

E
COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE
Comune di Santa Maria a Monte
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0015808/2020 del 12/11/2020
Firmatario: Francesca Franchi

**SPAZIO INSIEME ZEROCENTOVENTI SAN SEBASTIANO
LOTTO 1 - SANTA MARIA A MONTE
PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO**

Geol. Francesca Franchi

CONTENUTI: **RELAZIONE GEOLOGICA
E CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO**

COMMITTENTE: **Comune di Santa Maria a Monte**

REDAZIONE del novembre 2020

REDAZIONE n. del

INTEGRAZIONE n. del

GEOPROGETTI
studio associato

Via Venezia, 77
56038 Ponsacco (PI)
tel./fax 0587 54001
e-mail geoprogetti.franchi@iol.it

**PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO SPAZIO INSIEME ZEROCENTOVENTI
LOTTO 1
SAN SEBASTIANO – SANTA MARIA A MONTE**

RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

INDICE

PREMESSA.....	2
<i>figura 1 – inquadramento area di indagine</i>	<i>2</i>
<i>Normativa di riferimento.....</i>	<i>3</i>
<i>figura 2 – ubicazione area di indagine cartografia CTR 1:10.000.....</i>	<i>3</i>
1 - ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E ASSETTO STRATIGRAFICO DEI TERRENI.....	8
<i>tabella 1 - stratigrafia del substrato.....</i>	<i>11</i>
3 – CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI.....	12
<i>tabella 2 - parametri geomeccanici del substrato.....</i>	<i>12</i>
4 – CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO.....	13
4.1 – categoria topografica.....	14
4.2 – categoria di sottosuolo.....	14
4.3 – parametri sismici di sito.....	15
4.4 - effetti sismici di sito: sicurezza nei confronti della liquefazione.....	15
5 – CONSIDERAZIONI SUL VINCOLO IDROGEOLOGICO E SULLA GESTIONE DELLE TERRE DA SCAVO.....	16
CONCLUSIONI.....	18

Appendici alla relazione:

- appendice 1: documentazione sondaggio in sito Ditta Bierregi;
- appendice 2: certificati prove penetrometriche in sito 2019 - 2020;
- appendice 3: certificati prove geotecniche di laboratorio;
- appendice 3: report indagini sismiche 2019 - 2020;
- appendice 4: parametri sismici di sito;

PREMESSA

La presente relazione riferisce dei risultati dell'indagine geognostica di dettaglio eseguita a supporto del progetto per la realizzazione di un nuovo edificio da destinare a centro polivalente, in luogo della ex scuola elementare Galilei, che sarà demolita, in Via San Sebastiano a Santa Maria a Monte (figura 1).



*figura 1 – inquadramento area di indagine
(da Google maps)*

Il progetto elaborato dallo studio Colucci & Partners di Pontedera consiste nella realizzazione di un edificio disposto su due piani fuori terra, con pianta di lato 30x13 m circa ed altezza di 8,5 m circa. Nell'area della ex-scuola, di circa 3400 mq, è prevista anche la realizzazione di parcheggi, piccole zone a verde ed accessi pedonali. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali architettonici.

Nel Luglio 2019 questo Studio professionale ha eseguito una prima indagine geognostica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica dell'intervento che ora è stato sviluppato fino alla fase definitiva/esecutiva.

In quell'occasione, ad integrazione del quadro conoscitivo fornito dagli studi geologici contenuti nel Piano Strutturale comunale e nelle cartografie del PAI del Distretto Appennino Settentrionale, è stata eseguita una prova penetrometrica in sito ed un'indagine sismica di superficie (MASW + HVSr).

La successiva indagine geognostica di dettaglio condotta a supporto della fase definitiva ed

esecutiva della progettazione è stata programmata ed eseguita sotto la direzione del Geol. Alessandra Giannetti dell'Ufficio Tecnico Comunale.

Per approfondire gli aspetti riguardanti il comportamento geomeccanico dei terreni del substrato, ai sensi della normativa regionale D.P.G.R. 36/R 2009 sono state eseguite ulteriori 2 prove penetrometriche in sito ed 1 sondaggio a carotaggio continuo, nel corso del quale sono state eseguite 2 prove SPT in foro e prelevati 2 campioni indisturbati di terreno che sono stati successivamente sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

Per sviluppare i contenuti della presente relazione, il Comune di Santa Maria a Monte ci ha messo a disposizione i risultati delle suddette indagini di approfondimento effettuate dalla Ditta Bierregi di Lucca, che vengono riportati negli allegati.

Normativa di riferimento

- Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Santa Maria a Monte;
- D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n.5/R: "Regolamento di attuazione dell'Art. 104 della L.R. n.65/2014";
- Del. D.G.R.T. n. 31/2020 Direttive Tecniche al D.P.G.R. 5/R, Allegato A;
- Progetto di Piano di bacino del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale, stralcio Assetto Idrogeologico per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica" adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n.20 del 20 dicembre 2019;
- R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 Vincolo Idrogeologico;
- L.R. 21 marzo 2000, n.39 "Legge Forestale della Toscana";
- D.P.G.R. 8 agosto 2003, n. 48/R e s.m.i. "Regolamento Forestale della Toscana";
- D.P.G.R. 9 luglio 2009, n.36/R: "Regolamento di attuazione dell'Art. 117, commi 1 e 2 della L.R. n.1/2005" e successive modificazioni;
- Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare C.S.LL.PP. 21 Gennaio 2019, n. 7: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle NTC di cui al D.M. 17 Gennaio 2018".



figura 2 – ubicazione area di indagine cartografia CTR 1:10.000

1 - ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

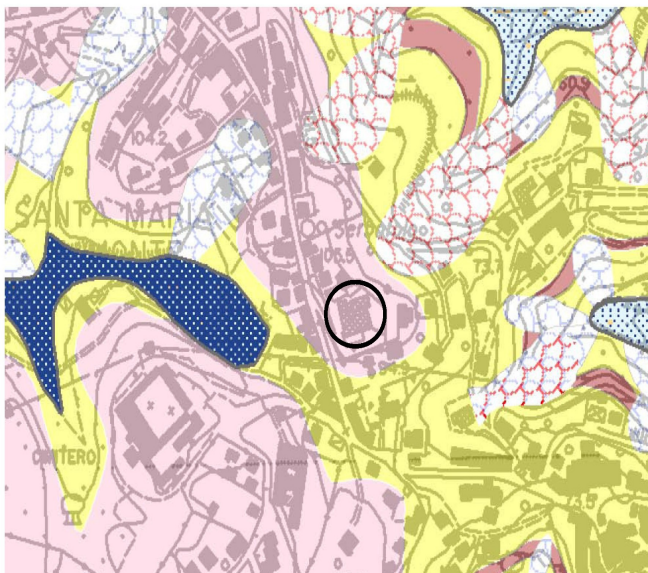
L'area di indagine si trova sulla zona sommitale del rilievo collinare su cui sorge l'abitato di Santa Maria a Monte, circa 300 m a Nord-ovest del centro storico, e ricade all'interno delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, regolamentate dal D.P.G.R. 8 agosto 2003, n. 48/R e s.m.i. "Regolamento Forestale della Toscana".

La quota del piano di campagna nella zona dell'attuale edificio è di circa 105 m s.l.m. .

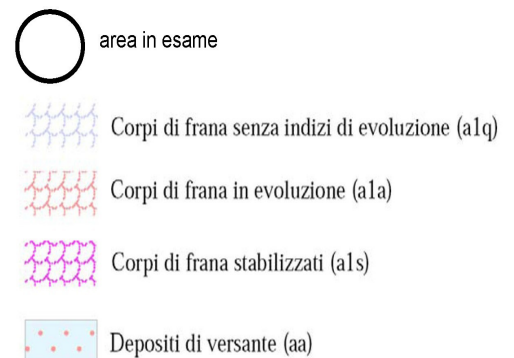
Dal punto di vista geologico, i terreni presenti appartengono alla Formazione delle Cerbaie "BCE", conosciuta anche come "qt, Sabbie e ghiaie ad elementi di Verrucano e di calcari metamorfici" o "Formazione di casa Poggio ai Lecci", datata al Pleistocene medio.

Alla base di tale Formazione si trovano le Argille e Sabbie di Marginone - Mastromarco, del Villafranchiano. A seguire si allega uno stralcio della carta geologica del Piano Strutturale del 2013.

CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA



estratta dal Piano Strutturale comunale del marzo 2013



DEPOSITI FLUVIALI DELLE CERBAIE - ALTOPASCIO

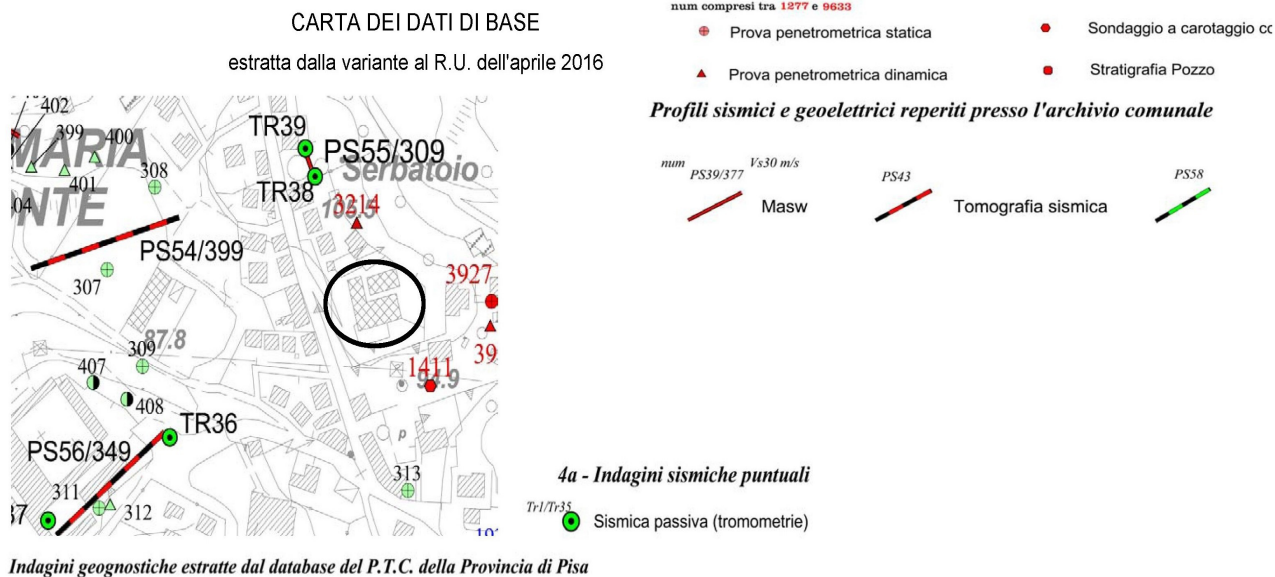
Formazione delle Cerbaie (Pliocene Medio) - BCE

DEPOSITI FLUVIALI E LACUSTRI DEL BACINO DI LUCCA - MONTECARLO - VINCI

Argille e sabbie di Marginone - Mastromarco - MNG, con presenza della litofacies conglomeratica - cg (RUSCIANO SUP.? - VILLAFRANCIANO SUP)

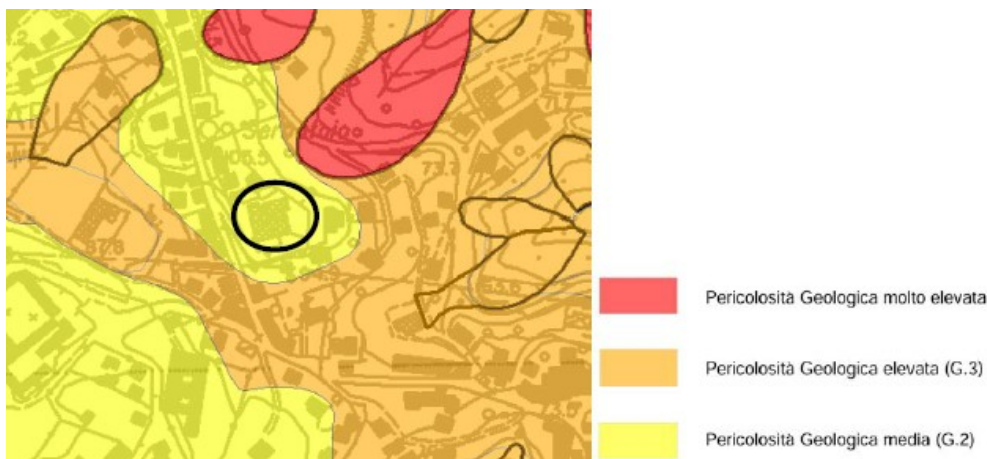
La Formazione delle Cerbaie è costituita da due litotipi principali: ghiaie, in matrice limo-sabbiosa con frequenti argillificazioni, e sabbie e limi con eventuali livelli calcarenitici. Le sue caratteristiche litotecniche sono generalmente buone e solo la coltre superficiale si presenta talvolta alterata e geotecnicamente degradata.

Le prove effettuate in sito ed i dati a disposizione al contorno, confermano tale assetto geologico, evidenziando la presenza di una prima coltre di suolo, di spessore inferiore al metro nel punto della prova, appoggiata sui terreni in posto della Formazione delle Cerbaie.

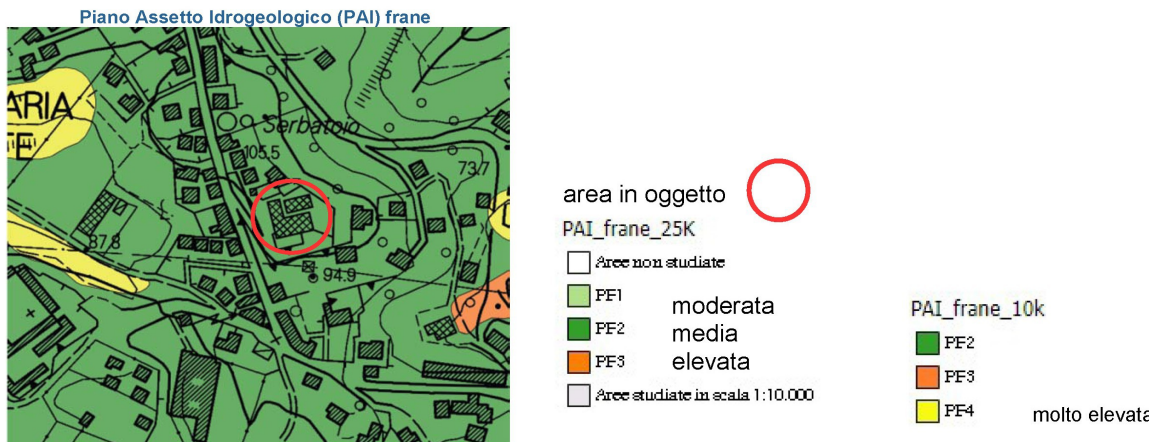


Dal punto di vista geomorfologico, l'area in oggetto si presenta nel complesso stabile, come anche confermato dalle specifiche cartografie del Piano Strutturale Comunale (figura seguente).

Nella zona sud-ovest dell'area di intervento si osservano locali fenomeni di avvallamento del manto asfaltato, e lesioni delle opere di contenimento delle scarpate che si raccordano alla viabilità comunale. Tali fenomeni hanno carattere locale e sono riconducibili alla qualità della muratura ed al decadimento delle caratteristiche del sottofondo stradale; in ogni caso non evidenziano situazioni di criticità generalizzate.



Solo a valle dell'area in esame, verso Nord, le aree di testata degli impluvi sono cartografate come aree in dissesto dal P.S. del marzo 2013 ma tali aree risultano lontane e quindi non influenti sull'area di intervento. L'assenza di processi geomorfologici è stata riconosciuta anche dal P.A.I. vigente del Distretto Appennino Settentrionale, come riportato nella seguente cartografia.



Il nuovo progetto PAI del Distretto Appennino Settentrionale, adottato nel gennaio 2020, inserisce l'area in esame tra quelle stabili, con propensione al dissesto da media a moderata.



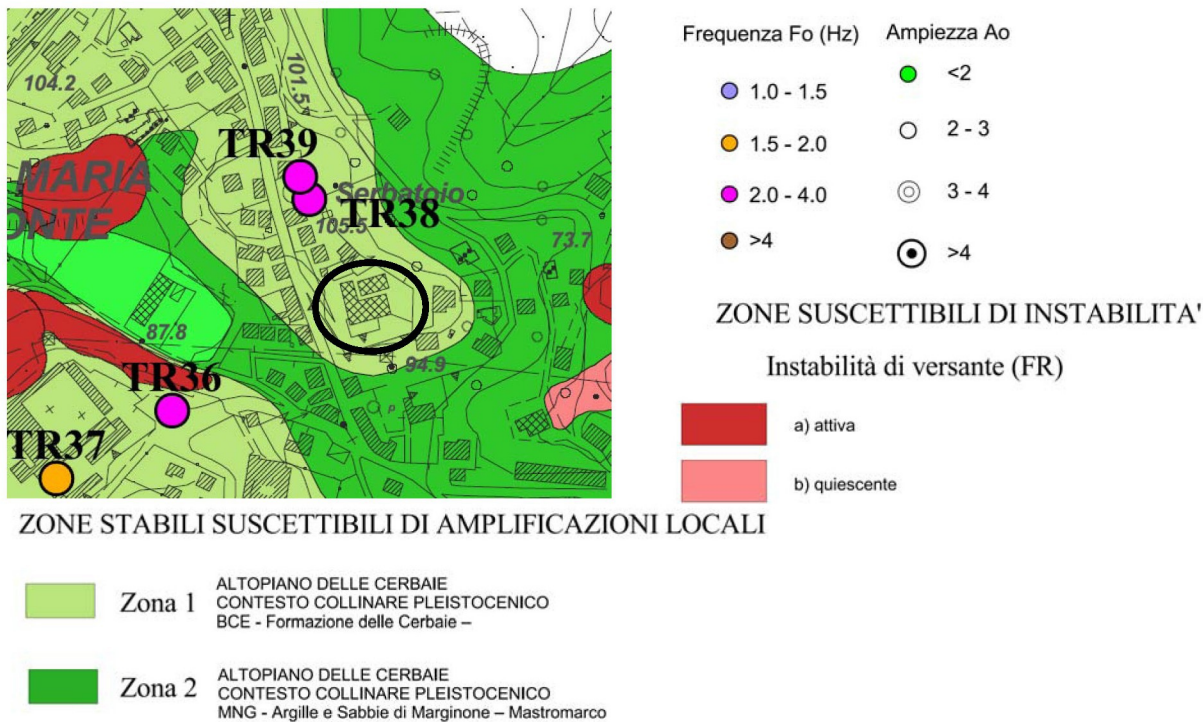
Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, data la posizione alla sommità del rilievo, l'aliquota delle acque piovane che si infiltra nel terreno non dà luogo ad una vera e propria falda acquifera nei primi metri del sottosuolo, mentre la restante aliquota si dirige verso gli impluvi a valle, senza dar luogo a criticità.

A conferma di quanto sopra, i report di indagine prodotti delle ditte esecutrici delle prove in sito indicano che in nessuno dei fori lasciati dalle prove è stata rilevata la presenza di circolazione idrica. Anche i valori del coefficiente di permeabilità dei terreni campionati, forniti dalle prove di laboratorio, sono indicativi di terreni con permeabilità da molto bassa a nulla.

Vista la collocazione morfologica, l'area non è interessata da problematiche riconducibili alla Pericolosità Idraulica.

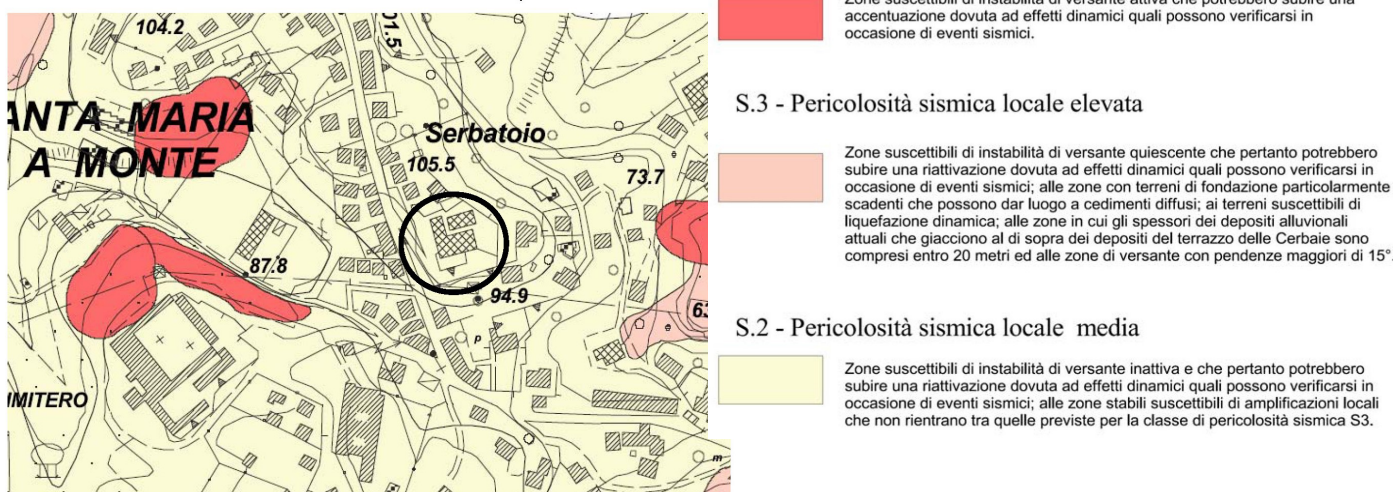
Dal punto di vista sismostratigrafico, la carta MOPS della Variante del 2015 non segnala particolari problematiche per l'azione sismica attesa in sito ma inquadra la zona di variante tra le zone stabili, prive di un alto contrasto di impedenza sismica (figura seguente).

CARTA MOPS E FREQUENZE FONDAMENTALI
estratta dalla variante al R.U. dell'aprile 2016



Dalla cartografia M.O.P.S. del Piano Strutturale discende la carta della pericolosità sismica locale qui riprodotta, secondo la quale all'area di intervento corrisponde una Classe S.2 di pericolosità sismica: "Pericolosità sismica locale media" ("zone suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra i casi previsti per la classe di pericolosità S.3").

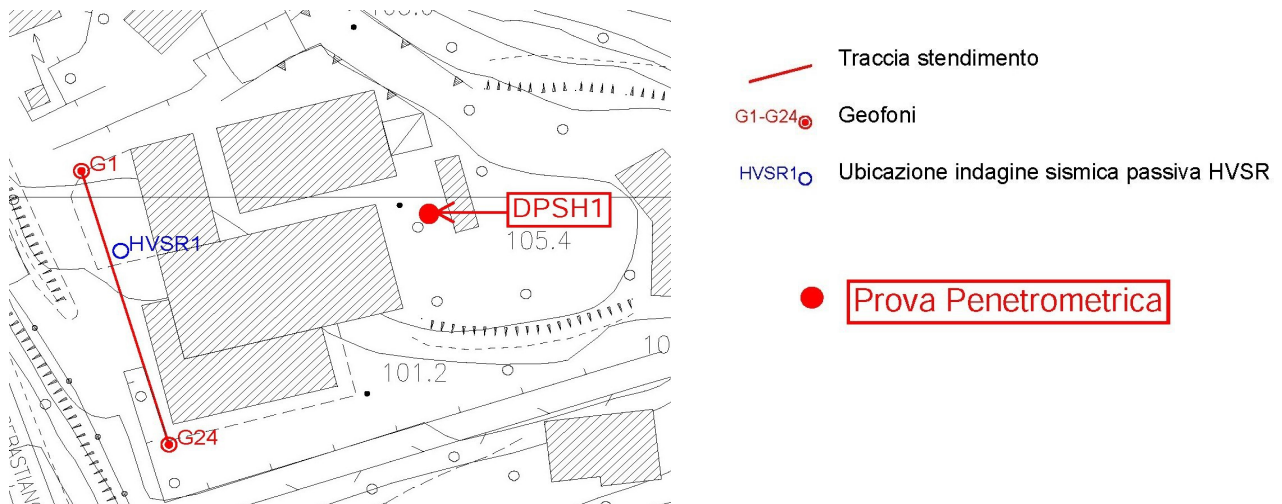
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA
estratta dalla variante al R.U. dell'aprile 2016



Classi di pericolosità ai sensi del D.P.G.R. N° 53/R

2 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E ASSETTO STRATIGRAFICO DEI TERRENI

Nelle appendici 1 e 4 sono riportati i certificati della prova penetrometrica e dell'indagine sismica eseguiti a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica. La prova penetrometrica, di tipo dinamico, è stata effettuata nel giugno 2019 dalla Ditta Geoservizi s.n.c. utilizzando un penetrometro statico/dinamico Pagani mod. TG 73-200 ed ha raggiunto i 10 m di profondità. La prova MASW e la misura dei microtremori sismici è stata eseguita dalla Ditta P3 snc. Nella figura seguente si riporta l'ubicazione di tali indagini.



Nelle appendici dalla 1 alla 4 sono anche riportati i report di ciascuna tipologia di indagine, in sito e di laboratorio, eseguita nel luglio 2020 sotto la direzione della Dott.ssa Giannetti, a supporto della fase definitiva/esecutiva del progetto. L'ubicazione di queste indagini in sito è riportata nella seguente immagine.



Sulla base dell'osservazione visiva dei terreni estratti dal sottosuolo tramite il sondaggio spinto fino a 30 m, e dell'andamento della resistenza a rottura registrata nel corso delle prove penetrometriche è stato ricostruito l'assetto stratigrafico dei terreni che costituiscono il volume geotecnico riferibile all'intervento. All'interno di questo si distinguono 4 diversi litotipi:

- LITOTIPO 1
coltre superficiale alterata di spessore poco inferiore al metro;
- LITOTIPO 2
alternanza fitta di limi argilloso/sabbiosi e argille limose che si estende fino a – 9 m circa di profondità dalla quota del sondaggio;
- LITOTIPO 3
orizzonte con una maggiore percentuale sabbiosa, costituito da limo con sabbia fine, debolmente argilloso, che si estende da – 9 m a – 16 m
- LITOTIPO 4
orizzonte di limi argillosi-sabbiosi tra le profondità di – 16 e -20 m

A tali litotipi seguono alternanze di terreni con caratteristiche simili a quelli soprastanti, fino alla massima profondità raggiunta di – 30 m. Segue uno stralcio della documentazione fotografica del carotaggio da 0 a 15 m. La documentazione completa è riportata in appendice 1.



Fig. 1: Sondaggio S1-DH – Cassetta 1 (0,00 – 5,00 metri)



Fig. 2: Sondaggio S1-DH – Cassetta 2 (5,00 – 10,0 metri)



Fig. 3: Sondaggio S1-DH – Cassetta 3 (10,0 – 15,0 metri)

Di seguito si riportano in schema i risultati delle analisi di laboratorio effettuate sui due campioni indisturbati di terreno prelevati nel corso dei sondaggi. Il report della ditta esecutrice delle prove ed i singoli certificati sono integralmente riportati in appendice 3.

CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO		W (%)	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	LIMITI DI ATTERBERG			LIMITE DI RITIRO		GRANULOMETRIA (UNI)			
	da m.	a m.				LL (%)	LP (%)	IP (%)	Ws (%)	Rs	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo ⁽¹⁾ (%)	Argilla (%)
S1C1	2.00	2.50	16.00	19.20	26.90	44.00	28.00	15.00	15.50	1.80	0.00	13.80	62.60	23.60
S1C2	12.00	12.50	17.80	20.80	26.84	34.00	19.00	15.00	15.60	1.79	0.00	34.80	49.90	15.30

CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO		ELL (kPa)	PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA								
				Pressione da 196.2 a 392.4 kPa			Pressione da 392.4 a 784.8 kPa			Pressione da 784.8 a 1569.6 kPa		
				Cu	K	Cv	C alfa	K	Cv	C alfa	K	Cv
S1C1	2.00	2.50	689.91	8.14E-10	1.19E-02	4.82E-04	1.05E-09	2.16E-02	1.14E-03	3.06E-10	8.95E-03	1.19E-03
S1C2	12.00	12.50	179.52	1.07E-10	1.68E-03	9.16E-04	1.65E-10	3.45E-03	1.36E-03	8.36E-11	2.03E-03	2.82E-03

Dove:

W = Umidità naturale

 γ = Peso di volume γ_s = Peso specifico

LL = Limite liquido

LP = Limite plastico

IP = indice plastico

Ws = Limite di ritiro

Rs = coefficiente di ri

Cu = Coesione non drenata

K = permeabilità

Cv = Coefficiente di consolidazione verticale

C' = Coesione consolidata drenata

 ϕ = Angolo di attrito

C = Coesione non drenata

CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO		TRIASSIALE CU (Condizioni a rottura)				TAGLIO DIRETTO (Condizioni di picco)	
			Tensioni efficaci		Tensioni totali		c' (kPa)	ϕ' (°)
			c'	ϕ'	c	ϕ'		
S1C1	2.00	2.50	5.40 (kPa)	26.20 (°)	7.40 (kPa)	20.30 (°)	27.17 (kPa)	22.0 (°)
S1C2	12.00	12.50	2.30	27.60	31.00	23.40	-	-

Le prove SPT in foro di sondaggio hanno fornito risultati correlabili a quelli delle prove penetrometriche. I risultati delle prove SPT sono riportati nelle schede del sondaggio in appendice 1.

Nella seguente tabella sono stati schematizzati i principali litotipi del volume significativo di sottosuolo, ricostruito dalla correlazione di tutti i dati così acquisiti.

Nome strato	Profondità dal p.d.c (m)	Litotipo dominante	Consistenza / addensamento
"1"	Da 0 a 1 m ca.	Suolo	-
"2"	da 1 a 9 circa	Limo argilloso – sabbioso e argilla limosa	media
"3"	Da 9 a 16 circa	Limo con sabbia fine, argilloso	consistente
"4"	da 16 a 20 circa	Limi argilloso-sabbiosi e argille	Molto consistente

tabella 1 - stratigrafia del substrato

3 – CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

Nel presente paragrafo, sulla base dei dati a disposizione si forniscono al progettista gli elementi per la caratterizzazione geomeccanica del volume geotecnico significativo.

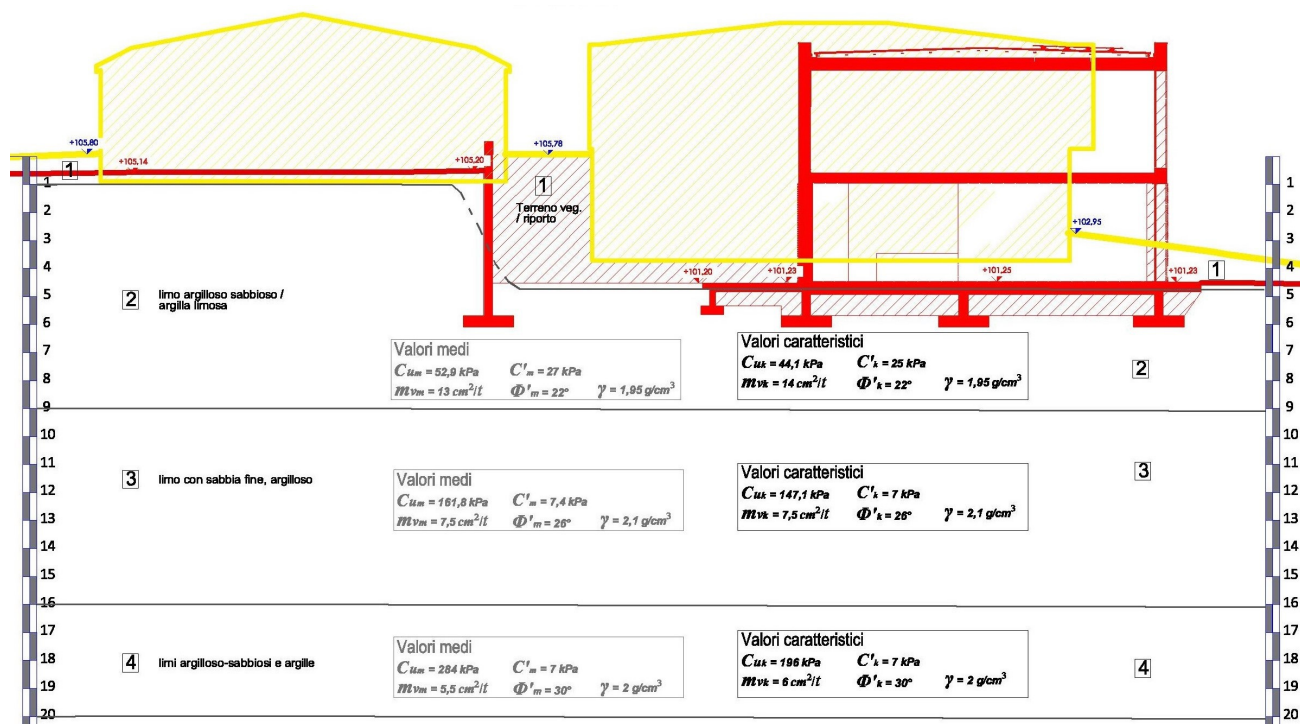
Utilizzando i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio e quelli delle prove SPT in foro, opportunamente correlati ed integrati con i valori della resistenza a rottura registrati dalle prove penetrometriche, sono stati determinati per ogni litotipo i parametri geomeccanici medi, riportati nella seguente tabella insieme alla proposta dei relativi parametri caratteristici.

