati che sconsigliano di fondare i plinti in questo strato. Il discorso potrebbero essere diverso in caso di platea o fondazione lineare.

Strato 2: da -3,5m a -8m si ha Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa addensata. Con il valore di R_p compreso tra 40 e 150Kg/cm^2 . Interpretando le prove di laboratorio ed osservando i valori efficaci dei parametri geotecnici si possono caratterizzare con i seguenti valori :

$Cu_{\text{minimo}} = 0,10\text{kg/cm}^2$ $C' = 0,11\text{kg/cm}^2$ $\Phi'_{\text{minimo}} = 27^\circ$ Peso di volume = 2t/m^3

Mo (modulo di deformazione edometrico) = 100kg/cm^2 $Vs_{\text{medio}} = 270\text{m/sec}$ $Dr = 50\%$

A -4m $N_{\text{spt}_{\text{minimo}}} = 31$ $N_{60} = 29$ $N_{1(60)} = 32$

Da -5m a -8m $N_{\text{spt}_{\text{minimo}}} = 20$ $N_{60} = 20$ $N_{1(60)} = 16$

Strato 3: da -8m a -11m si hanno limi argilloso sabbiosi mediamente addensati per comparazione con le SPT sono così caratterizzabili:

$Cu_{\text{minimo}} = 0,1\text{kg/cm}^2$ $C' = 0,1\text{kg/cm}^2$ $\Phi'_{\text{minimo}} = 24^\circ$ Peso di volume = 2t/m^3

Mo (modulo di deformazione edometrico) = 80kg/cm^2 $Vs_{\text{medio}} = 230\text{m/sec}$

A -4m $N_{\text{spt}_{\text{minimo}}} = 20$ $N_{60} = 19$ $N_{1(60)} = 17$

Strato 4: da -11m a -34m si hanno argille limose grigiastre consistenti per comparazione con le SPT sono così caratterizzabili:

$Cu_{\text{medio}} = 0,5\text{kg/cm}^2$ $C' = 0,3\text{kg/cm}^2$ $\Phi'_{\text{medio}} = 20^\circ$ Peso di volume = $1,9\text{t/m}^3$

Mo (modulo di deformazione edometrico) = 100kg/cm^2 $Vs_{\text{medio}} = 440\text{m/sec}$

3.2 CATEGORIA SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica DH ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato l'ungo la verticale del sondaggio S2 e per un piano di fondazione posto a -4m dal piano di campagna pari a 316m/s, ricadiamo quindi in **categoria di Suolo di Fondazione C**.

Categoria	Descrizione
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina</i>

4 VERIFICA DEI TERRENI

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Quanto in progetto prevede la realizzazione di un nuovo centro commerciale e la ristrutturazione dell'esistente. La verifica geotecnica della capacità portante e dei cedimenti sarà effettuata dal progettista delle strutture lo scrivente resta a disposizione per eventuali chiarimenti riguardo al modello geotecnico. Di seguito si verificherà la tendenza alla liquefazione dei terreni di progetto, i cedimenti e la capacità portante statici. Abbiamo ipotizzato una fondazione puntuale, plinto a base quadrata con lato di 2m impostato a -3,5m dall'attuale piano di campagna e caricato con un carico di esercizio di 2kg/cmq.

4.2 LIQUEFAZIONE

Considerando i primi 20m di terreno, a partire dal piano di campagna dell'Allegato F, possiamo subito rilevare la presenza di falda da -1,4m in poi e la presenza di terreni sciolti sino a -3,5m mentre da questa profondità in poi si hanno valori di Nspt sempre >20. I depositi comunque non risultano mai essere nel campo delle sabbie sciolte come testimoniano sia i valori di Nspt sia le analisi granulometriche.

Da -8m la frazione argillosa diventa via via più abbondante sino ad essere predominante da -11m per cui si avrebbe possibile liquefazione da -3,5 a -11m. Una prima speditiva verifica alla liquefazione si ottiene applicando il metodi di Seed e Idriss. A vantaggio della sicurezza prendiamo il valore di Nsp più basso registrato = 20 e poniamoci alla profondità massima liquefacibile che abbiamo detto essere circa -11m.

Si ottiene un coefficiente di sicurezza $F_s=1,85$, deposito non liquefacibile

Nell'Allegato F è riportato il foglio di calcolo, con i dati di immissione utilizzati e l'indirizzo web del dimostrativo geostru utilizzato.

4.3 RESISTENZA DI PROGETTO STATICA

Considerando la fondazione ipotizzata ed i dati geotecnici dello strato 2 da -3,5m a -8m si è calcolata la Rd statica di progetto, come riportato nel foglio di calcolo dell'Allegato G. Trattandosi di un terreno sabbioso ghiaioso limoso debolmente argilloso si comporterà sempre in condizioni drenate, come testimonia il valore $C^*=C$. Per l'approccio 2 abbiamo:

$$Rd_{\text{statico lungo-breve termine}} = 2,6\text{kg/cmq}$$

Tale valore è stato ottenuto tenendo conto dello strato meno addensato posto da -5m in poi e introducendo le correzione proposte da Terzaghi sui terreni con $Dr < 70\%$ (effetto punzonatura).

4.4 CEDIMENTI-COEFFICIENTE WINKLER

Si è proceduto ad un calcolo dei cedimenti a partire dalla fondazione ipotizzata e caricata con il carico statico di 2kg/cmq.

Lo strato cedevole arriva sino a 8,3metri e corrisponderebbe al così detto "volume significativo", riferito ad una profondità alla quale l'incremento di pressione sul terreno, indotto dal carico applicato sulla fondazione, è superiore a $0,1 P_0$ (P_0 = pressione litostatica).

Il metodo semplificato di Terzaghi è un metodo speditivo utile per avere una prima indicazione dell'ammontare del cedimento sia in terreni coesivi che incoerenti. Il procedimento fornisce in genere valori sovrastimati e corrisponde alla sola componente di consolidazione, quella secondaria viene considerata trascurabile. Il valore del cedimento calcolato è valido per fondazioni flessibili; per fondazioni rigide questo valore va moltiplicato per un fattore generalmente posto uguale a 0.75. Inoltre il metodo va applicato solo negli strati dove è soddisfatta la condizione $dH < B$ dove B è il lato corto della fondazione. Nell'Allegato H sono riportati i calcoli dei cedimenti relativi al terreno indagato il valore massimo del cedimento è, per una pressione effettiva di 2Kg/cm^2 :

$$S = 2,32\text{cm.}$$

Tale valore va visto come il cedimento massimo possibile e risulta del tutto accettabile in base alla normativa vigente.

Coefficiente di Winkler

Dal rapporto pressione applicata / cedimento relativo si ottiene il seguente Coefficiente di Winkler:

$$C_{\text{Winkler}} = 0,86\text{kg/cm}^3$$

5 - CONCLUSIONI

Nella presente relazione si sono riportati i risultati di una indagine geologica, eseguita per conto della società Immobiliare Giovanna srl, relativa al "PIANO ATTUATIVO AREA RU3 - Cintolese Area centrale: scuole, servizi e zona commerciale" sito nel comune di Monsummano Terme

Vista la volumetria dell'intervento si ricade in classe di indagine 4 ai sensi del DPGR 36/r. Per la definizione del modello geotecnico si sono ricavati i dati da due sondaggi, analisi su n.5 campioni, prova in foro DH, n.4 prove in sito CPT/DPSH e prova HVSR. L'ubicazione delle prove è riportata nell'allegato C. Il Valore della V_s 30 porta a classificare il suolo in classe C.

L'analisi condotta permette di escludere qualsiasi fenomeno di liquefazione per un piano di fondazione posto a non meno di 3,5m dal piano di campagna attuale.

La verifica geotecnica non è oggetto di incarico dello scrivente i valori di R_d e Cedimenti dati sono indicativi e utili in prima battuta al progettista delle strutture per un primo dimensionamento.

Riguardo alla fattibilità dell'intervento si rimanda, per un quadro dettagliato completo, al paragrafo 1,2, qui di seguito riassunto brevemente:

Fattibilità Idraulica F3 (vedi prescrizioni al paragrafo 1.2.1 pag.3)

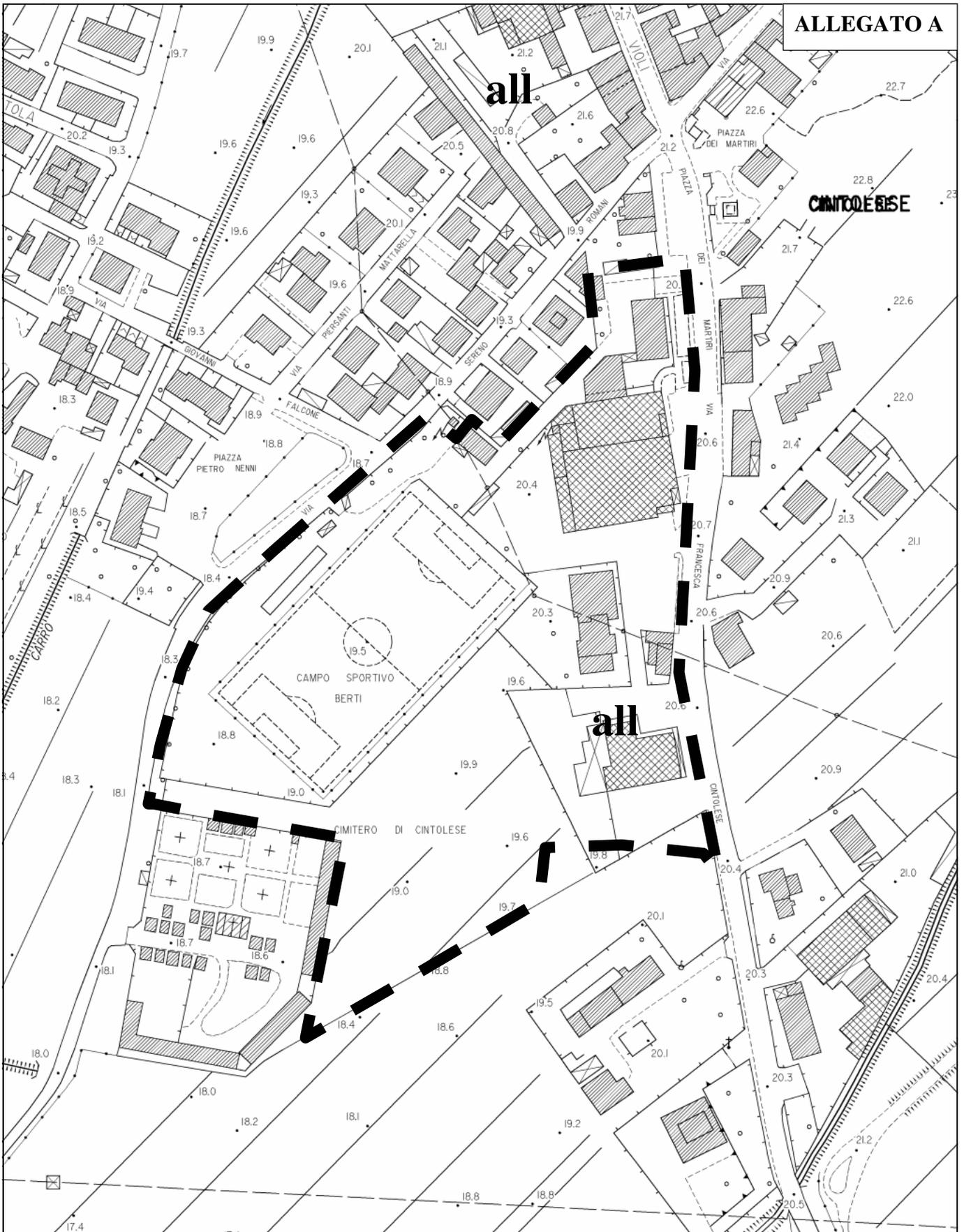
Fattibilità Sismica F2

Fattibilità Geologica F2

Si rimane a completa disposizione in merito a quanto sopra scritto.

Pistoia, 16 Febbraio 2016

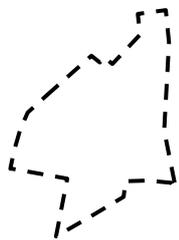
GEOLOGO
Dott. Sandro Pulcini



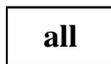
CARTA GEOLOGICA

Scala 1:2000

LEGENDA

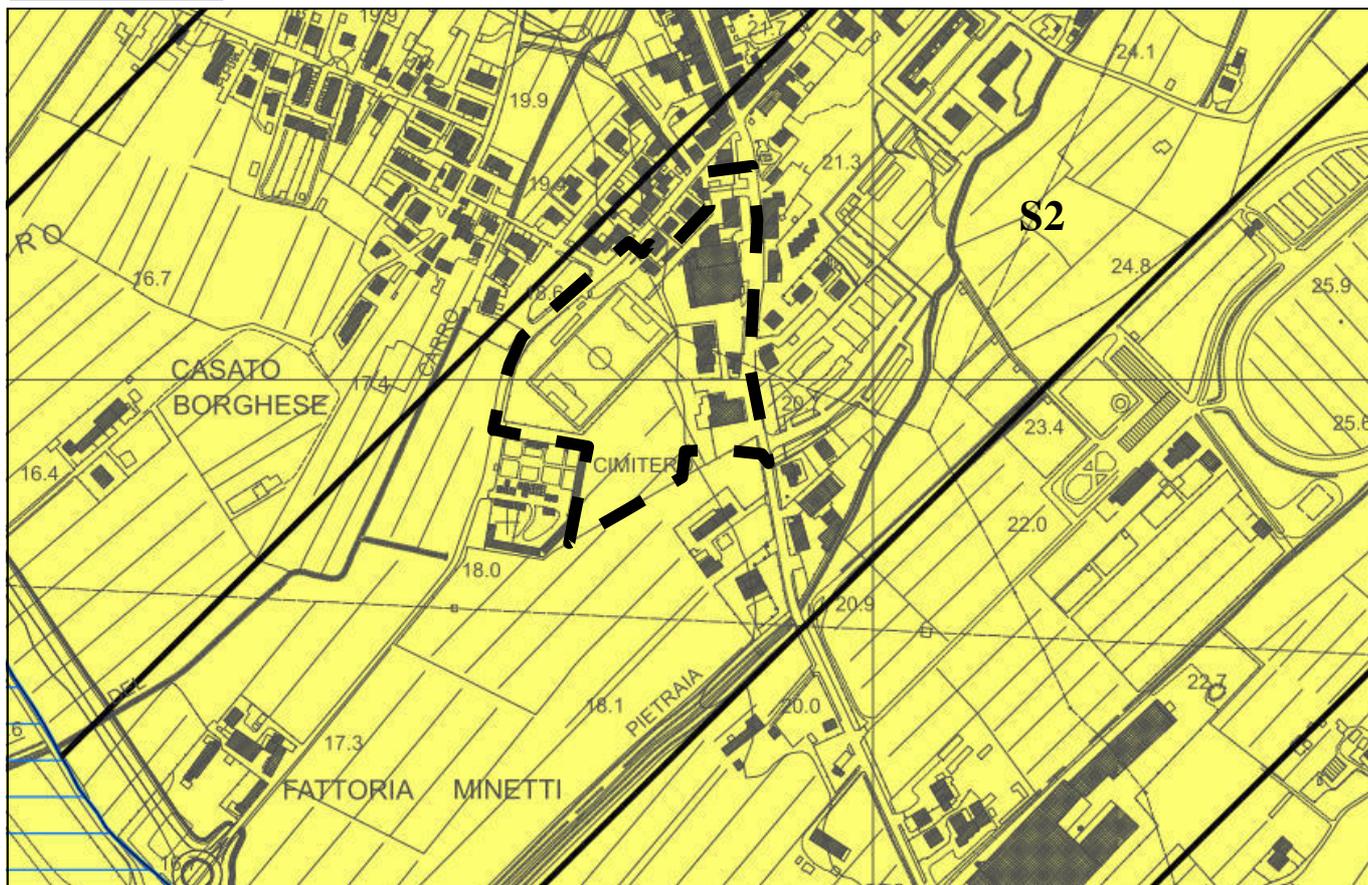


Area di intervento

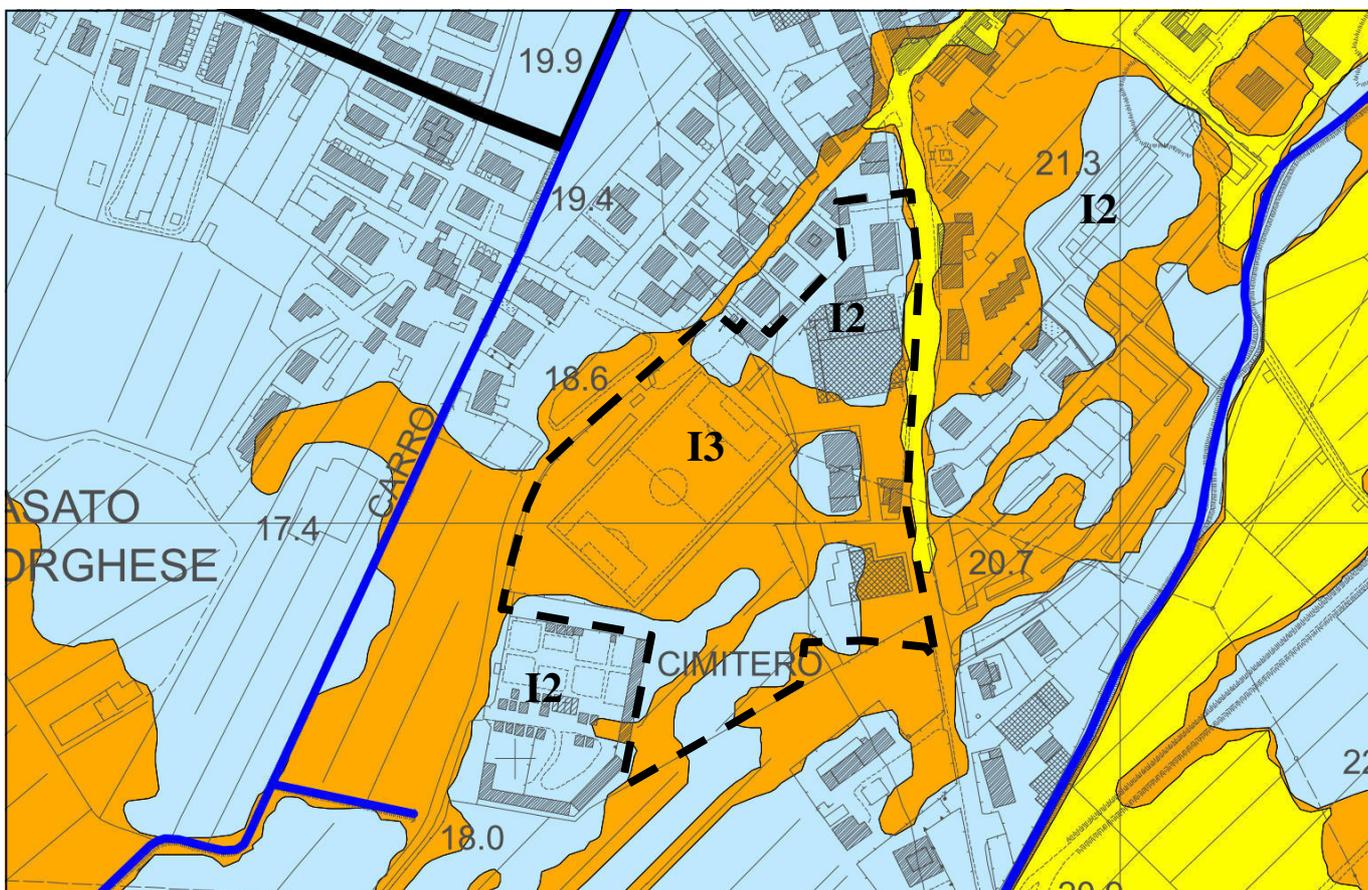


Depositi alluvionali

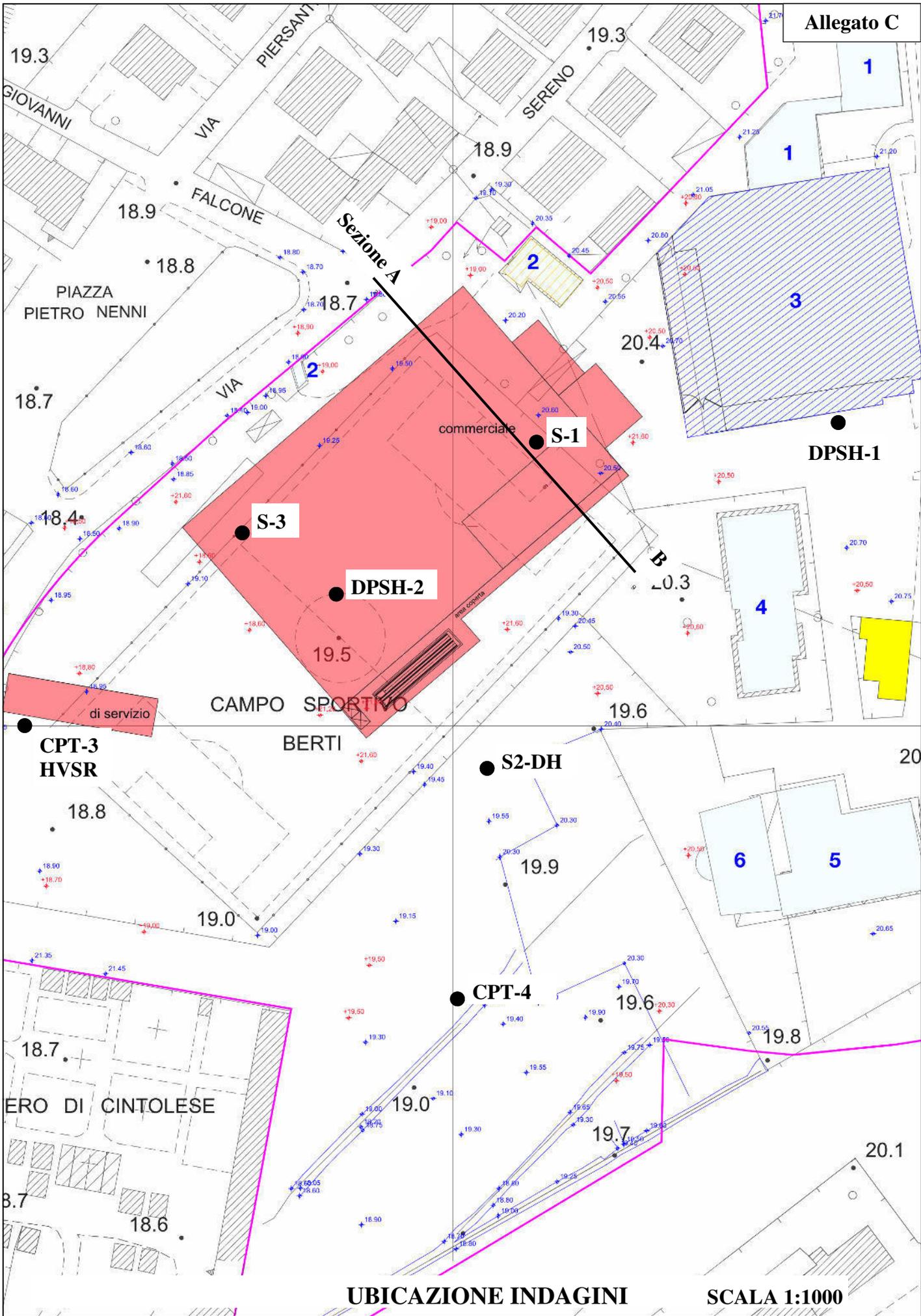
Allegato B



**Estratto dalla carta delle PSL del P.S. (tav.G08)
Pericolosità simica locale media S2.**



**Estratto dalla carta di pericolosità idraulica del P.S. (tav. G07)
CLASSE DI PERICOLOSA' IDRAULICA MEDIA- I2 ed ELEVATA-I3**