La modellazione dell'assetto stratigrafico è stata riportata graficamente anche nella sezione geologica che segue, con l'indicazione dei parametri geomeccanici per ciascun litotipo.

Strato	profondità (m)	valori	Cu (kPa)	C' (kPa)	φ' (°)	Mv (cm ² /t)	γ (g/cm ³)
1	0 – 1 ca.	medio caratt..	-	-	-	-	-
2	1 - 9 ca.	medio caratt.	52,9 44,1	27 25	22 22	13 14	1,95 1,95
3	9 - 16 ca.	medio caratt.	161,8 147,1	7,4 7	26 26	7,5 7,5	2,1 2,1
4	16 – 20 ca.	medio caratt.	284 196	7 7	30 30	5,5 6	2 2

tabella 2 - parametri geomeccanici del substrato

Legenda: γ = peso di volume naturale; Cu = coesione non drenata; c' = coesione efficace o drenata; φ' =angolo di attrito efficace; Mv = coefficiente di compressibilità volumetrica.

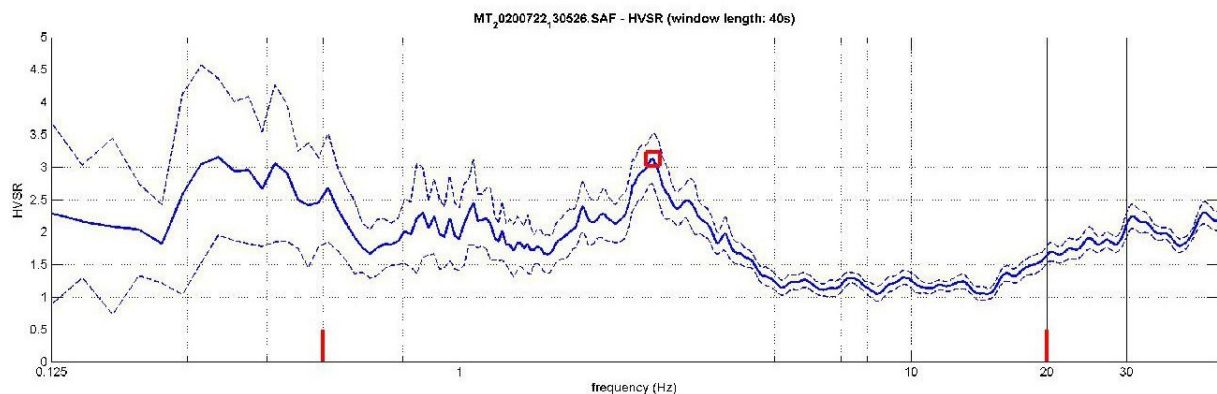


4 – CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO

Nella classificazione sismica 2014 della Regione Toscana in aggiornamento degli allegati 1 e 2 della D.G.R.T. 878/2012 (“aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 ...”), il territorio comunale di Santa Maria a Monte è stato confermato sismico nella zona “3”.

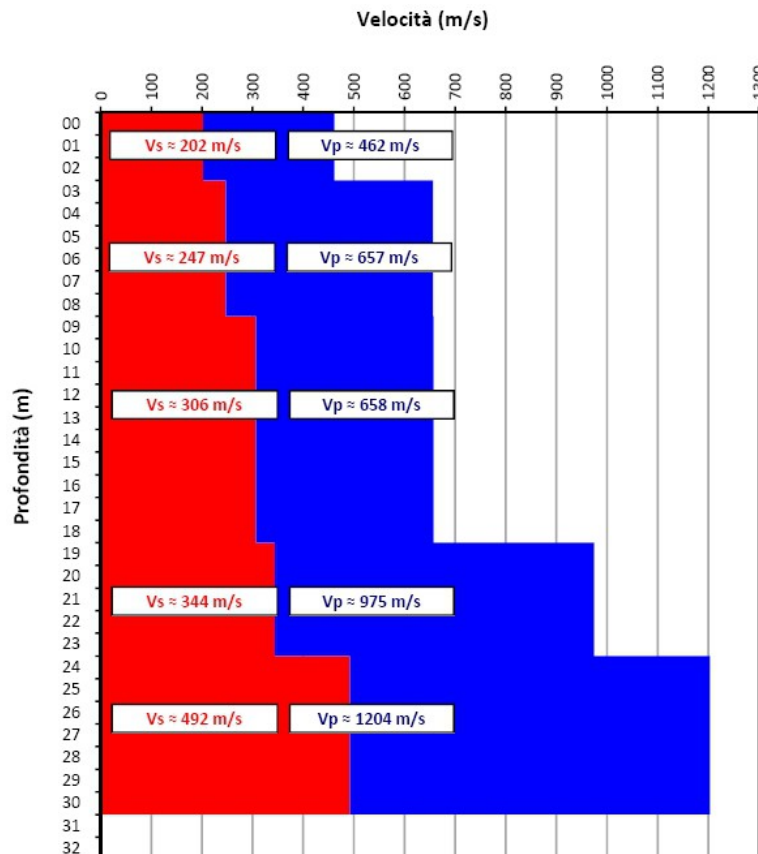
La magnitudo momento nella zona sismogenetica ZS9 n. 916 "Versilia-Chianti", che si estende su questa porzione del Comune di Santa Maria a Monte, è $M_w = 6.14$ (INGV - Redazione della mappa di pericolosità sismica PCM 3274/2003 - Rapporto conclusivo, aprile 2004).

Lo spettro delle frequenze di vibrazione naturale dei terreni del substrato, ottenuto dalle misurazioni passive in sito elaborate in termini di rapporto tra le due componenti di vibrazione orizzontale e verticale (H/V o HVSR) non evidenzia significativi picchi di amplificazione, salvo uno moderato a circa 3Hz, in accordo con il contesto stratigrafico locale (estratto in figura seguente e relazioni in appendice 4).



To model the HVSR (also joi-ly with MAEW or ReMI/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

Considerando anche l'andamento della velocità delle onde sismiche "S" (estratto nella figura seguente) ottenuto tramite misurazione diretta Down-hole, e le due elaborazioni HVSR in sito, si può rilevare che la profondità del passaggio al bedrock sismico è posta certamente oltre i 30-40 m circa dalla superficie, senza contrasti di velocità sismica tali da generare anomale amplificazioni dell'input sismico.



Il quadro delle caratteristiche sismostratigrafiche del sito appare tale da poter quindi consentire il riferimento all'approccio semplificato di cui al Cap. 3.2.2 del D.M. 17/1/2018 per la determinazione dell'azione sismica di progetto tramite l'individuazione della categoria di sottosuolo di cui alla tabella 3.2.II.

4.1 – categoria topografica

Il valore del coefficiente di amplificazione topografica "S_T", è riferibile alla categoria topografica T2 secondo la tabella 3.2.III delle NTC 2018.

4.2 – categoria di sottosuolo

Nel sito di intervento è stata effettuata una misurazione diretta delle velocità sismiche tramite un metodo attivo in foro di sondaggio (metodologia "down-hole"). Il report dettagliato relativo alle metodologie di indagine utilizzate ed alle operazioni di acquisizione in campagna ed elaborazione è stato riportato nell'appendice 4, alla quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Dai risultati delle indagini sismiche, che hanno determinato l'andamento verticale della velocità delle onde S, è stato ricavato il valore della $V_{s_{eq}}$ del sottosuolo che è risultata pari a 304 m/s (appendice 4).

Visti i parametri di resistenza dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area di intervento, il valore della $V_{s_{eq}}$ e l'assetto sismostratigrafico della zona, si conclude che al substrato

dell'area di intervento è attribuibile il profilo sismostratigrafico della categoria di sottosuolo "C", definita dal D.M. 17 gennaio 2018 al Cap. 3.2.2.

CALCOLO V_s EQUIVALENTE

Sismostrati	Profondità		Spessore (h_i) (metri)	Veolocità ($V_{s,i}$) (m/s)	$h_i/V_{s,i}$ (-)
	da (m)	a (m)			
Sismostrato 1	0.00	3.00	3.00	202	0.0149
Sismostrato 2	3.00	9.00	6.00	247	0.0243
Sismostrato 3	9.00	19.00	10.00	306	0.0327
Sismostrato 4	19.00	24.00	5.00	344	0.0145
Sismostrato 5	24.00	30.00	6.00	492	0.0122

H = 30 metri

$\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.0986$

$$V_{s,eq} = 30/0.0986 = 304 \text{ m/s}$$

Categoria di Sottosuolo C
(a partire dal piano campagna)

4.3 – parametri sismici di sito

L'azione sismica di sito è stata valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", riferita ad un sito ideale, rigido e con superficie topografica orizzontale (categoria "A" delle NTC), definita a livello nazionale dall'INGV. La risposta sismica locale (coefficienti sismici di sito) è stata poi determinata correggendo i parametri dell'azione sismica individuata tenendo conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo e dalla morfologia della superficie (coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica).

Per far questo si è utilizzato il software della ditta Geostru "Geostru PS parametri sismici" che, a partire dai dati di input quali Vita Nominale e Classe d'uso dell'edificio, categoria di sottosuolo e categoria topografica, restituisce i coefficienti sismici (k_h , k_v , β) che modificano in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, l'azione sismica di riferimento e quindi l'accelerazione massima attesa al sito (A_{max} in m/s^2), in relazione ai T_r considerati.

I risultati restituiti dal programma sono stati riportati nell'appendice 5, con gli spettri di risposta della categoria di normativa.

4.4 - effetti sismici di sito: sicurezza nei confronti della liquefazione

Le indagini a disposizione nella zona di intervento evidenziano la presenza di un sottosuolo costituito da terreni sostanzialmente argilloso-limosi (figura seguente), da consistenti a molto consistenti, per cui non suscettibili di fenomeni di liquefazione in campo sismico.

Anche la carta M.O.P.S. estratta dalla Variante al R.U. del 2016, riportata nel precedente paragrafo, classifica l'area in esame come zona stabile, priva di un alto contrasto di impedenza sismica, e non segnala la possibilità di occorrenza di effetti sismici di sito quale la liquefazione dinamica dei terreni.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni)

capitolo 7.11.3.4.2, le verifiche di suscettibilità alla liquefazione potranno essere omesse in quanto i dati acquisiti portano a verificare le circostanze di cui al punto 4.

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001,				Rapporti granulometrici		
ANALISI GRANULOMETRICA				USCS	UNI	
(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 42						
COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)			GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME				0.0%	0.0%
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50		SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20		12.5%	13.8%
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20	LIMO	> 2 μ	> 2 μ
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00		63.9%	62.6%
				ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
					23.6%	23.6%

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, C				Rapporti granulometrici		
ANALISI GRANULOMETRICA				USCS	UNI	
(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422						
COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)			GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME				0.0%	0.0%
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50		SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20		27.8%	34.8%
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20	LIMO	> 2 μ	> 2 μ
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00		56.9%	49.9%
				ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
					15.3%	15.3%

5 – CONSIDERAZIONI SUL VINCOLO IDROGEOLOGICO E SULLA GESTIONE DELLE TERRE DA SCAVO

Ai fini del Vincolo Idrogeologico, nel presente paragrafo si valutano le eventuali interferenze tra le operazioni in progetto e l'equilibrio geomorfologico dei terreni vincolati ai sensi del D.P.G.R. 48/R del 2003 e s.m.i. Si riferisce inoltre sulla gestione delle terre da scavo ai sensi del D.Lgs. 152/2006

5.1 – scavi, riporti ed analisi ambientali

Dalla planimetria degli sterri e riporti redatta dal progettista, si rileva che una parte dei terreni di scavo, per un volume di 996 m³ saranno temporaneamente accumulati in sito per poi essere riutilizzati per rimodellamenti all'interno dello stesso cantiere

Le aree di accumulo temporaneo del terreno da riutilizzare, sono state individuate nella stessa tavola progettuale degli sterri e riporti. Tali aree sono costituite da un substrato saldo, non presentano alcuna criticità di tipo geomorfologico o idrogeologico, sono distanti da scarpate o zone acclivi e non sono attraversate da linee di scolo delle acque. Ne discende che l'accumulo temporaneo di terreni al loro interno non potrà creare alcuno squilibrio geomorfologico nè pregiudizio al corretto scorrimento delle acque.

Il terreno accumulato sarà riutilizzato nell'ambito del cantiere per il riempimento delle depressioni realizzate per la rimozione delle vecchie strutture di fondazione, per riportare il piano di campagna circa allo stesso livello del piano di calpestio dei fabbricati demoliti.

Ad ultimazione dei movimenti terra la conformazione dei terreni di riporto sarà perciò piana.

I terreni in esubero saranno conferiti in discarica.

Ai fini del riutilizzo in situ di una parte dei terreni escavati, la committenza ha già provveduto ad effettuare specifici campionamenti ed analisi chimiche dei terreni da escavare.

I risultati delle analisi sono riportati in una apposita relazione sulle terre e rocce da scavo prodotta dalla Ditta GeoChemicLab (allegata agli elaborati progettuali): tale relazione documenta che la percentuale in peso di materiale antropico sul totale è inferiore al 20%, che il terreno risulta non contaminato e che non sono superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla colonna A della Tabella 1, all. 5 titolo V parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.

Sulla base di questi risultati si conclude che è possibile il riutilizzo nello stesso sito delle terre escavate, in deroga alla normativa sui rifiuti, in forza del comma 1 Art. 185 del D.Lgs. 152/2006 e s.m., in quanto è stata verificata l'assenza di contaminazione con riferimento alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

I rimanenti terreni in esubero potranno essere conferiti in discarica autorizzata con la qualifica di rifiuto speciale non pericoloso. Per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione sulla caratterizzazione delle terre e rocce allegata agli elaborati progettuali.

5.2 – stabilità dei terreni

Le verifiche della stabilità globale del pendio e della stabilità opera-terreno, nelle fasi pre e post-intervento ed in quella di cantiere, sono state condotte dal Progettista delle strutture, scegliendo le situazioni più critiche e nelle condizioni più cautelative.

In particolare è stata esaminata la stabilità della nuova opera di sostegno a Nord dell'edificio, del tratto di versante riprofilato a Sud-est, e dell'intero versante a partire da un ampio tratto a monte dell'edificio, rappresentativo dell'andamento globale del pendio.

Tutte le verifiche, condotte come da normativa, hanno fornito fattori di sicurezza superiori al minimo di legge con un buon margine di affidabilità. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali.

A tergo dell'opera di sostegno a Nord dell'edificio è stata prevista la realizzazione di un idoneo drenaggio per l'allontanamento delle acque di infiltrazione superficiale provenienti da monte.

Gli interventi in progetto non configurano alcuna interferenza col regime di scorrimento delle acque subsuperficiali, data l'assenza della falda freatica nel volume geotecnico significativo.

5.3 - Regimazione delle acque superficiali

L'aspetto che riguarda il corretto scorrimento delle acque superficiali è stato affrontato e sviluppato dallo Studio Colucci, incaricato della progettazione architettonica, che ha redatto

uno specifico elaborato descrittivo dei sistemi di raccolta, regimazione e corretto smaltimento dei deflussi meteorici, al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Si può concludere che gli interventi in progetto non indurranno nessuna alterazione dell'equilibrio geomorfologico dell'area di intervento né creeranno alcun pregiudizio alle condizioni di stabilità generale. Viste le caratteristiche di stabilità dei luoghi, si conclude che l'intervento di progetto manterrà inalterato l'equilibrio geomorfologico dei luoghi esaminati.

CONCLUSIONI

Dal complesso delle indagini geologico-tecniche effettuate non si sono rilevate particolari problematiche geologiche che possano limitare la realizzazione delle opere in progetto, né l'intervento potrà dar luogo ad alterazioni della stabilità o dell'assetto geologico dell'area.

A partire dai risultati delle indagini geologico-tecniche effettuate, conformi al D.M. 17 gennaio 2018, il progettista potrà sviluppare la relazione geotecnica con le opportune verifiche ai sensi delle N.T.C.

Sulla base dei risultati ottenuti e nei limiti di quanto sopra esposto, si conclude che l'intervento in progetto è compatibile con il contesto geologico nel quale si inserisce. In fase di esecuzione dei lavori siamo disponibili ad effettuare un nuovo sopralluogo per verificare con la Direzione Lavori quanto interpretato sulla base dei risultati della presente indagine.

Geol. Francesca Franchi

Ponsacco, Novembre 2020

Log Stratigrafico del Sondaggio Geognostico

S1-DH (BHc-102/20) Profondità 30,00 m

Committente: Comune di Santa Maria a Monte

Richiedente:

Commessa n°: 20 087

Cantiere: Santa Maria a Monte (PI)

Operatore: Sig. Vito Stabile

Sondaggio n°: S1-DH

Coordinate (Gauss-Boaga): X=1636102,8411 Y=4839986,1581

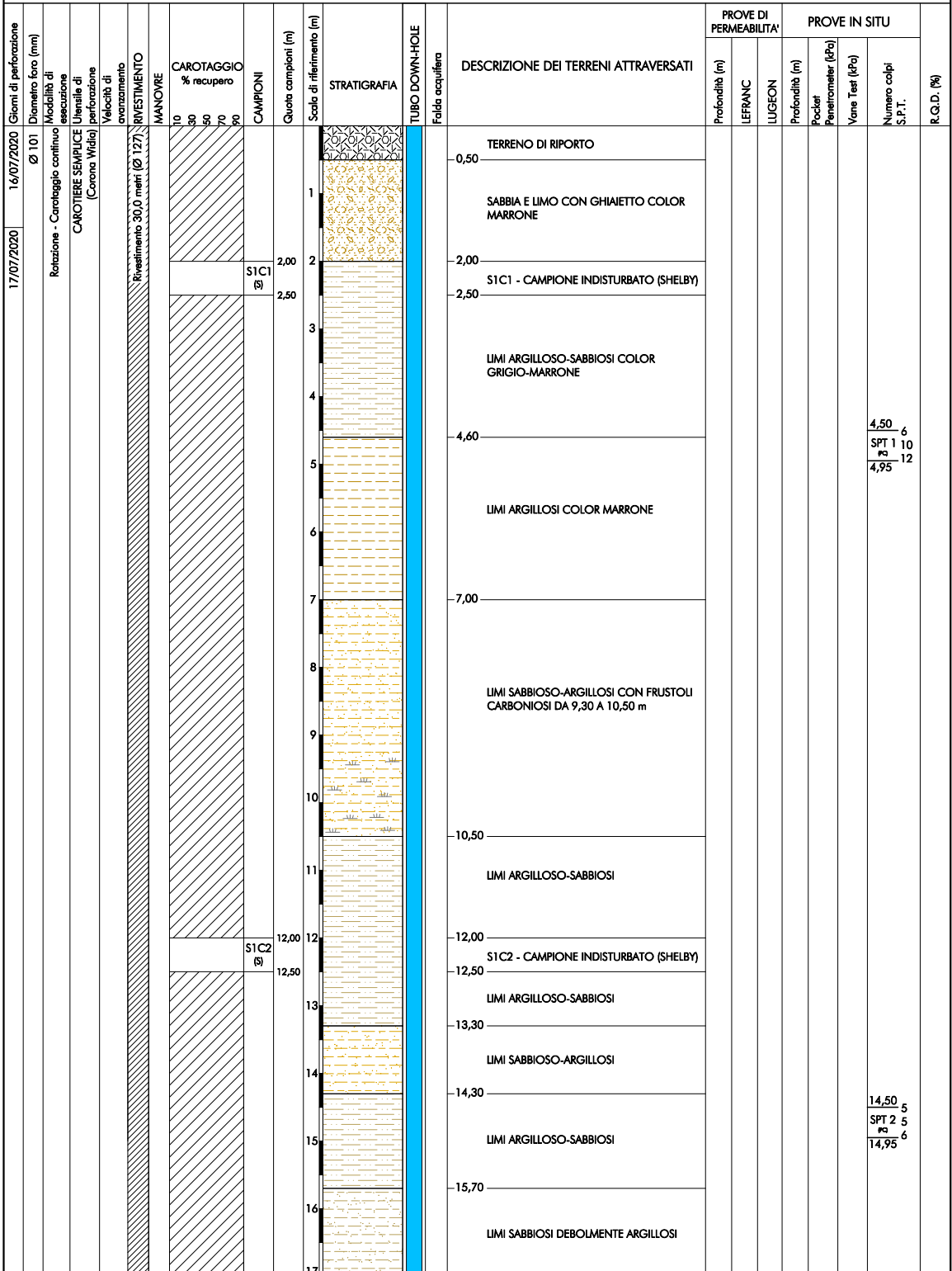
Data inizio lavori: 16 Luglio 2020

Data fine lavori: 20 Luglio 2020

Attrezzatura: SONDA COMACCHIO GEO 405

Profondità foro (m): 30,0 metri

Quota: ≈ 105,4 m.s.l.m. (da CTR)



CAMPIONI:

S = Shelby (n° 2)

D = Denison (n°)

O = Osterberg (n°)

P = Percussione (n°)

M = Mazier (n°)

R = Rimanecciati (n°)

SD = Semidisturbati (n°)

CL = Litoide (n°)

NOTE:

Cassette:

n. 6

SPT eseguiti:

2

Pozzetto d'ispezione: SI (non carabile)

Dati stratigrafici forniti dal Geol. Andrea Gambini

Piezometro (Ø 4")

-

Piezometro di Casagrande:

-

Tubo inclinometrico (Ø 88,9):

-

Tubo Down-Hole (Ø 88,9):

30,00 m

MISURA FALDA ACQUIFERA:

-Non rilevata

Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Luigi GiannatteliDirettore Tecnico:
Dott. Geol. Francesco RossiSperimentatore:
Dott. Geol. Andrea Gambini

Committente: Comune di Santa Maria a Monte

Richiedente:

Commessa n°: 20 087

Cantiere: Santa Maria a Monte (PI)

Operatore: Sig. Vito Stabile

Sondaggio n°: S1-DH

Coordinate (Gauss-Boaga): X=1636102,8411 Y=4839986,1581

Data inizio lavori: 16 Luglio 2020

Data fine lavori: 20 Luglio 2020

Attrezzatura: SONDA COMACCHIO GEO 405

Profondità foro (m): 30,0 metri

Quota: ≈ 105,4 m.s.l.m. (da CTR)

Giorni di perforazione	Diámetro foro (mm)	Modalità di esecuzione	Utenziale di perforazione	Velocità di avanzamento	RVESTIMENTO	MANOVRE	CAROTTAGGIO % recupero	CAMPIONI	Quote campioni (m)	Scala di riferimento (m)	STRATIGRAFIA	TUBO DOWN-HOLE	Falda acquifera	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PROVE DI PERMEABILITA'			PROVE IN SITU										
															Profondità (m)	LEFRANC	LUGEON	Profondità (m)	Pocket Permeometer (kPa)	Vane Test (kPa)	Numero colpi S.P.T.	R.Q.D. (%)						
17/07/2020	Ø 101	Rotazione - Carottaggio continuo	CAROTTIERE SEMPLICE (Corona Wiedia)	Rivestimento 30,0 metri (Ø 127)										17,00	LIMI ARGILLOSI DEBOLMENTE SABBIOSI													
														17,50	PASSAGGIO AD ARGILLE GRIGIE													
														18,00	ARGILLE GRIGIE CONSISTENTI CON MATERIALE ORGANICO (TORBA)													
														19,80	LIMI SABBIOSI DEBOLMENTE ARGILLOSI													
														20,20	LIMI ARGILLOSI CON LIVELLI DI GHIAIETTO BIANCASTRO													
														21,70	LIMI ARGILLOSI CON LIVELLI DI GHIAIETTO BIANCASTRO													
														22,00	LIMI ARGILLOSI CON LIVELLI DI GHIAIETTO BIANCASTRO													
														23,00	LIMI SABBIOSI DEBOLMENTE ARGILLOSI TALORA CON GHIAIETTO													
														24,00	LIMI SABBIOSI DEBOLMENTE ARGILLOSI TALORA CON GHIAIETTO													
														25,00	ARGILLA GRIGIA													
														25,60	ARGILLA GRIGIA													
														26,00	LIMI SABBIOSI CON GHIAIA													
														27,00	LIMI SABBIOSI CON GHIAIA													
														28,00	LIMI SABBIOSI CON GHIAIA													
														28,80	LIMI SABBIOSI CON GHIAIA													
														29,00	SABBIE CON GHIAIETTO													
														30,00	FINE PERFORAZIONE													
														31,00	FINE PERFORAZIONE													
														32,00	FINE PERFORAZIONE													
														33,00	FINE PERFORAZIONE													

 CAMPIONI:
 S = Shelby (n° 2) D = Denison (n°)
 O = Osterberg (n°) P = Percussione (n°)
 M = Mazier (n°) R = Rimaneggiati (n°)
 SD = Semidisturbati (n°) CL = Litoide (n°)

 NOTE:
 Cassette: n. 6
 SPT eseguiti: 2
 Pozzetto d'ispezione: SI (non carrabile)
 Dati stratigrafici forniti dal Geol. Andrea Gambini

Piezometro (Ø 4")	-
Piezometro di Casagrande	-
Tubo inclinometrico (Ø 88,9)	-
Tubo Down-Hole (Ø 88,9)	30,00 m

 MISURA FALDA ACQUIFERA:
 -Non rilevata

 Direttore del Laboratorio:
 Dott. Geol. Luigi Giannattelli

 Direttore Tecnico:
 Dott. Geol. Francesco Rossi

 Sperimentatore:
 Dott. Geol. Andrea Gambini

INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE E ANALISI DI LABORATORIO PER LA "REDAZIONE DEL PROGETTO SPAZIO INSIEME ZEROCENTOVENTI SAN SEBASTIANO – LOTTO 1"



Fig. 1: Sondaggio S1-DH – Cassetta 1 (0,00 – 5,00 metri)



Fig. 2: Sondaggio S1-DH – Cassetta 2 (5,00 – 10,0 metri)



Fig. 3: Sondaggio S1-DH – Cassetta 3 (10,0 – 15,0 metri)



Fig. 4: Sondaggio S1-DH – Cassetta 4 (15,0 – 20,0 metri)



Fig. 5: Sondaggio S1-DH – Cassetta 5 (20,0 – 25,0 metri)

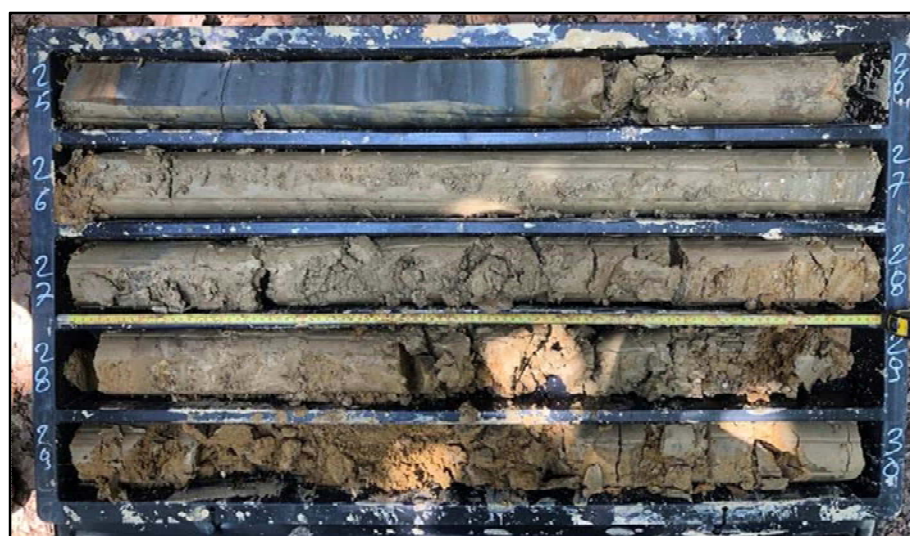


Fig. 6: Sondaggio S1-DH – Cassetta 6 (25,0 – 30,0 metri)

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21
OS 20 - B


Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464



Cert. No. 98514-2011-AQ-
ITA-ACCREDIA

**Elaborazione delle Prove
Penetrometriche Statiche (CPTm)**

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

Strumento utilizzato:
TG63-200 - Pagani - Piacenza

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kg/cm}^2 \text{)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione CT .

N.B. : nonostante la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata alla stessa quota della punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

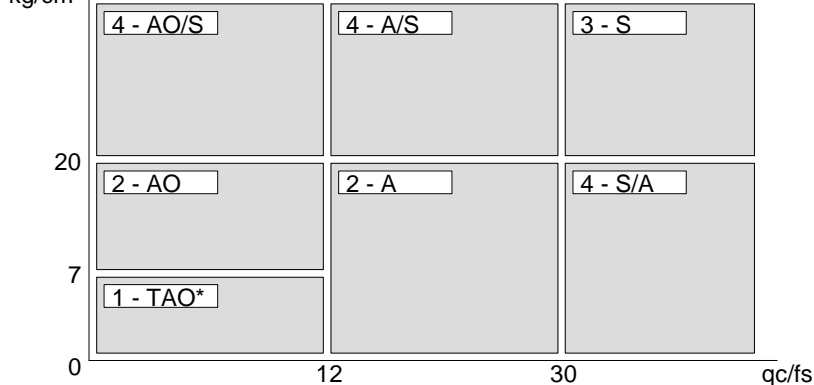
- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$q_c \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI
 $q_c \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI

anche se (q_c / f_s) > 30
 anche se (q_c / f_s) < 30



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
 (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
 (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
 Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
 Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
 [correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- \emptyset' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : \emptyset' - D_r - q_c - σ'_{vo})
 \emptyset'_{Ca} - Caquot (1948) \emptyset'_{Ko} - Koppejan (1948)
 \emptyset'_{DB} - De Beer (1965) \emptyset'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 \emptyset'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) \emptyset'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
 (g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]
- V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI**

CPT

PSD.1

riferimento

200722A

certificato n°

CPT055/20

Committente: **Comune di Santa Maria a Monte**
Cantiere: **Indagini geognostiche Spazio Insieme**
Località: **Santa Maria a Monte (PI)**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: 22/07/2020

Pagina: 1

Data certificato: 23/07/2020

Elaborato:

Falda: Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0	0	0.0	0.00										
0.40	101.0	143.0	0	101.0	2.80	36	2.8								
0.60	82.0	134.0	0	82.0	3.47	24	4.2								
0.80	70.0	139.0	0	70.0	4.60	15	6.6								
1.00	50.0	95.0	0	50.0	3.00	17	6.0								
1.20	62.0	117.0	0	62.0	3.67	17	5.9								
1.40	38.0	71.0	0	38.0	2.20	17	5.8								
1.60	39.0	75.0	0	39.0	2.40	16	6.2								
1.80	48.0	84.0	0	48.0	2.40	20	5.0								
2.00	57.0	114.0	0	57.0	3.80	15	6.7								
2.20	75.0	129.0	0	75.0	3.60	21	4.8								
2.40	51.0	87.0	0	51.0	2.40	21	4.7								
2.60	63.0	110.0	0	63.0	3.13	20	5.0								
2.80	73.0	112.0	0	73.0	2.60	28	3.6								
3.00	53.0	95.0	0	53.0	2.80	19	5.3								
3.20	70.0	118.0	0	70.0	3.20	22	4.6								
3.40	46.0	92.0	0	46.0	3.07	15	6.7								
3.60	50.0	85.0	0	50.0	2.33	21	4.7								
3.80	52.0	108.0	0	52.0	3.73	14	7.2								
4.00	45.0	93.0	0	45.0	3.20	14	7.1								
4.20	46.0	90.0	0	46.0	2.93	16	6.4								
4.40	46.0	85.0	0	46.0	2.60	18	5.7								
4.60	48.0	94.0	0	48.0	3.07	16	6.4								
4.80	57.0	98.0	0	57.0	2.73	21	4.8								
5.00	68.0	120.0	0	68.0	3.47	20	5.1								
5.20	49.0	107.0	0	49.0	3.87	13	7.9								
5.40	43.0	87.0	0	43.0	2.93	15	6.8								
5.60	46.0	85.0	0	46.0	2.60	18	5.7								
5.80	34.0	68.0	0	34.0	2.27	15	6.7								
6.00	30.0	69.0	0	30.0	2.60	12	8.7								
6.20	35.0	74.0	0	35.0	2.60	13	7.4								
6.40	35.0	67.0	0	35.0	2.13	16	6.1								
6.60	52.0	84.0	0	52.0	2.13	24	4.1								
6.80	40.0	76.0	0	40.0	2.40	17	6.0								
7.00	41.0	77.0	0	41.0	2.40	17	5.9								
7.20	38.0	67.0	0	38.0	1.93	20	5.1								
7.40	39.0	66.0	0	39.0	1.80	22	4.6								
7.60	33.0	58.0	0	33.0	1.67	20	5.1								
7.80	60.0	89.0	0	60.0	1.93	31	3.2								
8.00	25.0	61.0	0	25.0	2.40	10	9.6								
8.20	59.0	76.0	0	59.0	1.13	52	1.9								
8.40	51.0	80.0	0	51.0	1.93	26	3.8								
8.60	78.0	130.0	0	78.0	3.47	22	4.4								

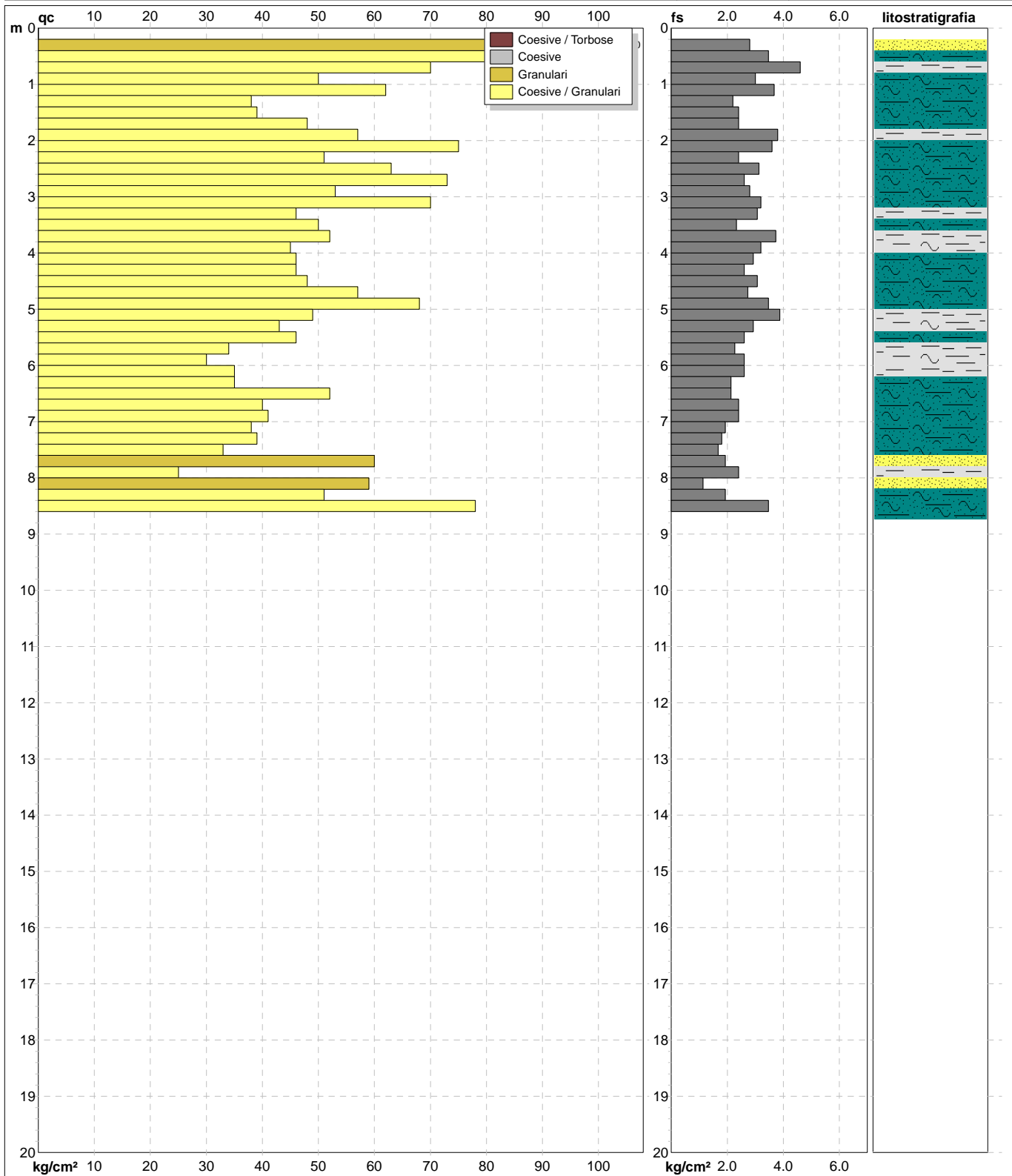
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	PSD.1
riferimento	200722A
certificato n°	CPT055/20

Committente: Comune di Santa Maria a Monte	U.M.: kg/cm²	Data eseg.: 22/07/2020
Cantiere: Indagini geognostiche Spazio Insieme	Scala: 1:100	Data certificato: 23/07/2020
Località: Santa Maria a Monte (PI)	Pagina: 1	Quota inizio: piano campagna
	Elaborato:	Falda: Assente



	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
	Penetrometro: TG63-200	Corr.astine: kg/ml
	Responsabile: Dott. Geol. Andrea Gambini	Cod.ISTAT: 050035
	Assistente:	Cod. punta:

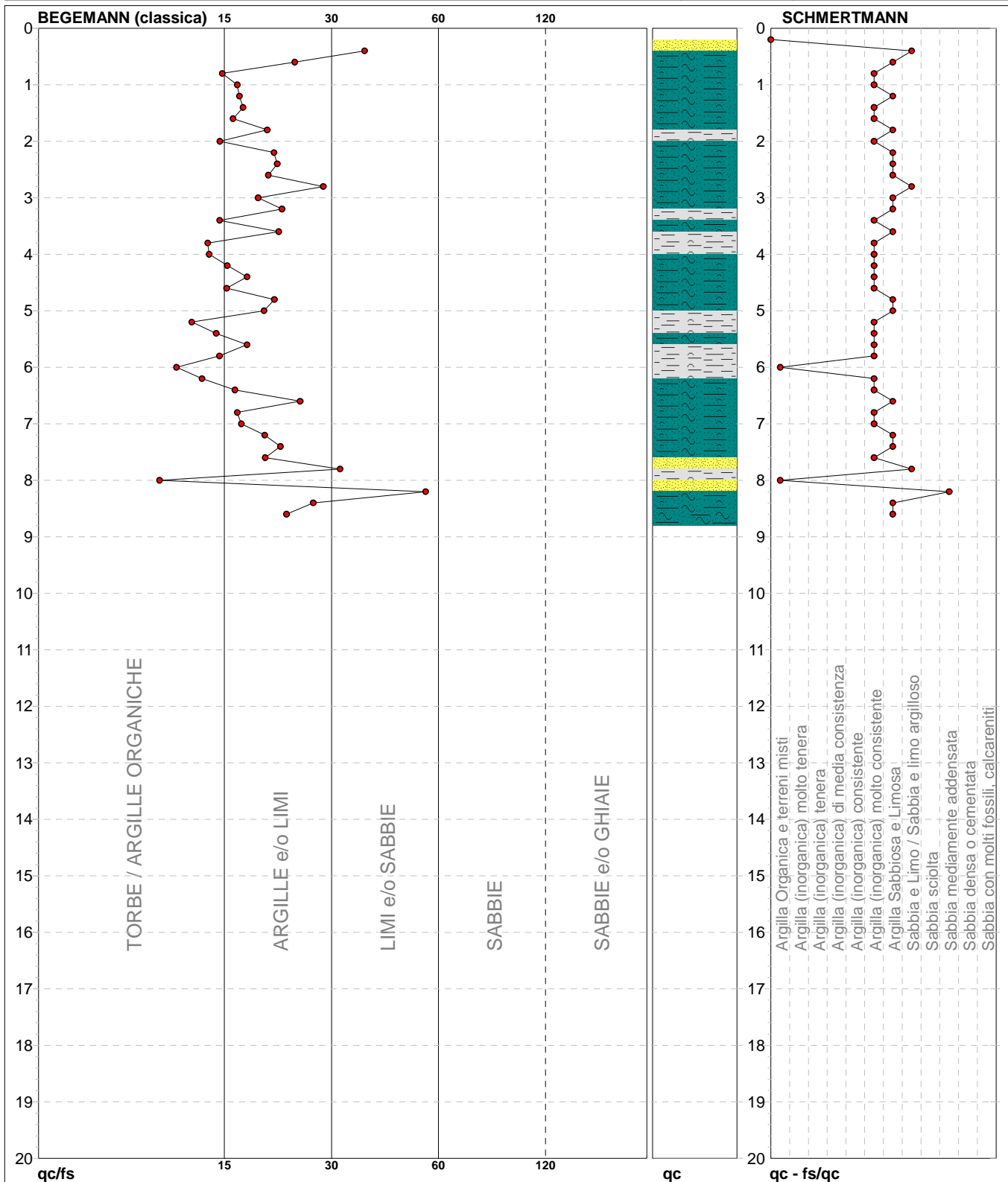
nota: Perforo attrezzato con piezometro

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	PSD.1
referimento	200722A
certificato n°	CPT055/20

Committente: **Comune di Santa Maria a Monte**
Cantiere: **Indagini geognostiche Spazio Insieme**
Località: **Santa Maria a Monte (PI)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: **22/07/2020**
Scala: **1:100** Data certificato: **23/07/2020**
Pagina: **1**
Elaborato: Falda: **Assente**



Torbe / Argille org. :	68 punti, 68.69%	Argilla Organica e terreni misti:	2 punti, 2.02%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	16 punti, 16.16%
Argille e/o Limi :	29 punti, 29.29%	Argilla (inorganica) molto consist.:	20 punti, 20.20%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	3 punti, 3.03%
Limi e/o Sabbie :	3 punti, 3.03%			Sabbia mediamente addensata:	1 punti, 1.01%

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI**

CPT	PSD.2
riferimento	200722A
certificato n°	CPT056/20

Committente: Comune di Santa Maria a Monte	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 22/07/2020
Cantiere: Indagini geognostiche Spazio Insieme	Pagina: 1	Data certificato: 23/07/2020
Località: Santa Maria a Monte (PI)	Elaborato:	Falda: Assente

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0	0	0.0	0.00										
0.40	76.0	131.0	0	76.0	3.67	21	4.8								
0.60	114.0	161.0	0	114.0	3.13	36	2.7								
0.80	68.0	127.0	0	68.0	3.93	17	5.8								
1.00	65.0	130.0	0	65.0	4.33	15	6.7								
1.20	60.0	111.0	0	60.0	3.40	18	5.7								
1.40	40.0	68.0	0	40.0	1.87	21	4.7								
1.60	40.0	70.0	0	40.0	2.00	20	5.0								
1.80	39.0	74.0	0	39.0	2.33	17	6.0								
2.00	38.0	75.0	0	38.0	2.47	15	6.5								
2.20	42.0	80.0	0	42.0	2.53	17	6.0								
2.40	27.0	50.0	0	27.0	1.53	18	5.7								
2.60	63.0	112.0	0	63.0	3.27	19	5.2								
2.80	65.0	118.0	0	65.0	3.53	18	5.4								
3.00	60.0	98.0	0	60.0	2.53	24	4.2								
3.20	46.0	90.0	0	46.0	2.93	16	6.4								
3.40	45.0	88.0	0	45.0	2.87	16	6.4								
3.60	43.0	90.0	0	43.0	3.13	14	7.3								
3.80	47.0	88.0	0	47.0	2.73	17	5.8								
4.00	46.0	85.0	0	46.0	2.60	18	5.7								
4.20	45.0	90.0	0	45.0	3.00	15	6.7								
4.40	53.0	94.0	0	53.0	2.73	19	5.2								
4.60	48.0	96.0	0	48.0	3.20	15	6.7								
4.80	48.0	97.0	0	48.0	3.27	15	6.8								
5.00	58.0	112.0	0	58.0	3.60	16	6.2								
5.20	53.0	105.0	0	53.0	3.47	15	6.5								
5.40	54.0	105.0	0	54.0	3.40	16	6.3								
5.60	50.0	100.0	0	50.0	3.33	15	6.7								
5.80	30.0	66.0	0	30.0	2.40	13	8.0								
6.00	28.0	50.0	0	28.0	1.47	19	5.3								
6.20	32.0	60.0	0	32.0	1.87	17	5.8								
6.40	35.0	70.0	0	35.0	2.33	15	6.7								
6.60	56.0	85.0	0	56.0	1.93	29	3.4								
6.80	58.0	94.0	0	58.0	2.40	24	4.1								
7.00	44.0	77.0	0	44.0	2.20	20	5.0								
7.20	42.0	75.0	0	42.0	2.20	19	5.2								
7.40	40.0	65.0	0	40.0	1.67	24	4.2								
7.60	49.0	80.0	0	49.0	2.07	24	4.2								
7.80	75.0	142.0	0	75.0	4.47	17	6.0								
8.00	76.0	148.0	0	76.0	4.80	16	6.3								

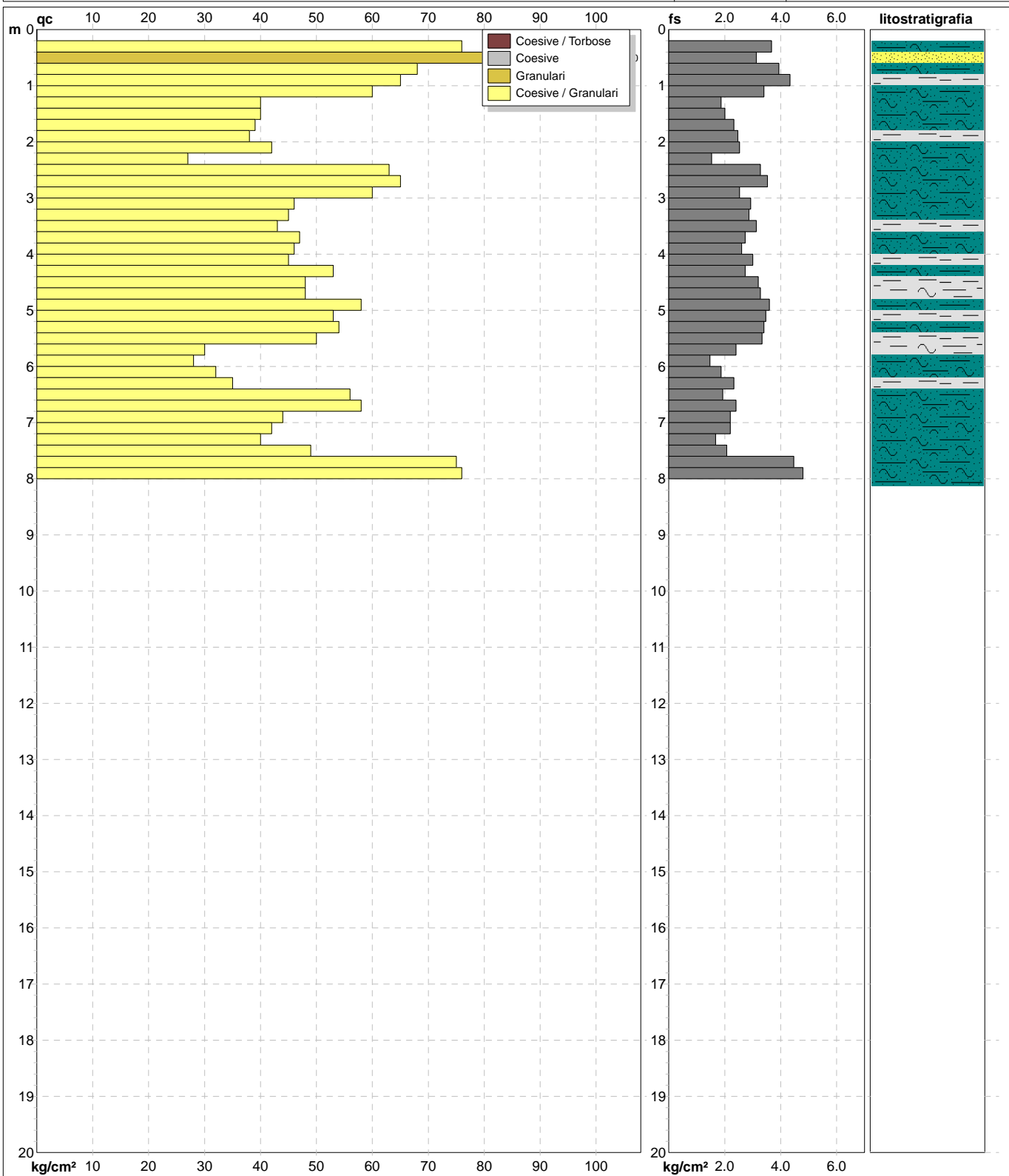
H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	PSD.2
riferimento	200722A
certificato n°	CPT056/20

Committente: Comune di Santa Maria a Monte	U.M.: kg/cm²	Data eseg.: 22/07/2020
Cantiere: Indagini geognostiche Spazio Insieme	Scala: 1:100	Data certificato: 23/07/2020
Località: Santa Maria a Monte (PI)	Pagina: 1	Quota inizio: piano campagna
	Elaborato:	Falda: Assente



Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
Penetrometro: TG63-200	Corr.astine: kg/ml
Responsabile: Dott. Geol. Andrea Gambini	Cod.ISTAT: 050035
Assistente:	Cod. punta:

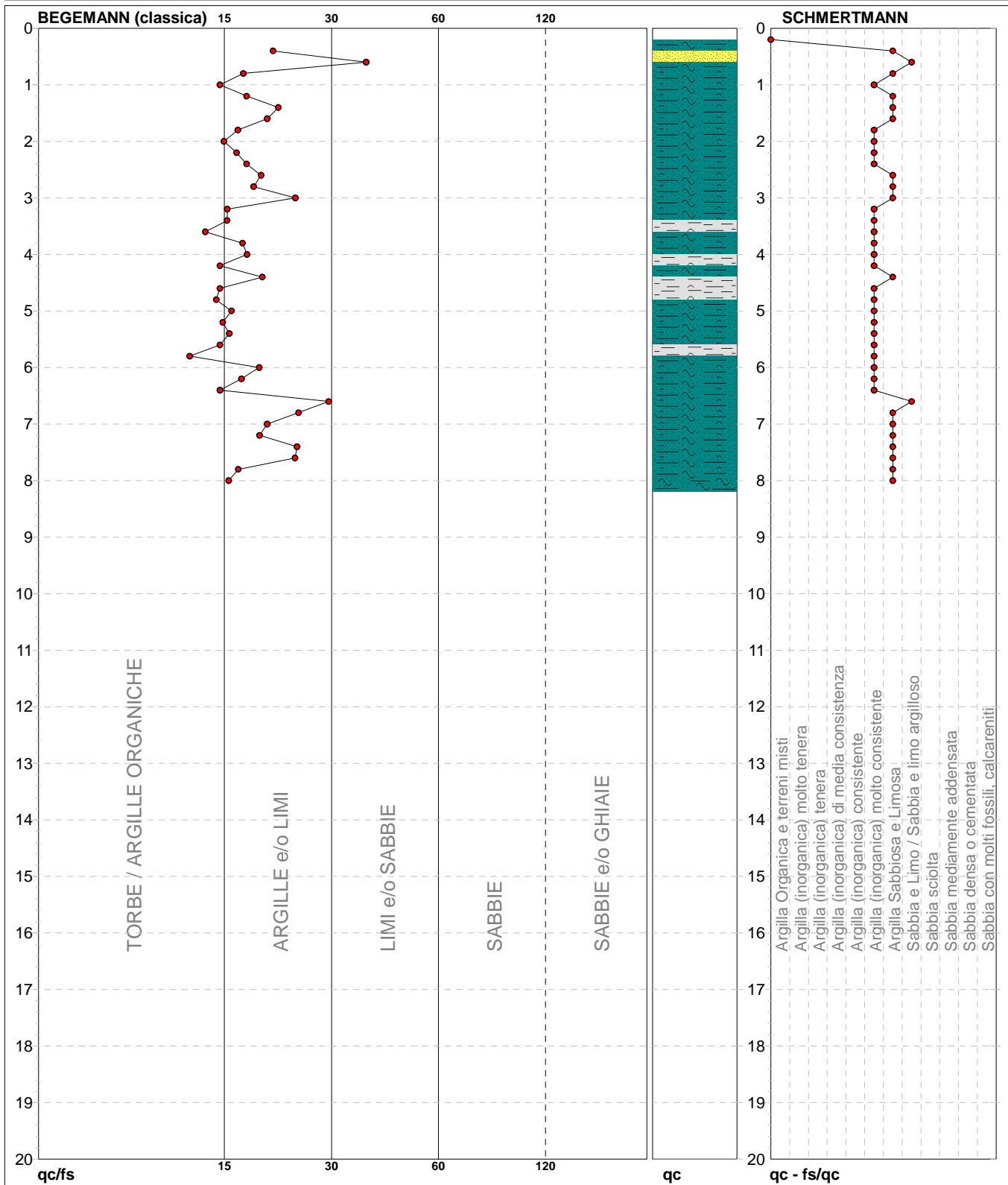
nota: Foro chiuso a -5,10 metri dal p.c.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	PSD.2
referimento	200722A
certificato n°	CPT056/20

Committente: **Comune di Santa Maria a Monte**
 Cantiere: **Indagini geognostiche Spazio Insieme**
 Località: **Santa Maria a Monte (PI)**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: **22/07/2020**
 Scala: **1:100** Data certificato: **23/07/2020**
 Pagina: **1**
 Elaborato: Falda: **Assente**



Torbe / Argille org. :	66 punti, 66.67%	Argilla (inorganica) molto consist.:	21 punti, 21.21%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	16 punti, 16.16%
Argille e/o Limi :	33 punti, 33.33%			Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	2 punti, 2.02%
Limi e/o Sabbie :	1 punti, 1.01%				

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21
OS 20- B


Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464



Cert. No. 98514-2011-AQ-
ITA-ACCREDIA

Allegato D

**Elaborazione delle Prove Penetrometriche
Dinamiche Super-Pesanti (DPSH)**

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,0000 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = $(MH)/(A\delta) = 11,91$ kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm²)
 COEFF.TEORICO RENDIMENTO $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ (teoricamente : Nspt = $\beta_t N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
 e = infissione per colpo = δ / N

M = massa battente (altezza caduta H)
 P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa \approx 0,1 MPa
 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN PSD.1

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Perforo attrezzato con piezometro

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	10,00 - 10,20	12	50,0	11
0,20 - 0,40	1	7,4	1	10,20 - 10,40	11	45,8	11
0,40 - 0,60	1	7,4	1	10,40 - 10,60	13	54,2	11
0,60 - 0,80	1	7,4	1	10,60 - 10,80	15	62,5	11
0,80 - 1,00	1	6,9	2	10,80 - 11,00	15	59,8	12
1,00 - 1,20	1	6,9	2	11,00 - 11,20	15	59,8	12
1,20 - 1,40	1	6,9	2	11,20 - 11,40	18	71,8	12
1,40 - 1,60	1	6,9	2	11,40 - 11,60	20	79,8	12
1,60 - 1,80	1	6,9	2	11,60 - 11,80	20	79,8	12
1,80 - 2,00	1	6,4	3	11,80 - 12,00	17	65,1	13
2,00 - 2,20	1	6,4	3	12,00 - 12,20	17	65,1	13
2,20 - 2,40	1	6,4	3	12,20 - 12,40	16	61,2	13
2,40 - 2,60	1	6,4	3	12,40 - 12,60	16	61,2	13
2,60 - 2,80	1	6,4	3	12,60 - 12,80	15	57,4	13
2,80 - 3,00	1	6,0	4	12,80 - 13,00	16	58,9	14
3,00 - 3,20	1	6,0	4	13,00 - 13,20	16	58,9	14
3,20 - 3,40	1	6,0	4	13,20 - 13,40	14	51,5	14
3,40 - 3,60	1	6,0	4	13,40 - 13,60	12	44,1	14
3,60 - 3,80	1	6,0	4	13,60 - 13,80	12	44,1	14
3,80 - 4,00	1	5,7	5	13,80 - 14,00	10	35,4	15
4,00 - 4,20	1	5,7	5	14,00 - 14,20	8	28,3	15
4,20 - 4,40	1	5,7	5	14,20 - 14,40	6	21,2	15
4,40 - 4,60	1	5,7	5	14,40 - 14,60	10	35,4	15
4,60 - 4,80	1	5,7	5	14,60 - 14,80	8	28,3	15
4,80 - 5,00	1	5,3	6	14,80 - 15,00	8	27,3	16
5,00 - 5,20	1	5,3	6	15,00 - 15,20	8	27,3	16
5,20 - 5,40	1	5,3	6	15,20 - 15,40	13	44,4	16
5,40 - 5,60	1	5,3	6	15,40 - 15,60	17	58,0	16
5,60 - 5,80	1	5,3	6	15,60 - 15,80	20	68,3	16
5,80 - 6,00	1	5,1	7	15,80 - 16,00	21	69,2	17
6,00 - 6,20	1	5,1	7	16,00 - 16,20	24	79,1	17
6,20 - 6,40	1	5,1	7	16,20 - 16,40	28	92,2	17
6,40 - 6,60	1	5,1	7	16,40 - 16,60	30	98,8	17
6,60 - 6,80	1	5,1	7	16,60 - 16,80	30	98,8	17
6,80 - 7,00	1	4,8	8	16,80 - 17,00	30	95,5	18
7,00 - 7,20	1	4,8	8	17,00 - 17,20	36	114,6	18
7,20 - 7,40	1	4,8	8	17,20 - 17,40	38	121,0	18
7,40 - 7,60	1	4,8	8	17,40 - 17,60	33	105,1	18
7,60 - 7,80	1	4,8	8	17,60 - 17,80	29	92,3	18
7,80 - 8,00	1	4,6	9	17,80 - 18,00	29	89,3	19
8,00 - 8,20	1	4,6	9	18,00 - 18,20	31	95,5	19
8,20 - 8,40	1	4,6	9	18,20 - 18,40	27	83,1	19
8,40 - 8,60	1	4,6	9	18,40 - 18,60	34	104,7	19
8,60 - 8,80	13	59,4	9	18,60 - 18,80	32	98,5	19
8,80 - 9,00	14	61,0	10	18,80 - 19,00	32	95,4	20
9,00 - 9,20	14	61,0	10	19,00 - 19,20	38	113,3	20
9,20 - 9,40	16	69,7	10	19,20 - 19,40	40	119,3	20
9,40 - 9,60	15	65,4	10	19,40 - 19,60	45	134,2	20
9,60 - 9,80	12	52,3	10	19,60 - 19,80	50	149,1	20
9,80 - 10,00	12	50,0	11				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,000 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**
- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN PSD.2

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,20	1	7,4	1	9,80 - 10,00	14	58,3	11
0,20 - 0,40	1	7,4	1	10,00 - 10,20	14	58,3	11
0,40 - 0,60	1	7,4	1	10,20 - 10,40	15	62,5	11
0,60 - 0,80	1	7,4	1	10,40 - 10,60	13	54,2	11
0,80 - 1,00	1	6,9	2	10,60 - 10,80	14	58,3	11
1,00 - 1,20	1	6,9	2	10,80 - 11,00	15	59,8	12
1,20 - 1,40	1	6,9	2	11,00 - 11,20	16	63,8	12
1,40 - 1,60	1	6,9	2	11,20 - 11,40	17	67,8	12
1,60 - 1,80	1	6,9	2	11,40 - 11,60	19	75,8	12
1,80 - 2,00	1	6,4	3	11,60 - 11,80	19	75,8	12
2,00 - 2,20	1	6,4	3	11,80 - 12,00	20	76,6	13
2,20 - 2,40	1	6,4	3	12,00 - 12,20	20	76,6	13
2,40 - 2,60	1	6,4	3	12,20 - 12,40	21	80,4	13
2,60 - 2,80	1	6,4	3	12,40 - 12,60	21	80,4	13
2,80 - 3,00	1	6,0	4	12,60 - 12,80	17	65,1	13
3,00 - 3,20	1	6,0	4	12,80 - 13,00	17	62,5	14
3,20 - 3,40	1	6,0	4	13,00 - 13,20	18	66,2	14
3,40 - 3,60	1	6,0	4	13,20 - 13,40	15	55,2	14
3,60 - 3,80	1	6,0	4	13,40 - 13,60	17	62,5	14
3,80 - 4,00	1	5,7	5	13,60 - 13,80	20	73,6	14
4,00 - 4,20	1	5,7	5	13,80 - 14,00	29	102,7	15
4,20 - 4,40	1	5,7	5	14,00 - 14,20	31	109,8	15
4,40 - 4,60	1	5,7	5	14,20 - 14,40	26	92,1	15
4,60 - 4,80	1	5,7	5	14,40 - 14,60	24	85,0	15
4,80 - 5,00	1	5,3	6	14,60 - 14,80	24	85,0	15
5,00 - 5,20	1	5,3	6	14,80 - 15,00	26	88,7	16
5,20 - 5,40	1	5,3	6	15,00 - 15,20	24	81,9	16
5,40 - 5,60	1	5,3	6	15,20 - 15,40	27	92,2	16
5,60 - 5,80	1	5,3	6	15,40 - 15,60	32	109,2	16
5,80 - 6,00	1	5,1	7	15,60 - 15,80	31	105,8	16
6,00 - 6,20	1	5,1	7	15,80 - 16,00	28	92,2	17
6,20 - 6,40	1	5,1	7	16,00 - 16,20	27	88,9	17
6,40 - 6,60	1	5,1	7	16,20 - 16,40	29	95,5	17
6,60 - 6,80	1	5,1	7	16,40 - 16,60	30	98,8	17
6,80 - 7,00	1	4,8	8	16,60 - 16,80	30	98,8	17
7,00 - 7,20	1	4,8	8	16,80 - 17,00	28	89,1	18
7,20 - 7,40	1	4,8	8	17,00 - 17,20	32	101,9	18
7,40 - 7,60	1	4,8	8	17,20 - 17,40	35	111,4	18
7,60 - 7,80	1	4,8	8	17,40 - 17,60	36	114,6	18
7,80 - 8,00	1	4,6	9	17,60 - 17,80	28	89,1	18
8,00 - 8,20	12	54,8	9	17,80 - 18,00	29	89,3	19
8,20 - 8,40	14	64,0	9	18,00 - 18,20	28	86,2	19
8,40 - 8,60	18	82,2	9	18,20 - 18,40	33	101,6	19
8,60 - 8,80	17	77,7	9	18,40 - 18,60	33	101,6	19
8,80 - 9,00	14	61,0	10	18,60 - 18,80	34	104,7	19
9,00 - 9,20	14	61,0	10	18,80 - 19,00	42	125,3	20
9,20 - 9,40	12	52,3	10	19,00 - 19,20	45	134,2	20
9,40 - 9,60	11	47,9	10	19,20 - 19,40	45	134,2	20
9,60 - 9,80	12	52,3	10	19,40 - 19,60	50	149,1	20

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,000 cm²** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PSD.1

Scala 1: 100

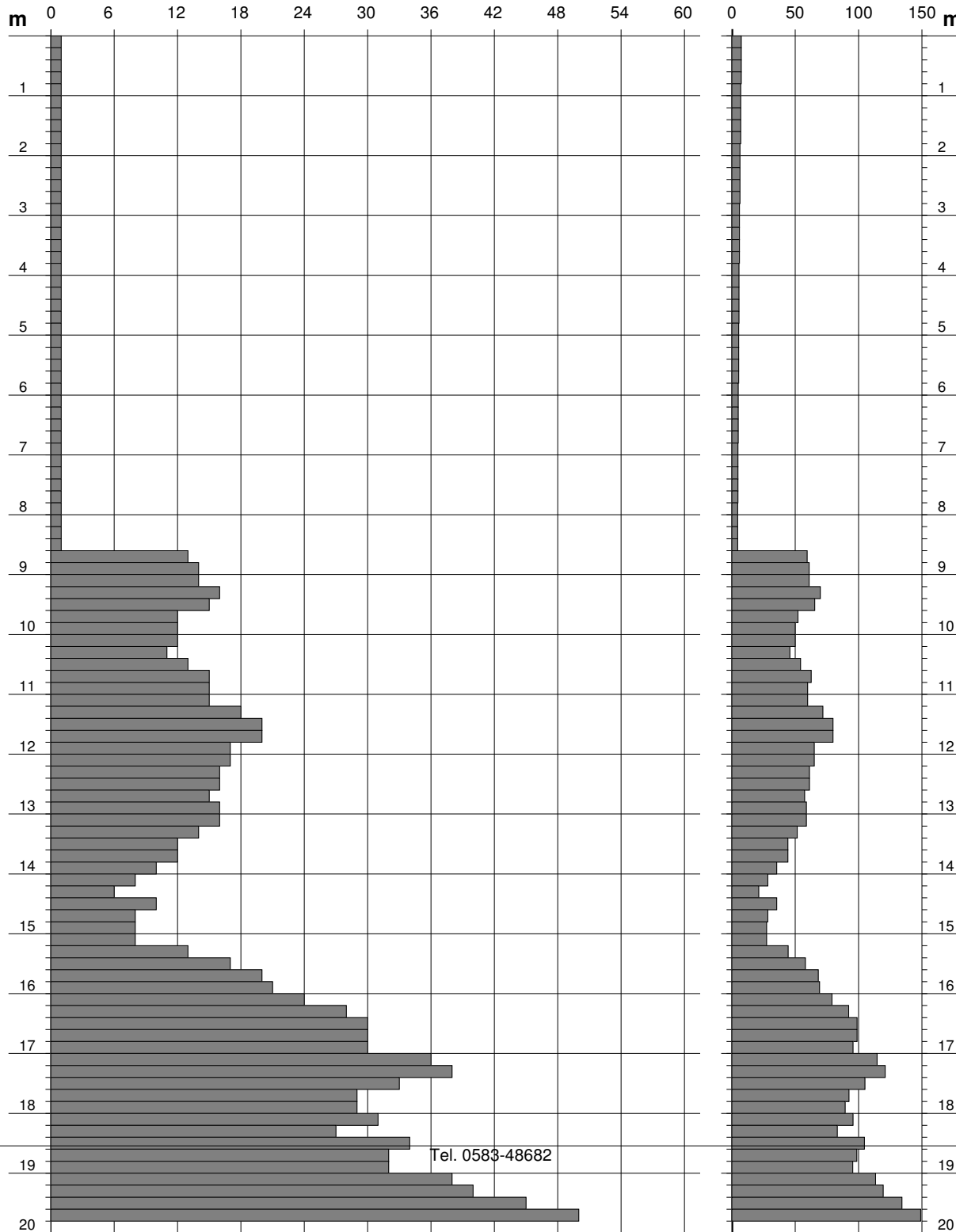
- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Perforo attrezzato con piezometro