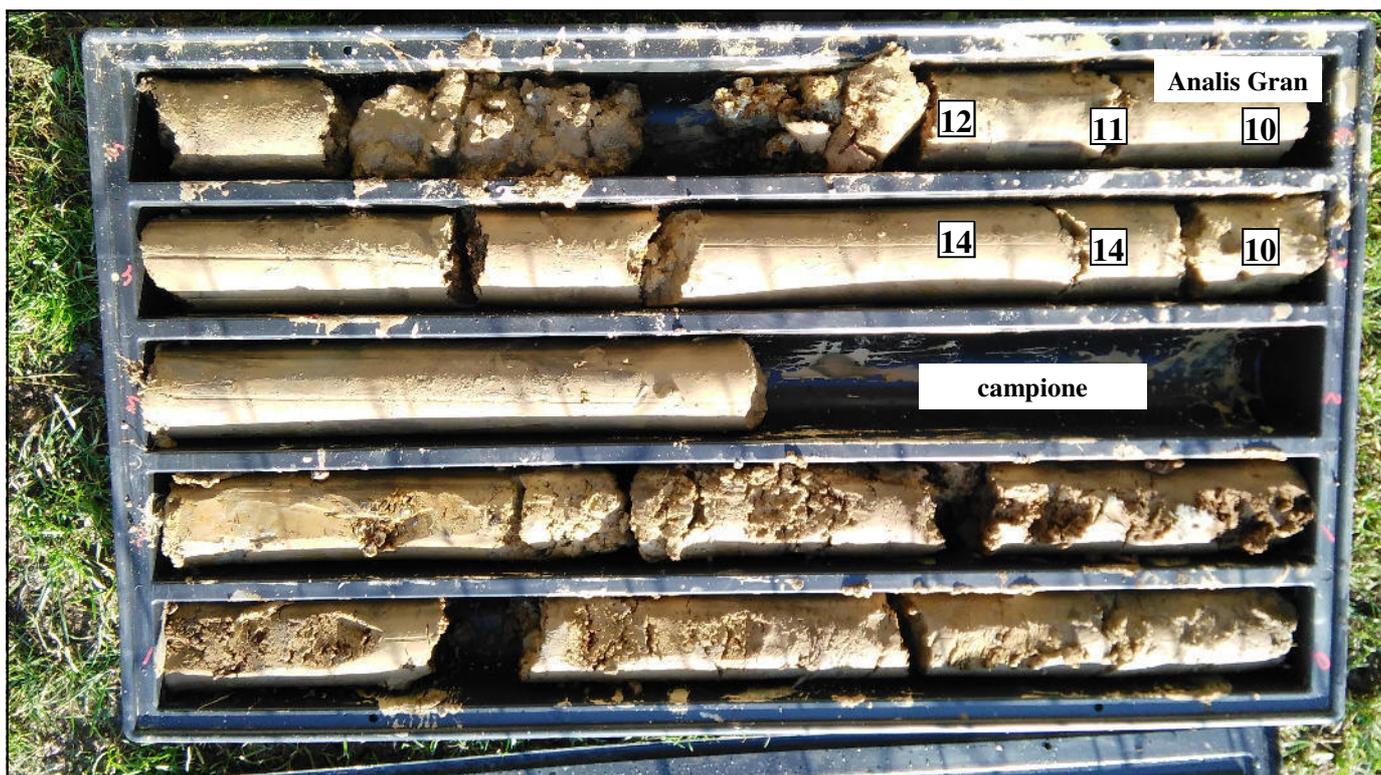
UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000

Ubicazione



Da 0m a -5m da -2m a -2,5m Campione Indisturbato S1C1. A -4m Campione Disturbato S1C2
SPT da -3m a -3,45m $N_{SPT}=10/14/14$ - SPT da -4m a -4,45m $N_{SPT}=10/11/12$



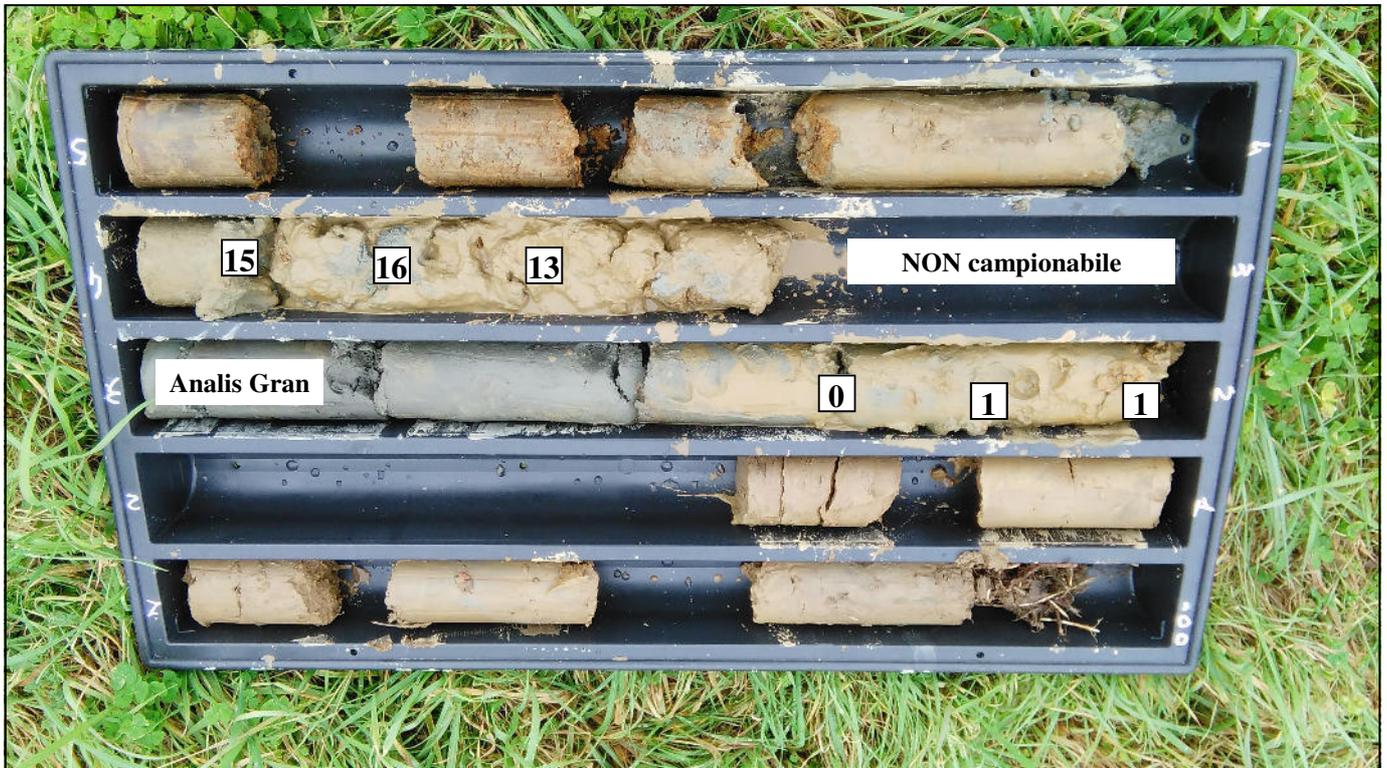
Da -5m a -10m SPT da -10m a -10,45m $N_{SPT}=10/15/16$



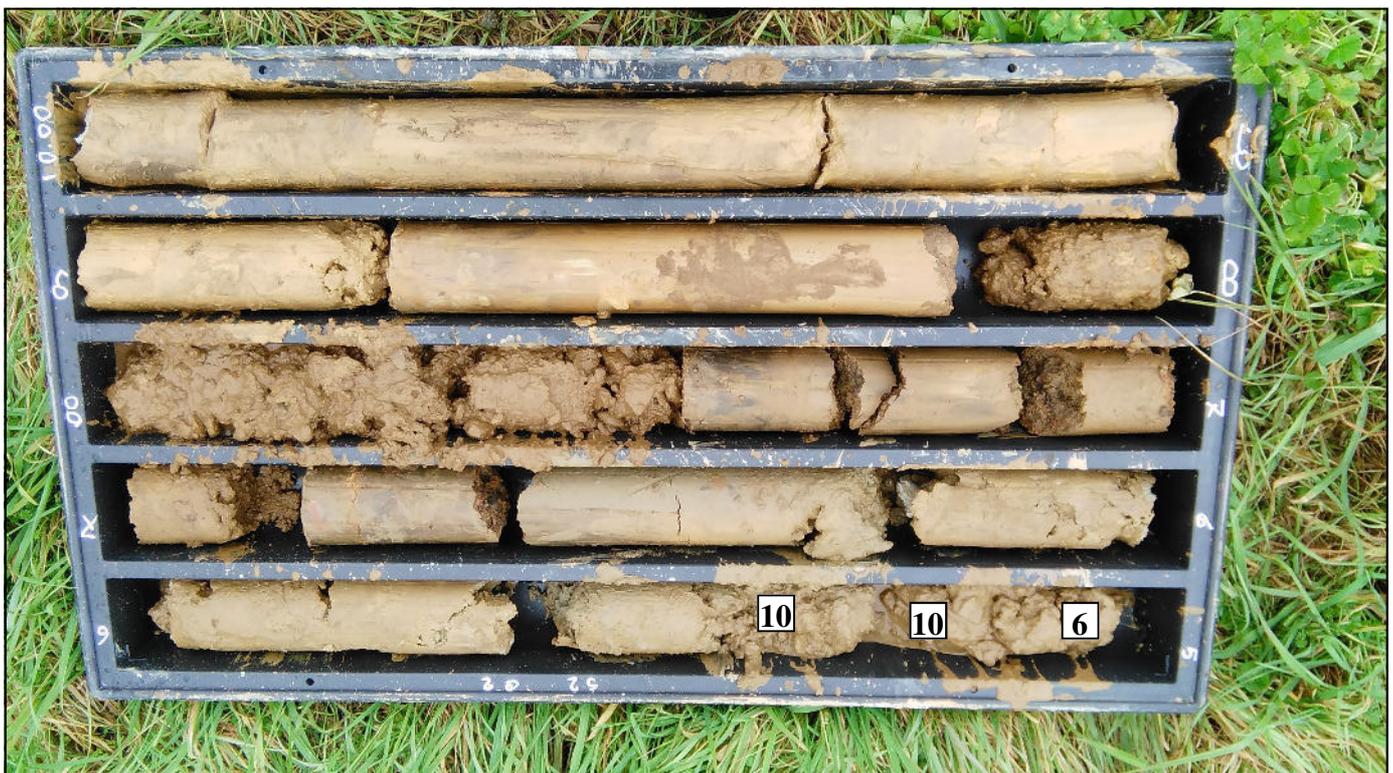
Ubicazione



Da 0m a -5m da -1,5m a -2m Campione Indisturbato S2C1. A -3m Campione Disturbato S2C2. SPT da -2m a -2,45m $N_{SPT}=1/1/0$ - SPT da -3,5m a -3,95m $N_{SPT}=13/16/15$



Da -5m a -10m SPT da -5m a -5,45m $N_{SPT}=6/10/10$



Da -10m a -15m SPT da -13,5m a -13,95m $N_{SPT}=8/11/11$



Ubicazione



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Dott. Geol. Sandro Pulcini
 - lavoro :
 - località : Cintolese - Monsummano Terme (PT)
 - note : Da -1.2 m a - 3.2 m n° colpi < 1

- data : 26/01/2016
 - quota inizio : Piano stradale
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	50	372,4	----	1	4,20 - 4,40	4	22,7	----	5
0,20 - 0,40	50	372,4	----	1	4,40 - 4,60	6	34,0	----	5
0,40 - 0,60	19	141,5	----	1	4,60 - 4,80	6	34,0	----	5
0,60 - 0,80	7	52,1	----	1	4,80 - 5,00	8	42,7	----	6
0,80 - 1,00	2	13,8	----	2	5,00 - 5,20	7	37,4	----	6
1,00 - 1,20	1	6,9	----	2	5,20 - 5,40	7	37,4	----	6
1,20 - 1,40	1	6,9	----	2	5,40 - 5,60	8	42,7	----	6
1,40 - 1,60	1	6,9	----	2	5,60 - 5,80	9	48,1	----	6
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	5,80 - 6,00	11	55,6	----	7
1,80 - 2,00	1	6,4	----	3	6,00 - 6,20	11	55,6	----	7
2,00 - 2,20	1	6,4	----	3	6,20 - 6,40	13	65,7	----	7
2,20 - 2,40	1	6,4	----	3	6,40 - 6,60	14	70,8	----	7
2,40 - 2,60	1	6,4	----	3	6,60 - 6,80	21	106,2	----	7
2,60 - 2,80	1	6,4	----	3	6,80 - 7,00	21	100,8	----	8
2,80 - 3,00	1	6,0	----	4	7,00 - 7,20	19	91,2	----	8
3,00 - 3,20	1	6,0	----	4	7,20 - 7,40	13	62,4	----	8
3,20 - 3,40	2	12,0	----	4	7,40 - 7,60	14	67,2	----	8
3,40 - 3,60	2	12,0	----	4	7,60 - 7,80	13	62,4	----	8
3,60 - 3,80	4	24,1	----	4	7,80 - 8,00	13	59,4	----	9
3,80 - 4,00	4	22,7	----	5	8,00 - 8,20	14	64,0	----	9
4,00 - 4,20	4	22,7	----	5					



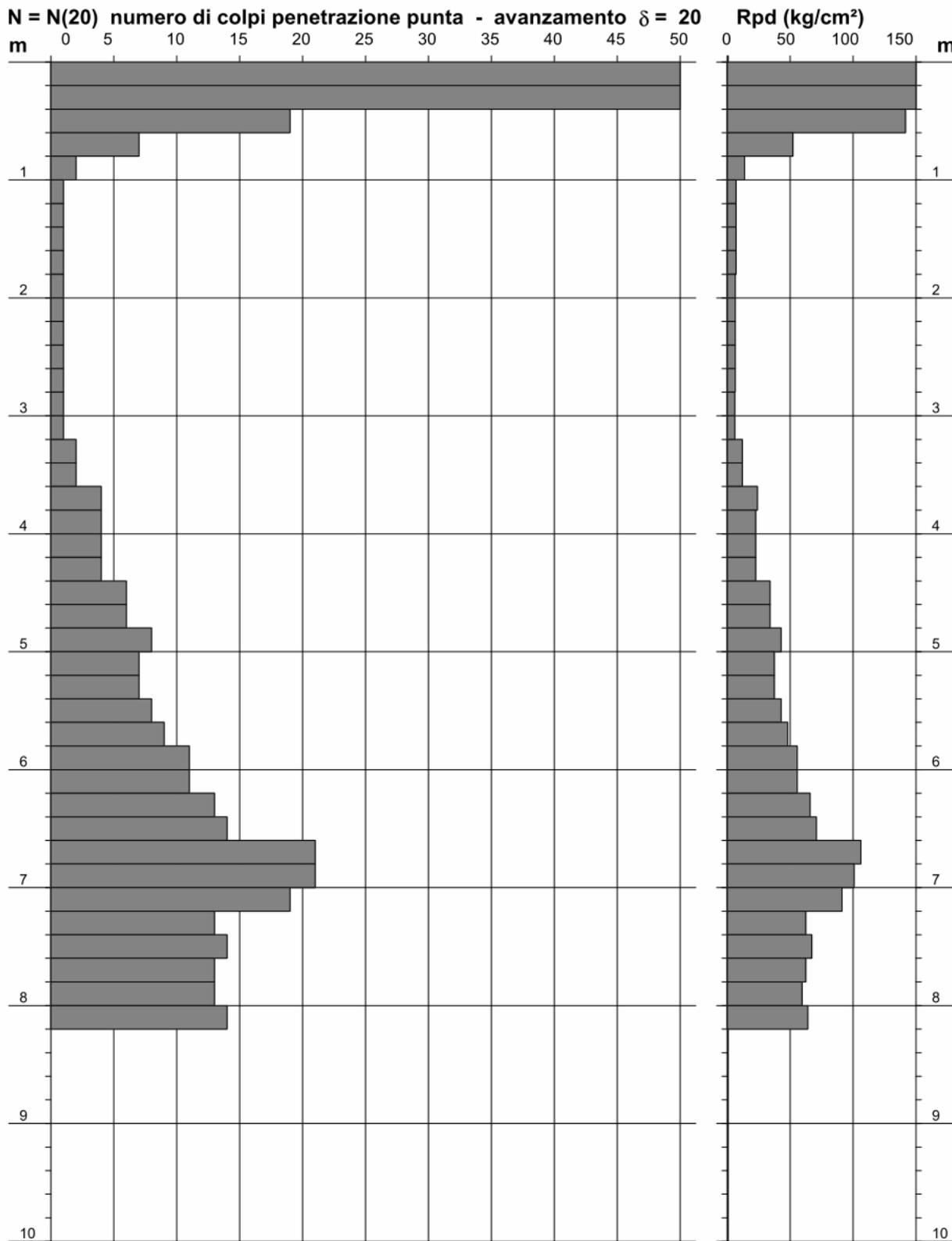
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Dott. Geol. Sandro Pulcini
- lavoro :
- località : Cintolese - Monsummano Terme (PT)
- note : Da -1.2 m a - 3.2 m n° colpi < 1

- data : 26/01/2016
- quota inizio : Piano stradale
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

Allegato D
DPSH n.1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	0,40	N Rpd	50,0 372,4	50 372	50 372	50,0 372,4	----	----	----	50 372	1,52	76
2	0,40	1,00	N Rpd	9,3 69,2	2 14	19 142	5,7 41,5	----	----	----	9 67	1,52	14
3	1,00	3,20	N Rpd	NON CLASSIFICABILE							1,52	0	
4	3,20	4,40	N Rpd	3,3 19,4	2 12	4 24	2,7 15,7	1,0 5,7	2,3 13,7	4,4 25,0	3 18	1,52	5
5	4,40	5,80	N Rpd	7,3 39,5	6 34	9 48	6,6 36,7	1,1 5,2	6,2 34,2	8,4 44,7	7 38	1,52	11
6	5,80	6,60	N Rpd	12,3 62,0	11 56	14 71	11,6 58,8	----	----	----	12 61	1,52	18
7	6,60	7,20	N Rpd	20,3 99,4	19 91	21 106	19,7 95,3	----	----	----	20 98	1,52	30
8	7,20	8,20	N Rpd	13,4 63,1	13 59	14 67	13,2 61,2	----	----	----	13 61	1,52	20