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Tel. 0583-48682

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN PSD.2

Scala 1: 100

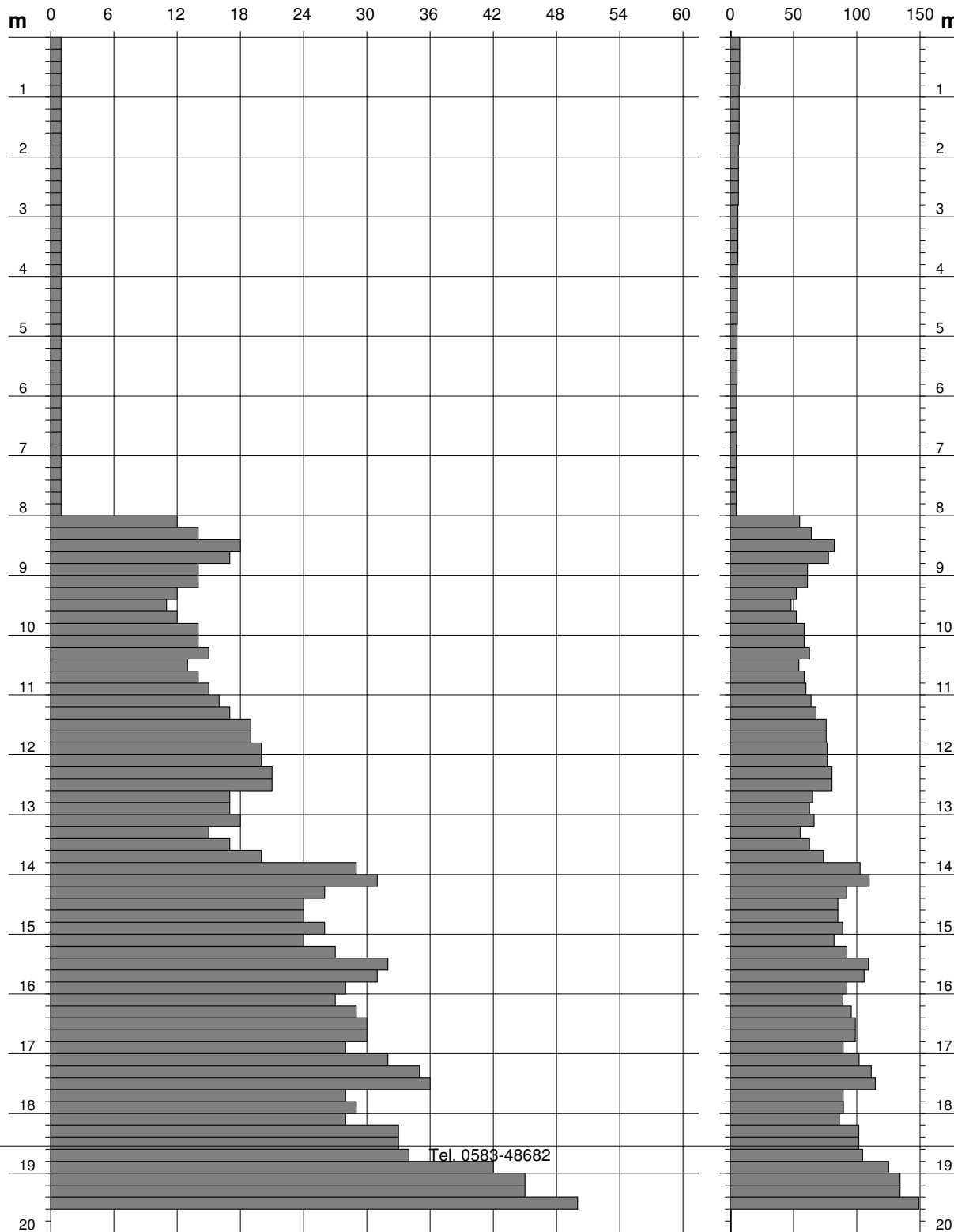
- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 20,00$ cm

Rpd (kg/cm²)



Tel. 0583-48682

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

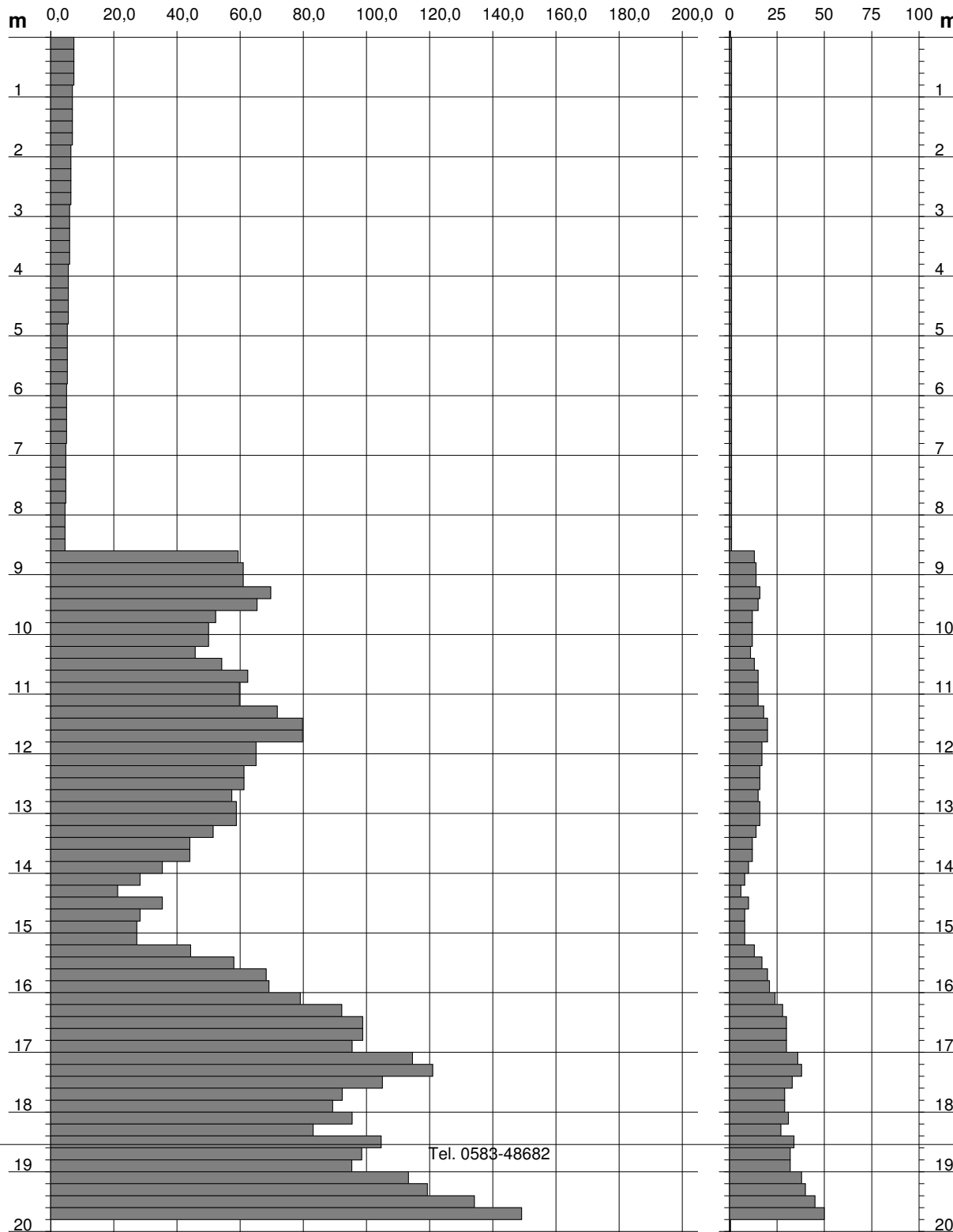
DIN PSD.1

Scala 1: 100

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



Tel. 0583-48682

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

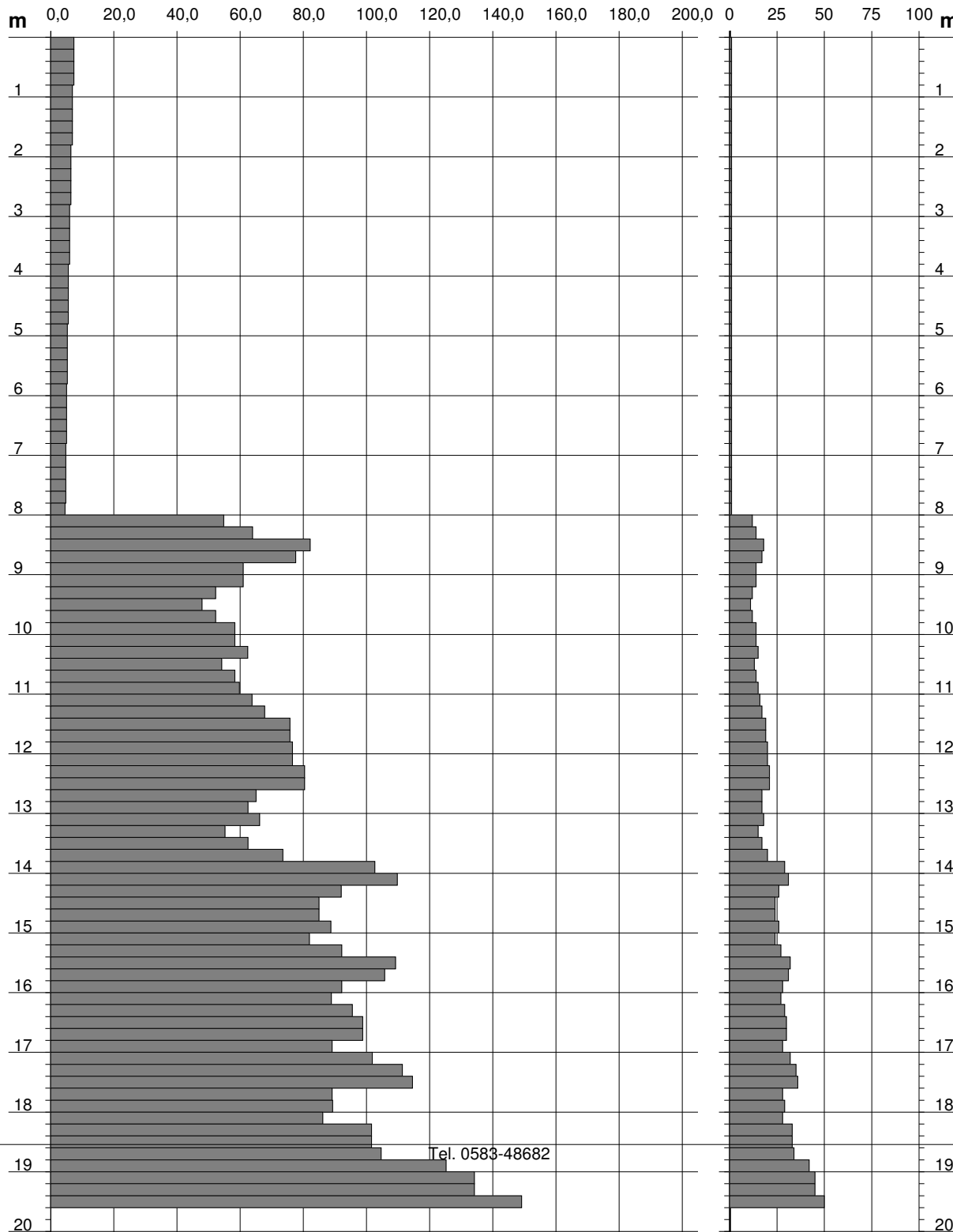
DIN PSD.2

Scala 1: 100

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi $\delta = 20,00$ cm



Tel. 0583-48682

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN PSD.1

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Perforo attrezzato con piezometro

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 8,60	N	1,0	1	1	1,0	----	1,0	1,0	1	1,52	2	
		Rpd	5,8	5	7	5,2	----	4,9	6,7	6			
2	8,60 15,60	N	13,5	6	20	9,8	3,5	10,1	17,0	14	1,52	21	
		Rpd	53,0	21	80	37,1	14,9	38,1	68,0	55			
3	15,60 19,80	N	32,2	20	50	26,1	7,2	25,0	39,5	32	1,52	49	
		Rpd	100,8	68	149	84,5	19,7	81,1	120,6	100			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
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 $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN PSD.1

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Q	Litologia	
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W			e
1	0,00	8,60	2	102	22	7	26	207	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,29	
2	8,60	15,60	21	187	126	51	33	353	2,00	1,60	1,31	126	2,03	24,0	0,648	2,75	
3	15,60	19,80	49	234	235	84	40	569	2,15	1,84	3,06	294	2,37	8,9	0,240	5,01	

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
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN PSD.2

- committente : Comune di Santa Maria a Monte
- lavoro : Indagini geognostiche Spazio Insieme
- località : Santa Maria a Monte (PI)

- data prova : 22/07/2020
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

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 8,00	N	1,0	1	1	1,0	----	1,0	1,0	1	1,52	2	
		Rpd	5,9	5	7	5,2	----	5,0	6,8				
2	8,00 13,60	N	15,9	11	21	13,5	2,9	13,1	18,8	16	1,52	24	
		Rpd	64,8	48	82	56,3	9,8	55,0	74,5				
3	13,60 19,60	N	31,2	20	50	25,6	6,8	24,4	38,0	31	1,52	47	
		Rpd	101,1	74	149	87,3	17,0	84,1	118,1				

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
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 $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN PSD.2

n°	H1	H2	NATURA GRANULARE							NATURA COESIVA					Q	Litologia
			Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W		
1	0,00	8,00	2	101	22	7	26	207	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,30
2	8,00	13,60	24	188	139	56	34	376	2,01	1,63	1,50	144	2,07	21,9	0,591	3,26
3	13,60	19,60	47	229	228	82	40	554	2,14	1,82	2,94	282	2,35	9,7	0,262	5,03

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
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972



Fig. 7: Postazione della prova penetrometrica Statica/Dinamica PSD.1



Fig. 8: Postazione della prova penetrometrica Statica/Dinamica PSD.2

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

DIN 1

- committente : COMUNE S.MARIA A MONTE
- lavoro : SCUOLA ELEMENTARE
- località : S. MARIA A MONTE-VIA S.SEBASTIANO
- note :

- data : 28/06/2019
- quota inizio : 0
- 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 - 0,30	8	61,8	----	1	5,10 - 5,40	8	44,1	----	4
0,30 - 0,60	10	77,2	----	1	5,40 - 5,70	6	30,2	----	5
0,60 - 0,90	7	54,1	----	1	5,70 - 6,00	6	30,2	----	5
0,90 - 1,20	7	47,7	----	2	6,00 - 6,30	6	30,2	----	5
1,20 - 1,50	9	61,3	----	2	6,30 - 6,60	6	30,2	----	5
1,50 - 1,80	6	40,9	----	2	6,60 - 6,90	7	35,2	----	5
1,80 - 2,10	5	34,1	----	2	6,90 - 7,20	7	32,4	----	6
2,10 - 2,40	6	40,9	----	2	7,20 - 7,50	9	41,6	----	6
2,40 - 2,70	6	36,5	----	3	7,50 - 7,80	12	55,5	----	6
2,70 - 3,00	7	42,6	----	3	7,80 - 8,10	12	55,5	----	6
3,00 - 3,30	7	42,6	----	3	8,10 - 8,40	11	50,9	----	6
3,30 - 3,60	7	42,6	----	3	8,40 - 8,70	14	59,9	----	7
3,60 - 3,90	7	42,6	----	3	8,70 - 9,00	12	51,4	----	7
3,90 - 4,20	6	33,1	----	4	9,00 - 9,30	7	30,0	----	7
4,20 - 4,50	7	38,6	----	4	9,30 - 9,60	8	34,3	----	7
4,50 - 4,80	8	44,1	----	4	9,60 - 9,90	8	34,3	----	7
4,80 - 5,10	8	44,1	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **SCPT**

- M (massa battente)= **73,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,27** cm² - D(diam. punta)= **50,80** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [δ = 30 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **SCPT**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : **SCPT**

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	M _s = 0,70 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,80 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,27 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	L _a = 1,50 m
PESO ASTE PER METRO	M _a = 7,60 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P ₁ = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 9,00 kg/cm ² (prova SPT : Q _{spt} = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,150$ (teoricamente : N _{spt} = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

R_{pd} = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

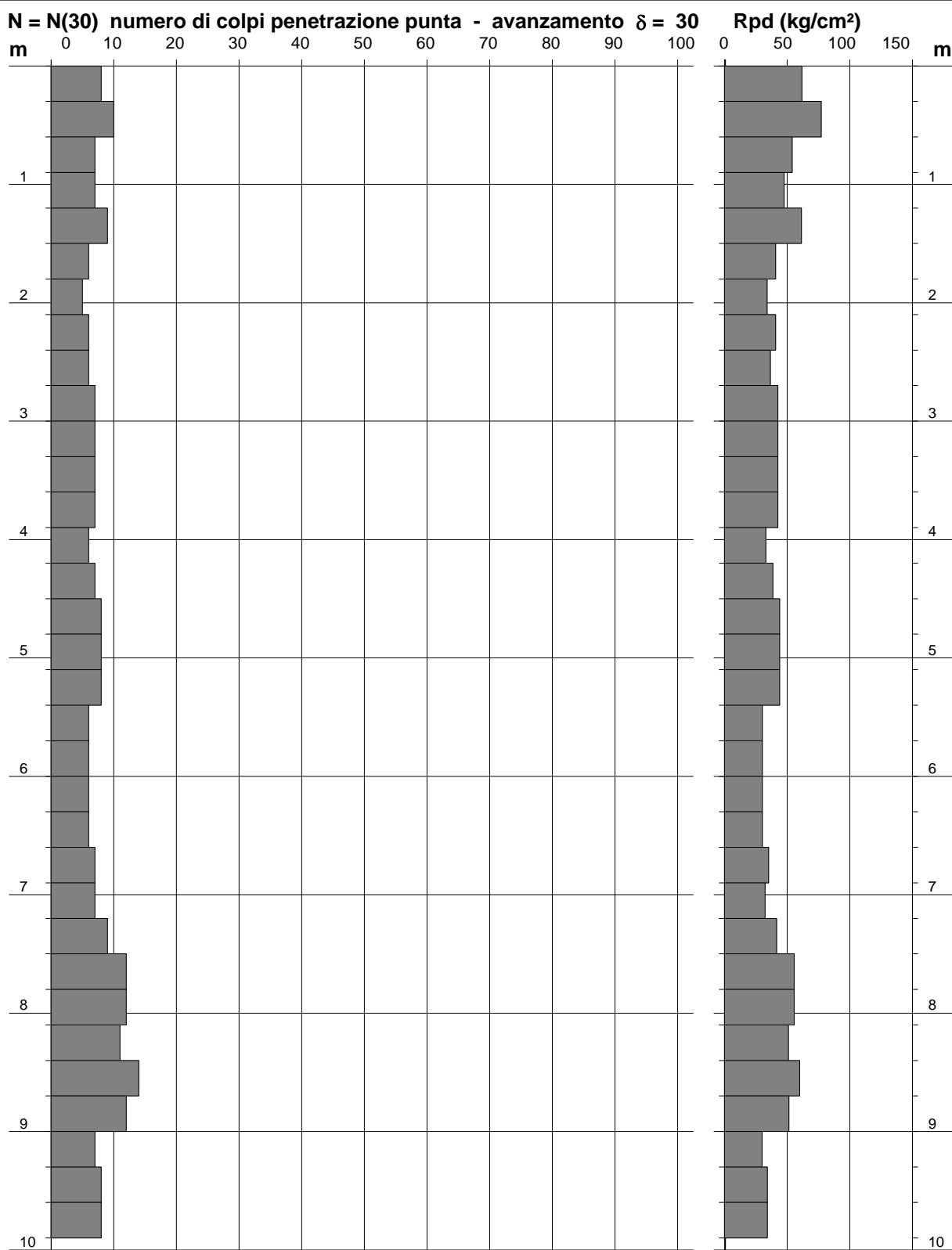
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : COMUNE S.MARIA A MONTE
 - lavoro : SCUOLA ELEMENTARE
 - località : S. MARIA A MONTE-VIA S.SEBASTIANO
 - note :

- data : 28/06/2019
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
 DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

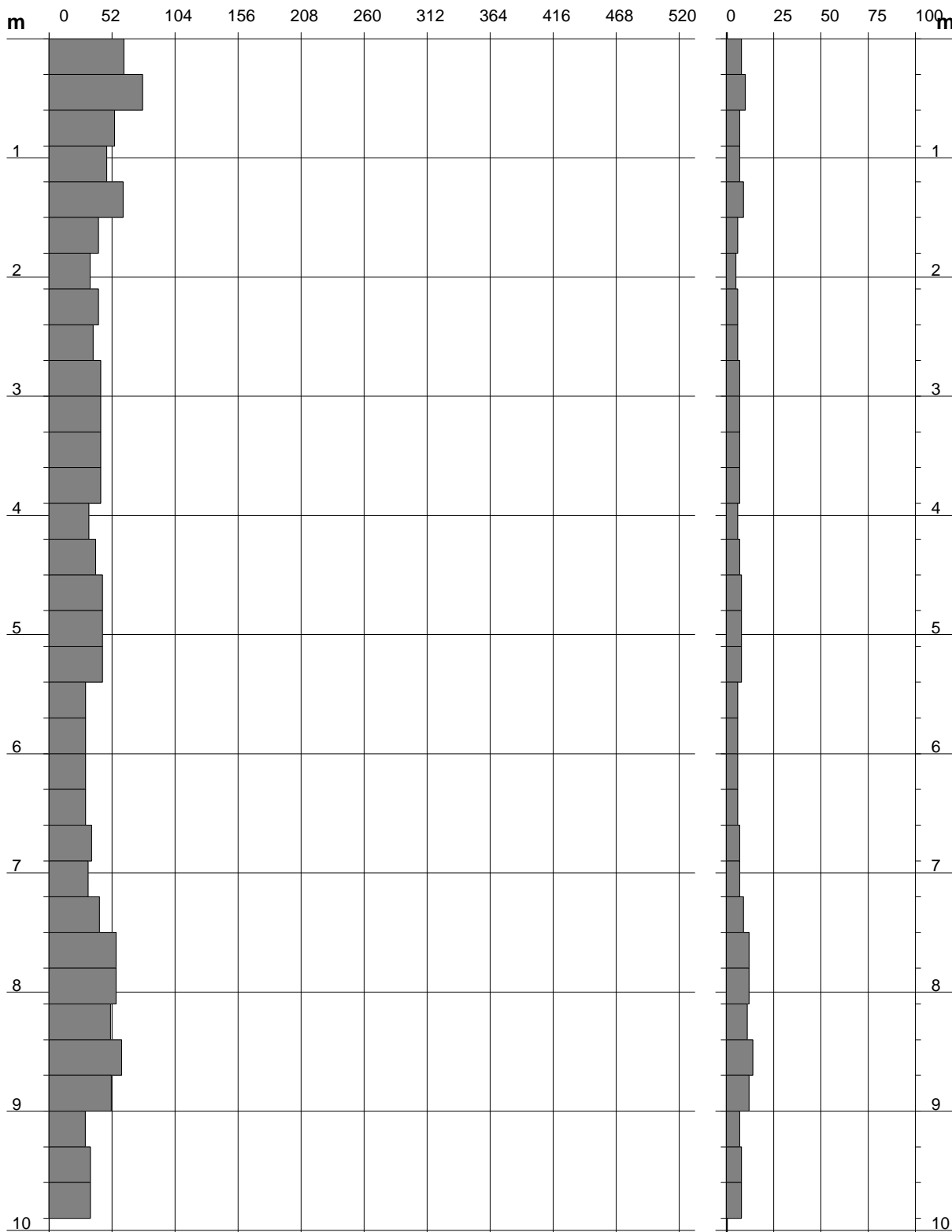
DIN 1
 Scala 1: 50

- committente : COMUNE S.MARIA A MONTE
 - lavoro : SCUOLA ELEMENTARE
 - località : S. MARIA A MONTE-VIA S.SEBASTIANO

- data : 28/06/2019
 - quota inizio : 0
 - prof. falda : Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"

N = N(30) n° colpi $\delta = 30$



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

DIN 1

- committente : COMUNE S.MARIA A MONTE
- lavoro : SCUOLA ELEMENTARE
- località : S. MARIA A MONTE-VIA S.SEBASTIANO
- note :

- data : 28/06/2019
- quota inizio : 0
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 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	1,80	N	7,8	6	10	6,9	1,5	6,4	9,3	8	1,15	9
			Rpd	57,2	41	77	49,0	12,7	44,5	69,9	59		
2	1,80	2,70	N	5,7	5	6	5,3	---	---	---	6	1,15	7
			Rpd	37,2	34	41	35,6	---	---	---	39		
3	2,70	3,90	N	7,0	7	7	7,0	---	---	---	7	1,15	8
			Rpd	42,6	43	43	42,6	---	---	---	43		
4	3,90	4,20	N	6,0	6	6	6,0	---	---	---	6	1,15	7
			Rpd	33,1	33	33	33,1	---	---	---	33		
5	4,20	5,40	N	7,8	7	8	7,4	---	---	---	8	1,15	9
			Rpd	42,7	39	44	40,6	---	---	---	44		
6	5,40	6,60	N	6,0	6	6	6,0	---	---	---	6	1,15	7
			Rpd	30,2	30	30	30,2	---	---	---	30		
7	6,60	7,20	N	7,0	7	7	7,0	---	---	---	7	1,15	8
			Rpd	33,8	32	35	33,1	---	---	---	34		
8	7,20	9,00	N	11,7	9	14	10,3	1,6	10,0	13,3	12	1,15	14
			Rpd	52,5	42	60	47,1	6,3	46,2	58,7	54		
9	9,00	9,90	N	7,7	7	8	7,3	---	---	---	8	1,15	9
			Rpd	32,8	30	34	31,4	---	---	---	34		

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

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1,15$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- committente : COMUNE S.MARIA A MONTE	- data : 28/06/2019
- lavoro : SCUOLA ELEMENTARE	- quota inizio : 0
- località : S. MARIA A MONTE-VIA S.SEBASTIANO	- prof. falda : Falda non rilevata
- note :	- pagina : 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
2	1.80	2.70		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
3	2.70	3.90		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
4	3.90	4.20		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
5	4.20	5.40		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
6	5.40	6.60		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
7	6.60	7.20		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
8	7.20	9.00		14	41.0	31.2	299	1.96	1.53	0.88	1.95	30	0.795
9	9.00	9.90		9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918

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

DR % = densità relativa ø' (°) = 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

Analisi Geotecniche di Laboratorio

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**
CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**
COMMESSA: 21711FE/20
VERBALE ACC.: 421/20
DATA CONSEGNA: 23/07/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 2.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 36 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																
	>600	-	DESCRIZIONE: Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni																																
	>600	-	<table border="0"> <tr><td>W naturale (%)</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>γ naturale (Mg/m³)</td><td>1.92</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.65</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>1.04</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>39</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.63</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>69</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m³)</td><td>2.690</td></tr> </table>	W naturale (%)	16.0	γ naturale (Mg/m ³)	1.92	γ secco (Mg/m ³)	1.65	γ immerso (Mg/m ³)	1.04	porosità (%)	39	indice dei vuoti	0.63	grado di saturazione (%)	69	massa specifica (Mg/m ³)	2.690																
W naturale (%)	16.0																																		
γ naturale (Mg/m ³)	1.92																																		
γ secco (Mg/m ³)	1.65																																		
γ immerso (Mg/m ³)	1.04																																		
porosità (%)	39																																		
indice dei vuoti	0.63																																		
grado di saturazione (%)	69																																		
massa specifica (Mg/m ³)	2.690																																		
2.50 basso			PROVE ESEGUITE <table border="0"> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>SI</td><td>Trassiale CIU</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	SI	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																																
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	SI																																
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI																																
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																																
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI																																
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																
			NOTE: -																																

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA**UNI EN ISO 17892-1**COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20

DURATA PROVE:

30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20

DATA CONSEGNA:

23/07/20

GEO - CERT. n°: 0

rev.00 del:

00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	174.77	3.22
TERRA UMIDA (g)	528.16	132.12
TERRA ESSICATA* (g)	478.87	114.49
UMDITA' DETERMINATA (%)	16.2	15.8
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	16.0

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	42.86	42.90
ALTEZZA (cm)	2.01	2.01
DIAMETRO (cm)	5.99	5.99
MASSA LORDA (g)	150.89	152.02
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.91	1.93

MEDIA (Mg/m³)	=	1.92
---------------------------------	----------	-------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO**UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	21.47	18.51
temperatura (°C):	24.5	24.0
picnometro + acqua (g):	145.34	145.37
picnometro + terra (g):	158.84	157.00
fattore K	0.9991	0.9991
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.691	2.688

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.690
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

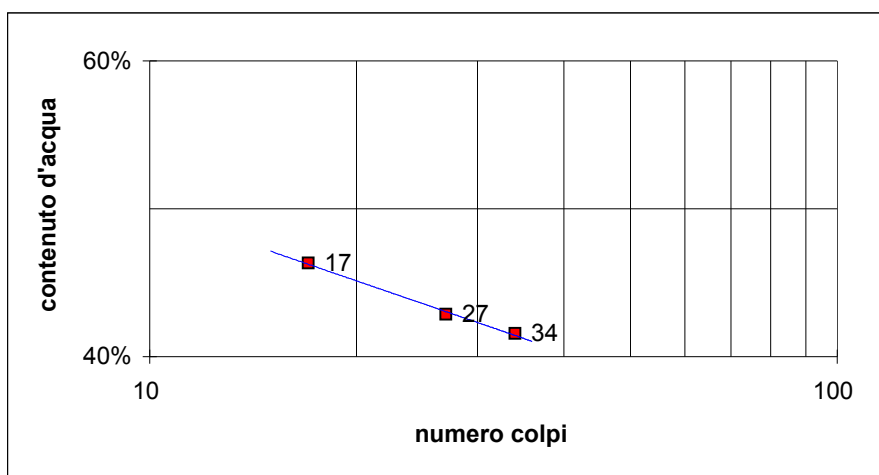
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	34	27	17			
massa umida+ tara (g)	21.05	20.88	20.22	14.48	13.25	528.16
massa secca+ tara (g)	15.81	15.57	14.82	12.00	10.84	478.87
acqua contenuta (g)	5.24	5.31	5.40	2.48	2.41	49.29
tara (g)	3.20	3.18	3.16	3.21	2.25	174.77
peso secco (g)	12.61	12.39	11.66	8.79	8.59	304.10
contenuto d'acqua	41.6%	42.9%	46.3%	28.2%	28.1%	16.2%

Umidità Naturale **Wn = 16%**
Limite Liquido **LL = 44%**
Limite Plastico **LP = 28%**
Indice Plastico **IP = 15%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it**LIMITE DI RITIRO (norma ASTM D 4943)**COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.0 del:

cod. int. Strum. 419 - 480 - 708

ASPETTO CAMPIONE: **Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni**

DETERMINAZIONE	provino 1	provino 2
volume iniziale (cm ³) =	18.58	18.64
Tara(g) =	15.93	17.11
massa lorda umida (g) =	48.24	49.05
massa lorda secca (g) =	38.59	39.49
umidità % =	43	43
volume secco (cm ³) =	12.59	12.41
massa volumica secca (Mg/m ³) =	1.88	1.91
limite di ritiro (%) W_s =	16.2	14.9
VALORE MEDIO W_s =	15.5%	

	provino 1	provino 2
coefficiente di ritiro R_s =	1.80	1.80
VALORE MEDIO R_s =	1.80	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

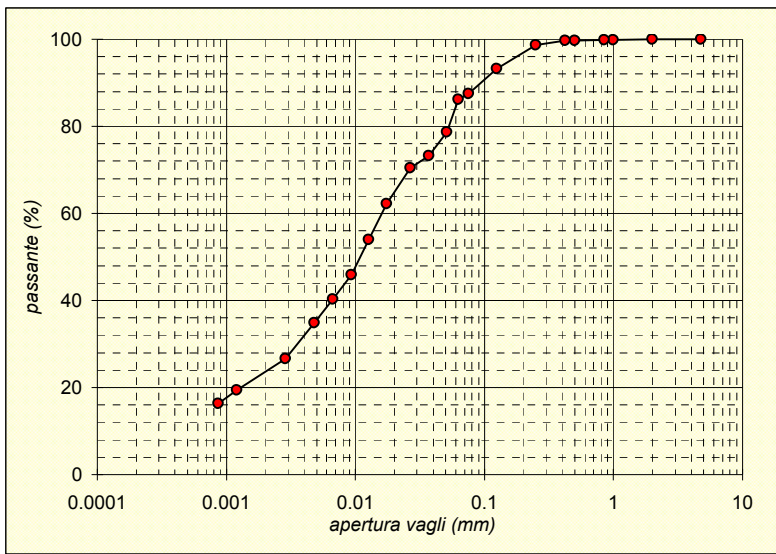
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.04	0.01	99.99
573	setaccio	1	0.27	0.09	99.90
290	setaccio	0.85	0.07	0.12	99.88
291	setaccio	0.5	0.34	0.24	99.76
292	setaccio	0.425	0.26	0.32	99.68
293	setaccio	0.250	2.91	0.96	98.72
282	setaccio	0.125	16.89	5.55	93.17
283	setaccio	0.075	17.31	5.69	87.47
286	setaccio	0.063	3.82	1.26	86.22
-	calcolato	0.0510	23.05	7.58	78.64
-	calcolato	0.0370	16.63	5.47	73.17
-	calcolato	0.0265	8.32	2.74	70.43
-	calcolato	0.0174	24.95	8.21	62.23
-	calcolato	0.0127	24.95	8.21	54.02
-	calcolato	0.0093	24.95	8.21	45.82
-	calcolato	0.0067	16.63	5.47	40.35
-	calcolato	0.0048	16.63	5.47	34.88
-	calcolato	0.0029	24.95	8.21	26.67
-	calcolato	0.0012	22.27	7.32	19.35
-	calcolato	0.0009	9.06	2.98	16.37
	fondo	49.79	16.37	100.00	0.00
TOTALE		304.10			φ max (mm) = 2.1

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.01	
t° C	Tempo (s)	Lettura
27	30	31.0
27	60	29.0
27	120	28.0
27	300	25.0
27	600	22.0
27	1200	19.0
27	2400	17.0
27	4800	15.0
27	14400	12.0
26	86400	9.5
25.5	172800	8.5
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	12.5%	13.8%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	63.9%	62.6%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	23.6%	23.6%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
norma ASTM D 2166-91

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	rev.0 del:		

Codici strumentazione: 775 - 419 - 536 - 929 - 952 - 708

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

NATURA DEL CAMPIONE:

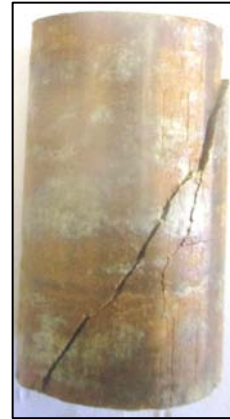
Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

Velocità della pressa: **0,76 mm/min**

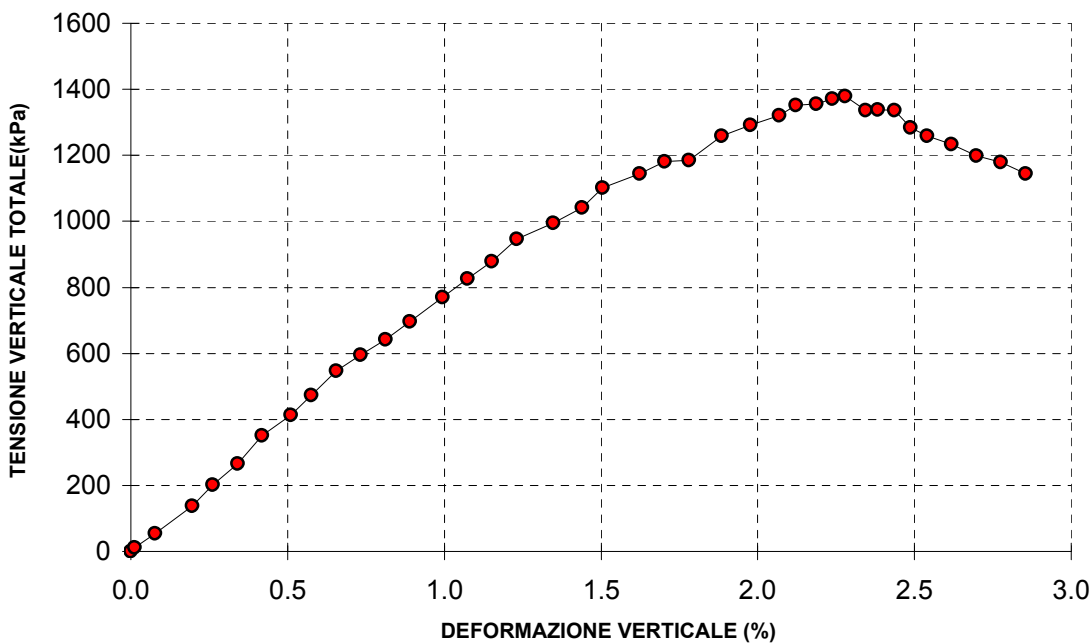
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Dimensioni provino :	h x ϕ = 76,2 x 38,1 mm
Umidità naturale (%):	15.8
Massa volumica apparente umida (Mg/m ³):	2.00
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.72
CONDIZIONI A ROTTURA*	
Tensione verticale totale (kPa):	1379.82

* carico di rottura corrispondente allo sforzo massimo



def.vertic. (%)	tens.vertic. (kPa)
0.00	0.00
0.01	12.03
0.08	53.55
0.20	136.95
0.26	201.88
0.34	266.17
0.42	350.87
0.51	413.17
0.58	472.54
0.65	545.96
0.73	595.03
0.81	642.22
0.89	697.05
1.00	770.54
1.07	825.51
1.15	878.77
1.23	946.39
1.35	994.79
1.44	1041.74
1.51	1101.93
1.62	1143.79
1.70	1180.32
1.78	1185.75
1.89	1258.89
1.98	1292.34
2.07	1321.31
2.12	1352.13
2.19	1354.87
2.24	1371.91
2.28	1379.82
2.34	1336.20
2.38	1337.95
2.44	1337.14
2.49	1283.16
2.54	1258.85
2.62	1232.54
2.70	1197.85
2.78	1178.37
2.85	1143.77



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

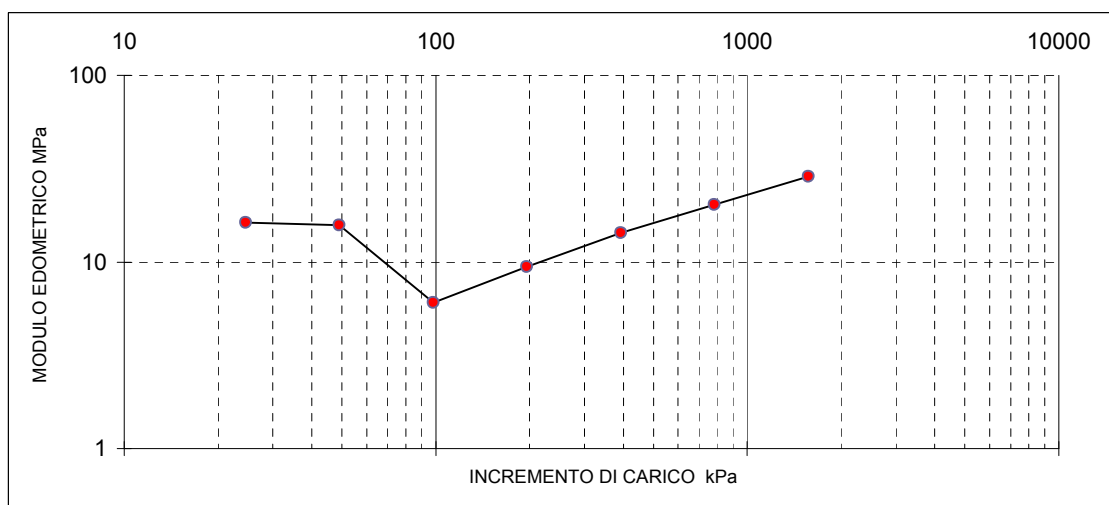
edometro n: Ed 12 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.031	0.15	0.533	0.533			
24.5	0.046	0.23	0.532	0.532	0.009	0.006	16.24
49.1	0.077	0.39	0.530	0.530	0.010	0.006	15.72
98.1	0.238	1.19	0.517	0.518	0.025	0.016	6.08
196.2	0.447	2.23	0.501	0.502	0.016	0.011	9.41
392.4	0.721	3.61	0.480	0.481	0.011	0.007	14.30
784.8	1.109	5.54	0.451	0.455	0.008	0.005	20.25
1569.6	1.657	8.28	0.408	0.411	0.005	0.003	28.64
392.4	1.402	7.01	0.428	0.428			
98.1	1.090	5.45	0.452	0.452			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	18.910
Umidità (%)	15.8	16.8
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	2.03	2.16
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.75	1.85
Indice dei vuoti:	0.54	0.45
Grado di Saturazione (%):	80	100
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.69	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

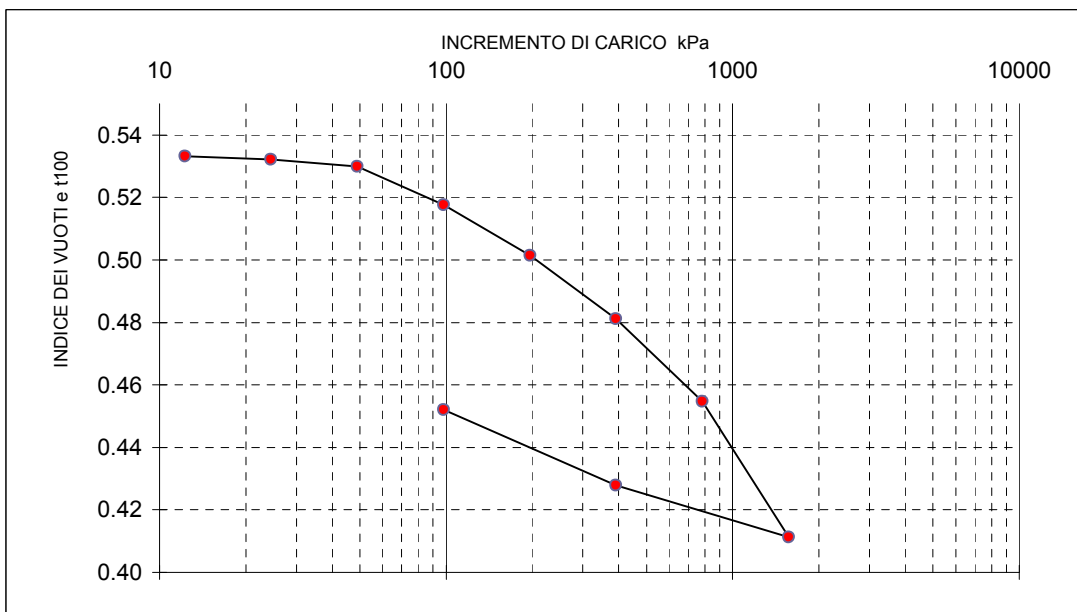
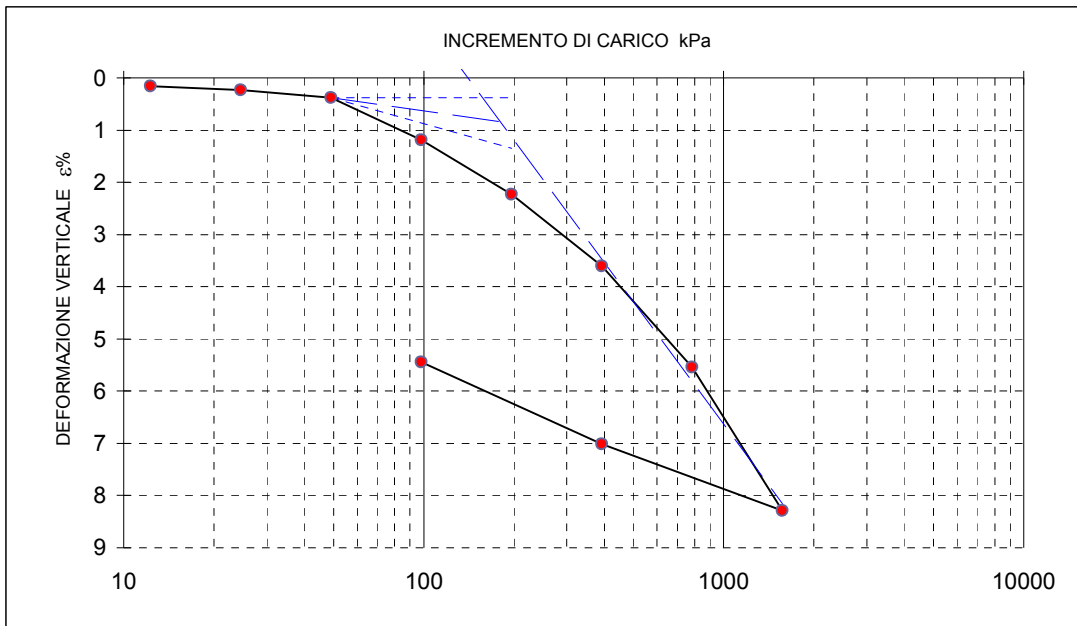
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**norma ASTM D 2435 - method A**COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.030	0.038	0.064	0.205	0.394	0.631
0.14	0.030	0.038	0.068	0.212	0.403	0.641
0.23	0.030	0.039	0.071	0.219	0.412	0.650
0.39	0.030	0.041	0.072	0.224	0.418	0.657
1.08	0.030	0.045	0.074	0.230	0.427	0.669
1.81	0.030	0.046	0.075	0.234	0.432	0.674
5.05	0.031		0.077	0.237	0.437	0.683
8.44	0.031			0.238	0.439	0.688
14.09				0.238	0.441	0.694
39.29					0.446	0.701
65.61					0.446	0.706
109.58					0.447	0.709
182.98					0.447	0.713
305.58						0.715
510.33						0.717
852.27						0.719
1423.30						0.721

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	784.8	1569.6	392.4	98.1	
0.08	0.972	1.462	1.521	1.303	
0.14	0.988	1.480	1.512	1.293	
0.23	1.002	1.498	1.501	1.282	
0.39	1.012	1.513	1.493	1.275	
1.08	1.028	1.536	1.478	1.254	
1.81	1.034	1.549	1.471	1.243	
5.05	1.048	1.573	1.452	1.212	
8.44	1.055	1.584	1.442	1.191	
14.09	1.062	1.595	1.434	1.172	
39.29	1.072	1.615	1.421	1.132	
65.61	1.078	1.623	1.417	1.119	
109.58	1.082	1.629	1.415	1.105	
182.98	1.087	1.635	1.411	1.096	
305.58	1.093	1.641	1.408	1.094	
510.33	1.099	1.647	1.403	1.090	
852.27	1.104	1.652	1.403	1.090	
1423.30	1.109	1.657	1.402	1.090	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo RomagnoliIo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

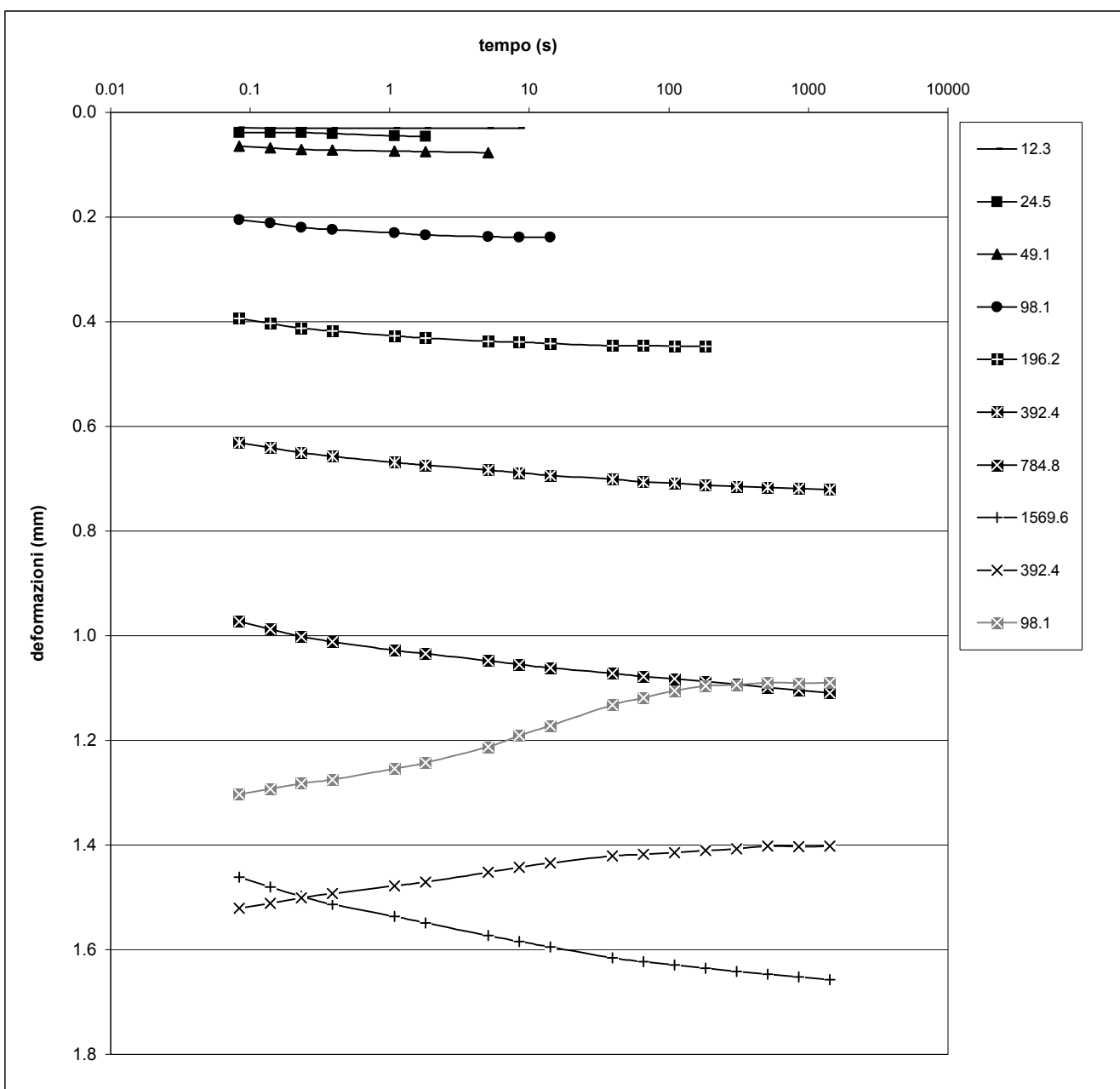
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

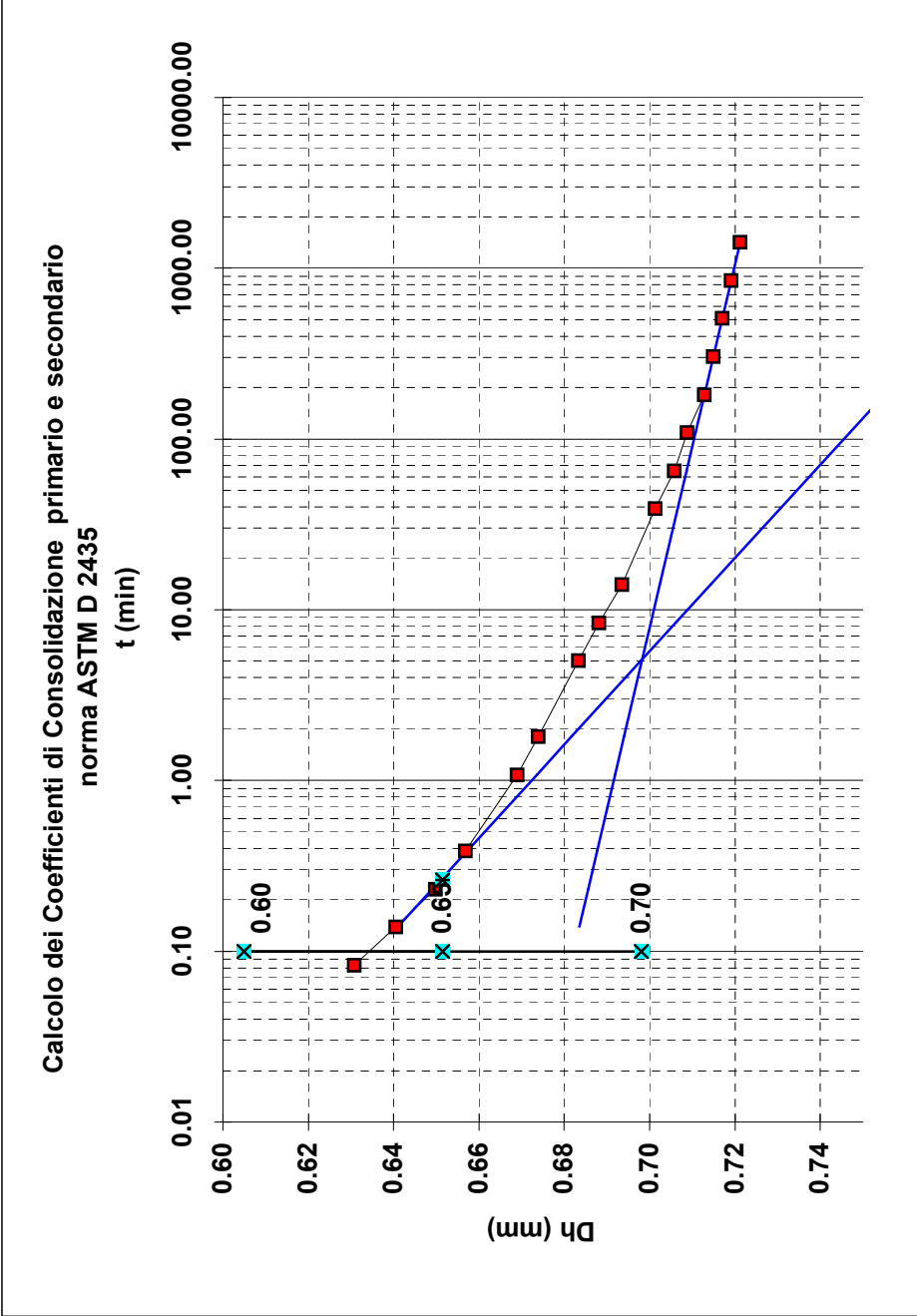
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.447
0.08	0.631
0.14	0.641
0.23	0.650
0.39	0.657
1.08	0.669
1.81	0.674
5.05	0.683
8.44	0.688
14.09	0.694
39.29	0.701
65.61	0.706
109.58	0.709
182.98	0.713
305.58	0.715
510.33	0.717
852.27	0.719
1423.30	0.721

tf50 (min)	0.26
tf50 (sec)	16
k (m/s)	8.14E-10
Cv (cm ² /s)	1.19E-02
C alfa	4.82E-04

Pressione
da(kPa) 196.2
a (kPa) 392.4

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C1
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20
DURATA DELLE PROVE DAL:	28/07/20
AL:	29/07/20
COMMESSA:	21711FE/20
VERBALE ACC.:	421/20
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

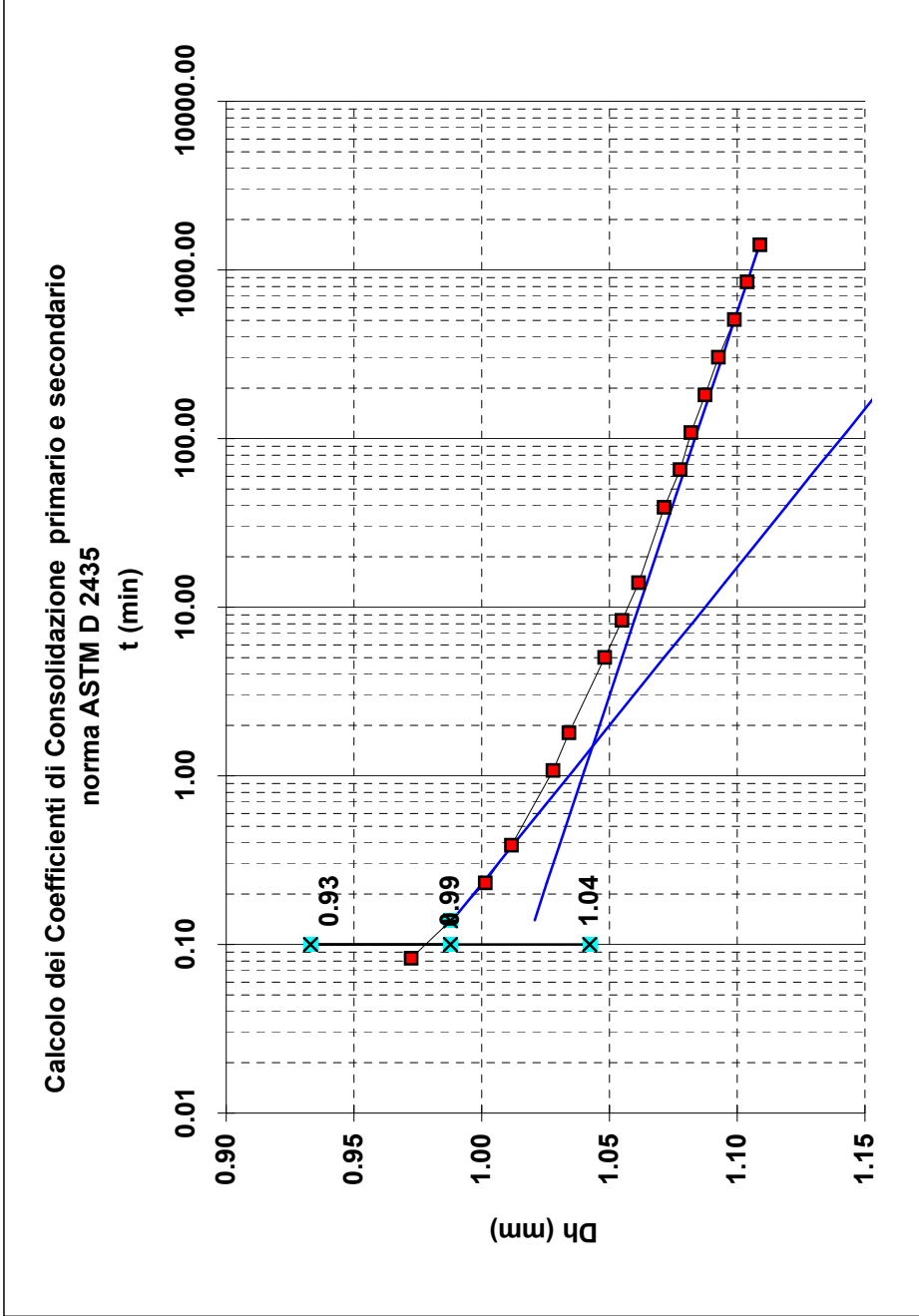
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.721
0.08	0.972
0.14	0.988
0.23	1.002
0.39	1.012
1.08	1.028
1.81	1.034
5.05	1.048
8.44	1.055
14.09	1.062
39.29	1.072
65.61	1.078
109.58	1.082
182.98	1.087
305.58	1.093
510.33	1.099
852.27	1.104
1423.30	1.109

tf50 (min)	0.14
tf50 (sec)	8
k (m/s)	1.05E-09
Cv (cm ² /s)	2.16E-02
C alfa	1.14E-03

Pressione
da(kPa) 392.4
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C1
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20
DURATA DELLE PROVE DAL:	29/07/20
AL:	30/07/20
COMMESSA:	21711FE/20
VERBALE ACC.:	421/20
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

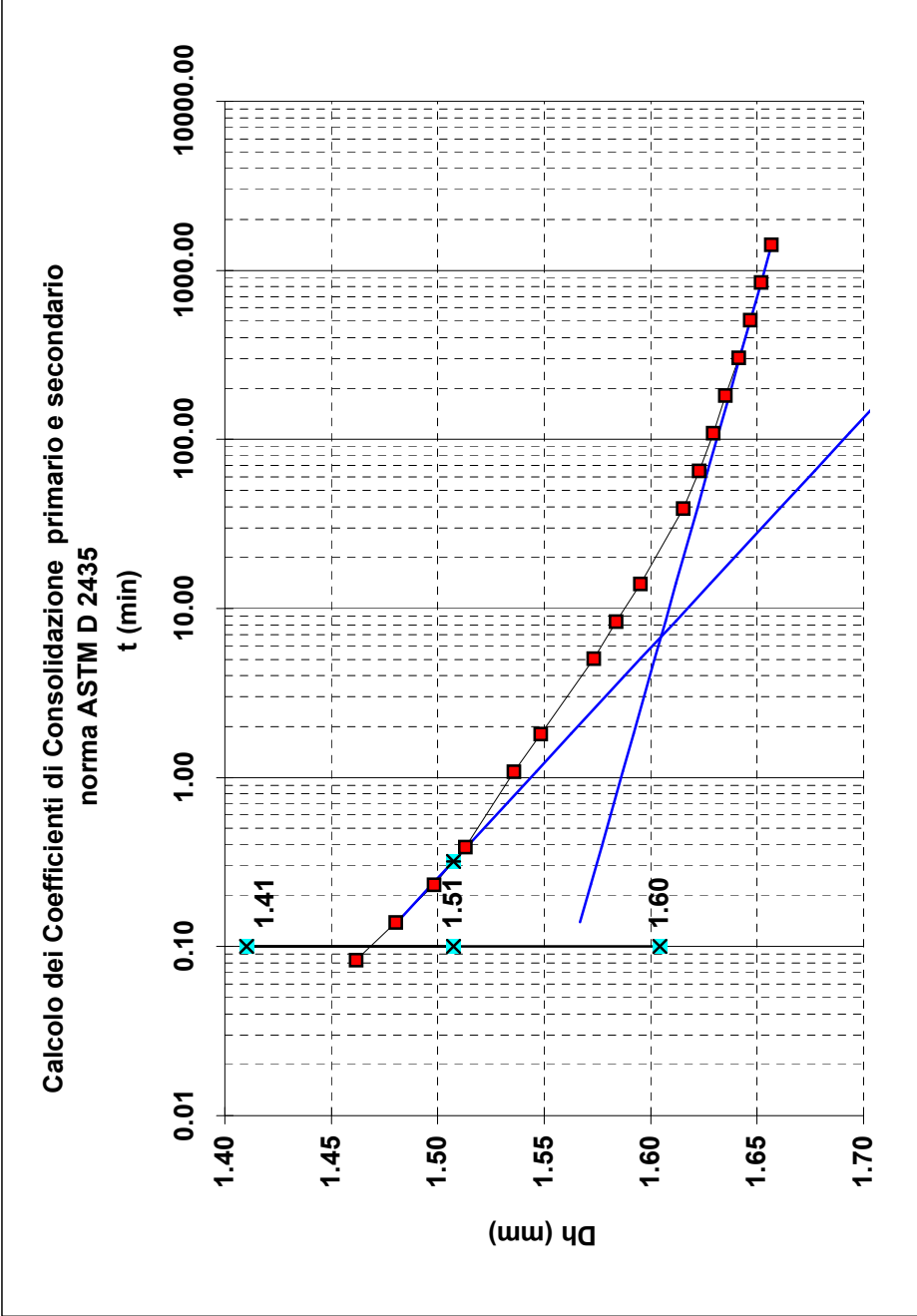
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119



SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.109
0.08	1.462
0.14	1.480
0.23	1.498
0.39	1.513
1.08	1.536
1.81	1.549
5.05	1.573
8.44	1.584
14.09	1.595
39.29	1.615
65.61	1.623
109.58	1.629
182.98	1.635
305.58	1.641
510.33	1.647
852.27	1.652
1423.30	1.657

tf50 (min)	0.32
tf50 (sec)	19
k (m/s)	3.06E-10
Cv (cm ² /s)	8.95E-03
C alfa	1.19E-03

Pressione
da(kPa) 784.8
a (kPa) 1569.6

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)	COMMESSA:	21711FE/20	Natura del Campione:	Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME	VERBALE ACC.:	421/20		
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C1	CERTIFICATO n°:	0		
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20	rev.0 del:	00/01/00		
DURATA DELLE PROVE DAL:	30/07/20				
AL:	31/07/20				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 469; celle di carico 573, 470, 471; manometri 940, 691; celle 473, 474, 475; pressa 476.