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.40		76	94.8	44.3	777	2.21	1.94	4.75	2.70	----	0.001
2	0.40	1.00		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
3	1.00	3.20		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4	3.20	4.40		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
5	4.40	5.80		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	0.69	1.91	32	0.867
6	5.80	6.60		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
7	6.60	7.20		30	65.0	36.0	423	2.05	1.69	1.88	2.14	18	0.490
8	7.20	8.20		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

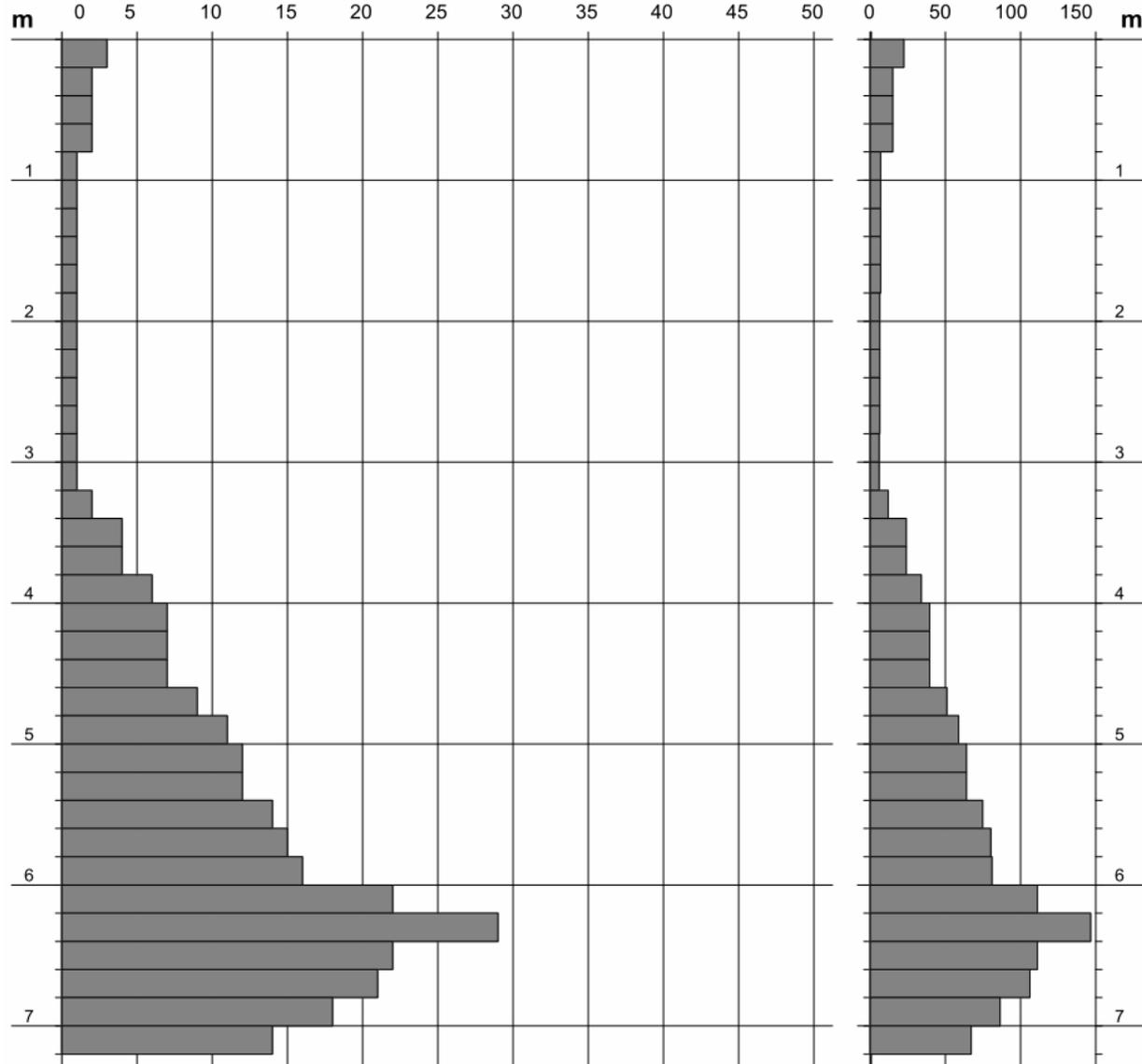
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

- committente : Dott. Geol. Sandro Pulcini
 - lavoro :
 - località : Cintolese - Monsummano Terme (PT)
 - note : Da -1.2 m a - 3.2 m n° colpi < 1

- data : 26/01/2016
 - quota inizio : Piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	----	1	3,60 - 3,80	4	24,1	----	4
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	3,80 - 4,00	6	34,0	----	5
0,40 - 0,60	2	14,9	----	1	4,00 - 4,20	7	39,6	----	5
0,60 - 0,80	2	14,9	----	1	4,20 - 4,40	7	39,6	----	5
0,80 - 1,00	1	6,9	----	2	4,40 - 4,60	7	39,6	----	5
1,00 - 1,20	1	6,9	----	2	4,60 - 4,80	9	51,0	----	5
1,20 - 1,40	1	6,9	----	2	4,80 - 5,00	11	58,8	----	6
1,40 - 1,60	1	6,9	----	2	5,00 - 5,20	12	64,1	----	6
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	5,20 - 5,40	12	64,1	----	6
1,80 - 2,00	1	6,4	----	3	5,40 - 5,60	14	74,8	----	6
2,00 - 2,20	1	6,4	----	3	5,60 - 5,80	15	80,1	----	6
2,20 - 2,40	1	6,4	----	3	5,80 - 6,00	16	80,9	----	7
2,40 - 2,60	1	6,4	----	3	6,00 - 6,20	22	111,3	----	7
2,60 - 2,80	1	6,4	----	3	6,20 - 6,40	29	146,7	----	7
2,80 - 3,00	1	6,0	----	4	6,40 - 6,60	22	111,3	----	7
3,00 - 3,20	1	6,0	----	4	6,60 - 6,80	21	106,2	----	7
3,20 - 3,40	2	12,0	----	4	6,80 - 7,00	18	86,4	----	8
3,40 - 3,60	4	24,1	----	4	7,00 - 7,20	14	67,2	----	8

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

**Allegato D
DPSH 2**

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA									
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,00	N	2,0	1	3	1,5	---	---	---	2	1,52	3
			Rpd	14,8	7	22	10,8	---	---	---			
2	1,00	3,20	N Rpd	NON CLASSIFICABILE								1,52	0
3	3,20	3,80	N	3,3	2	4	2,7	---	---	---	3	1,52	5
			Rpd	20,1	12	24	16,1	---	---	---			
4	3,80	4,80	N	7,2	6	9	6,6	---	---	---	7	1,52	11
			Rpd	40,8	34	51	37,4	---	---	---			
5	4,80	6,00	N	13,3	11	16	12,2	2,0	11,4	15,3	13	1,52	20
			Rpd	70,5	59	81	64,6	9,4	61,1	79,8			
6	6,00	6,80	N	23,5	21	29	22,3	---	---	---	24	1,52	37
			Rpd	118,8	106	147	112,5	---	---	---			
7	6,80	7,20	N	16,0	14	18	15,0	---	---	---	16	1,52	24
			Rpd	76,8	67	86	72,0	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	3.20		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3	3.20	3.80		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
4	3.80	4.80		11	36.5	30.3	276	1.94	1.51	0.69	1.91	32	0.867
5	4.80	6.00		20	50.0	33.0	346	1.99	1.59	1.25	2.02	25	0.667
6	6.00	6.80		37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	2.31	2.23	14	0.387
7	6.80	7.20		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



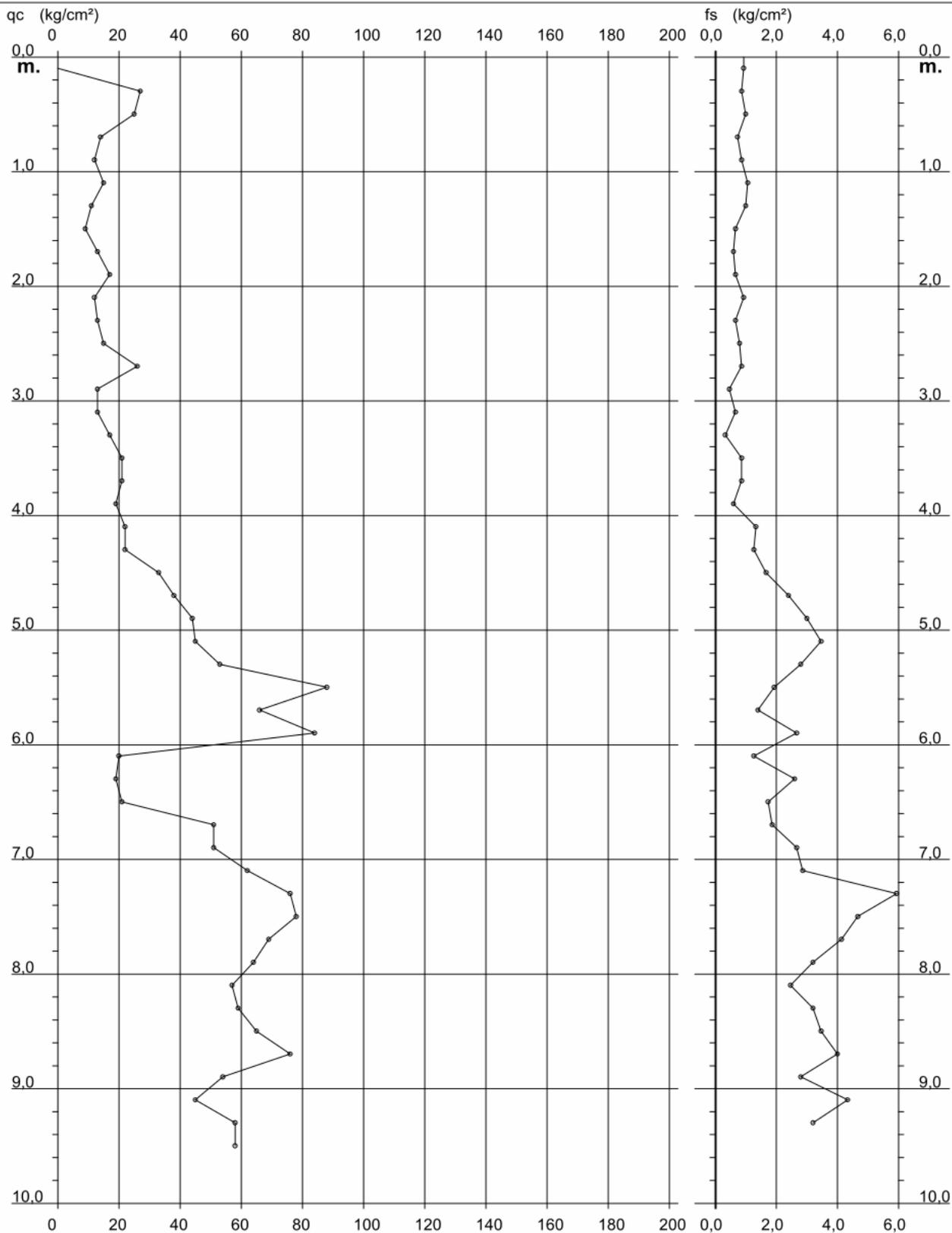
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Sandro Pulcini
- lavoro :
- località : Cintolese - Monsummano Terme (PT)

- data : 26/01/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



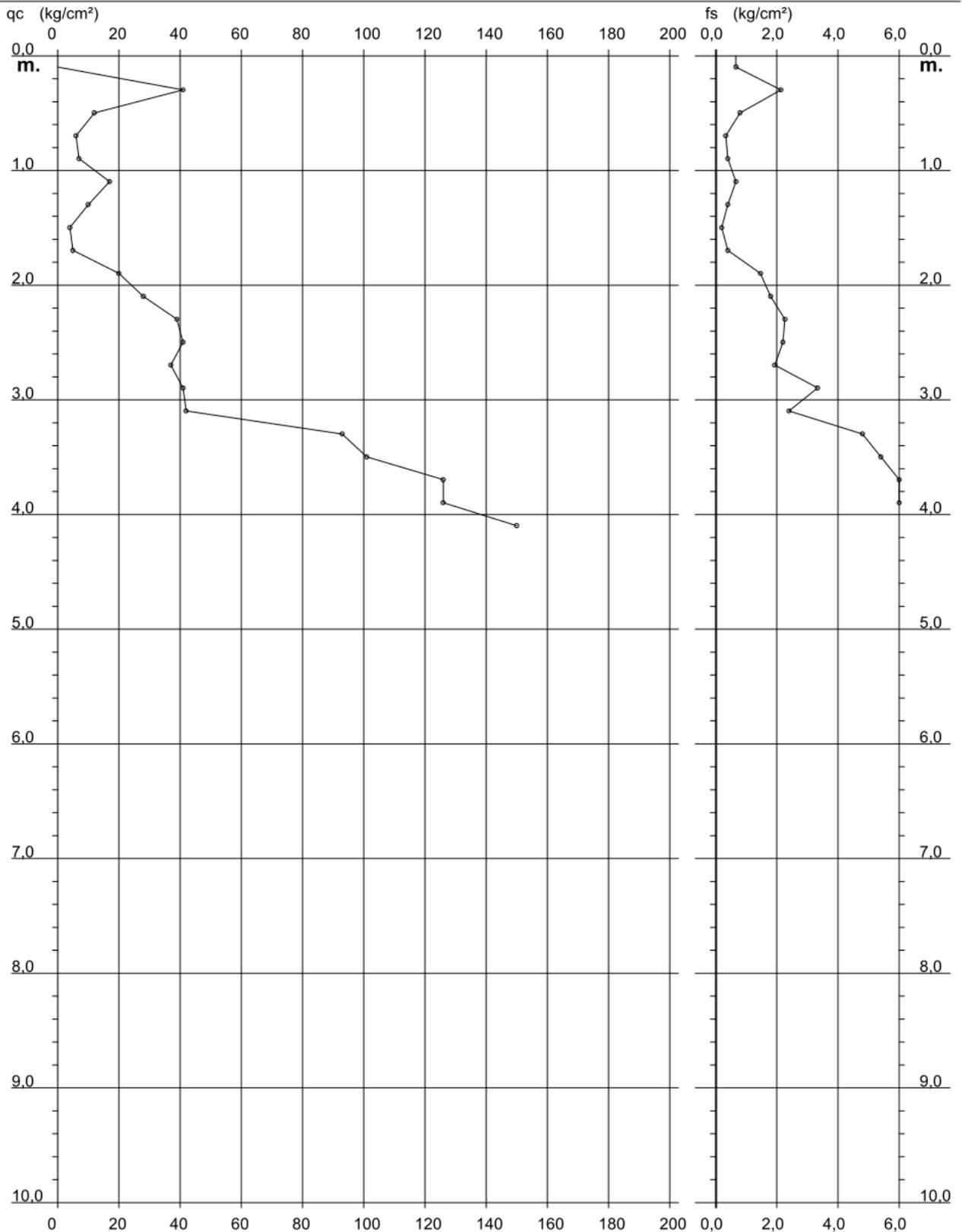
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

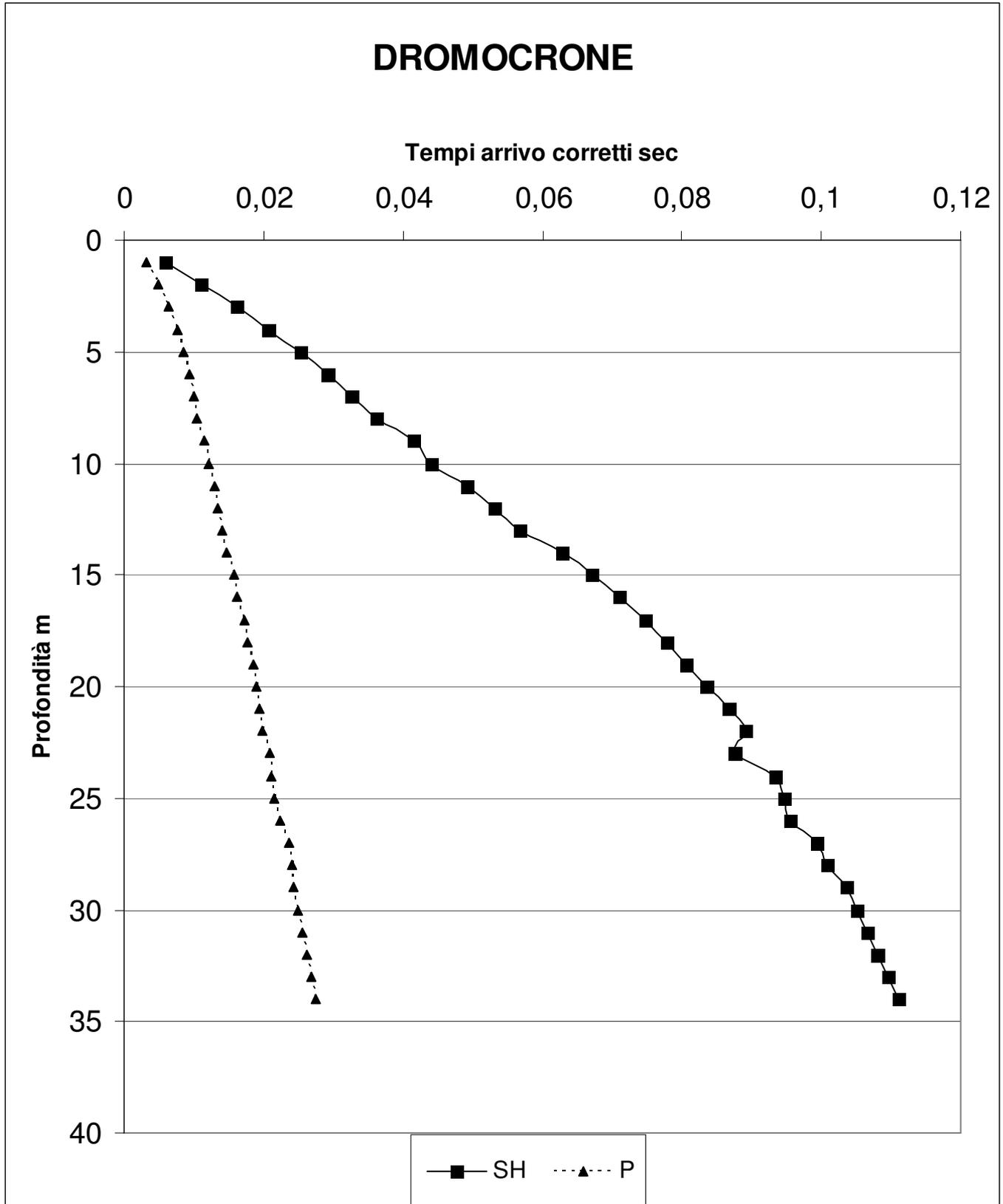
CPT 4

2.01PG05-179

- committente : Dott. Geol. Sandro Pulcini
- lavoro :
- località : Cintolese - Monsummano Terme (PT)

- data : 26/01/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50





Dott. Geologo Sandro Pulcini



Studio di Geologia Tecnica e Ambientale

Via Lorenzo Ghiberti n.2/b

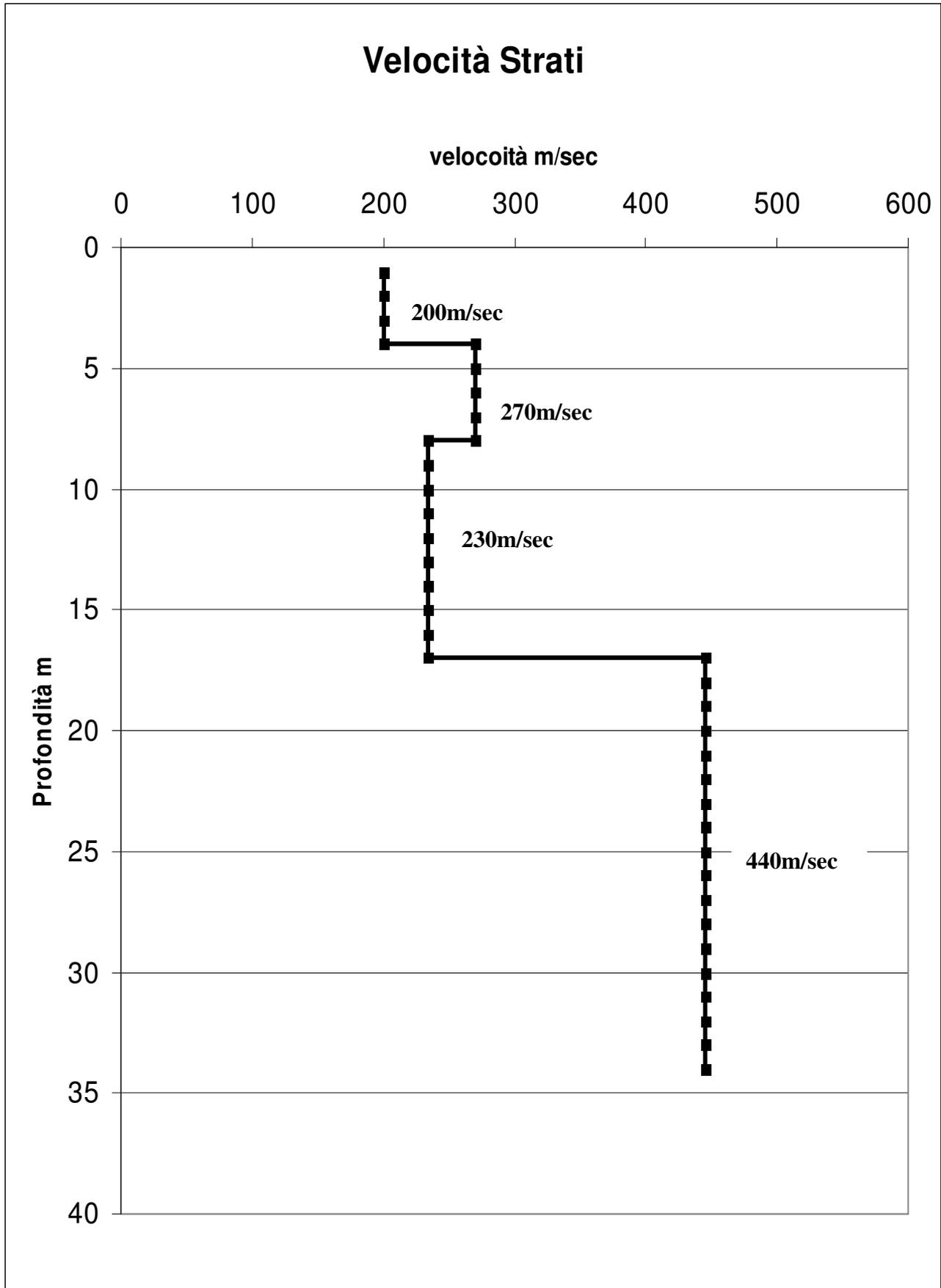
51100-PISTOIA

Tel.-fax 0573-562013

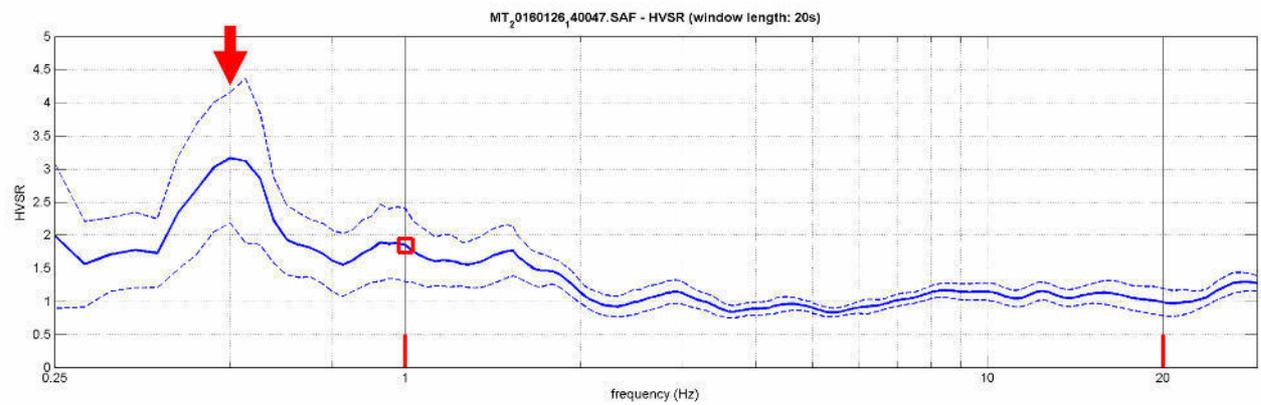
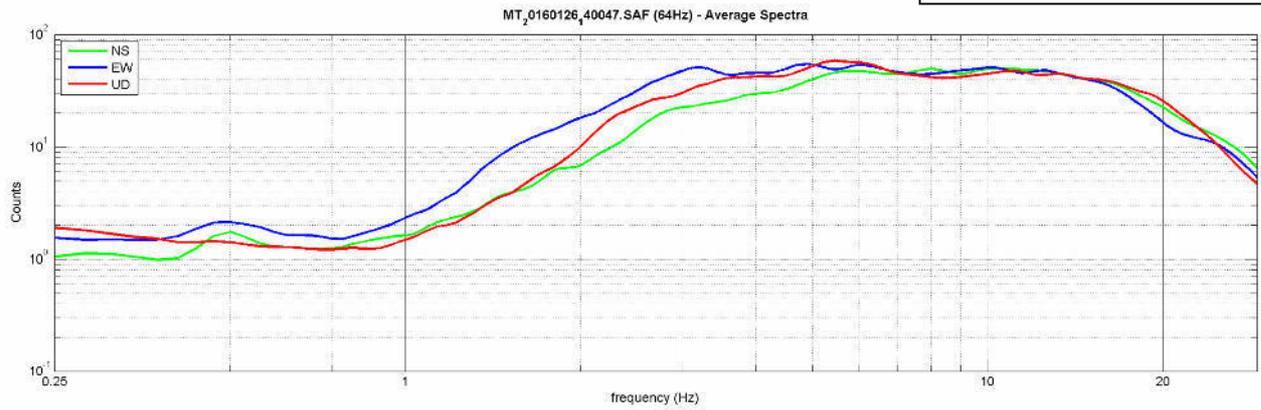
Cell. 338-2045930

Email: sandropulcini@gmail.com

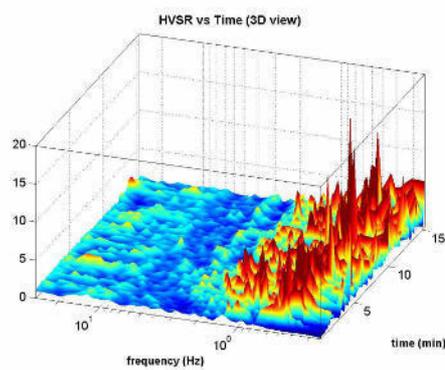
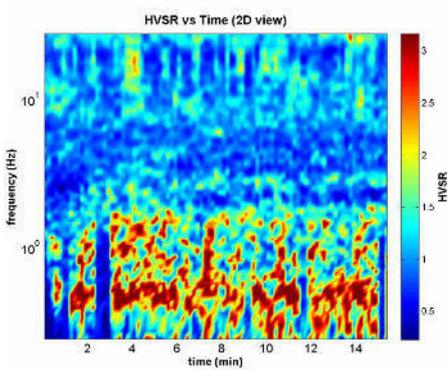
**Allegato D
Down Hole**



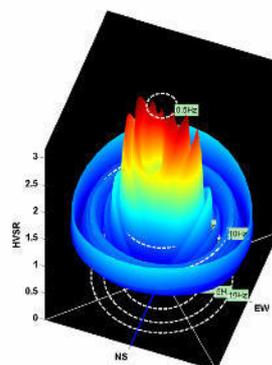
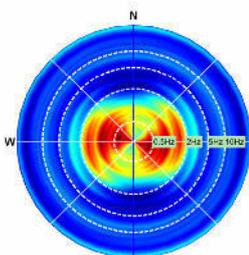
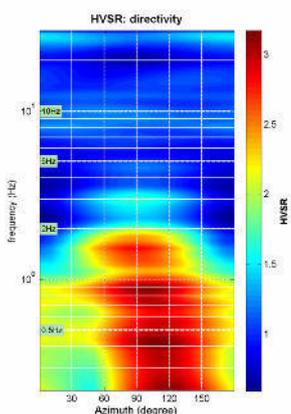
Allegato D HVSr



- In alto: Spettri d'ampiezza delle tre componenti (orizzontali NS-EW e verticali UD)
- In basso: Rapporto spettrale H/V



Persistenza dell'HVSr



Direttività del segnale

ANALISI

DI

LABORATORIO



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione settore "A" - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - ART. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

LABOTER s.n.c. di Paolo Tognelli e C. Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr.2436/13

Committente :	Dott. Geologo Sandro Pulcini
Cantiere :	Cintolese (PT)
Verbale Accettazione n° :	23 del 25/01/2016
Data Certificazione :	08/02/2016
Campioni n°:	5
Certificati da n° a n° :	00240 a 00257 00288

Il direttore del laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

Riferimento			Caratteristiche fisiche							Granulometria				Compr.	Taglio diretto			Edometrica				
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	σ kPa	ϕ °	c kPa	24,6 kPa	49,2 kPa	98,4 kPa	196,8 kPa	393,6 kPa	
1	1	2.0-2.5	21,2	20,3	16,8	20,4	0,58	36,7	98,8	1,6	28,4	32,6	37,4	158	24,3	11	18580	7130	5857	6452	8925	
1	2D	4.0	16,1							31,7	40,8	15,3	12,2									
2	1	1.5-2.0	23,7	20,0	16,2	20,0	0,63	38,8	100,7	0,6	45,4	38,4	15,6	17,8	29,5	26						
2	2	2.8-3.0	29,4								33,0	54,2	12,8									
3	1	3.5-4.0	14,5	19,3	16,9	20,4	0,57	36,3	68,8	25,0	54,9	9,4	10,7	10,3	27,3	11						



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00240	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 25/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 26/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 21,2 %

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
 - Stratificato
 - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00241	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 25/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 25/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,3 kN/m³





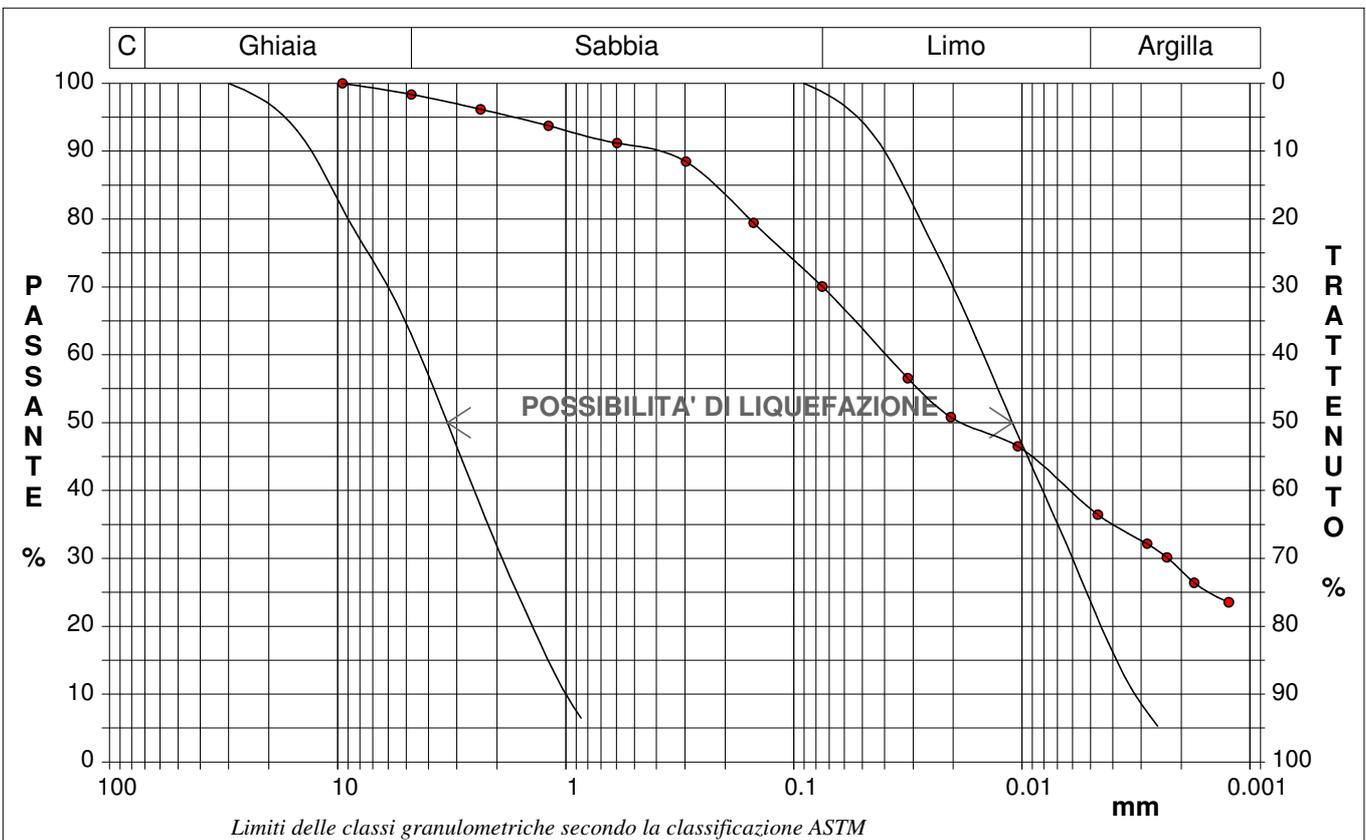
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00242	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 30/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 02/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	1,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	95,6 %	D10	0,00024 mm
Sabbia	28,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	89,6 %	D30	0,00229 mm
Limo	32,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	70,0 %	D50	0,01805 mm
Argilla	37,4 %			D60	0,03946 mm
Coefficiente di uniformità		165,59	Coefficiente di curvatura		0,56
				D90	0,43996 mm



Diametro mm	Passante %								
9,5200	100,00	0,2970	88,46	0,0104	46,50	0,0012	23,54		
4,7500	98,36	0,1500	79,44	0,0046	36,45				
2,3600	96,16	0,0750	70,05	0,0028	32,15				
1,1900	93,74	0,0316	56,54	0,0023	30,14				
0,5950	91,19	0,0205	50,80	0,0018	26,41				



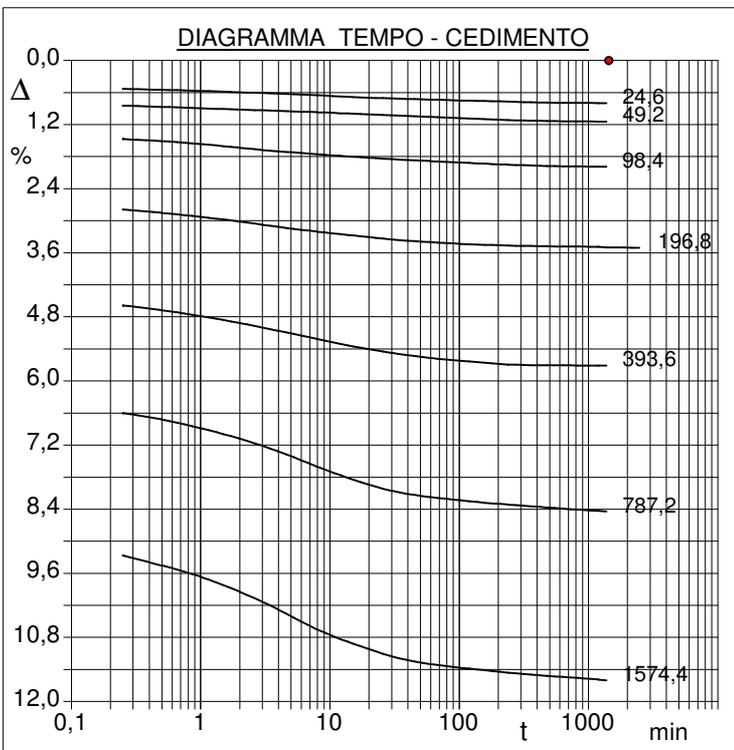
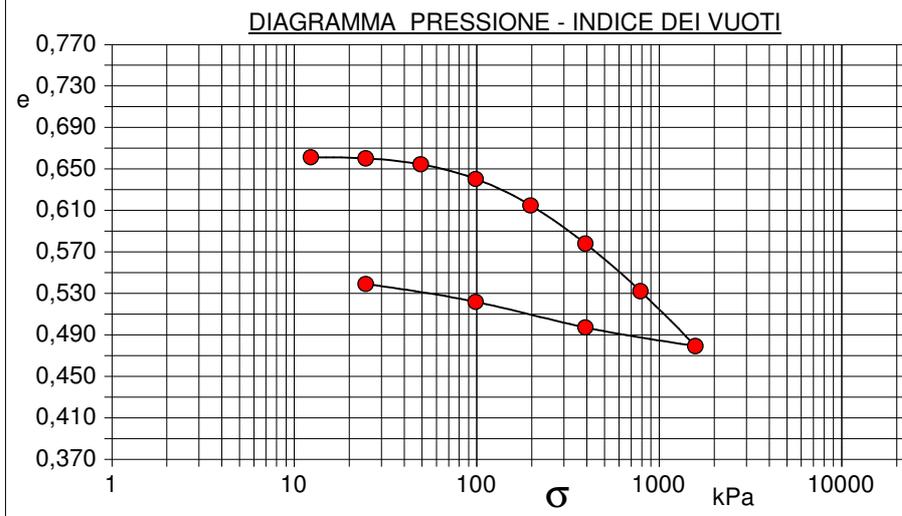
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00243	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 26/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 06/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	19,28
Umidità (%)	21,9
Peso specifico (kN/m ³)	26,47
Altezza provino cm	2,00
Diametro provino cm	5,00
Sezione provino (cm ²)	19,63
Volume provino (cm ³)	39,27
Volume dei vuoti (cm ³)	15,81
Indice dei vuoti	0,67
Porosità (%)	40,25
Saturazione (%)	87,8



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12,3	14,7	0,661	
24,6	16,0	0,660	0,004
49,2	22,9	0,654	0,019
98,4	39,7	0,640	0,047
196,8	70,2	0,615	0,085
393,6	114,3	0,578	0,123
787,2	169,0	0,532	0,152
1574,4	232,2	0,479	0,176
393,6	210,8	0,497	
98,4	181,4	0,522	
24,6	160,8	0,539	



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00243	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 26/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 06/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 24,6 kPa				Pressione 49,2 kPa				Pressione 98,4 kPa				Pressione 196,8 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	0,0			0,02	16,0			0,02	22,9			0,02	39,7	2700,00	70,2
0,25	10,6			0,25	16,9			0,25	29,4			0,25	55,8		
0,50	11,0			0,50	17,4			0,50	30,2			0,50	57,0		
1,00	11,4			1,00	17,9			1,00	31,3			1,00	58,5		
2,00	11,9			2,00	18,4			2,00	32,7			2,00	60,3		
4,00	12,4			4,00	18,8			4,00	34,0			4,00	62,3		
8,00	13,0			8,00	19,4			8,00	35,1			8,00	64,1		
15,00	13,7			15,00	19,9			15,00	36,0			15,00	65,5		
30,00	14,2			30,00	20,5			30,00	36,9			30,00	67,0		
60,00	14,7			60,00	21,1			60,00	37,7			60,00	68,0		
120,00	15,0			120,00	21,7			120,00	38,4			120,00	68,8		
240,00	15,4			240,00	22,3			240,00	39,0			240,00	69,3		
480,00	15,8			480,00	22,6			480,00	39,5			480,00	69,6		
899,98	15,9			900,00	22,8			900,00	39,7			900,00	69,7		
1199,98	16,0			1200,00	22,9			1200,00	39,7			1200,00	69,8		
1439,15	16,0			1440,00	22,9			1431,00	39,7			1440,00	70,0		
												2160,00	70,1		

Pressione 393,6 kPa				Pressione 787,2 kPa				Pressione 1574,4 kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,02	70,2			0,02	114,3			0,02	169,0						
0,25	91,7			0,25	132,0			0,25	185,4						
0,50	93,5			0,50	134,4			0,50	189,1						
1,00	95,7			1,00	137,7			1,00	193,3						
2,00	98,3			2,00	141,6			2,00	198,9						
4,00	101,2			4,00	146,4			4,00	205,6						
8,00	104,3			8,00	152,1			8,00	213,1						
15,00	107,0			15,00	156,9			15,00	218,3						
30,00	109,5			30,00	161,1			30,00	223,1						
60,00	111,4			60,00	163,5			60,00	226,0						
120,00	112,7			119,98	165,0			120,00	227,7						
240,00	113,8			239,98	166,3			240,00	229,2						
480,00	114,1			479,98	167,4			480,00	230,4						
900,00	114,2			899,98	168,3			900,00	231,3						
1200,00	114,2			1199,98	168,7			1200,00	231,8						
1440,00	114,3			1439,98	169,0			1440,00	232,2						