Macchina: CONTROLS Triax 50 Digital
 Prova: CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
 Dimensioni provini: $\phi \times h = 36,80 \times 76,20$ mm
 Velocità prova: 0.01 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni

Peso specifico stimato (Mg/m^3): 2.690

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
umidità iniziale (%)	16.2	15.8	14.7
massa volumica umida iniziale (Mg/m^3)	1.90	1.89	1.87
massa volumica secca iniziale (Mg/m^3)	1.63	1.63	1.63
indice dei vuoti iniziale	0.65	0.65	0.65
grado di saturazione iniziale (%)	67	66	61
umidità finale (%)	19.0	17.7	15.3
massa volumica umida fine cons. (Mg/m^3)	2.11	2.13	2.18
massa volumica secca fine cons. (Mg/m^3)	1.77	1.81	1.89
indice dei vuoti fine cons.	0.52	0.49	0.43
grado di saturazione fine cons. (%)	98	98	97
pressione in cella (kPa)	600	800	1000
contropressione (kPa)	400	400	400
Dimensioni fine consolidazione			
Hc (cm)	7.490	7.440	7.337
Ac (cm^2)	11.096	10.977	10.664
Skempton B	0.96	0.96	0.96
Skempton A	0.2651	0.2969	0.2925
t100 min (Bishop & Henkel)	78	90	133

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

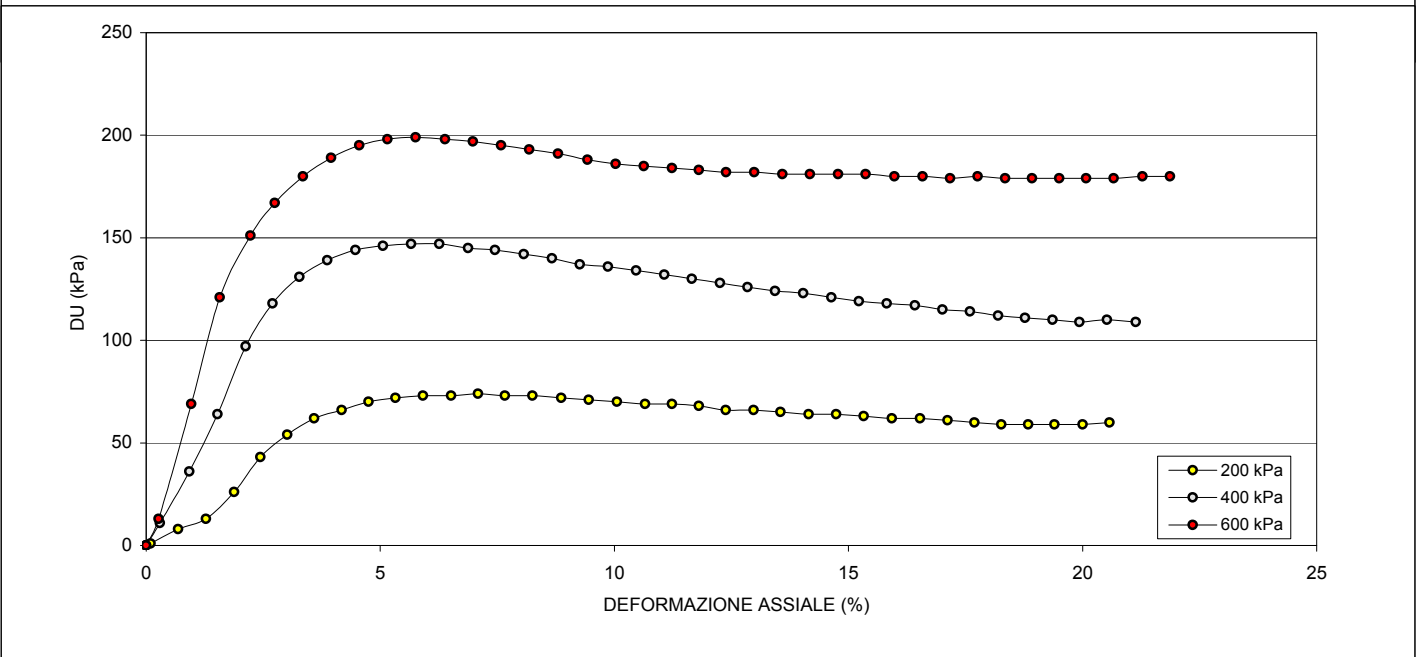
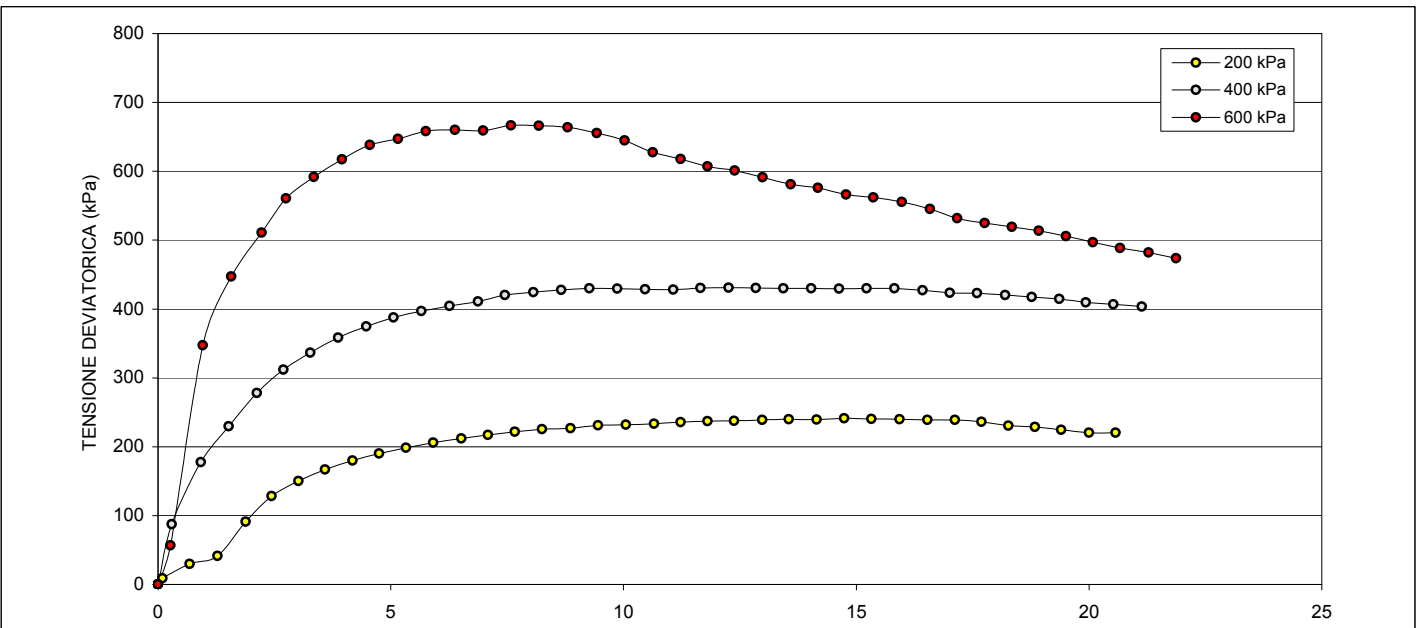
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

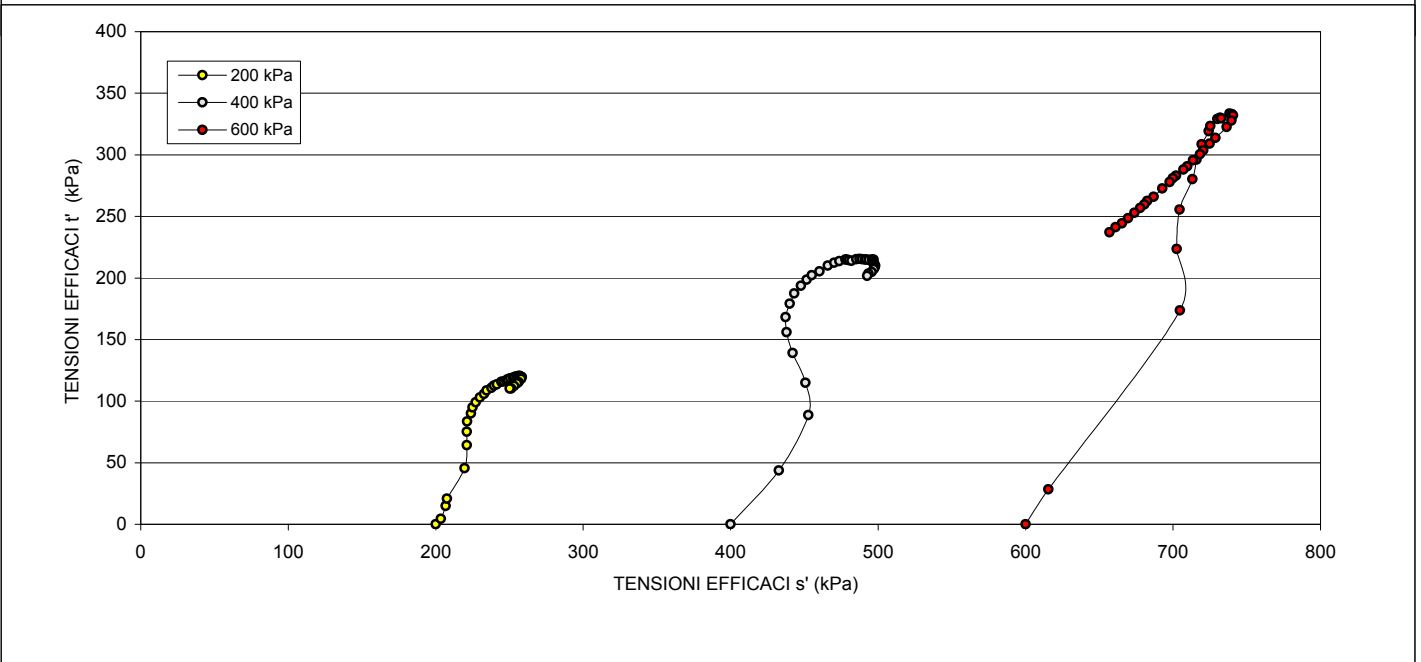
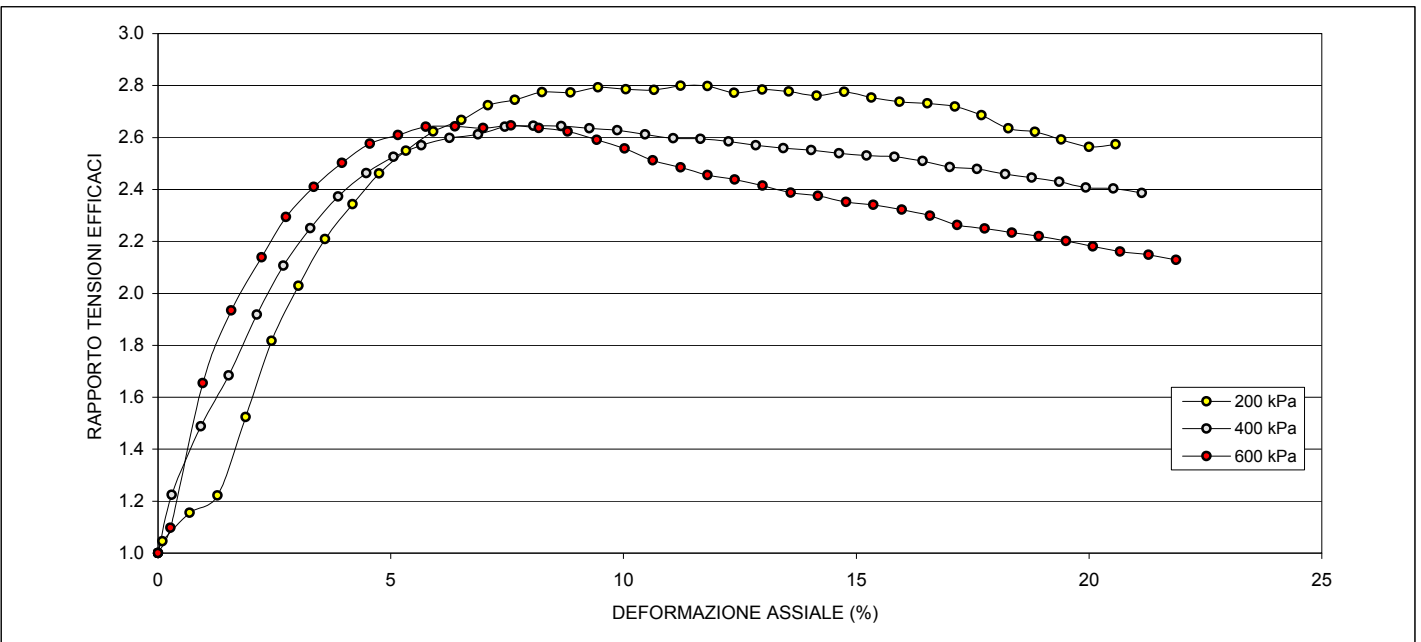
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

TENSIONE DEVIATORICA ($\sigma_1 - \sigma_3$)

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.093	9.004	0.294	87.475	0.267	56.862
0.681	29.806	0.921	177.460	0.961	347.342
1.282	41.369	1.522	229.765	1.576	447.268
1.883	91.076	2.123	278.031	2.230	511.040
2.443	128.360	2.697	312.036	2.750	560.481
3.018	150.241	3.271	336.455	3.351	591.912
3.592	166.902	3.872	358.186	3.952	617.144
4.179	179.961	4.473	374.571	4.553	638.344
4.753	189.955	5.060	387.491	5.154	646.867
5.327	198.281	5.661	397.157	5.755	658.146
5.915	206.038	6.262	404.448	6.382	660.260
6.516	211.799	6.876	410.876	6.983	659.338
7.090	217.280	7.450	420.063	7.584	666.691
7.664	221.596	8.065	424.562	8.185	666.145
8.251	225.313	8.665	427.529	8.799	663.571
8.866	226.925	9.266	429.924	9.426	655.268
9.453	231.256	9.867	429.705	10.027	644.846
10.054	232.072	10.468	428.798	10.628	627.550
10.655	233.582	11.069	428.027	11.229	617.920
11.229	235.681	11.656	430.592	11.803	606.976
11.803	237.256	12.257	431.101	12.391	600.879
12.377	237.449	12.845	430.279	12.991	591.210
12.978	239.115	13.432	430.139	13.592	581.213
13.552	239.952	14.033	429.894	14.180	576.054
14.153	239.522	14.634	429.456	14.781	566.187
14.740	241.418	15.221	430.054	15.368	561.887
15.328	240.212	15.822	430.073	15.982	555.525
15.929	239.796	16.423	427.308	16.583	545.372
16.530	238.909	17.010	423.700	17.171	531.745
17.117	238.871	17.598	422.952	17.758	525.043
17.691	235.955	18.199	420.092	18.345	519.225
18.265	230.627	18.773	417.662	18.920	513.521
18.839	228.641	19.360	414.420	19.507	505.800
19.400	224.519	19.934	409.573	20.081	496.946
20.001	220.538	20.522	406.930	20.669	488.681
20.575	220.387	21.136	403.354	21.283	482.240
				21.870	473.879

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PRESSIONE INTERSTIZIALE

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
0.000	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
0.093	1.000	0.294	11.000	0.267	13.000
0.681	8.000	0.921	36.000	0.961	69.000
1.282	13.000	1.522	64.000	1.576	121.000
1.883	26.000	2.123	97.000	2.230	151.000
2.443	43.000	2.697	118.000	2.750	167.000
3.018	54.000	3.271	131.000	3.351	180.000
3.592	62.000	3.872	139.000	3.952	189.000
4.179	66.000	4.473	144.000	4.553	195.000
4.753	70.000	5.060	146.000	5.154	198.000
5.327	72.000	5.661	147.000	5.755	199.000
5.915	73.000	6.262	147.000	6.382	198.000
6.516	73.000	6.876	145.000	6.983	197.000
7.090	74.000	7.450	144.000	7.584	195.000
7.664	73.000	8.065	142.000	8.185	193.000
8.251	73.000	8.665	140.000	8.799	191.000
8.866	72.000	9.266	137.000	9.426	188.000
9.453	71.000	9.867	136.000	10.027	186.000
10.054	70.000	10.468	134.000	10.628	185.000
10.655	69.000	11.069	132.000	11.229	184.000
11.229	69.000	11.656	130.000	11.803	183.000
11.803	68.000	12.257	128.000	12.391	182.000
12.377	66.000	12.845	126.000	12.991	182.000
12.978	66.000	13.432	124.000	13.592	181.000
13.552	65.000	14.033	123.000	14.180	181.000
14.153	64.000	14.634	121.000	14.781	181.000
14.740	64.000	15.221	119.000	15.368	181.000
15.328	63.000	15.822	118.000	15.982	180.000
15.929	62.000	16.423	117.000	16.583	180.000
16.530	62.000	17.010	115.000	17.171	179.000
17.117	61.000	17.598	114.000	17.758	180.000
17.691	60.000	18.199	112.000	18.345	179.000
18.265	59.000	18.773	111.000	18.920	179.000
18.839	59.000	19.360	110.000	19.507	179.000
19.400	59.000	19.934	109.000	20.081	179.000
20.001	59.000	20.522	110.000	20.669	179.000
20.575	60.000	21.136	109.000	21.283	180.000
				21.870	180.000

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

RAPPORTO TENSIONI EFFICACI (σ'_1 / σ'_3)

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
0.093	1.045	0.294	1.225	0.267	1.097
0.681	1.155	0.921	1.488	0.961	1.654
1.282	1.221	1.522	1.684	1.576	1.934
1.883	1.523	2.123	1.918	2.230	2.138
2.443	1.818	2.697	2.107	2.750	2.294
3.018	2.029	3.271	2.251	3.351	2.409
3.592	2.209	3.872	2.372	3.952	2.502
4.179	2.343	4.473	2.463	4.553	2.576
4.753	2.461	5.060	2.526	5.154	2.609
5.327	2.549	5.661	2.570	5.755	2.641
5.915	2.622	6.262	2.599	6.382	2.642
6.516	2.668	6.876	2.611	6.983	2.636
7.090	2.724	7.450	2.641	7.584	2.646
7.664	2.745	8.065	2.646	8.185	2.637
8.251	2.774	8.665	2.644	8.799	2.622
8.866	2.773	9.266	2.635	9.426	2.590
9.453	2.793	9.867	2.628	10.027	2.558
10.054	2.785	10.468	2.612	10.628	2.512
10.655	2.783	11.069	2.597	11.229	2.485
11.229	2.799	11.656	2.595	11.803	2.456
11.803	2.797	12.257	2.585	12.391	2.438
12.377	2.772	12.845	2.570	12.991	2.414
12.978	2.784	13.432	2.558	13.592	2.387
13.552	2.777	14.033	2.552	14.180	2.375
14.153	2.761	14.634	2.539	14.781	2.351
14.740	2.775	15.221	2.530	15.368	2.341
15.328	2.753	15.822	2.525	15.982	2.323
15.929	2.738	16.423	2.510	16.583	2.299
16.530	2.731	17.010	2.487	17.171	2.263
17.117	2.718	17.598	2.479	17.758	2.250
17.691	2.685	18.199	2.459	18.345	2.233
18.265	2.636	18.773	2.445	18.920	2.220
18.839	2.622	19.360	2.429	19.507	2.201
19.400	2.592	19.934	2.407	20.081	2.180
20.001	2.564	20.522	2.403	20.669	2.161
20.575	2.574	21.136	2.386	21.283	2.148
				21.870	2.128

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

STRESS PATH $s' = (\sigma'1 + \sigma'3)/2$ $t' = (\sigma'1 - \sigma'3)/2$

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
200.000	0.000	399.999	0.000	600.000	0.000
203.502	4.502	432.738	43.738	615.431	28.431
206.903	14.903	452.730	88.730	704.671	173.671
207.684	20.684	450.883	114.883	702.634	223.634
219.538	45.538	442.015	139.015	704.520	255.520
221.180	64.180	438.018	156.018	713.241	280.241
221.121	75.121	437.228	168.228	715.956	295.956
221.451	83.451	440.093	179.093	719.572	308.572
223.980	89.980	443.286	187.286	724.172	319.172
224.978	94.978	447.745	193.745	725.433	323.433
227.140	99.140	451.578	198.578	730.073	329.073
230.019	103.019	455.224	202.224	732.130	330.130
232.900	105.900	460.438	205.438	732.669	329.669
234.640	108.640	466.031	210.031	738.346	333.346
237.798	110.798	470.281	212.281	740.073	333.073
239.656	112.656	473.764	213.764	740.785	331.785
241.463	113.463	477.962	214.962	739.634	327.634
244.628	115.628	478.852	214.852	736.423	322.423
246.036	116.036	480.399	214.399	728.775	313.775
247.791	116.791	482.013	214.013	724.960	308.960
248.840	117.840	485.296	215.296	720.488	303.488
250.628	118.628	487.550	215.550	718.440	300.440
252.725	118.725	489.139	215.139	713.605	295.605
253.557	119.557	491.069	215.069	709.606	290.606
254.976	119.976	491.947	214.947	707.027	288.027
255.761	119.761	493.728	214.728	702.094	283.094
256.709	120.709	496.027	215.027	699.944	280.944
257.106	120.106	497.037	215.037	697.762	277.762
257.898	119.898	496.654	213.654	692.686	272.686
257.455	119.455	496.850	211.850	686.872	265.872
258.436	119.436	497.476	211.476	682.521	262.521
257.978	117.978	498.046	210.046	680.612	259.612
256.313	115.313	497.831	208.831	677.760	256.760
255.320	114.320	497.210	207.210	673.900	252.900
253.259	112.259	495.787	204.787	669.473	248.473
251.269	110.269	493.465	203.465	665.340	244.340
250.193	110.193	492.677	201.677	661.120	241.120
				656.939	236.939

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

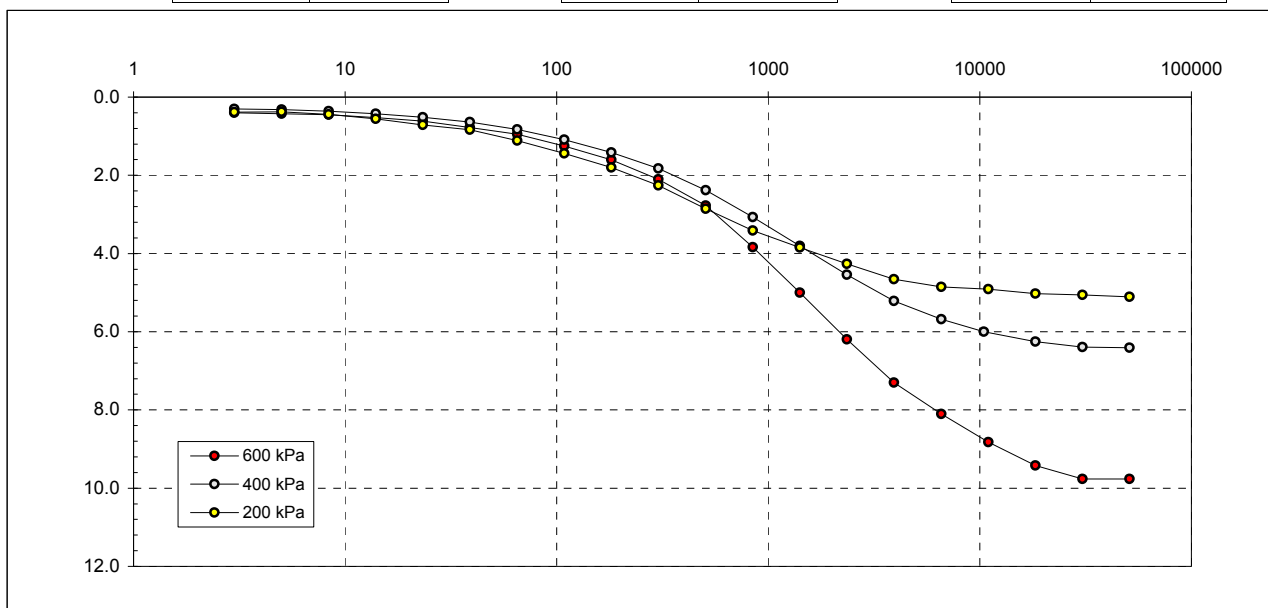
GEO - CERT. n°: rev.00 del:

CONSOLIDAZIONE

PROVINO 1 200 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.38
5	0.38
8	0.44
14	0.55
23	0.71
39	0.84
65	1.11
109	1.44
181	1.80
303	2.26
506	2.86
845	3.42
1412	3.85
2357	4.27
3937	4.66
6575	4.85
10979	4.91
18335	5.03
30620	5.06
51136	5.11

PROVINO 2 400 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.30
5	0.32
8	0.36
14	0.43
23	0.52
39	0.64
65	0.83
109	1.09
181	1.42
303	1.82
506	2.38
845	3.07
1412	3.80
2357	4.54
3937	5.21
6575	5.68
10471	6.00
18335	6.25
30620	6.40
51136	6.41

PROVINO 3 600 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.40
5	0.42
8	0.45
14	0.52
23	0.61
39	0.78
65	0.95
109	1.25
181	1.60
303	2.10
506	2.77
845	3.84
1412	5.00
2357	6.19
3937	7.30
6575	8.10
10979	8.83
18335	9.42
30620	9.76
51136	9.76



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

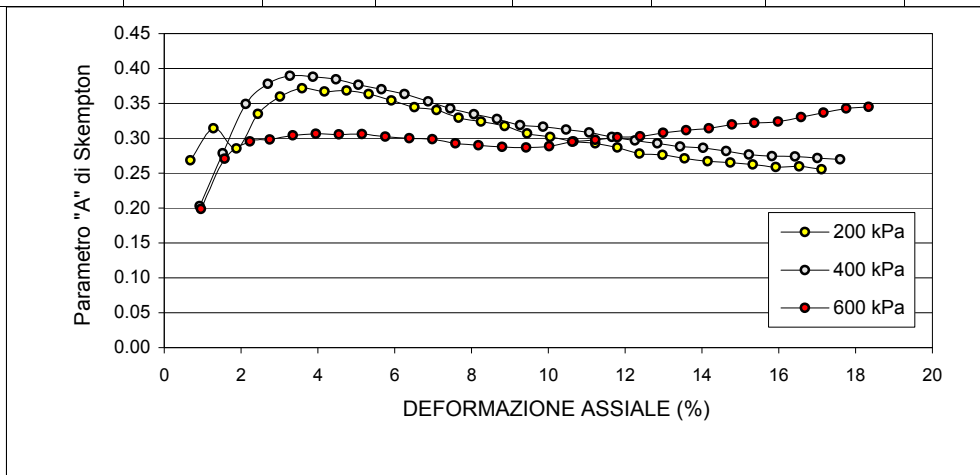
CAMPIONE: **S1C1 m 2.00 - 2.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A
0.681	0.2684	0.921	0.2029	0.961	0.1987
1.282	0.3142	1.522	0.2785	1.576	0.2705
1.883	0.2855	2.123	0.3489	2.230	0.2955
2.443	0.3350	2.697	0.3782	2.750	0.2980
3.018	0.3594	3.271	0.3894	3.351	0.3041
3.592	0.3715	3.872	0.3881	3.952	0.3062
4.179	0.3667	4.473	0.3844	4.553	0.3055
4.753	0.3685	5.060	0.3768	5.154	0.3061
5.327	0.3631	5.661	0.3701	5.755	0.3024
5.915	0.3543	6.262	0.3635	6.382	0.2999
6.516	0.3447	6.876	0.3529	6.983	0.2988
7.090	0.3406	7.450	0.3428	7.584	0.2925
7.664	0.3294	8.065	0.3345	8.185	0.2897
8.251	0.3240	8.665	0.3275	8.799	0.2878
8.866	0.3173	9.266	0.3187	9.426	0.2869
9.453	0.3070	9.867	0.3165	10.027	0.2884
10.054	0.3016	10.468	0.3125	10.628	0.2948
10.655	0.2954	11.069	0.3084	11.229	0.2978
11.229	0.2928	11.656	0.3019	11.803	0.3015
11.803	0.2866	12.257	0.2969	12.391	0.3029
12.377	0.2780	12.845	0.2928	12.991	0.3078
12.978	0.2760	13.432	0.2883	13.592	0.3114
13.552	0.2709	14.033	0.2861	14.180	0.3142
14.153	0.2672	14.634	0.2818	14.781	0.3197
14.740	0.2651	15.221	0.2767	15.368	0.3221
15.328	0.2623	15.822	0.2744	15.982	0.3240
15.929	0.2586	16.423	0.2738	16.583	0.3300
16.530	0.2595	17.010	0.2714	17.171	0.3366
17.117	0.2554	17.598	0.2695	17.758	0.3428
				18.345	0.3447



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

raccomandazioni A.G.I. 1994

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C1**

COMMESSA: 21711FE/20

DURATA PROVE:

30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20

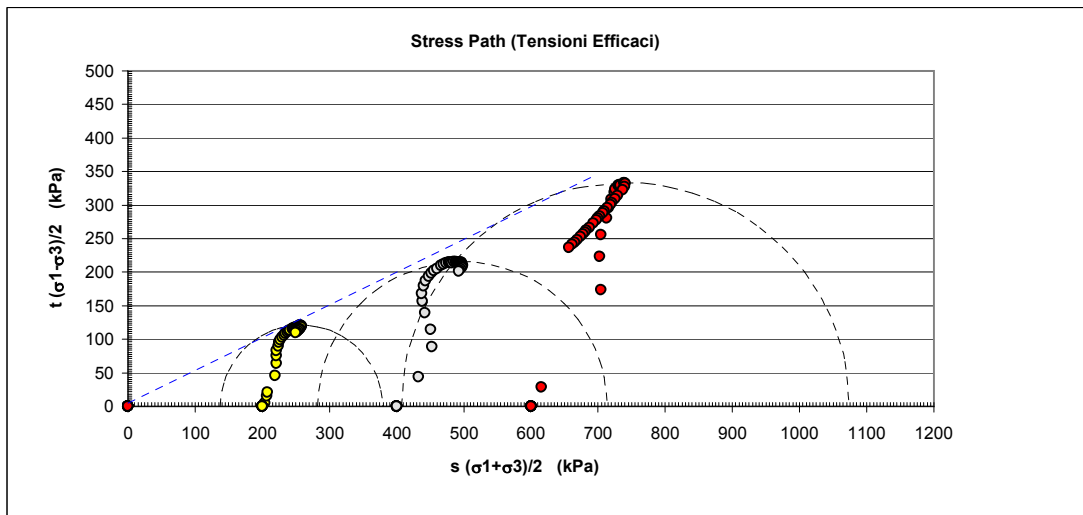
DATA CONSEGNA:

23/07/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

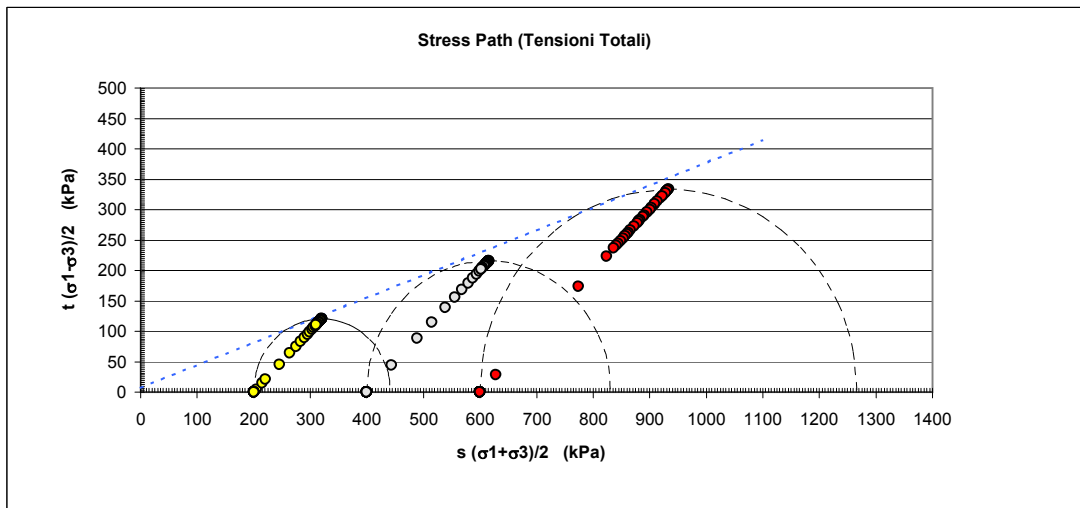
CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI EFFICACI)

sforz deviatorico (kPa)	241	431	667
deformazione (%)	17.1	18.8	8.8
tensione efficace s' (kPa)	257	488	738
tensione efficace t' (kPa)	121	216	333
c' (kPa):	5.4	ϕ' (°):	26.2°



CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI TOTALI)

sforz deviatorico (kPa)	241	431	667
deformazione (%)	17.1	18.8	8.8
tensione totale s (kPa)	320.7	615.6	933.3
tensione efficace t (kPa)	120.7	215.6	333.3
c (kPa):	7.4	ϕ (°):	20.3



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

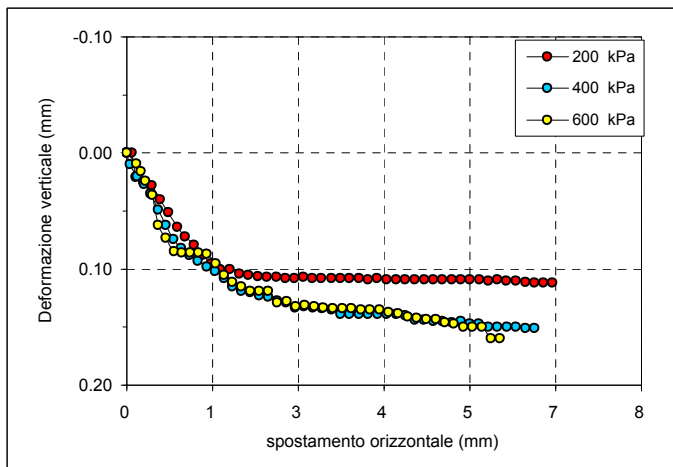
COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

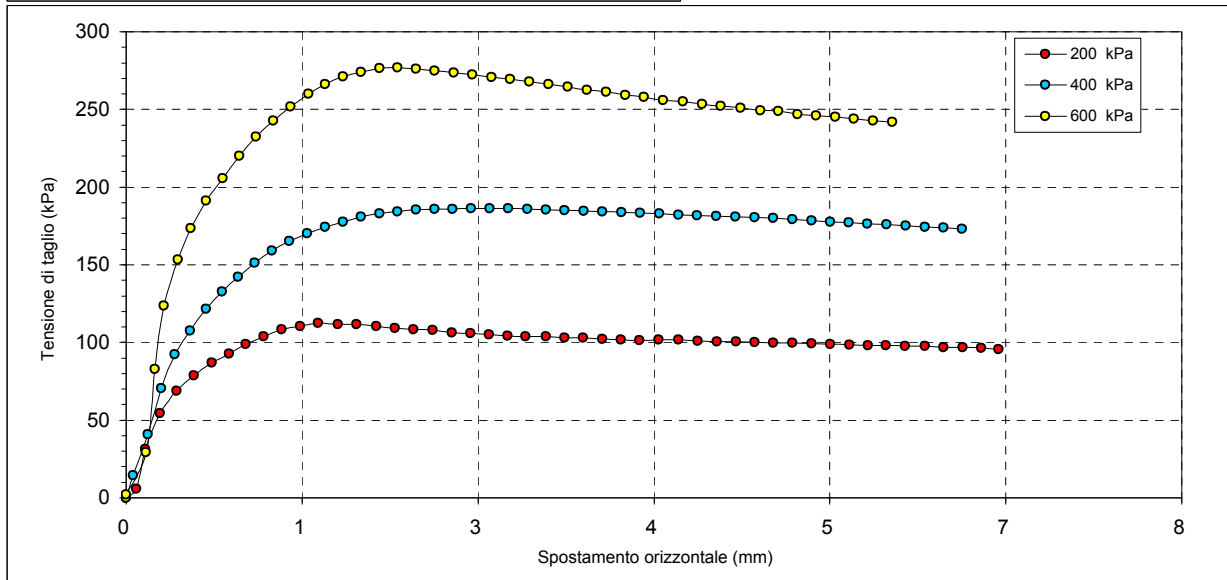
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	φ x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo argilloso sabbioso grigio con screziature marroni