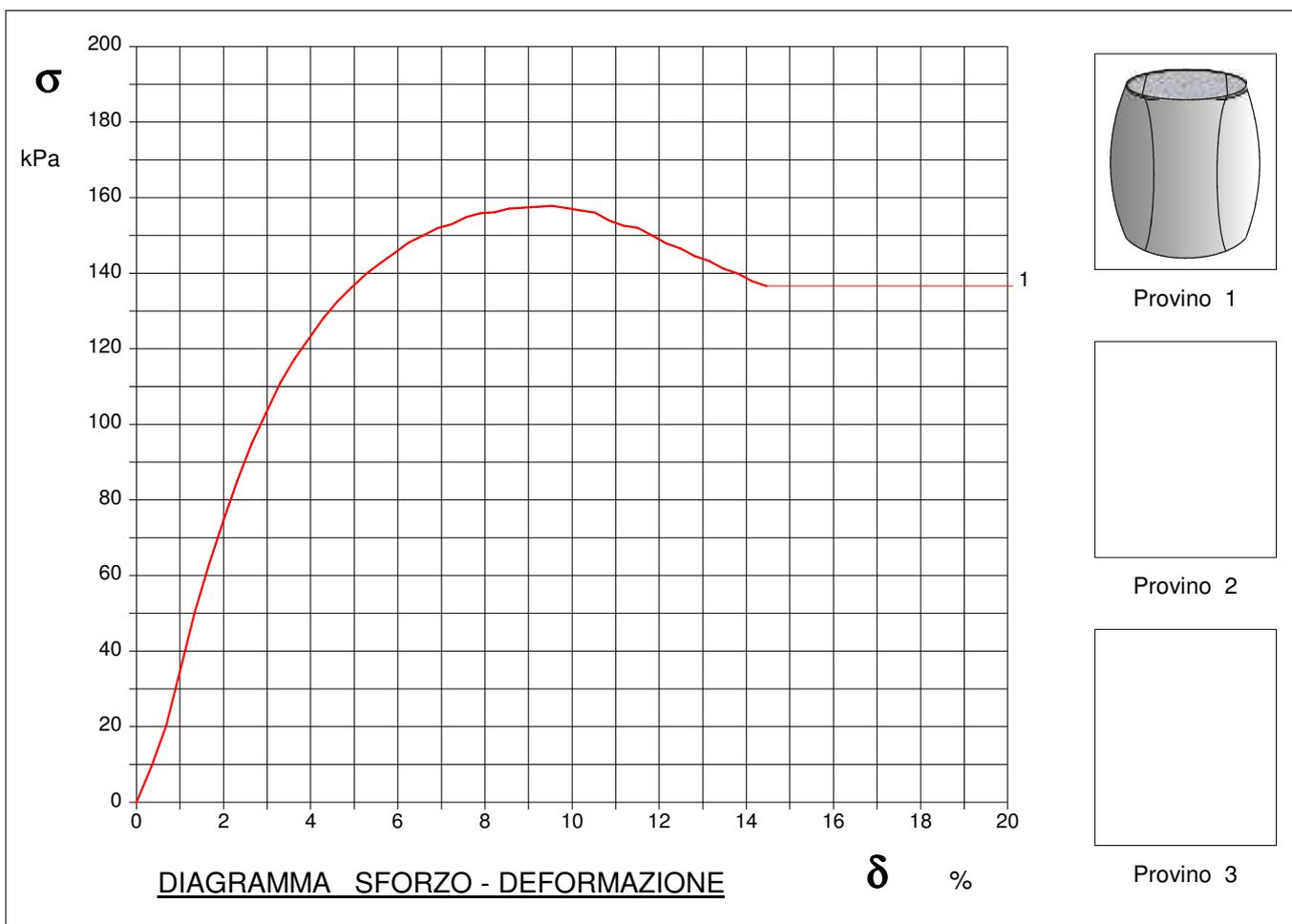
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00244	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 26/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 27/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini		
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	----	----
Altezza (cm):	7,62	----	----
Sezione (cm²):	11,58	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19,5	----	----
Umidità naturale (%):	21,9	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 2976	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00244	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 26/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 27/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	9,6	12,82	144,5								
0,68	20,2	13,15	143,2								
1,01	35,0	13,47	141,2								
1,33	50,3	13,80	139,9								
1,66	62,8	14,13	137,9								
1,99	74,5	14,46	136,6								
2,32	85,2										
2,65	95,0										
2,97	103,0										
3,30	111,0										
3,63	117,3										
3,96	122,7										
4,29	128,1										
4,62	132,6										
4,94	136,3										
5,27	139,9										
5,60	142,6										
5,93	145,4										
6,26	148,1										
6,58	150,0										
6,91	151,9										
7,24	153,0										
7,57	154,8										
7,90	155,9										
8,22	156,1										
8,55	157,1										
8,88	157,4										
9,21	157,6										
9,54	157,8										
9,86	157,2										
10,19	156,6										
10,52	156,1										
10,85	154,0										
11,18	152,6										
11,50	152,1										
11,83	150,0										
12,16	147,9										
12,49	146,6										



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00245	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 25/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 28/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.0-2.5	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	50	105	139
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,17	1,87	3,06
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,02	0,18	0,70
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,4	--- 21,7	--- 22,9
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,1	20,5

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	11,2 kPa
Angolo di attrito interno:	24,3 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

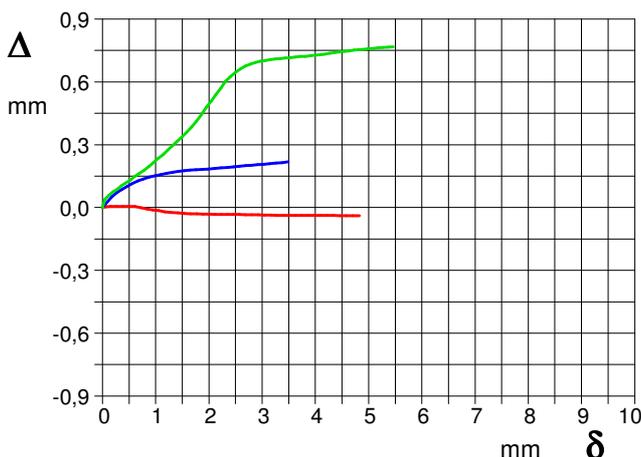
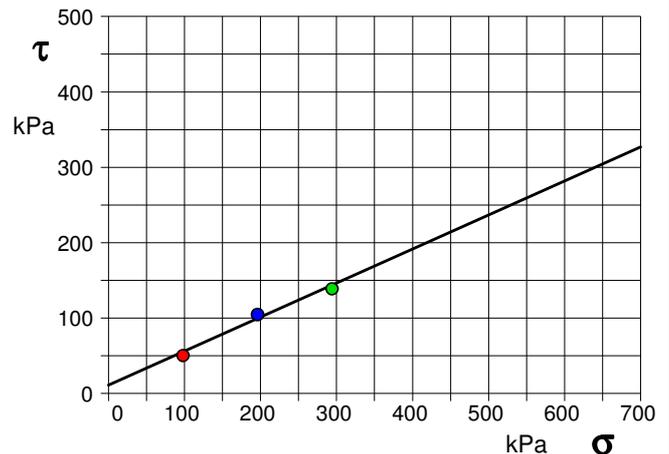


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

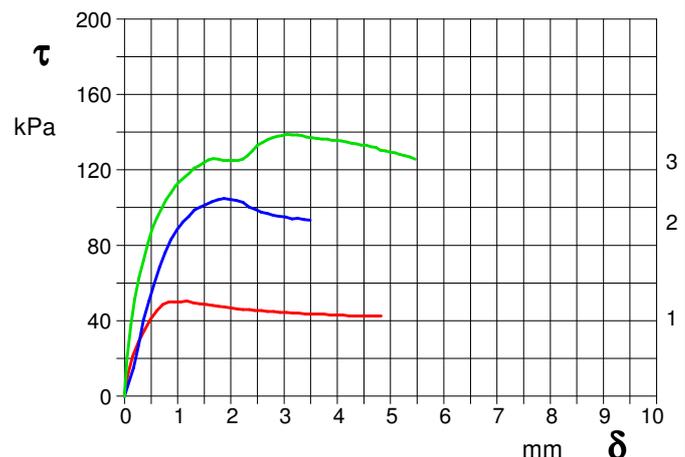


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00245	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 25/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 28/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,99
Sezione (cm ²)	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

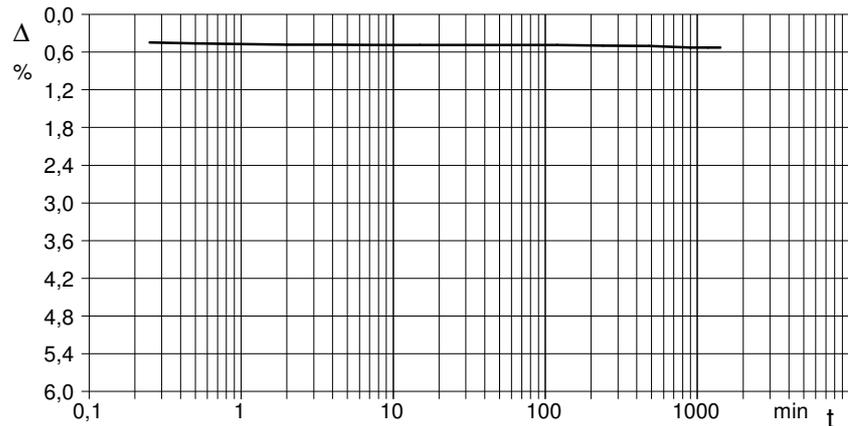


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	1,97
Altezza finale (cm)	1,87
Sezione (cm ²)	36,24
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

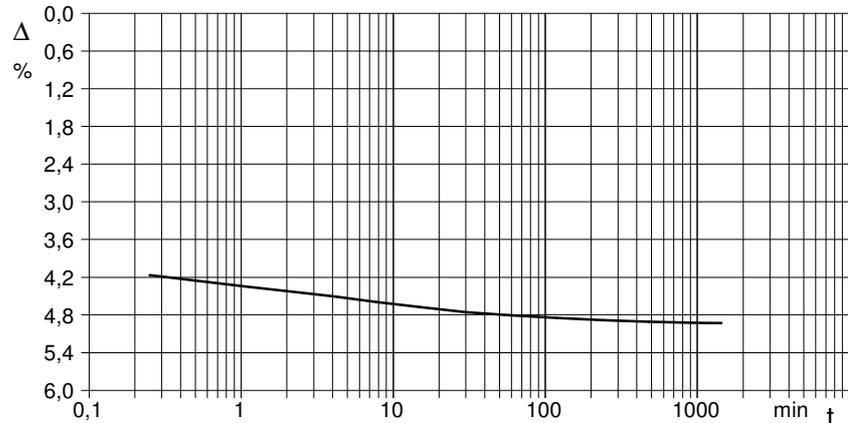
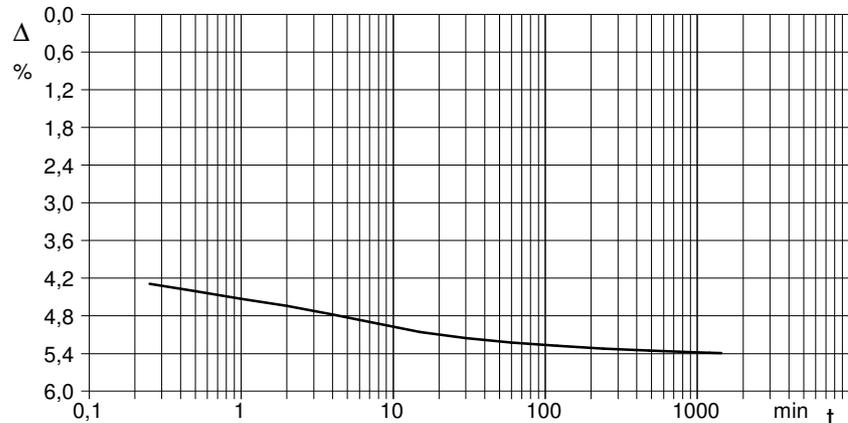


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,89
Sezione (cm ²)	36,00
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



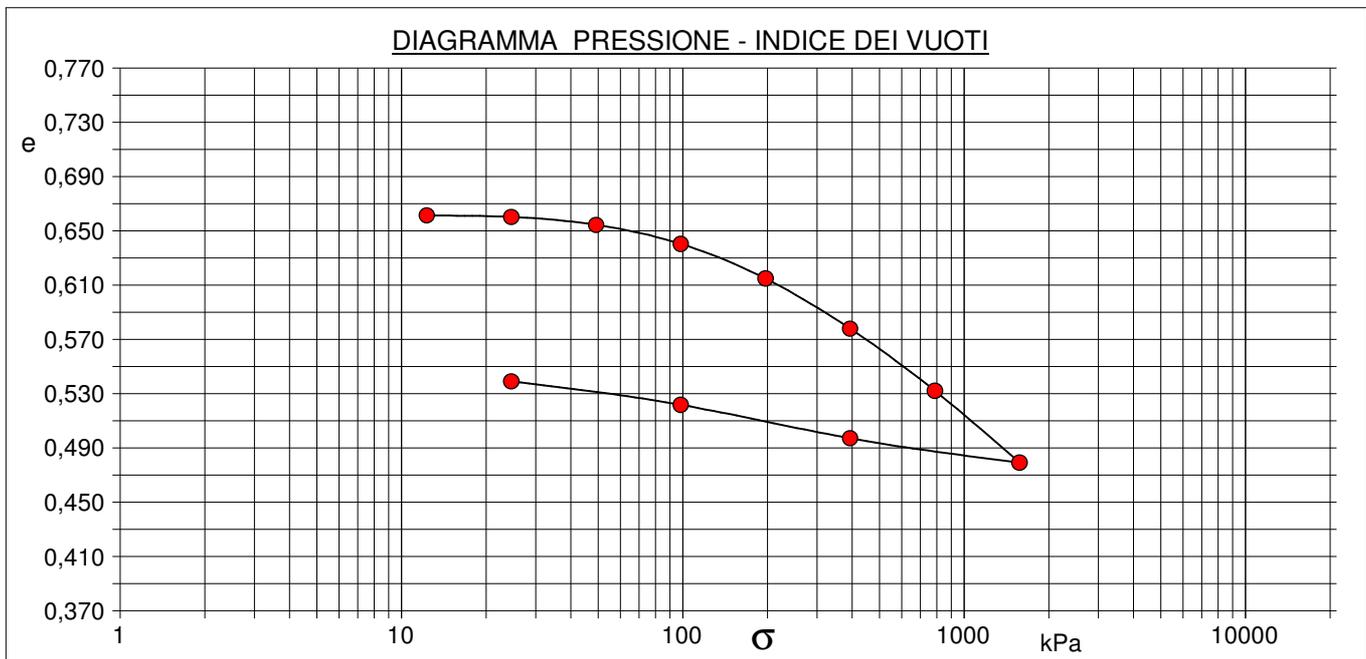
$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

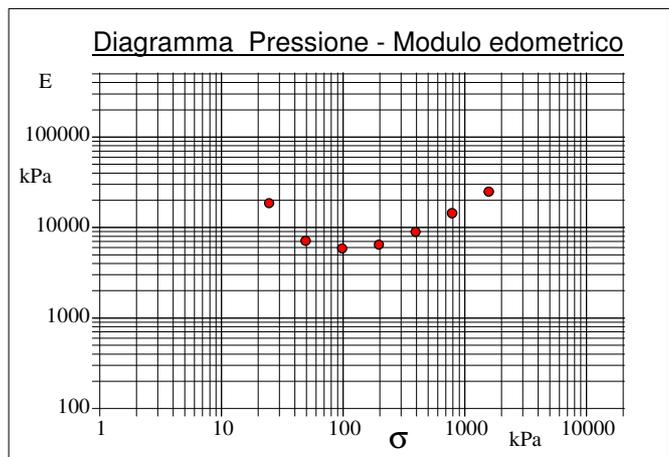
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Caratteristiche del campione			
Peso di volume (kN/m³)	19,28	Altezza provino cm	2,00
Indice dei vuoti	0,67	Volume provino (cm³)	39,27
Umidità (%)	21,9	Volume dei vuoti (cm³)	15,81
Porosità (%)	40,25		
Peso specifico (kN/m³)	26,47		
Saturazione (%)	87,8		



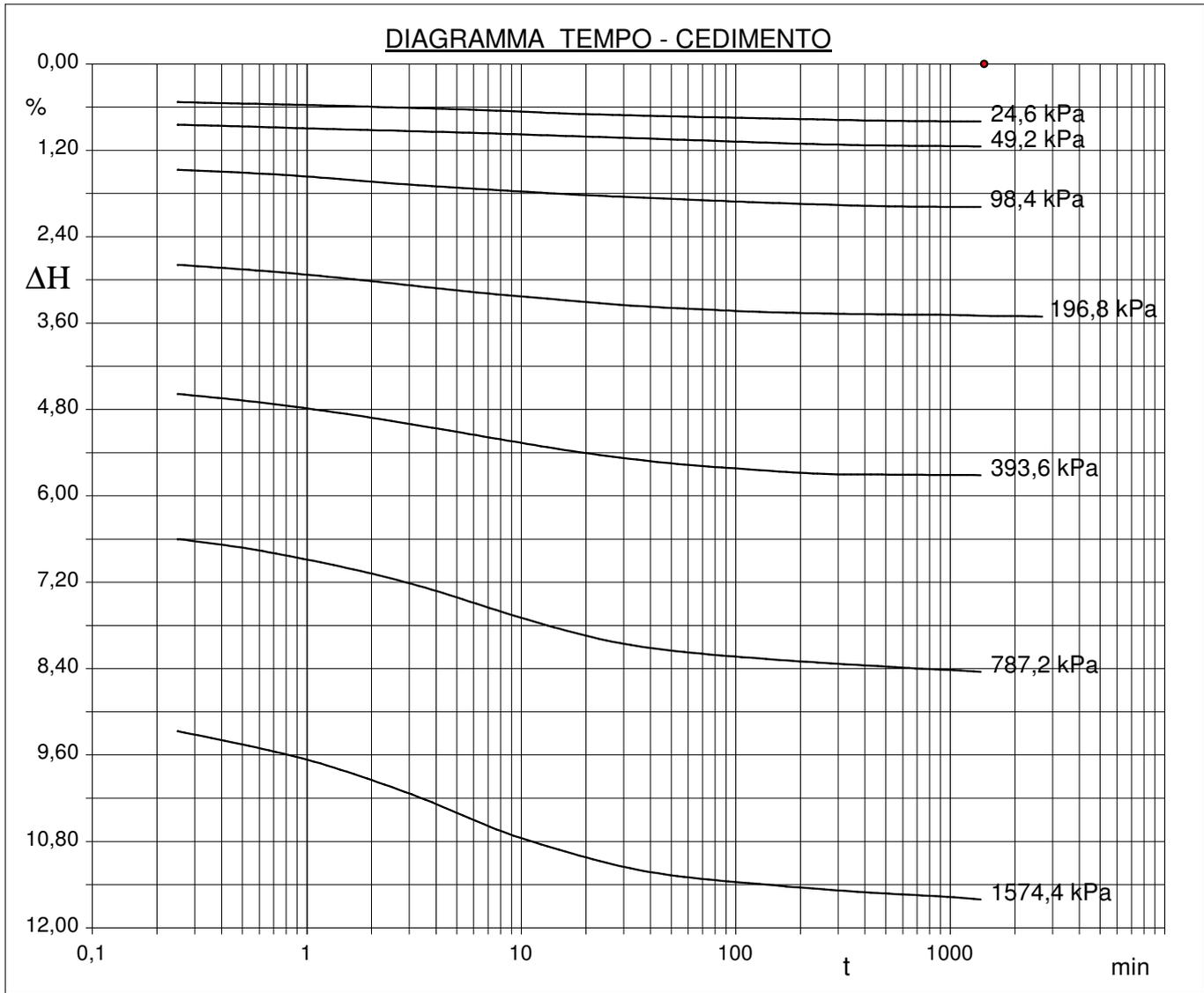
Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa
12,3	14,7	0,661		
24,6	16,0	0,660	0,004	18580
49,2	22,9	0,654	0,019	7130
98,4	39,7	0,640	0,047	5857
196,8	70,2	0,615	0,085	6452
393,6	114,3	0,578	0,123	8925
787,2	169,0	0,532	0,152	14391
1574,4	232,2	0,479	0,176	24911
393,6	210,8	0,497		
98,4	181,4	0,522		
24,6	160,8	0,539		



COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080



Pressione: 24,6 kPa	Cv = 0,000496 cm ² /sec
Pressione: 49,2 kPa	Cv = 0,000330 cm ² /sec
Pressione: 98,4 kPa	Cv = 0,000737 cm ² /sec
Pressione: 196,8 kPa	Cv = 0,000925 cm ² /sec
Pressione: 393,6 kPa	Cv = 0,000641 cm ² /sec
Pressione: 787,2 kPa	Cv = 0,000788 cm ² /sec
Pressione: 1574,4 kPa	Cv = 0,000942 cm ² /sec

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.0-2.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	50	105	139
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	1,17	1,87	3,06
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,02	0,18	0,70
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,4	--- 21,7	--- 22,9
Peso di volume (kN/m³):	20,4	20,1	20,5

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	11,2 kPa
Angolo di attrito interno:	24,3 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,007 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

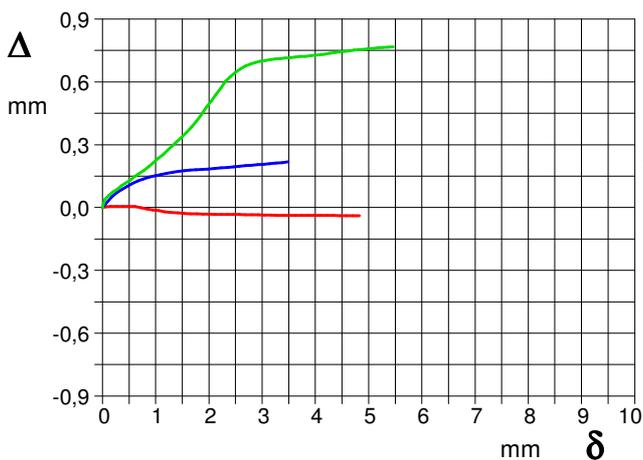
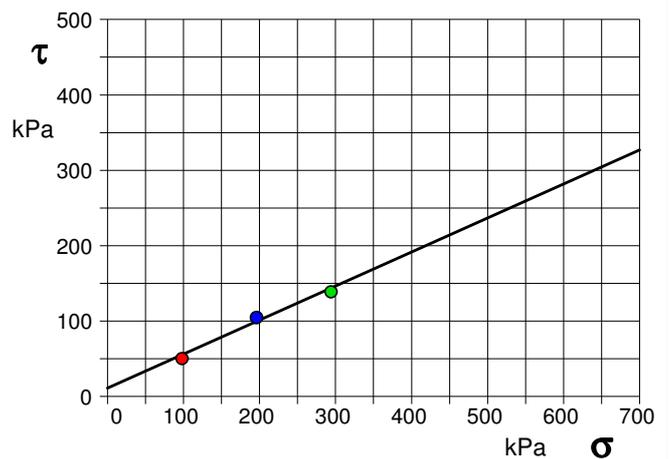


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

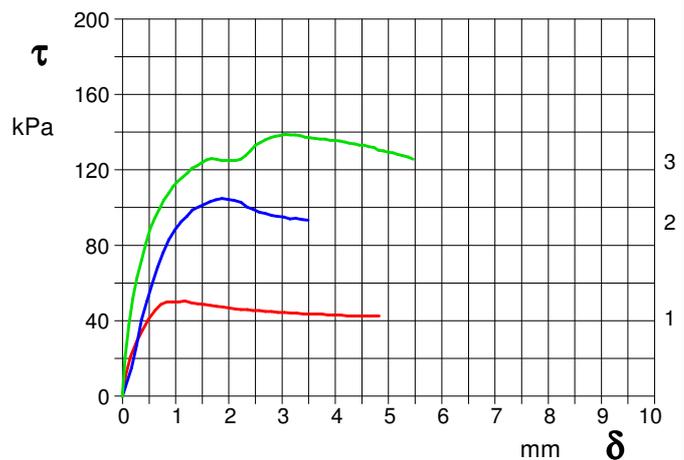


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00246 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 25/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16	Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 26/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini		
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2D	PROFONDITA': m 4.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 16,1 %

- Struttura del materiale:
- Omogeneo
 - Stratificato
 - Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





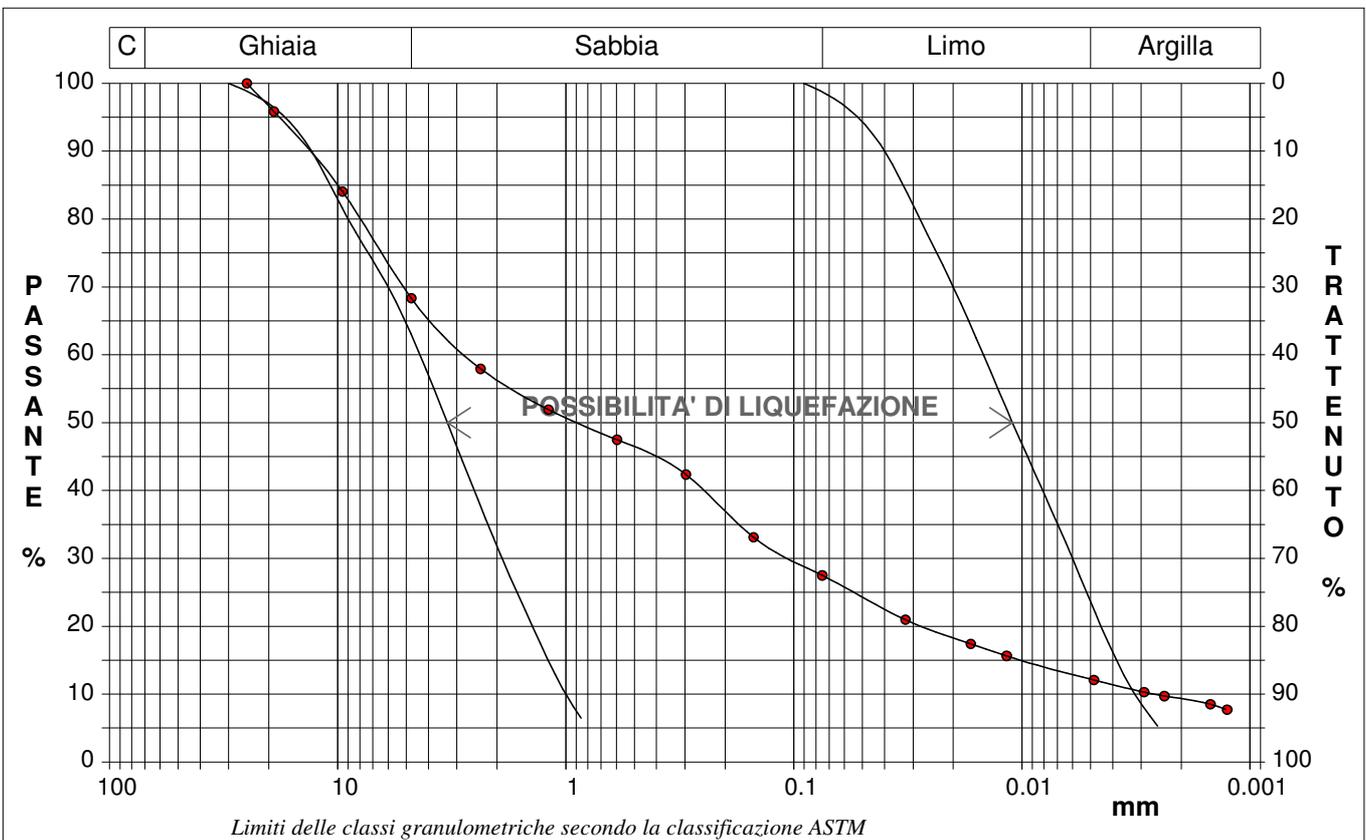
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00247	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 30/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 25/01/16	Fine analisi: 02/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini		
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 2D	PROFONDITA': m 4.0

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	31,7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	56,5 %	D ₁₀	0,00263 mm
Sabbia	40,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	44,5 %	D ₃₀	0,10226 mm
Limo	15,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	27,5 %	D ₅₀	0,88109 mm
Argilla	12,2 %			D ₆₀	2,71229 mm
Coefficiente di uniformità	1033,24	Coefficiente di curvatura	1,47	D ₉₀	13,49595 mm



Diametro mm	Passante %								
25,0000	100,00	1,1900	51,93	0,0324	20,95	0,0024	9,71		
19,0000	95,83	0,5950	47,48	0,0167	17,40	0,0015	8,52		
9,5200	84,06	0,2970	42,35	0,0117	15,62	0,0013	7,69		
4,7500	68,34	0,1500	33,10	0,0048	12,07				
2,3600	57,93	0,0750	27,49	0,0029	10,30				



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00254 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16	Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 02/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	1.5-2.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20,0 kN/m³





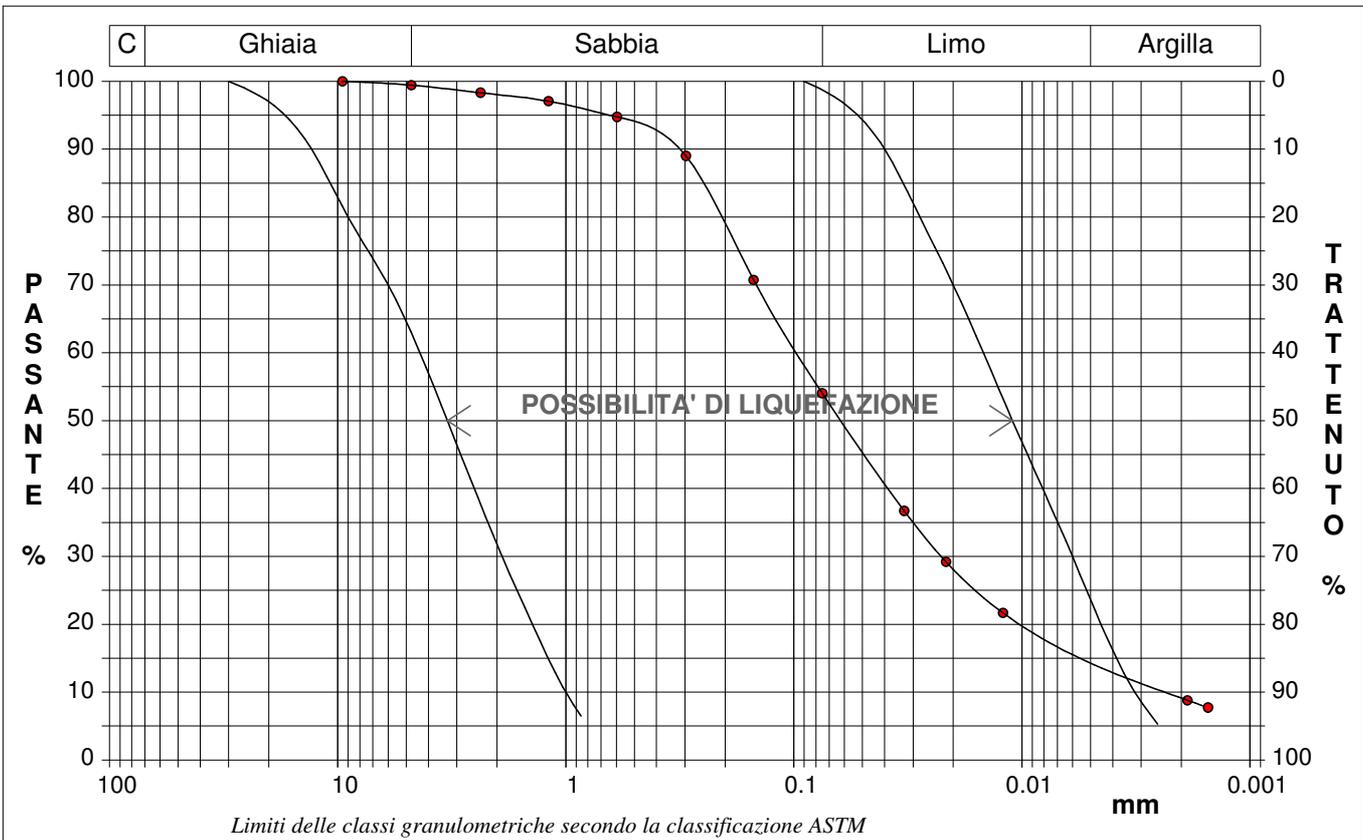
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00288	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 12/02/16	Inizio analisi: 09/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 12/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,0 %	D ₁₀	0,00224 mm
Sabbia	45,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	91,5 %	D ₃₀	0,02254 mm
Limo	38,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	54,0 %	D ₅₀	0,06187 mm
Argilla	15,6 %			D ₆₀	0,09606 mm
Coefficiente di uniformità		42,96	Coefficiente di curvatura		2,36
				D ₉₀	0,33481 mm



Diametro mm	Passante %								
9,5200	100,00	0,2970	89,01	0,0121	21,67				
4,7500	99,43	0,1500	70,75	0,0019	8,80				
2,3600	98,31	0,0750	54,03	0,0015	7,72				
1,1900	97,06	0,0328	36,69						
0,5950	94,76	0,0215	29,18						



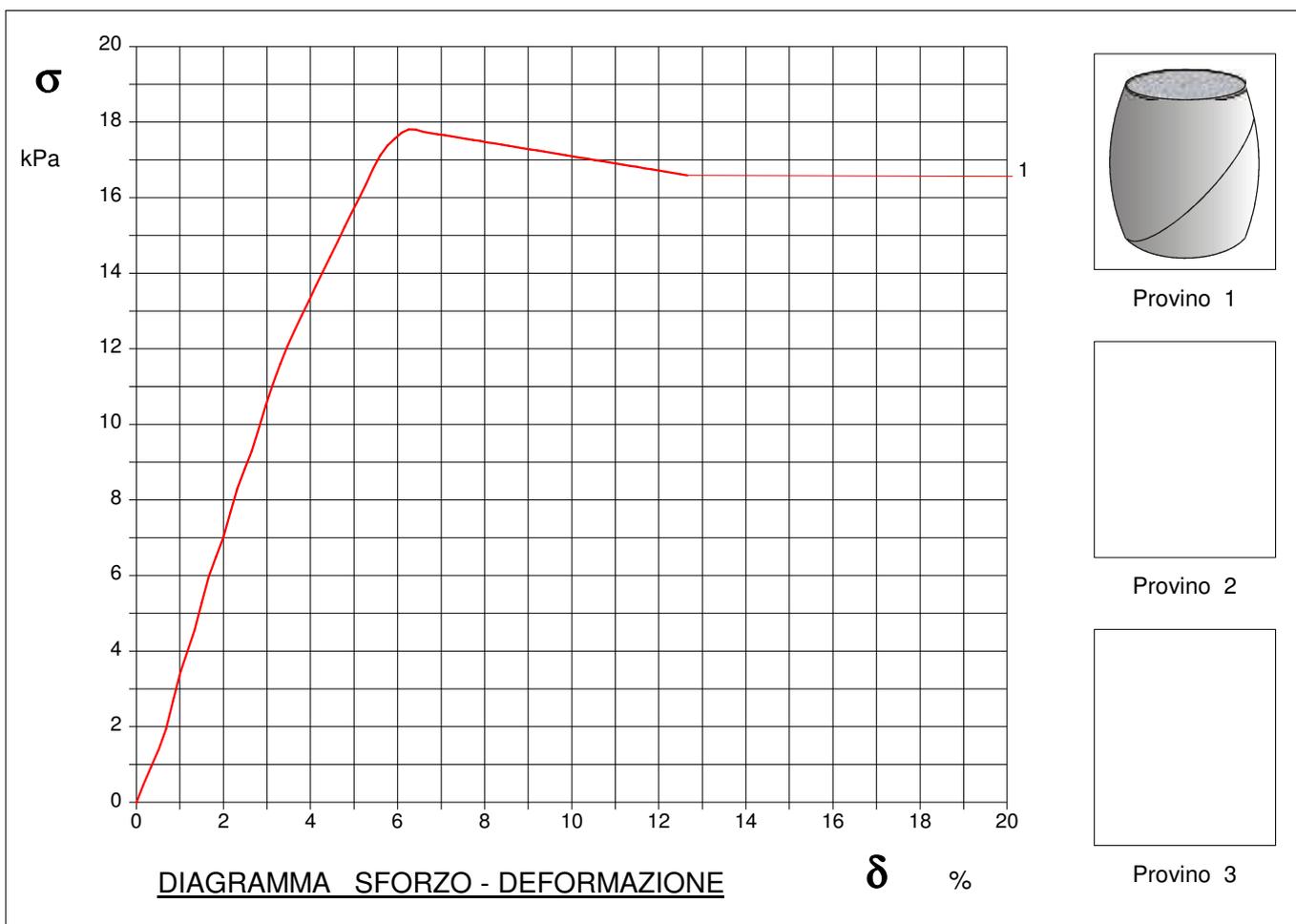
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00255	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 03/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini		
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)		
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	----	----
Altezza (cm):	7,62	----	----
Sezione (cm²):	11,58	----	----
Peso di volume (kN/m³):	18,3	----	----
Umidità naturale (%):	25,6	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 286	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00255	Pagina 0/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 03/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,35	1,0	12,82	16,6								
0,68	1,9										
1,01	3,4										
1,33	4,6										
1,66	6,0										
1,99	7,0										
2,32	8,3										
2,65	9,3										
2,97	10,5										
3,30	11,6										
3,63	12,5										
3,96	13,3										
4,29	14,0										
4,62	14,8										
4,94	15,6										
5,27	16,4										
5,60	17,1										
5,93	17,6										
6,26	17,8										
6,58	17,7										
6,91	17,7										
7,24	17,6										
7,57	17,6										
7,90	17,5										
8,22	17,4										
8,55	17,4										
8,88	17,3										
9,21	17,2										
9,54	17,2										
9,86	17,1										
10,19	17,1										
10,52	17,0										
10,85	16,9										
11,18	16,9										
11,50	16,8										
11,83	16,7										
12,16	16,7										
12,49	16,6										



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00256	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 05/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	196
Tensione a rottura (kPa):	49	86	133
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,53	4,47	4,40
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,11	0,21
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 19,0	--- 19,0	--- 18,8
Peso di volume (kN/m³):	20,2	20,0	19,8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	26,1 kPa
Angolo di attrito interno:	29,5 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

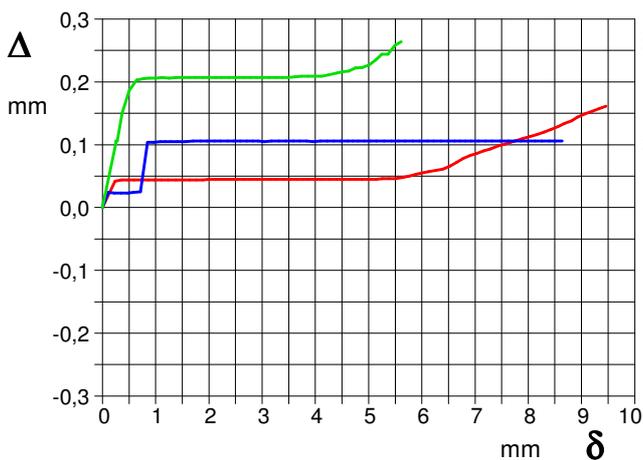
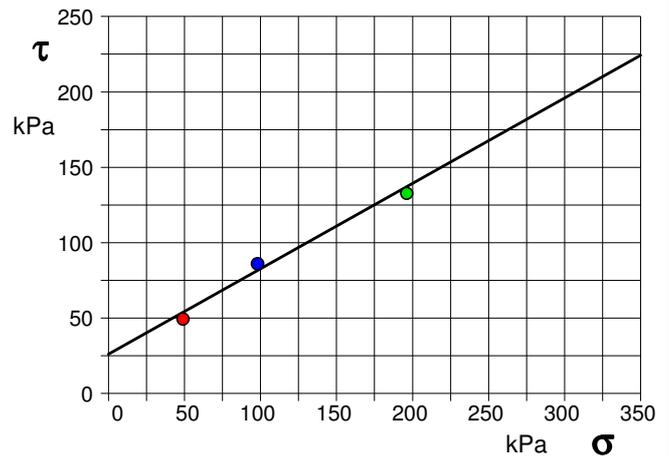