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ_v (kPa)	200	400	600
W ini (%)	16.2	15.8	14.7
γ ini (Mg/m ³)	1.91	1.93	1.93
γ_d ini (Mg/m ³)	1.64	1.66	1.68
S ini (%)	68	69	66
W fin (%)	29.2	25.3	23.2
γ fin (Mg/m ³)	1.94	1.99	2.03
γ_d fin (Mg/m ³)	1.50	1.59	1.64
S fin (%)	99	98	98
G (Mg/m ³)	2.690		
H fine cons (mm)	19.887	19.586	19.262



Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		

PROVINO 1 200 kPa			PROVINO 2 400 kPa			PROVINO 3 600 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.080	5.588	0.000	0.055	14.359	0.010	0.001	2.087	0.000
0.148	31.477	0.021	0.168	40.920	0.020	0.157	29.391	0.009
0.264	54.395	0.025	0.273	70.311	0.027	0.225	82.654	0.016
0.396	68.896	0.028	0.382	92.345	0.035	0.297	123.433	0.024
0.529	78.835	0.040	0.500	107.588	0.049	0.406	153.142	0.036
0.668	87.075	0.051	0.623	121.523	0.062	0.503	173.620	0.062
0.807	92.805	0.064	0.748	132.735	0.074	0.625	191.268	0.073
0.934	98.923	0.072	0.874	142.107	0.082	0.757	205.451	0.085
1.073	104.016	0.079	1.004	151.197	0.088	0.885	219.881	0.086
1.215	108.473	0.088	1.140	158.907	0.093	1.016	232.260	0.086
1.358	110.383	0.095	1.277	165.096	0.098	1.152	242.516	0.086
1.501	112.363	0.100	1.415	170.189	0.102	1.287	251.783	0.087
1.656	111.585	0.100	1.556	174.433	0.108	1.425	260.059	0.095
1.802	111.620	0.104	1.696	177.793	0.115	1.557	266.248	0.105
1.953	110.312	0.105	1.837	180.835	0.119	1.694	271.093	0.111
2.101	109.251	0.106	1.978	182.851	0.120	1.837	274.241	0.115
2.246	108.437	0.107	2.122	184.336	0.123	1.978	276.398	0.119
2.396	107.765	0.107	2.265	185.256	0.124	2.120	277.106	0.119
2.543	106.315	0.108	2.408	185.716	0.127	2.265	276.222	0.119
2.690	106.068	0.108	2.552	185.893	0.129	2.410	274.736	0.129
2.834	105.254	0.107	2.695	186.175	0.133	2.560	273.710	0.128
2.979	104.335	0.108	2.839	186.246	0.132	2.706	272.402	0.132
3.122	103.981	0.108	2.986	186.282	0.133	2.856	270.916	0.131
3.280	103.733	0.108	3.133	185.716	0.134	3.002	269.396	0.132
3.427	103.203	0.108	3.279	185.433	0.135	3.152	268.016	0.133
3.569	102.849	0.108	3.427	185.114	0.139	3.300	266.106	0.134
3.720	102.142	0.108	3.573	184.761	0.139	3.451	264.586	0.134
3.865	101.859	0.109	3.720	184.372	0.139	3.602	262.640	0.134
4.009	101.470	0.108	3.868	183.912	0.139	3.751	261.190	0.135
4.159	101.611	0.109	4.016	183.452	0.139	3.901	259.316	0.135
4.313	101.682	0.109	4.164	182.816	0.139	4.047	258.149	0.135
4.464	100.833	0.109	4.313	182.214	0.139	4.196	255.885	0.137
4.613	100.373	0.109	4.462	181.825	0.140	4.351	254.930	0.138
4.764	100.444	0.109	4.611	181.507	0.144	4.498	253.409	0.141
4.912	99.949	0.109	4.759	180.941	0.144	4.647	252.065	0.142
5.055	99.737	0.109	4.908	180.552	0.145	4.802	250.757	0.143
5.205	99.560	0.109	5.057	179.986	0.145	4.955	249.484	0.143
5.356	99.277	0.109	5.205	179.314	0.146	5.095	248.776	0.146
5.501	98.959	0.109	5.353	178.607	0.145	5.245	246.902	0.147
5.650	98.534	0.109	5.499	177.758	0.147	5.391	245.982	0.150
5.795	98.251	0.110	5.645	177.192	0.147	5.538	245.063	0.150
5.936	98.145	0.109	5.792	176.485	0.150	5.687	243.931	0.150
6.086	97.792	0.110	5.942	175.883	0.150	5.837	242.516	0.160
6.239	97.756	0.110	6.090	175.070	0.150	5.983	241.880	0.160
6.387	96.978	0.111	6.239	174.363	0.150			
6.537	96.872	0.112	6.386	173.832	0.151			
6.679	96.483	0.112	6.529	173.196	0.151			
6.817	95.776	0.112						

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1	m 2.00 - 2.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	

Consolidazione Provino 1

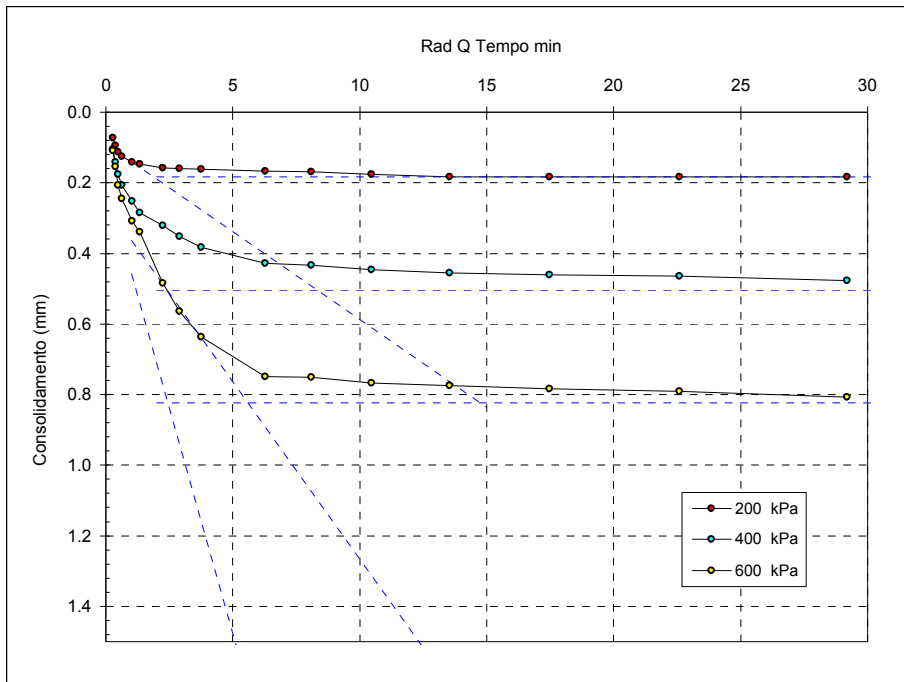
200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.073
0.14	0.095
0.23	0.112
0.39	0.125
1.08	0.142
1.81	0.147
5.05	0.158
8.44	0.160
14.09	0.162
39.29	0.167
65.61	0.169
109.58	0.176
182.98	0.182
305.58	0.183
510.33	0.182
852.27	0.182

Consolidazione Provino 2

400 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.105
0.14	0.142
0.23	0.175
0.39	0.206
1.08	0.252
1.81	0.284
5.05	0.322
8.44	0.352
14.09	0.383
39.29	0.428
65.61	0.434
109.58	0.446
182.98	0.455
305.58	0.460
510.33	0.465
852.27	0.477

Consolidazione Provino 3

600 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.109
0.14	0.155
0.23	0.206
0.39	0.245
1.08	0.308
1.81	0.339
5.05	0.484
8.44	0.563
14.09	0.636
39.29	0.749
65.61	0.750
109.58	0.767
182.98	0.775
305.58	0.784
510.33	0.791
852.27	0.808



t₁₀₀ min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1
3.4

Provino 2
1.4

Provino 3
31.2

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



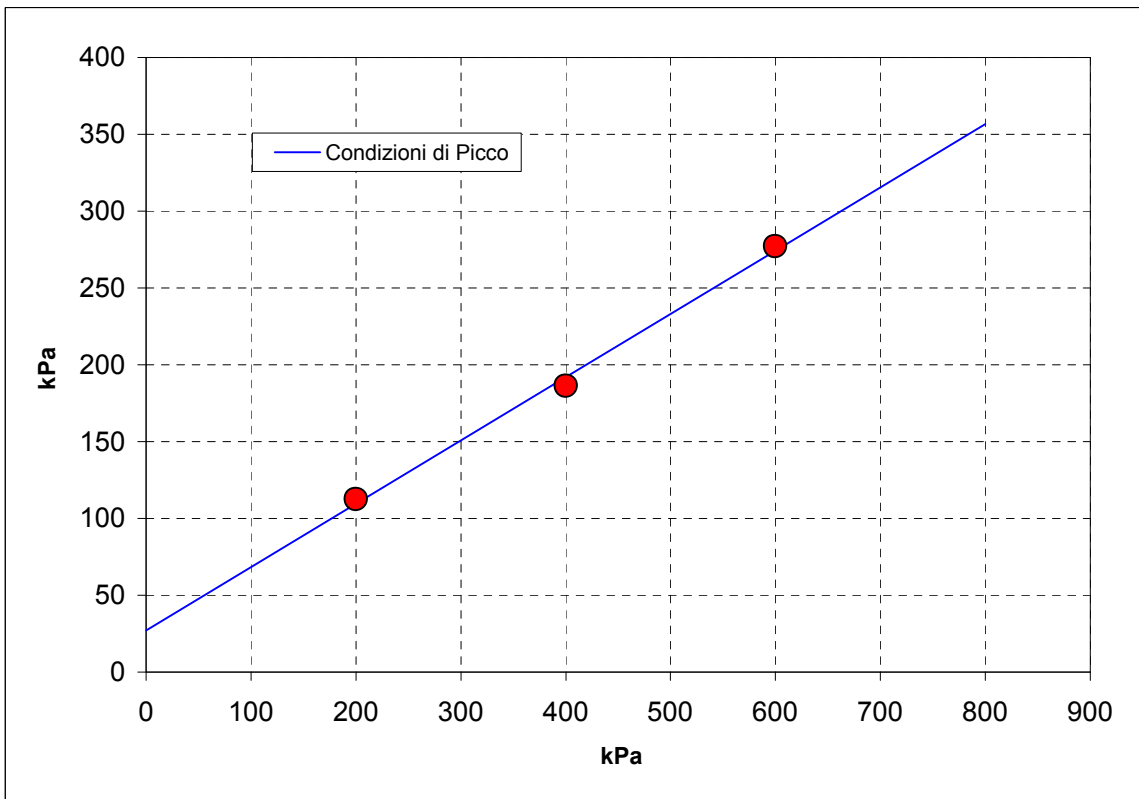
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C1		
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	200	400	600
Tensione di taglio (kPa)	112.36	186.28	277.11
Condizioni di Picco	Coesione:	27.17 kPa	Angolo di attrito: 22°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME
CAMPIONE:	S1C2 m 12.00 - 12.50
COMMESSA:	21711FE/20
VERBALE ACC.:	421/20
DATA CONSEGNA:	23/07/20

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 12.00	P.P. kPa	T.V. kPa	LUNGHEZZA (cm): 57 GRADO DI QUALITA': AGI Q5 EC 7-3 Q1																																
	440	-	DESCRIZIONE: Limo con sabbia fina argilloso marrone																																
			<table border="0"> <tr><td>W naturale (%)</td><td>17.8</td></tr> <tr><td>γ naturale (Mg/m³)</td><td>2.08</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m³)</td><td>1.76</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m³)</td><td>1.11</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>34</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>92</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m³)</td><td>2.684</td></tr> </table>	W naturale (%)	17.8	γ naturale (Mg/m ³)	2.08	γ secco (Mg/m ³)	1.76	γ immerso (Mg/m ³)	1.11	porosità (%)	34	indice dei vuoti	0.52	grado di saturazione (%)	92	massa specifica (Mg/m ³)	2.684																
W naturale (%)	17.8																																		
γ naturale (Mg/m ³)	2.08																																		
γ secco (Mg/m ³)	1.76																																		
γ immerso (Mg/m ³)	1.11																																		
porosità (%)	34																																		
indice dei vuoti	0.52																																		
grado di saturazione (%)	92																																		
massa specifica (Mg/m ³)	2.684																																		
12.50 basso	260	-	PROVE ESEGUITE <table border="0"> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>SI</td><td>Trassiale CIU</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>SI</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	SI	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
			Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																													
Limiti Atterberg	SI	Trassiale CIU	SI																																
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	SI																																
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	SI																																
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	SI																																
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																
			NOTE: -																																

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA
UNI EN ISO 17892-1

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**
 CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**
 CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**
 COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20
 VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20
 GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Limo con sabbia fina argilloso marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	173.87	3.23
TERRA UMIDA (g)	612.48	150.46
TERRA ESSICATA* (g)	545.53	128.35
UMDITA' DETERMINATA (%)	18.0	17.7
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	17.8

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fina argilloso marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	137.00	136.34
ALTEZZA (cm)	7.64	7.63
DIAMETRO (cm)	3.84	3.84
MASSA LORDA (g)	321.53	317.91
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.09	2.06
MEDIA (Mg/m³)	=	2.08

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO**UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Limo con sabbia fina argilloso marrone**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	20.92	20.53
temperatura (°C):	23.0	24.0
picnometro + acqua (g):	144.35	144.61
picnometro + terra (g):	157.48	157.50
fattore K	0.9993	0.9991
Peso specifico determinato (Mg/m ³):	2.684	2.685

Peso specifico calcolato (Mg/m ³):	2.684
--	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)			
COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

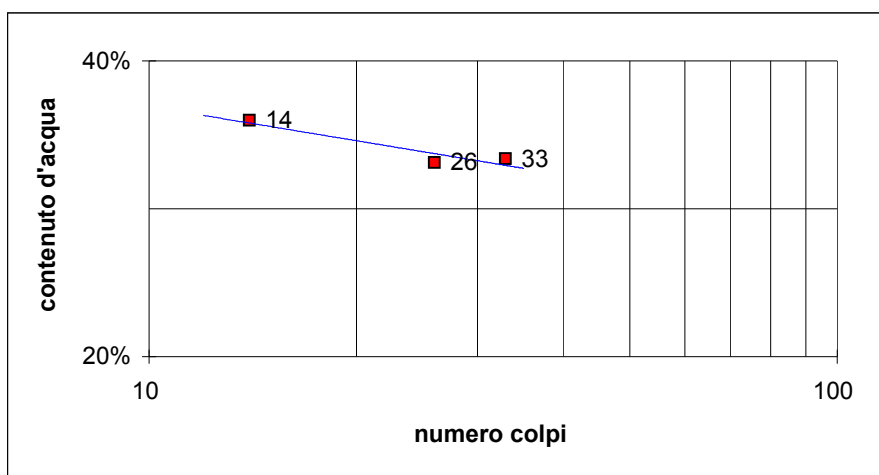
ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fina argilloso marrone

codice cucchiaino: 344; codice bilancia: 480.

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
	1	2	3	1	2	
impasto						
N° colpi	33	26	14			
massa umida+ tara (g)	22.98	23.04	22.32	13.48	12.96	612.48
massa secca+ tara (g)	18.04	18.11	17.27	11.83	11.22	545.53
acqua contenuta (g)	4.94	4.93	5.05	1.65	1.74	66.95
tara (g)	3.24	3.22	3.23	3.14	2.26	173.87
peso secco (g)	14.80	14.89	14.04	8.69	8.96	371.66
contenuto d'acqua	33.4%	33.1%	36.0%	19.0%	19.4%	18.0%

Umidità Naturale **Wn = 18%**
Limite Liquido **LL = 34%**
Limite Plastico **LP = 19%**
Indice Plastico **IP = 15%**



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it**LIMITE DI RITIRO (norma ASTM D 4943)**COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.0 del:

cod. int. Strum. 419 - 480 - 708

ASPETTO CAMPIONE: **Limo con sabbia fina argilloso marrone**

DETERMINAZIONE	provino 1	provino 2
volume iniziale (cm ³) =	18.68	18.63
Tara(g) =	15.00	16.77
massa lorda umida (g) =	48.50	50.70
massa lorda secca (g) =	40.05	42.18
umidità % =	34	34
volume secco (cm ³) =	13.97	14.26
massa volumica secca (Mg/m ³) =	1.94	1.92
limite di ritiro (%) W_s =	14.9	16.3
VALORE MEDIO W_s =	15.6%	

	provino 1	provino 2
coefficiente di ritiro R_s =	1.79	1.78
VALORE MEDIO R_s =	1.79	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo RomagnoliLo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

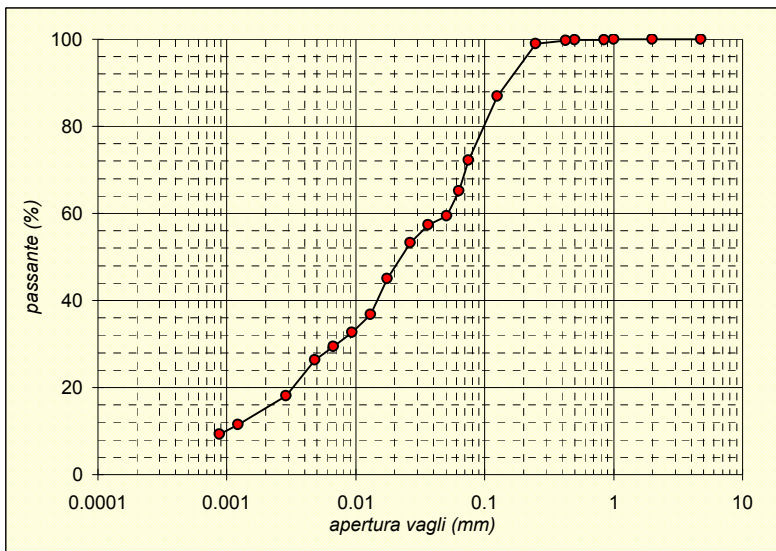
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fina argilloso marrone

codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
571	setaccio 4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio 2	0.05	0.01	0.01	99.99
573	setaccio 1	0.20	0.05	0.07	99.93
290	setaccio 0.85	0.07	0.02	0.09	99.91
291	setaccio 0.5	0.45	0.12	0.21	99.79
292	setaccio 0.425	0.21	0.06	0.26	99.74
293	setaccio 0.250	2.77	0.75	1.01	98.99
282	setaccio 0.125	44.83	12.06	13.07	86.93
283	setaccio 0.075	54.76	14.73	27.80	72.20
286	setaccio 0.063	26.21	7.05	34.86	65.14
-	calcolato 0.0511	21.11	5.68	40.54	59.46
-	calcolato 0.0366	7.69	2.07	42.60	57.40
-	calcolato 0.0266	15.37	4.14	46.74	53.26
-	calcolato 0.0176	30.75	8.27	55.01	44.99
-	calcolato 0.0130	30.75	8.27	63.29	36.71
-	calcolato 0.0094	15.37	4.14	67.42	32.58
-	calcolato 0.0067	11.53	3.10	70.52	29.48
-	calcolato 0.0048	11.53	3.10	73.63	26.37
-	calcolato 0.0029	30.75	8.27	81.90	18.10
-	calcolato 0.0012	24.42	6.57	88.47	11.53
-	calcolato 0.0009	8.37	2.25	90.72	9.28
-	fondo	34.48	9.28	100.00	0.00
TOTALE		371.66		φ max (mm) = 2.2	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.03	
t° C	Tempo (s)	Lettura
27	30	31.0
27	60	30.0
27	120	28.0
27	300	24.0
27	600	20.0
27	1200	18.0
27	2400	16.5
27	4800	15.0
27	14400	11.0
26	86400	8.0
25.5	172800	7.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	27.8%	34.8%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	56.9%	49.9%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	15.3%	15.3%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
norma ASTM D 2166-91

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	rev.0 del:		

Codici strumentazione: 775 - 419 - 536 - 929 - 952 - 708

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

NATURA DEL CAMPIONE:

Limo con sabbia fina argilloso marrone

Velocità della pressa: **0,76 mm/min**

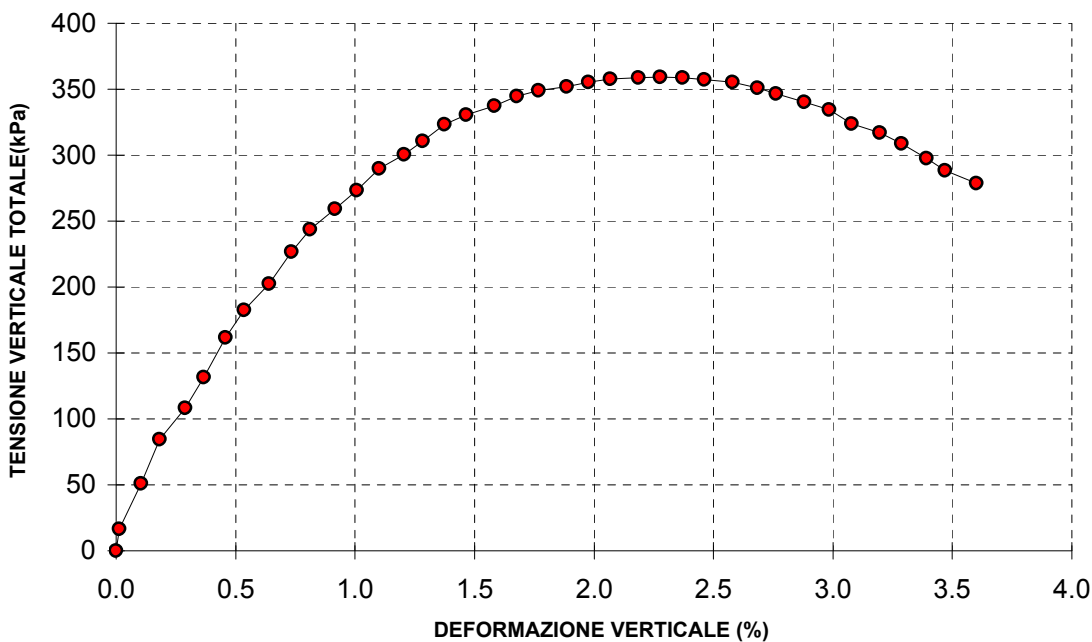
CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Dimensioni provino :	h x φ = 76,2 x 38,1 mm
Umidità naturale (%):	17.7
Massa volumica apparente umida (Mg/m³):	2.06
Massa volumica apparente secca (Mg/m³):	1.75
CONDIZIONI A ROTTURA*	
Tensione verticale totale (kPa):	359.04

* carico di rottura corrispondente allo sforzo massimo



def.vertic. (%)	tens.vertic. (kPa)
0.00	0.00
0.01	16.36
0.10	51.20
0.18	84.51
0.29	108.42
0.37	131.71
0.46	161.67
0.54	182.55
0.64	202.31
0.73	226.87
0.81	243.70
0.92	259.14
1.01	273.12
1.10	289.65
1.20	300.55
1.28	310.82
1.37	323.17
1.47	330.72
1.58	337.14
1.68	344.57
1.77	348.93
1.89	352.08
1.98	355.14
2.07	357.86
2.19	358.70
2.28	359.04
2.37	358.62
2.46	357.44
2.58	355.15
2.68	350.89
2.76	346.57
2.88	340.43
2.99	334.27
3.08	323.89
3.19	317.12
3.29	308.62
3.39	297.49
3.47	288.39
3.60	278.49



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

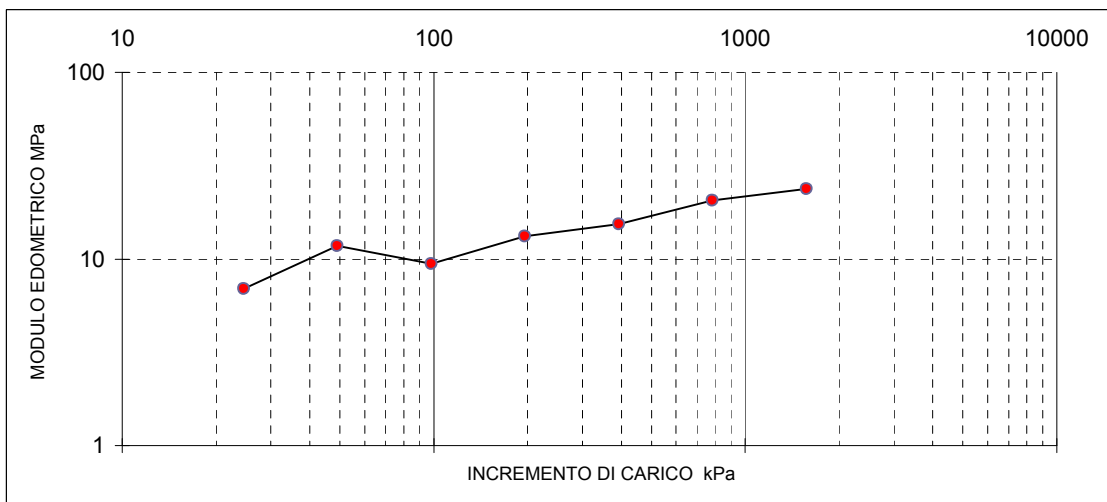
GEO - CERT. n°: rev.00 del:

edometro n: Ed 14 bilancia cod. 480 - calibro cod. 570 - picnometro cod. 545

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con sabbia fina argilloso marrone

Dp	DH	epsilon	e	e (t100)	av	mv	M
(kPa)	(mm)	(%)			(cm ² /daN)	(cm ² /daN)	(MPa)
12.3	0.070	0.35	0.501	0.502			
24.5	0.106	0.53	0.499	0.499	0.022	0.014	6.91
49.1	0.147	0.74	0.495	0.496	0.013	0.008	11.79
98.1	0.251	1.26	0.488	0.488	0.016	0.011	9.42
196.2	0.400	2.00	0.476	0.477	0.011	0.008	13.21
392.4	0.655	3.27	0.457	0.459	0.010	0.006	15.39
784.8	1.037	5.18	0.428	0.432	0.007	0.005	20.54
1569.6	1.697	8.48	0.379	0.385	0.006	0.004	23.78
392.4	1.508	7.54	0.393	0.393			
98.1	1.256	6.28	0.412	0.411			

Dati provino	Iniziale	Finale
Altezza provino (mm)	20.000	18.744
Umidità (%):	18.0	15.4
Massa volumica apparente (Mg/m ³):	2.10	2.19
Massa volumica apparente secca (Mg/m ³):	1.78	1.90
Indice dei vuoti:	0.51	0.41
Grado di Saturazione (%):	95	100
Massa volumica reale (Mg/m ³)	2.68	



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

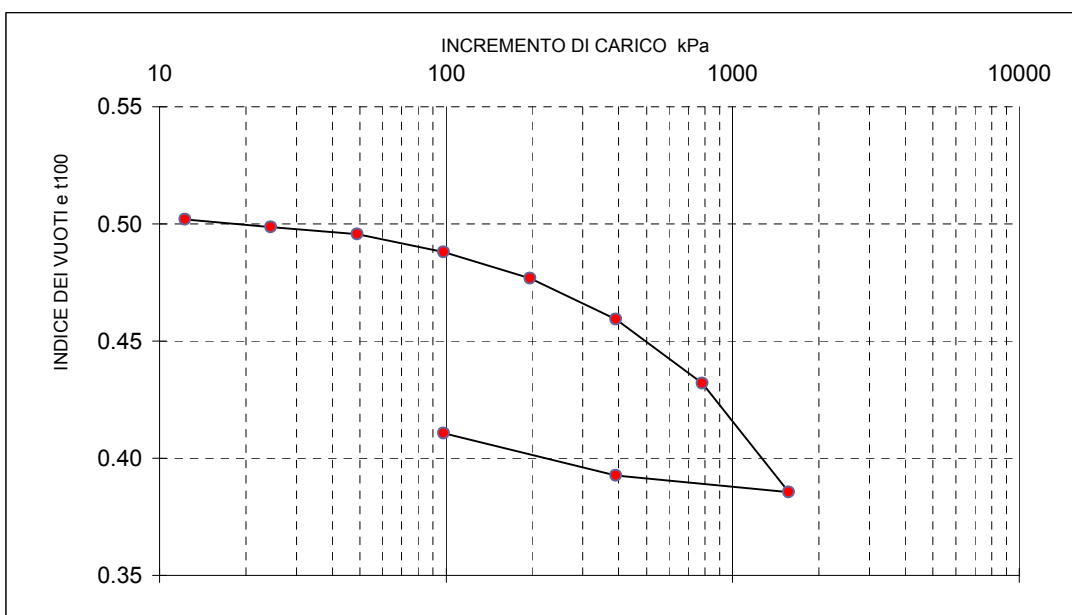
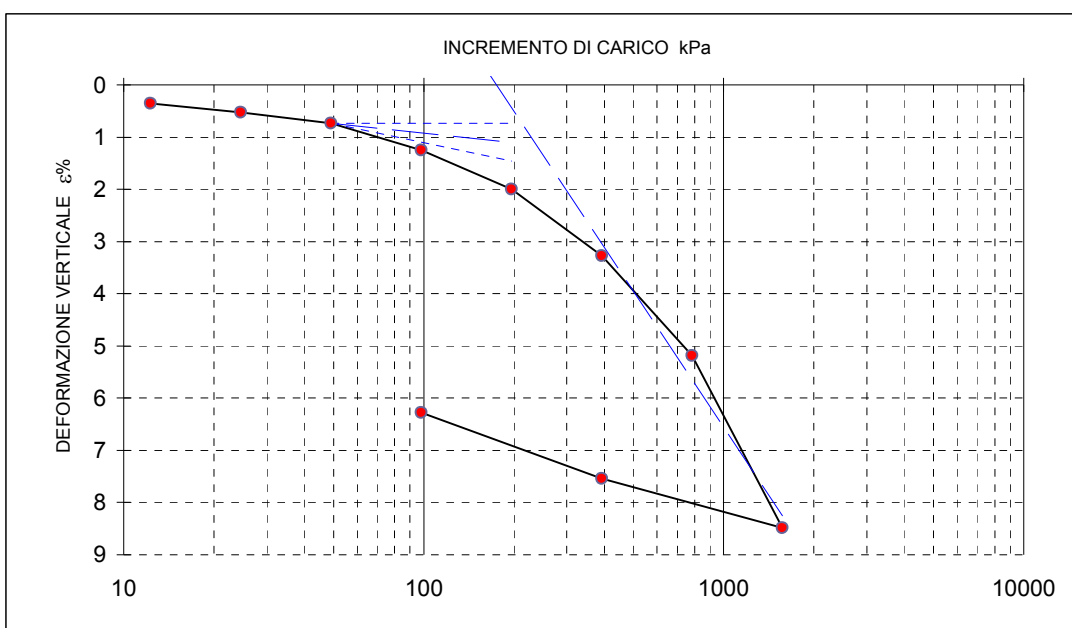
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**norma ASTM D 2435 - method A**COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)					
	12.3	24.5	49.1	98.1	196.2	392.4
0.08	0.024	0.097	0.130	0.205	0.325	0.537
0.14	0.027	0.098	0.132	0.209	0.332	0.542
0.23	0.047	0.098	0.134	0.213	0.340	0.549
0.39	0.058	0.100	0.135	0.217	0.344	0.555
1.08	0.065	0.104	0.139	0.222	0.353	0.567
1.81	0.067	0.105	0.141	0.224	0.358	0.574
5.05	0.070		0.144	0.230	0.371	0.591
8.44			0.146	0.235	0.376	0.598
14.09			0.147	0.239	0.381	0.609
39.29				0.246	0.392	0.622
65.61				0.249	0.397	0.629
109.58				0.250	0.399	0.634
182.98				0.251	0.400	0.638
305.58						0.643
510.33						0.647
852.27						0.652
1423.30						0.655

tempo (minuti)	cedimenti (mm) agli incrementi di carico (kPa)				
	784.8	1569.6	392.4	98.1	
0.08	0.834	1.293	1.577	1.430	
0.14	0.848	1.317	1.571	1.421	
0.23	0.863	1.335	1.564	1.412	
0.39	0.874	1.359	1.558	1.403	
1.08	0.898	1.402	1.547	1.391	
1.81	0.911	1.432	1.540	1.382	
5.05	0.942	1.496	1.532	1.349	
8.44	0.956	1.524	1.528	1.331	
14.09	0.968	1.548	1.524	1.315	
39.29	0.989	1.594	1.519	1.277	
65.61	0.998	1.612	1.516	1.277	
109.58	1.005	1.626	1.514	1.271	
182.98	1.012	1.643	1.512	1.264	
305.58	1.018	1.658	1.511	1.265	
510.33	1.025	1.673	1.510	1.261	
852.27	1.032	1.684	1.508	1.256	
1423.30	1.037	1.697	1.508	1.256	