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

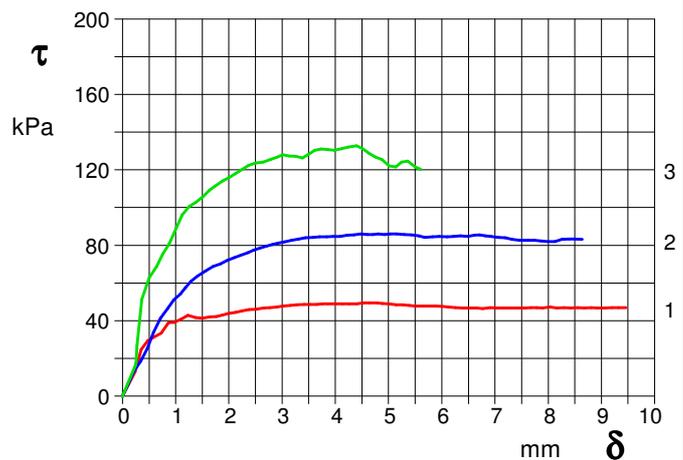


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

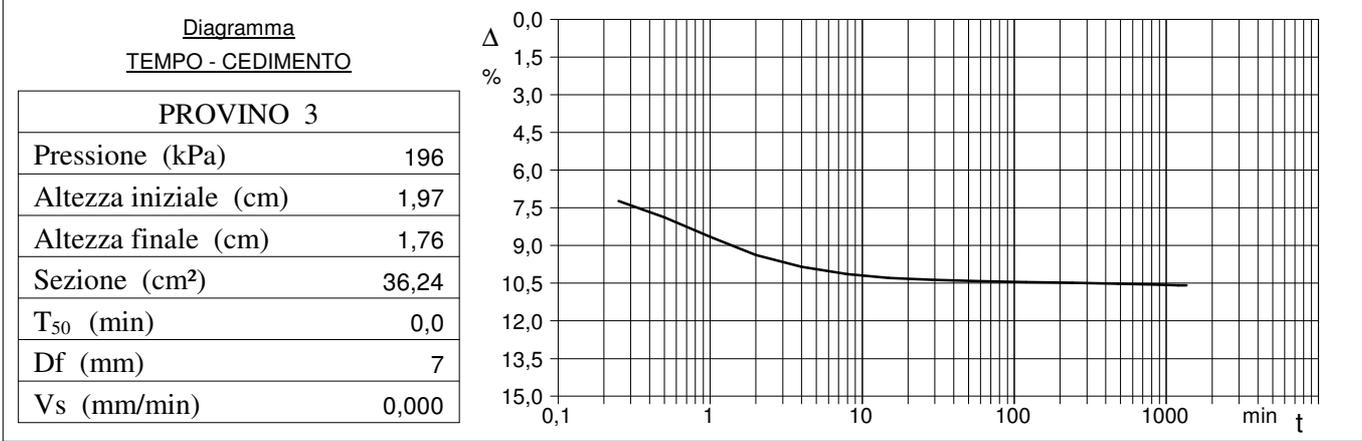
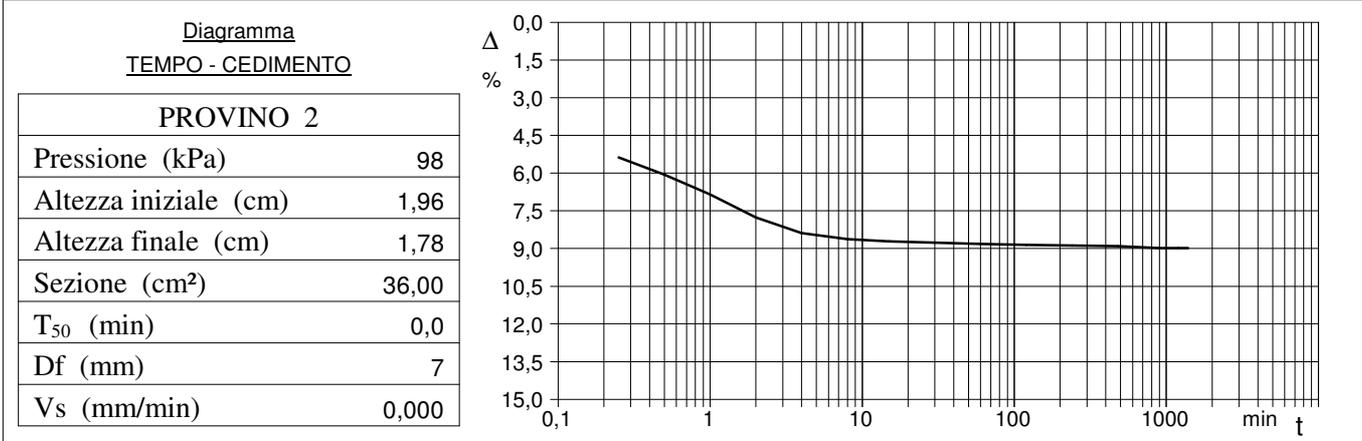
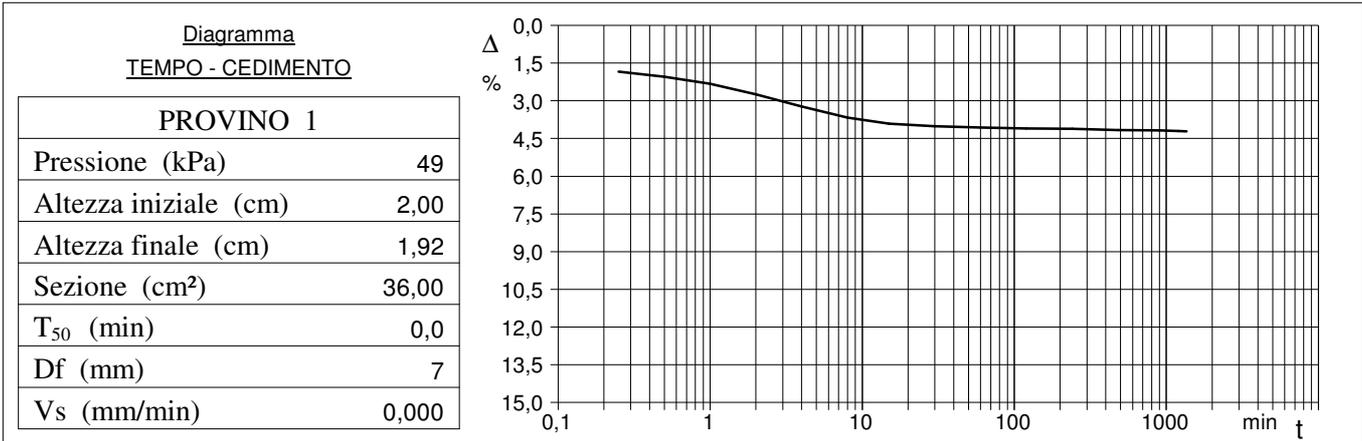


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00256	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 02/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 05/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$
 $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$
 $t_f = 50 \times T_{50}$
 $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 1.5-2.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	49	98	196
Tensione a rottura (kPa):	49	86	133
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	4,53	4,47	4,40
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,05	0,11	0,21
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 19,0	--- 19,0	--- 18,8
Peso di volume (kN/m³):	20,2	20,0	19,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	26,1 kPa
Angolo di attrito interno:	29,5 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

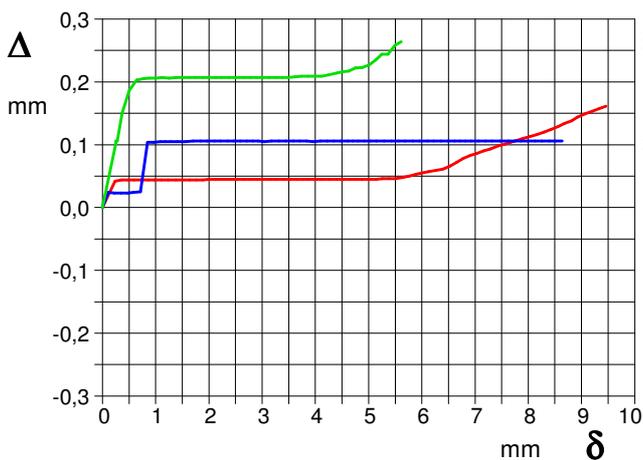
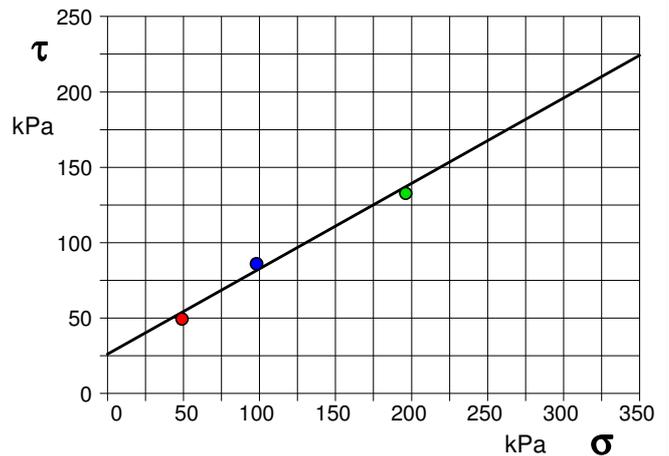


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

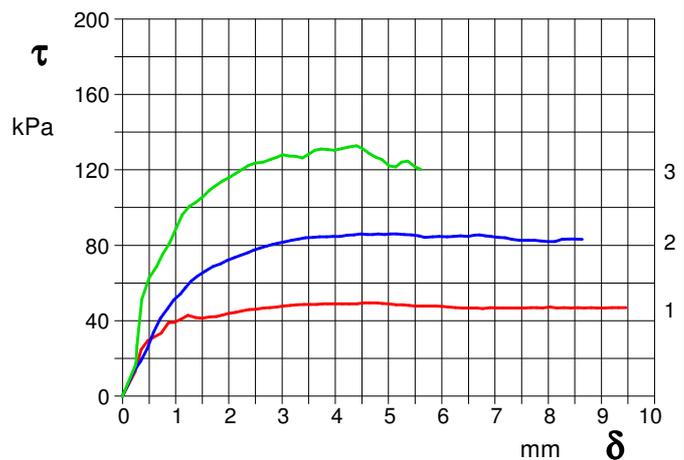


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



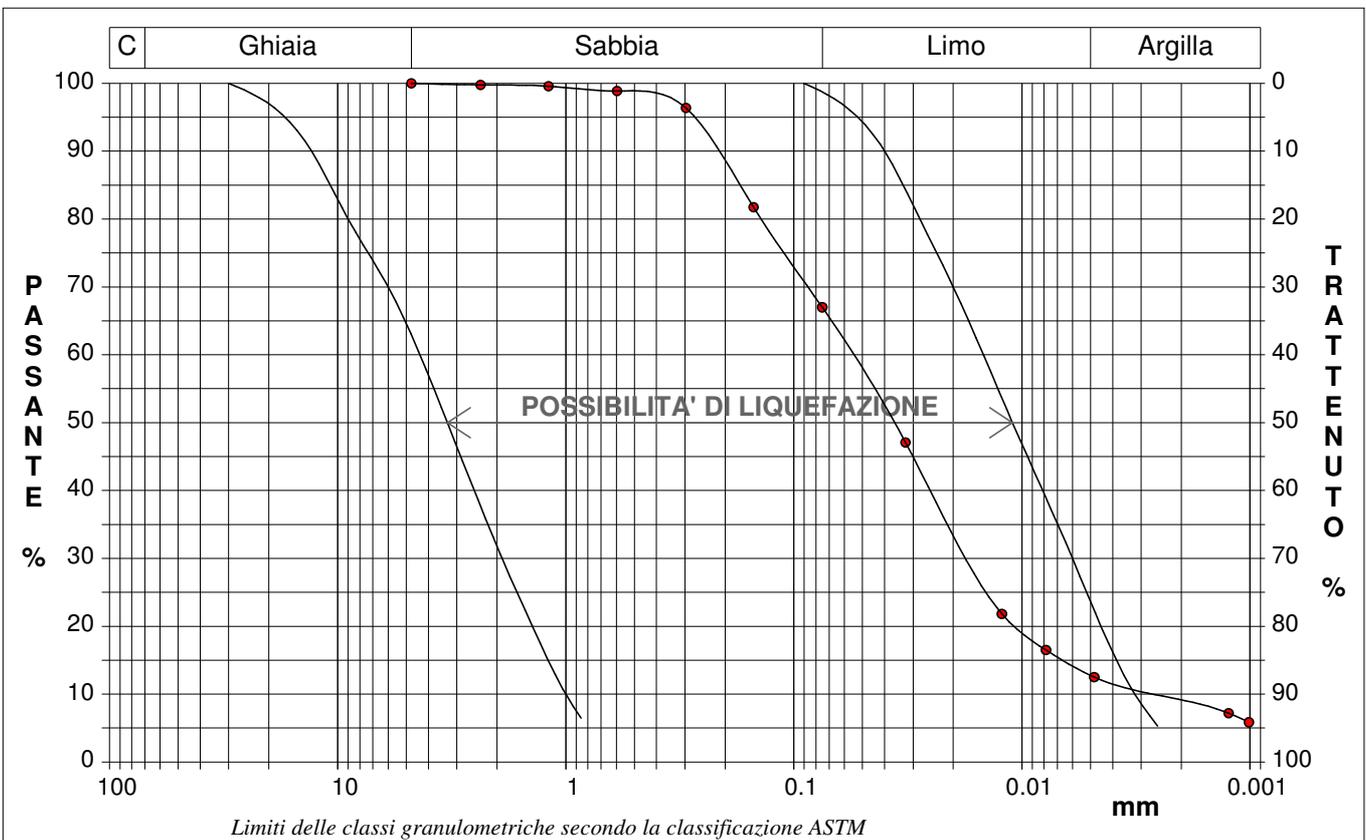
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00257	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 04/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 02/02/16	Fine analisi: 08/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoliese (PT)			
SONDAGGIO: 2	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 2.8-3.0	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,7 %	D ₁₀	0,00254 mm
Sabbia	33,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,4 %	D ₃₀	0,01677 mm
Limo	54,2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	67,0 %	D ₅₀	0,03661 mm
Argilla	12,8 %			D ₆₀	0,05583 mm
Coefficiente di uniformità		21,96	Coefficiente di curvatura		1,98
			D ₉₀		0,22060 mm



Diametro mm	Passante %								
4,7500	100,00	0,1500	81,74	0,0048	12,50				
2,3600	99,76	0,0750	66,99	0,0012	7,18				
1,1900	99,57	0,0324	47,09	0,0010	5,85				
0,5950	98,87	0,0122	21,82						
0,2970	96,37	0,0078	16,50						



LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00248 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 27/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16	Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 28/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 14,5 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





LABOTER snc
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566

DNV Business Assurance
Certificato No. 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA
UNI EN ISO 9001:2008 (ISO 9001:2008)
Prove geotecniche di laboratorio su terre

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Certificazione Settore A - Prove di laboratorio su terre
Decreto 2436 - del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 00249	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 27/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 27/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintoiese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 19,3 kN/m³





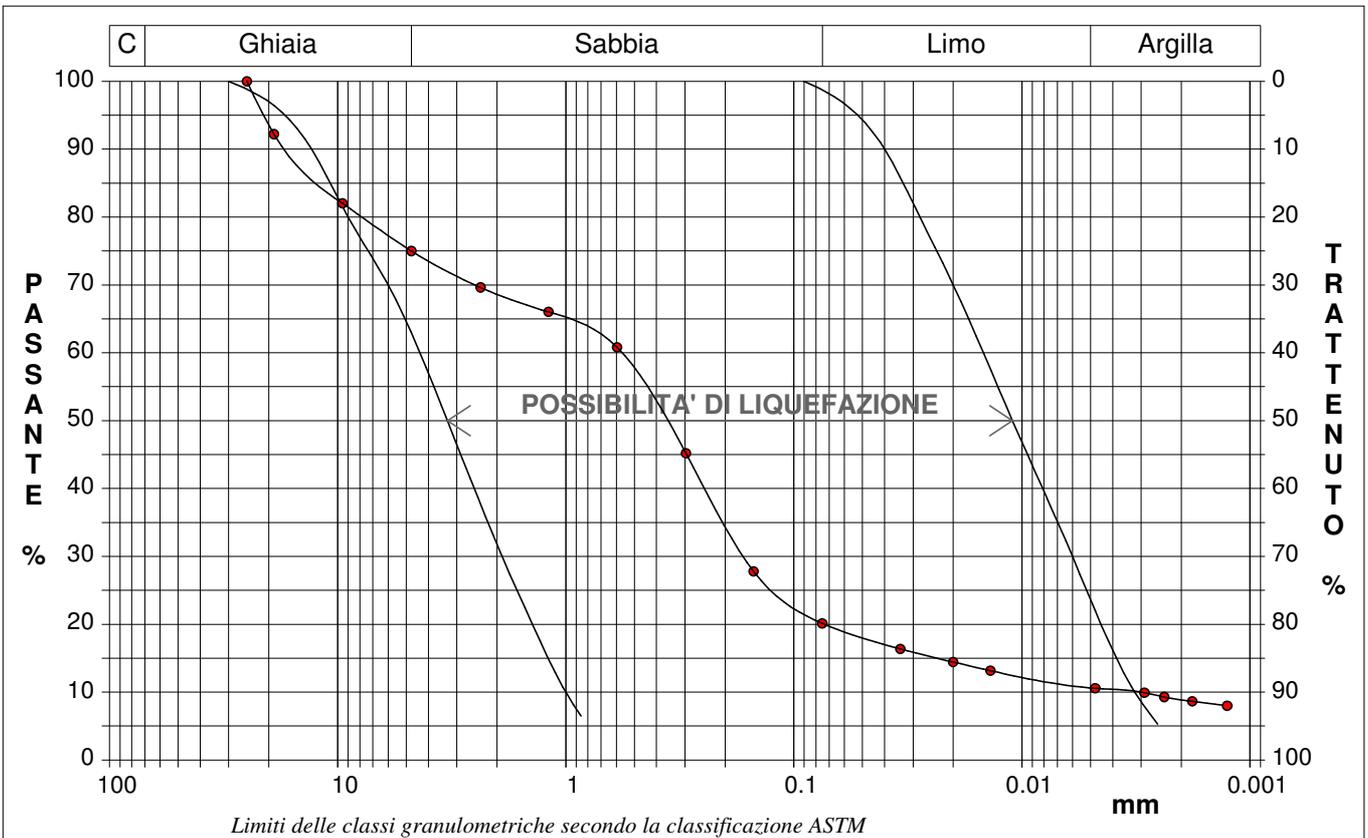
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00250	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 29/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 01/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0	

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422-63

Ghiaia	25,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	68,7 %	D ₁₀	0,00307 mm	
Sabbia	54,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	51,9 %	D ₃₀	0,16368 mm	
Limo	9,4 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	20,1 %	D ₅₀	0,36796 mm	
Argilla	10,7 %			D ₆₀	0,57396 mm	
Coefficiente di uniformità		186,89	Coefficiente di curvatura		15,20	
					D ₉₀	16,37095 mm



Diametro mm	Passante %								
25,0000	100,00	1,1900	66,02	0,0342	16,37	0,0024	9,28		
19,0000	92,20	0,5950	60,81	0,0200	14,44	0,0018	8,64		
9,5200	82,01	0,2970	45,18	0,0137	13,15	0,0013	7,99		
4,7500	74,99	0,1500	27,78	0,0048	10,57				
2,3600	69,62	0,0750	20,13	0,0029	9,93				



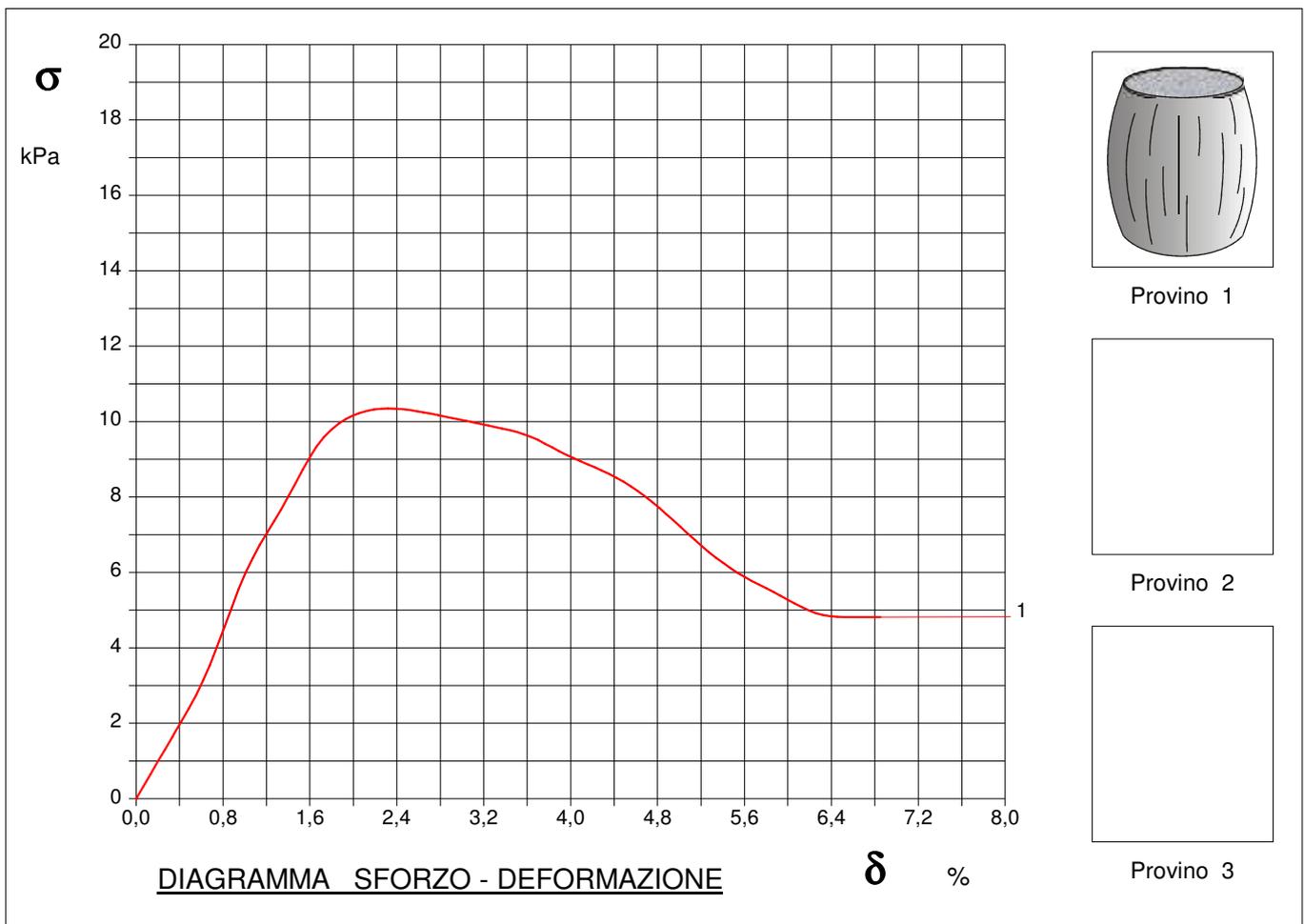
CERTIFICATO DI PROVA N°: 00251	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 27/01/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 28/01/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0	

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-85

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	----	----
Velocità di deformazione (mm/min):	1,000	----	----
Altezza (cm):	7,62	----	----
Sezione (cm²):	11,58	----	----
Peso di volume (kN/m³):	19,3	----	----
Umidità naturale (%):	18,6	----	----



Moduli di elasticità kPa	Tangente	Provino 1: 492	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	Secante	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---
	A rottura	Provino 1: ---	Provino 2: ---	Provino 3: ---



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00252	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 04/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 08/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.5-4.0	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	63	111	164
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,95	5,62	6,17
Deformazione verticale a rottura (mm):	1,06	0,58	0,94
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,9	--- 19,0	--- 19,9
Peso di volume (kN/m³):	16,8	17,7	16,8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione:	11,0 kPa
Angolo di attrito interno:	27,3 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

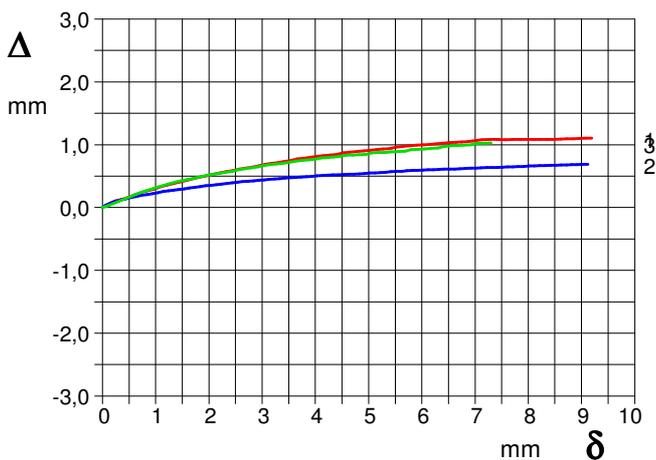
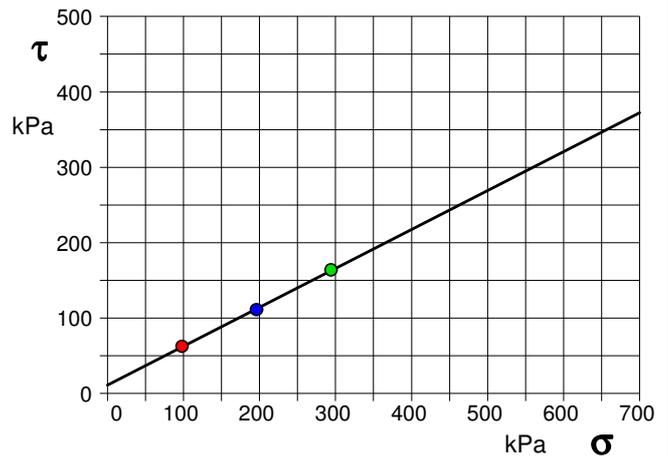


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

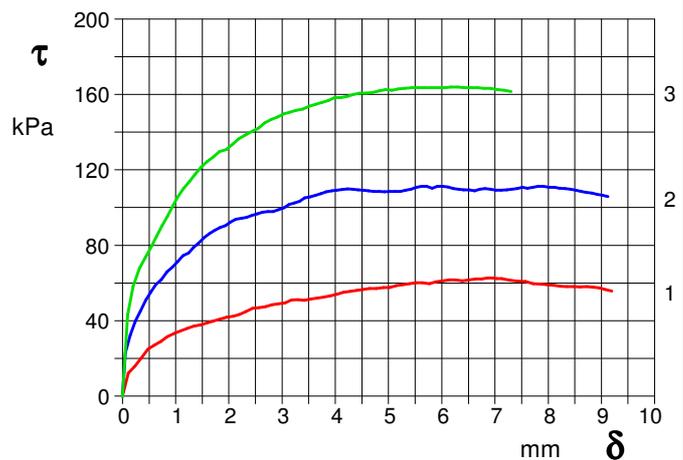


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00252	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 08/02/16	Inizio analisi: 04/02/16
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 23 del 25/01/16		Apertura campione: 27/01/16	Fine analisi: 08/02/16

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	98
Altezza iniziale (cm)	2,51
Altezza finale (cm)	2,41
Sezione (cm ²)	28,46
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

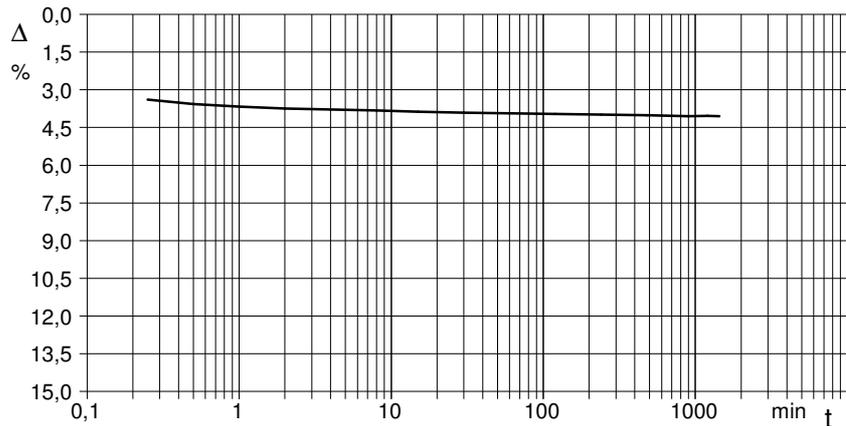


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	196
Altezza iniziale (cm)	2,50
Altezza finale (cm)	2,20
Sezione (cm ²)	28,27
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

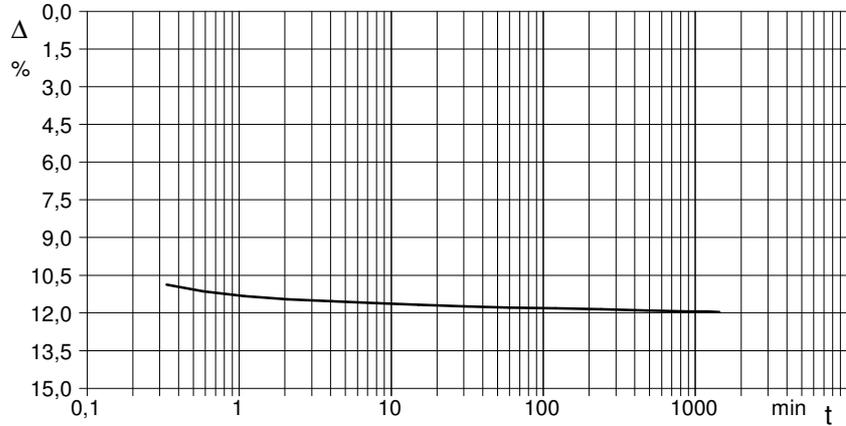
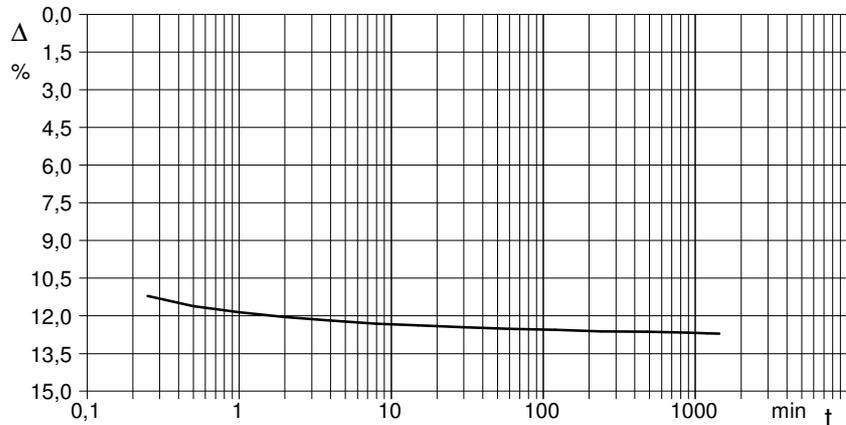


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	294
Altezza iniziale (cm)	2,00
Altezza finale (cm)	1,75
Sezione (cm ²)	19,63
T ₅₀ (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

COMMITTENTE: Dott. Geologo Sandro Pulcini			
RIFERIMENTO: Cintolese (PT)			
SONDAGGIO: 3	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	3.5-4.0

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-72

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	63	111	164
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	6,95	5,62	6,17
Deformazione verticale a rottura (mm):	1,06	0,58	0,94
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 20,9	--- 19,0	--- 19,9
Peso di volume (kN/m³):	16,8	17,7	16,8

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	11,0 kPa
Angolo di attrito interno:	27,3 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

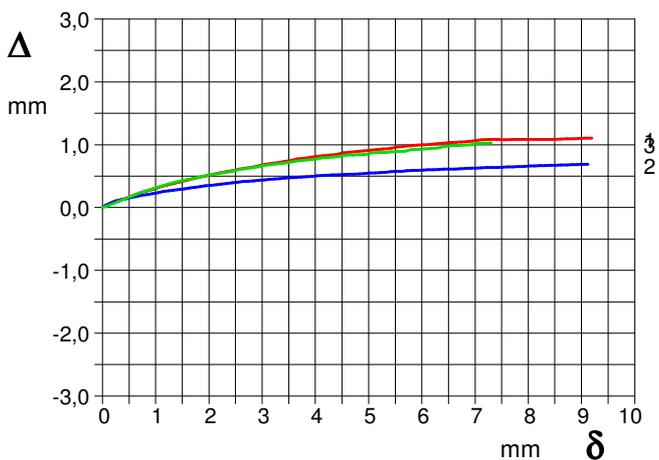
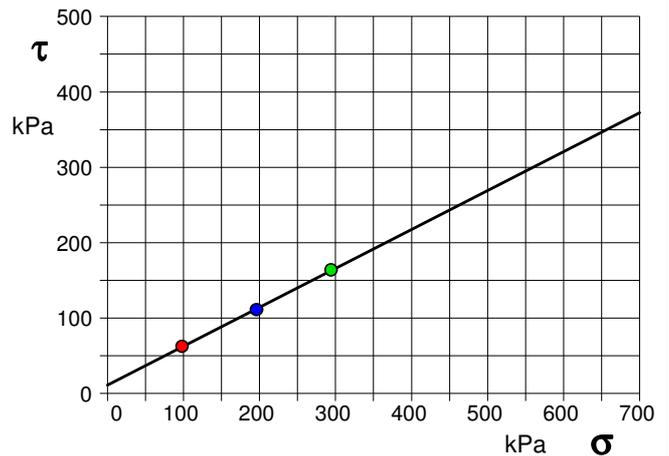


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

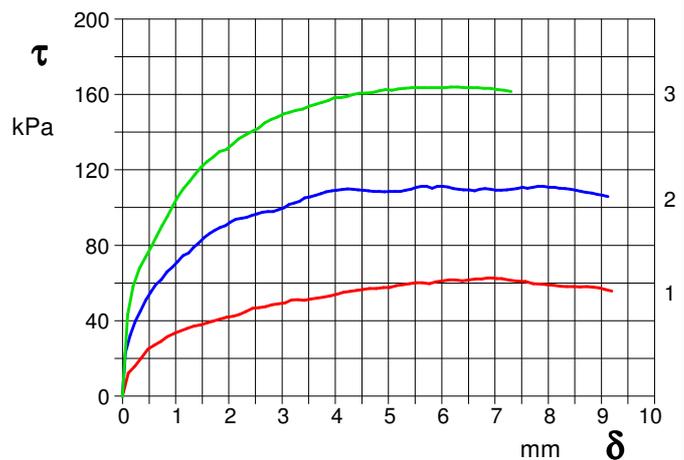
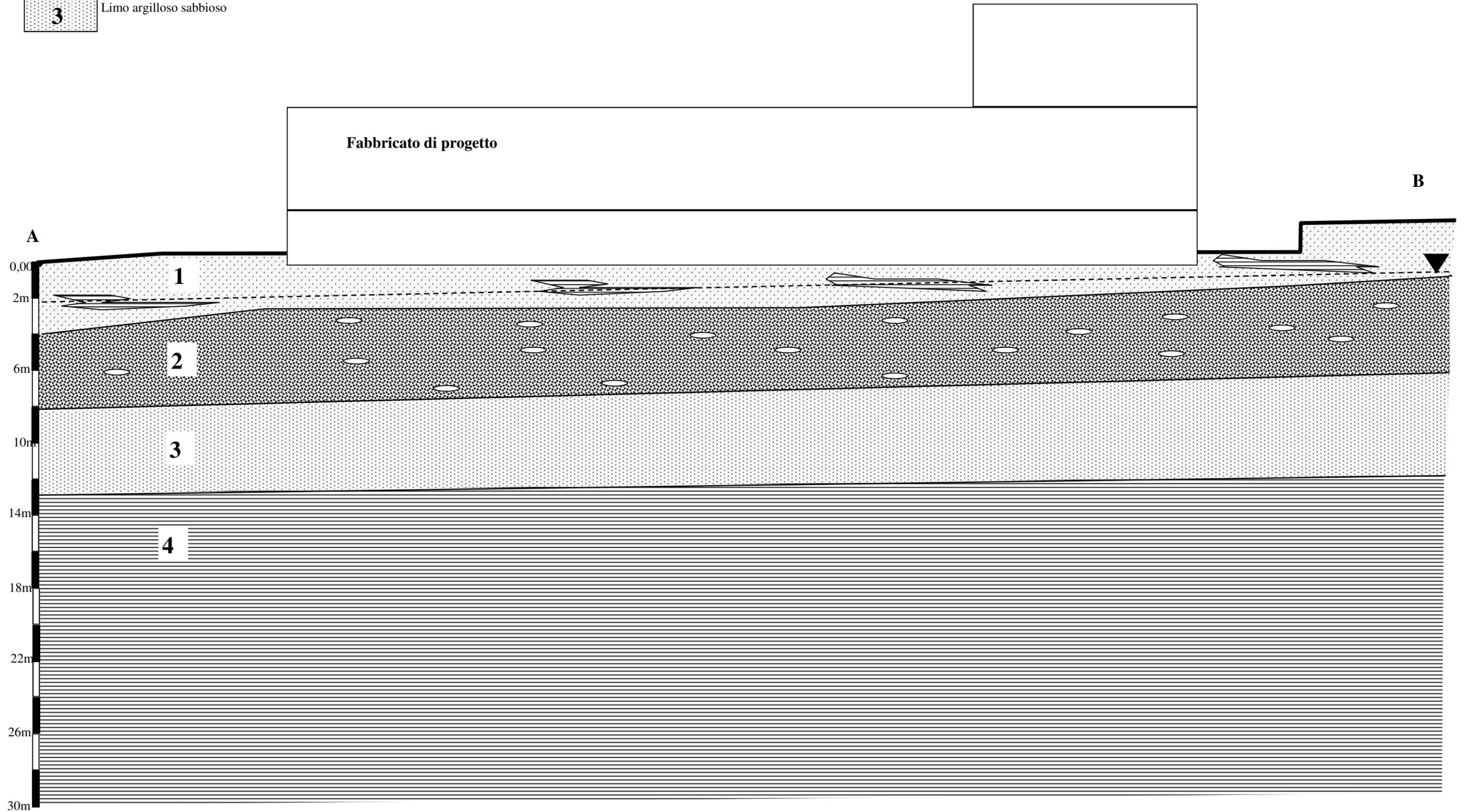


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Legenda

- 1 Terreno vegetale e strato limoso argilloso sabbioso MOLTO SCIOLTO non idoneo al piano di fondazione
- 2 Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa
- 3 Limo argilloso sabbioso

- 4 Argille limoso sabbiose grigiastre
- Falda



<http://www.geostru.com/geoapp/Liquefazione.aspx>

Metodo di calcolo	<input checked="" type="radio"/> Seed e Idriss <input type="radio"/> Tokimatsu e Yoshimi
-------------------	---

Immissione Dati	
Descrizione	sabbie ghiaioso limose
Profondità di calcolo (m)	11
Profondità della falda dal p. c. (m)	1,4
Peso di volume del terreno (t/mc)	2
Numero di colpi SPT o SCPT	20
Frazione argillosa (%)	10
Accelerazione sismica massima (g)	0,25

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	2,20
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	1,24
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	5,00
Numero di colpi standard corretto Na	22,5258
Resistenza alla liquefazione (R)	0,4456
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,2407
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	1,8512
Il deposito non è liquefacibile	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE - STATICA breve-lungo termine DRENATA

Relazione di Terzaghi-Meyerhof per terreni a rottura intermedia : $Q = x cN''cSc + gDfN''q + 1/2BgN''gSg$

con:

$0,66 < x < 1$ Nel nostro caso $x = 0,80$
 $Nq < N''q < N'q$
 $Ng < N''g < N'g$
 $Nc < N''c < N'c$

Caratteristiche del terreno di fondazione: sabbie ghiaiose

Peso di volume (g) = 0,002 Kg/cm³
 Angolo di attrito interno ϕ_u = 24,00
 Coesione C_u = 0,10 Kg/cm²
 Densità relativa D_r = 40%

Tipologia della fondazione ipotizzata: Plinto

Fondazione: lineare (a trave rovescia)

Profondità 350 cm
 Larghezza 200 cm

$F =$ angolo di attrito interno ridotto 19,51443
 $\frac{1}{2}$ 0,5
 $xc =$ coesione per terreni a rottura intermedia 0,0796 Kg/cm²
 $N''c =$ coefficiente di portanza per terreni a rottura intermedia 14,37805
 $g =$ peso naturale di volume 0,002 Kg/cm³
 $Df =$ profondità fondazione 350 cm
 $N''q =$ coefficiente di portanza per terreni a rottura intermedia 6,09561
 $B =$ larghezza fondazione 200 cm
 $N''g =$ coefficiente di portanza per terreni a rottura intermedia 2,632316
 $Sc =$ coefficiente legato alla forma della fondazione 1
 $Sg =$ coefficiente legato alla forma della fondazione 1
 $c'N''cSc = 1,144493$ $gDfN''q = 4,266927$ $1/2BgN''gSg = 0,526463$

Qrottura = 5,937883 Kg/cm² (pressione per cui si verifica la rottura del terreno)

CUNEO DI ROTTURA

Tabella per il calcolo di H			
Angolo interno	=	0	
B (cm)	H (cm)	D (cm)	C (cm)
200	100,00	100,00	350

APPROCCIO 1 Combinazione 1 (A1+M1+R1)

Rd= 5,94 Kg/cm² (con YR=1, A1 ed M1 = 1)

Rd= 5,94 Kg/cm²

APPROCCIO 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2)

Rd= 2,17 Kg/cm² (con YR=1,8 e M2=1,25 da cui Cu=0,08 e F=19,5)

Rd= 2,17 Kg/cm²

APPROCCIO 2 Combinazione (A1+M1+R3)

Rd= 2,58 Kg/cm² (con YR=2,3, A1 ed M1 = 1)

Rd= 2,58 Kg/cm²

Calcolo dei cedimenti

Metodo semplificato di Terzaghi (1943)

$$s = dH \cdot (Qz / Ed)$$

dove:

dH = spessore dello strato (20cm)

Qz = incremento di pressione dovuto al sovraccarico applicato dalla fondazione a metà strato.

Ed = modulo edometrico dello strato direttamente da CPT ($Ed = 1 / Mv = Mo$)

Tipo di Fondazione ipotizzata: Plinto quadrato

A (lunghezza) =	200	cm	Pressione di esercizio =	2	Kg/cmq
B (lato corto) =	200	cm	Pressione effettiva =	2,00	Kg/cmq
Prof. piano di posa =	350	cm	Carico totale =	80000	Kg
Peso naturale del terreno =	0,0019	Kg/cm ³	Carico di effettivo =	80000	Kg

Prof (cm)	Po	Qz	Ed	s (cm)	Strato cedevole	
Pressione litostatica						
10	0,019					
30	0,057					
50	0,095					
70	0,133					
90	0,171					
110	0,209					
130	0,247					
150	0,285					
170	0,323					
190	0,361					
210	0,399					
230	0,437					
250	0,475					
270	0,513					
290	0,551					
310	0,589					
330	0,627					
350	0,665	1,814	100	0,363	Piano di posa	
370	0,703	1,512	100	0,302		
390	0,741	1,280	100	0,256		
410	0,779	1,097	100	0,219		
430	0,817	0,951	100	0,190		
450	0,855	0,832	100	0,166		
470	0,893	0,735	100	0,147		
490	0,931	0,653	100	0,131		
510	0,969	0,584	100	0,117		
530	1,007	0,526	80	0,131		
550	1,045	0,476	80	0,119		
570	1,083	0,433	80	0,108		
590	1,121	0,395	80	0,099		
610	1,159	0,362	80	0,091		
630	1,197	0,333	80	0,083		
650	1,235	0,308	80	0,077		
670	1,273	0,285	80	0,071		
690	1,311	0,264	80	0,066		
710	1,349	0,246	80	0,062		
730	1,387	0,230	80	0,057		
750	1,425	0,215	80	0,054		
770	1,463	0,202	80	0,050		
790	1,501	0,189	80	0,047		
810	1,539	0,178	80	0,045		
830	1,577	0,168	80	0,042		
850	1,615	0,159	80			Qz = 0,1 P0
870	1,653	0,150	80			
890	1,691	0,142	80			
910	1,729	0,135	80			
930	1,767	0,128	80			

CEDIMENTO TOTALE DELLO STRATO CEDEVOLE 3,09 cm

CEDIMENTO PER FONDAZIONE RIGIDA 2,32 cm

COEFFICIENTE DI WINCKLER = 0,86 Kg/cm³