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo RomagnoliIo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

norma ASTM D 2435 - method A

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

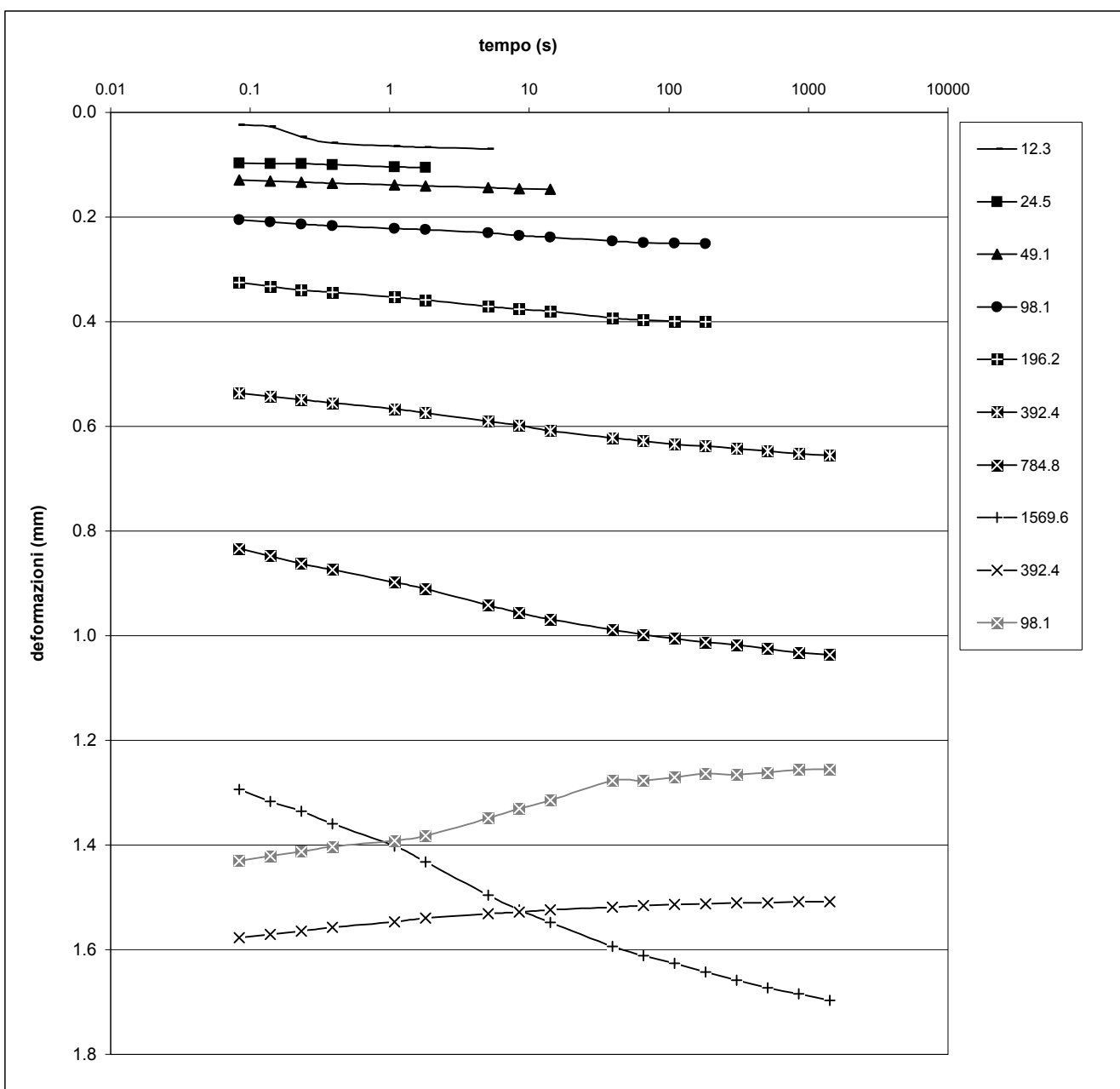
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

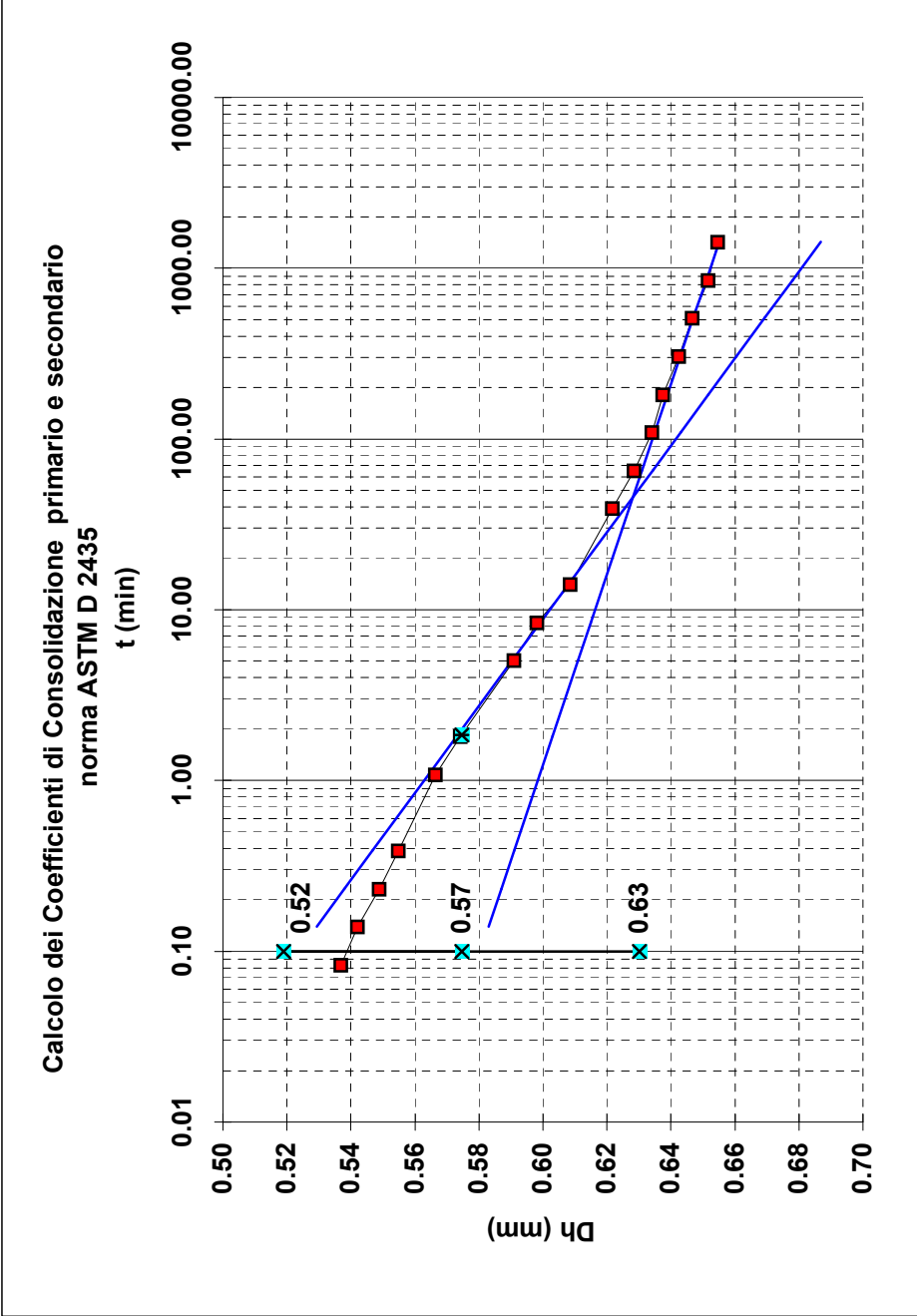
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.400
0.08	0.537
0.14	0.542
0.23	0.549
0.39	0.555
1.08	0.567
1.81	0.574
5.05	0.591
8.44	0.598
14.09	0.609
39.29	0.622
65.61	0.629
109.58	0.634
182.98	0.638
305.58	0.643
510.33	0.647
852.27	0.652
1423.30	0.655

tf50 (min)	1.85
tf50 (sec)	111
k (m/s)	1.07E-10
Cv (cm ² /s)	1.68E-03
C alfa	9.16E-04

Pressione
da(kPa) 196.2
a (kPa) 392.4

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C2
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20
DURATA DELLE PROVE DAL:	28/07/20
AL:	29/07/20
COMMESSA:	21711FE/20
VERBALE ACC.:	421/20
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo con sabbia fina argilloso marrone

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

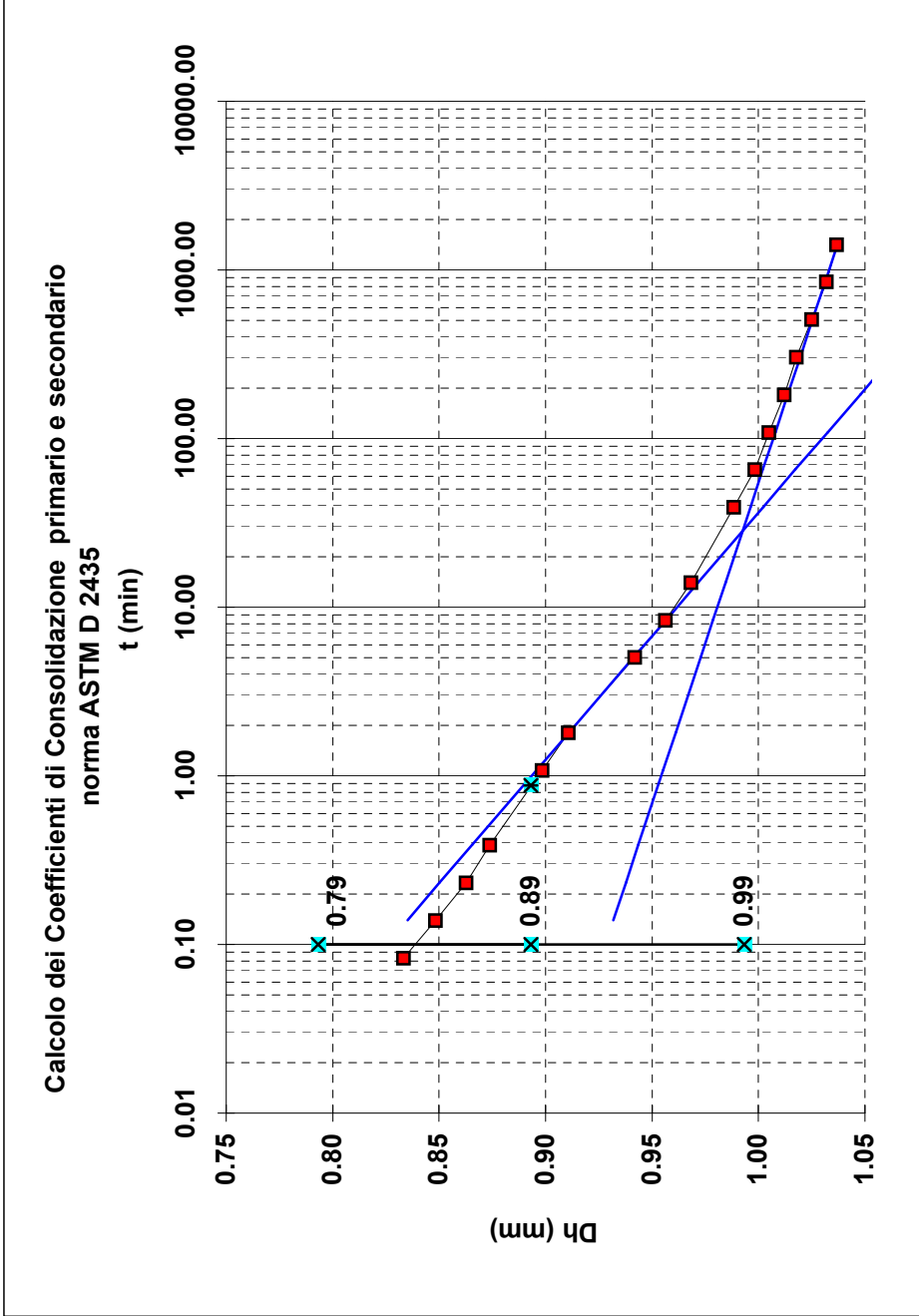
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.655
0.08	0.834
0.14	0.848
0.23	0.863
0.39	0.874
1.08	0.898
1.81	0.911
5.05	0.942
8.44	0.956
14.09	0.968
39.29	0.989
65.61	0.998
109.58	1.005
182.98	1.012
305.58	1.018
510.33	1.025
852.27	1.032
1423.30	1.037

tf50 (min)	0.87
tf50 (sec)	52
k (m/s)	1.65E-10
Cv (cm ² /s)	3.45E-03
C alfa	1.36E-03

Pressione
da(kPa) 392.4
a (kPa) 784.8

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C2
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20
DURATA DELLE PROVE DAL:	29/07/20
AL:	30/07/20
COMMESSA:	21711FE/20
VERBALE ACC.:	421/20
CERTIFICATO n°:	0
rev.0 del:	00/01/00
Natura del Campione:	Limo con sabbia fina argilloso marrone

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

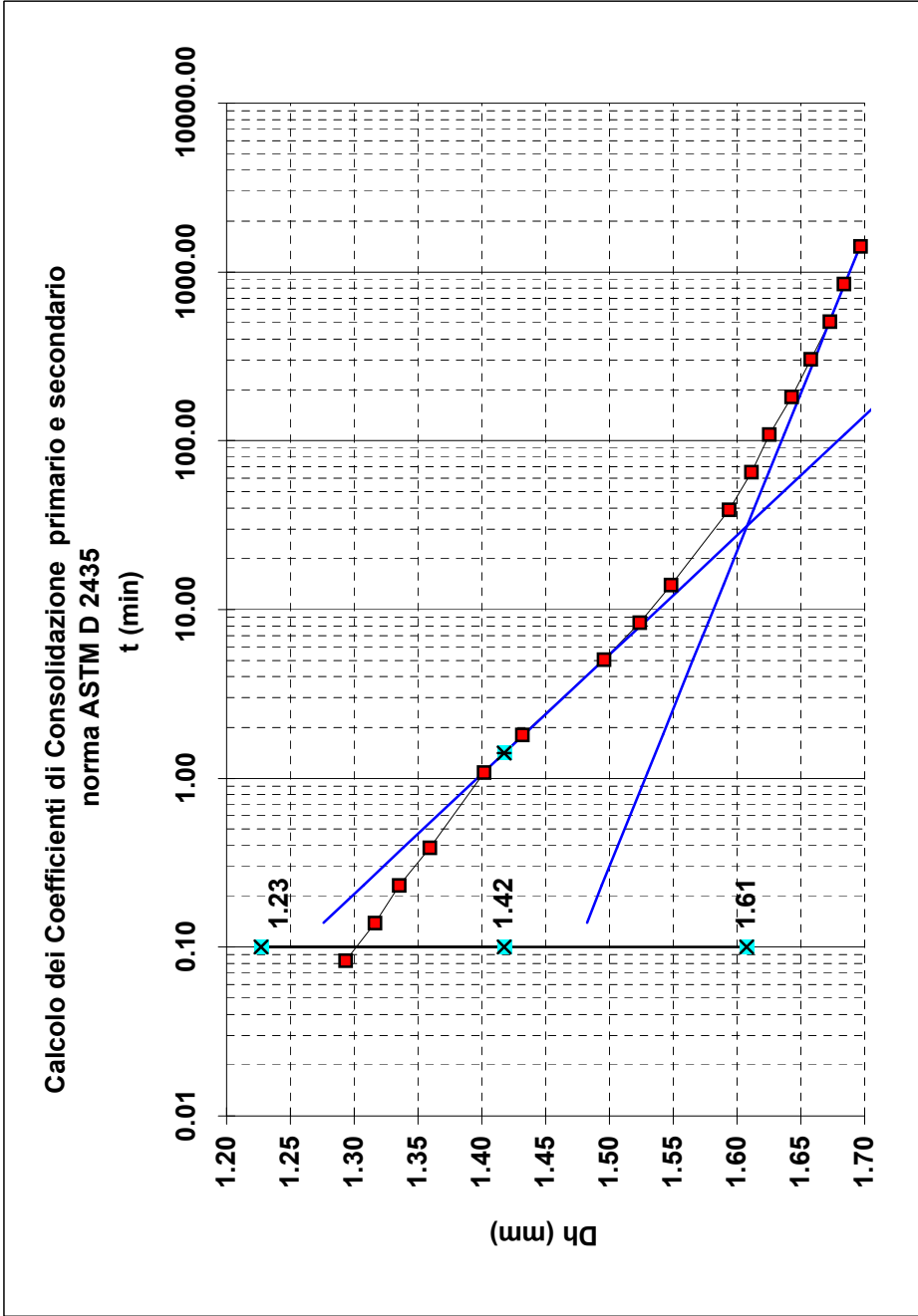
FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



Tempo (min)	Dh (mm)
H0	1.037
0.08	1.293
0.14	1.317
0.23	1.335
0.39	1.359
1.08	1.402
1.81	1.432
5.05	1.496
8.44	1.524
14.09	1.548
39.29	1.594
65.61	1.612
109.58	1.626
182.98	1.643
305.58	1.658
510.33	1.673
852.27	1.684
1423.30	1.697

tf50 (min)	1.41
tf50 (sec)	84
k (m/s)	8.36E-11
Cv (cm ² /s)	2.03E-03
C alfa	2.82E-03

Pressione
da(kPa) 784.8
a (kPa) 1569.6

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)	Natura del Campione:	Limo con sabbia fina argilloso marrone
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME	COMMESSA:	21711FE/20
CAMPIONE/PROFONDITA':	S1C2	VERBALE ACC.:	421/20
DATA DI CONSEGNA:	23/07/20	CERTIFICATO n°:	0
DURATA DELLE PROVE DAL:	30/07/20	rev.0 del:	00/01/00
AL:	31/07/20		

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

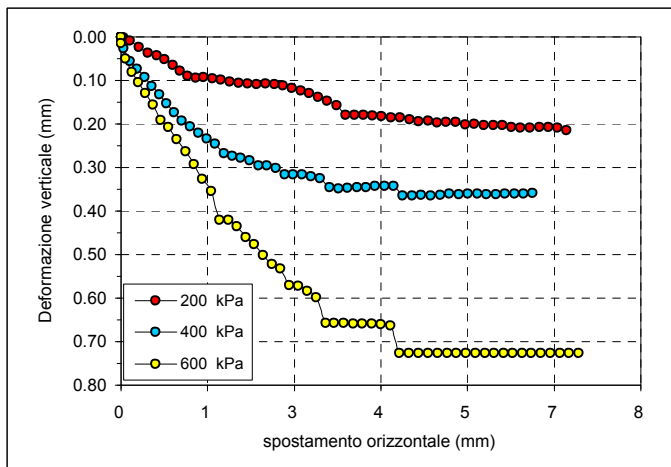
COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:	rev.00 del:		

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

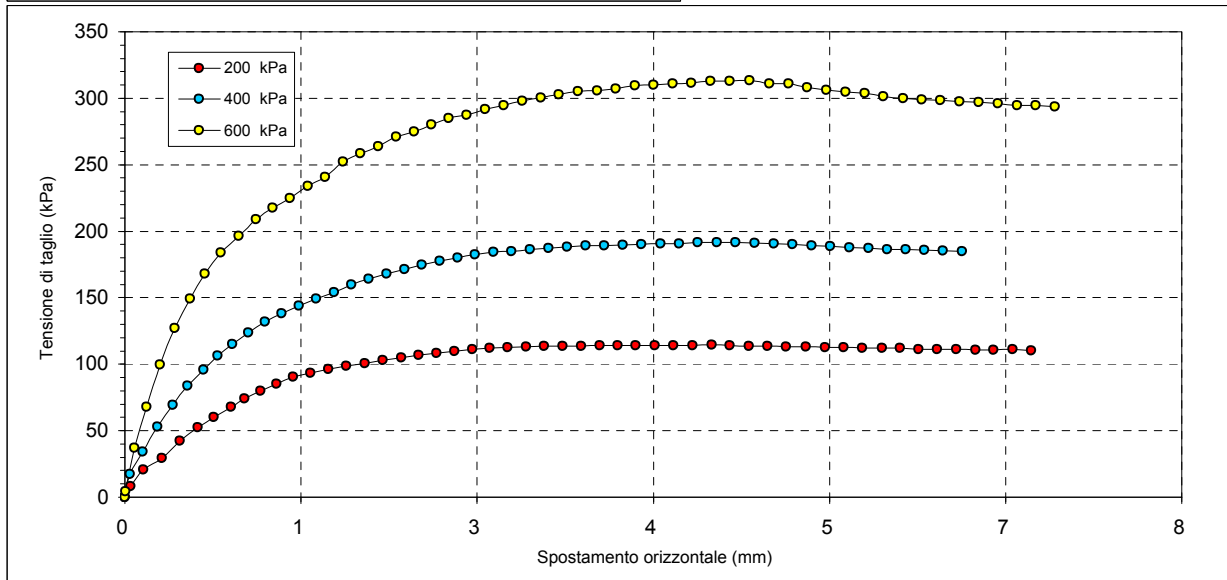
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	φ x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con sabbia fina argilloso marrone



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σ _v (kPa)	200	400	600
W ini (%)	18.0	18.0	17.7
γ ini (Mg/m ³)	1.96	1.97	1.99
γ _d ini (Mg/m ³)	1.66	1.67	1.69
S ini (%)	78	79	80
W fin (%)	25.2	21.8	16.7
γ fin (Mg/m ³)	2.01	2.06	2.16
γ _d fin (Mg/m ³)	1.60	1.69	1.85
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m ³)	2.684		
H fine cons (mm)	19.788	19.528	19.177



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	

PROVINO 1 200 kPa			PROVINO 2 400 kPa			PROVINO 3 600 kPa		
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.045	8.205	0.001	0.039	17.507	0.027	0.003	4.456	0.014
0.143	20.549	0.009	0.141	34.413	0.056	0.076	36.853	0.050
0.288	29.355	0.023	0.257	52.875	0.074	0.172	68.012	0.081
0.428	42.583	0.037	0.376	69.497	0.093	0.276	99.701	0.105
0.568	52.309	0.043	0.491	83.786	0.113	0.389	127.324	0.130
0.695	60.196	0.052	0.612	95.670	0.132	0.509	149.075	0.156
0.827	68.012	0.065	0.723	106.527	0.153	0.625	168.138	0.191
0.936	74.237	0.078	0.841	115.122	0.174	0.751	183.841	0.207
1.057	79.754	0.090	0.965	123.716	0.192	0.887	196.609	0.236
1.183	85.095	0.094	1.094	131.674	0.206	1.022	208.917	0.263
1.311	90.329	0.093	1.226	138.075	0.221	1.156	217.370	0.293
1.449	93.512	0.096	1.360	143.770	0.234	1.290	225.045	0.326
1.587	96.235	0.099	1.494	149.287	0.245	1.427	234.063	0.355
1.727	98.747	0.103	1.633	153.991	0.268	1.565	240.677	0.421
1.873	100.656	0.106	1.770	160.039	0.274	1.701	252.278	0.421
2.014	102.991	0.108	1.902	164.106	0.278	1.840	258.608	0.435
2.156	104.936	0.109	2.042	167.820	0.284	1.977	263.914	0.461
2.294	106.669	0.108	2.181	171.604	0.295	2.116	270.881	0.477
2.432	108.190	0.109	2.318	174.610	0.296	2.256	274.807	0.502
2.571	109.711	0.112	2.457	177.723	0.301	2.393	280.147	0.522
2.712	111.267	0.118	2.596	180.234	0.316	2.525	284.816	0.532
2.849	112.186	0.123	2.734	182.250	0.316	2.667	287.398	0.571
2.988	112.540	0.130	2.877	184.372	0.316	2.811	291.536	0.572
3.129	112.929	0.138	3.018	184.973	0.321	2.956	294.825	0.584
3.272	113.389	0.147	3.162	186.105	0.325	3.101	297.937	0.598
3.417	113.530	0.157	3.308	187.060	0.345	3.246	300.590	0.657
3.562	113.778	0.180	3.451	188.439	0.349	3.384	302.747	0.657
3.705	114.061	0.180	3.596	189.217	0.347	3.538	305.046	0.658
3.844	113.955	0.180	3.743	189.429	0.346	3.685	305.648	0.659
3.986	114.061	0.181	3.887	189.854	0.345	3.829	307.062	0.659
4.135	114.238	0.182	4.032	190.349	0.343	3.982	309.573	0.659
4.281	114.273	0.185	4.181	190.596	0.343	4.127	309.998	0.660
4.431	114.238	0.186	4.326	190.809	0.343	4.273	310.988	0.663
4.581	114.344	0.189	4.471	191.410	0.364	4.419	311.483	0.726
4.722	114.025	0.194	4.620	191.622	0.364	4.570	312.792	0.727
4.871	113.778	0.193	4.765	191.516	0.363	4.720	312.756	0.727
5.013	113.530	0.197	4.914	191.233	0.364	4.874	313.358	0.727
5.159	113.035	0.196	5.063	190.809	0.363	5.030	310.953	0.727
5.313	113.000	0.196	5.211	190.137	0.361	5.179	310.847	0.727
5.462	112.469	0.201	5.359	189.288	0.362	5.326	308.335	0.727
5.607	112.434	0.200	5.505	188.545	0.361	5.476	306.213	0.727
5.755	112.257	0.203	5.653	187.802	0.361	5.623	304.516	0.727
5.907	111.939	0.203	5.803	187.272	0.362	5.773	303.738	0.726
6.048	111.939	0.203	5.947	186.529	0.362	5.920	301.262	0.726
6.195	111.302	0.207	6.095	186.140	0.361	6.072	299.741	0.726
6.340	111.302	0.209	6.240	185.751	0.361	6.217	298.928	0.727
6.486	111.161	0.209	6.385	185.397	0.360	6.362	298.326	0.726
6.636	110.736	0.208	6.533	184.973	0.359	6.512	297.690	0.726
6.779	110.807	0.208				6.662	296.841	0.726
6.926	111.090	0.209				6.814	296.240	0.726
7.071	110.453	0.215				6.963	294.790	0.726
						7.108	294.507	0.726
						7.258	293.552	0.726

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT
 Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma UNI CEN ISO 17892-10)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (PI)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20
GEO - CERT. n°:		rev.00 del:	

Consolidazione Provino 1

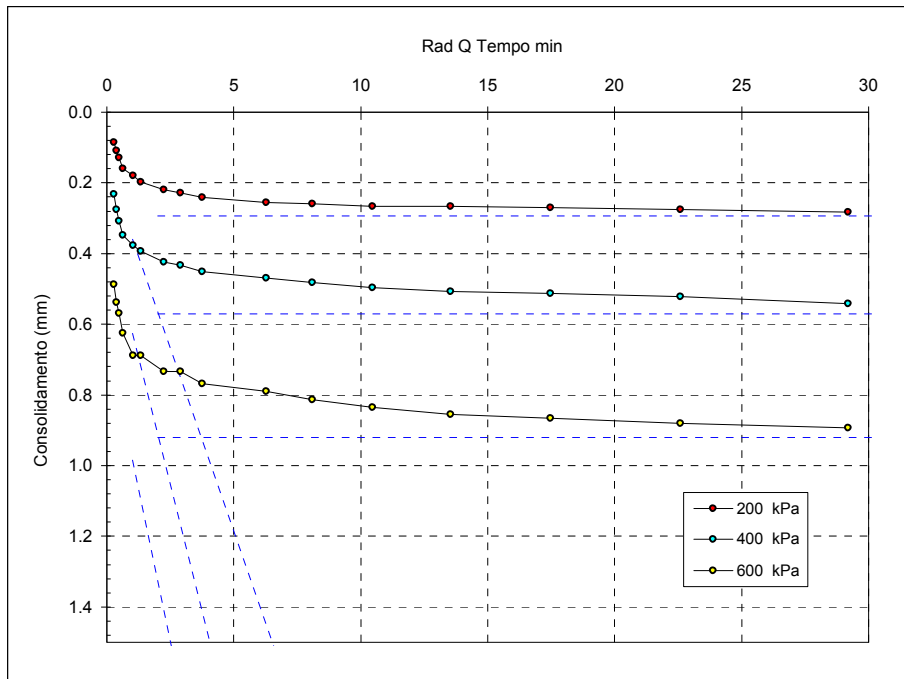
200 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.086
0.14	0.109
0.23	0.128
0.39	0.160
1.08	0.180
1.81	0.198
5.05	0.219
8.44	0.228
14.09	0.242
39.29	0.256
65.61	0.260
109.58	0.266
182.98	0.267
305.58	0.271
510.33	0.276
852.27	0.282

Consolidazione Provino 2

400 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.231
0.14	0.276
0.23	0.308
0.39	0.348
1.08	0.377
1.81	0.392
5.05	0.424
8.44	0.433
14.09	0.451
39.29	0.468
65.61	0.482
109.58	0.496
182.98	0.507
305.58	0.513
510.33	0.521
852.27	0.542

Consolidazione Provino 3

600 kPa	
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.487
0.14	0.539
0.23	0.568
0.39	0.624
1.08	0.688
1.81	0.688
5.05	0.734
8.44	0.734
14.09	0.769
39.29	0.790
65.61	0.814
109.58	0.836
182.98	0.855
305.58	0.866
510.33	0.880
852.27	0.893



t_{100} min
 (Bishop ed Henkel)

Provino 1
 0.5

Provino 2
 0.7

Provino 3
 0.7

Il Direttore del Laboratorio terre:
 dott.geol. Massimo Romagnoli

Io Sperimentatore:
 dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



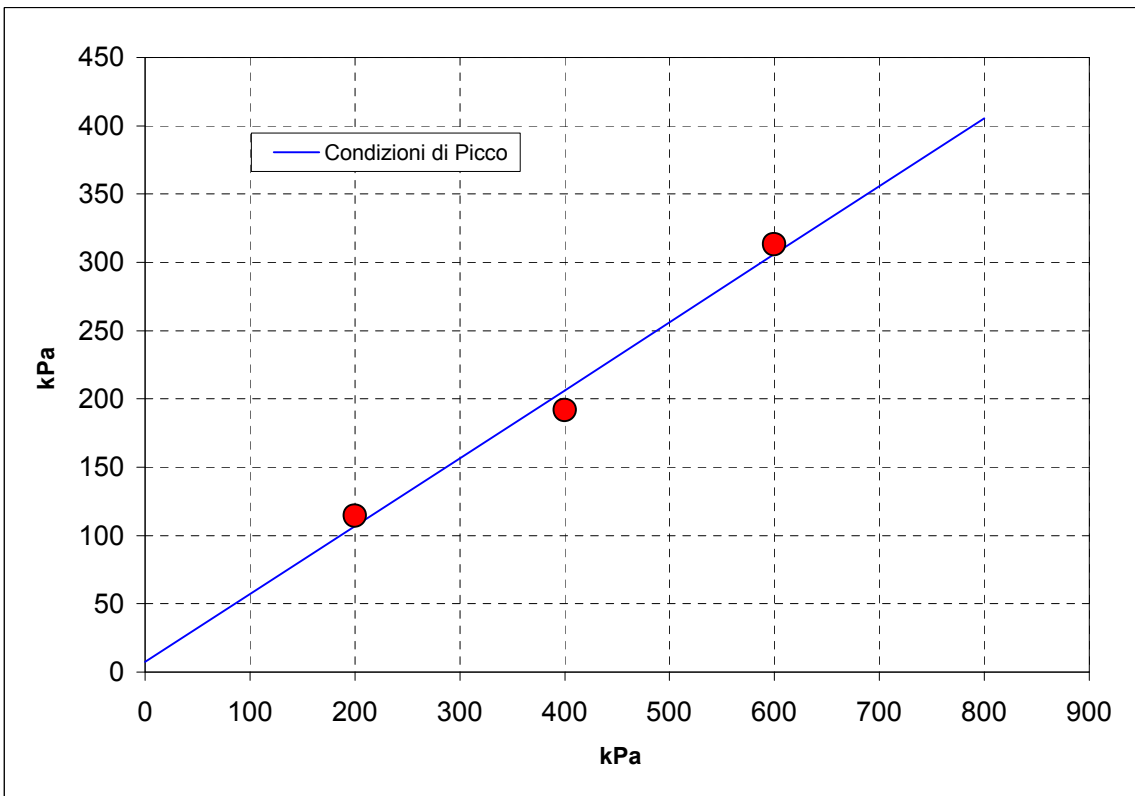
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)		
CANTIERE:	SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME		
CAMPIONE:	S1C2		
COMMESSA:	21711FE/20	DURATA PROVE:	30/07 - 07/08/20
VERBALE ACC.:	421/20	DATA CONSEGNA:	23/07/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	200	400	600
Tensione di taglio (kPa)	114.34	191.62	313.36
Condizioni di Picco	Coesione:	7.43 kPa	Angolo di attrito: 26°



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttore LVDT 469; celle di carico 573, 470, 471; manometri 940, 691; celle 473, 474, 475; pressa 476.

Macchina: CONTROLS Triax 50 Digital
 Prova: CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
 Dimensioni provini: $\phi \times h = 36,80 \times 76,20$ mm
 Velocità prova: 0.01 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con sabbia fina argilloso marrone

Peso specifico (Mg/m^3): 2.684

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
umidità iniziale (%)	18.0	18.0	17.7
massa volumica umida iniziale (Mg/m^3)	2.09	2.06	2.10
massa volumica secca iniziale (Mg/m^3)	1.77	1.75	1.78
indice dei vuoti iniziale	0.51	0.54	0.50
grado di saturazione iniziale (%)	94	90	94
umidità finale (%)	17.9	17.8	16.5
massa volumica umida fine cons. (Mg/m^3)	2.14	2.14	2.17
massa volumica secca fine cons. (Mg/m^3)	1.81	1.81	1.86
indice dei vuoti fine cons.	0.48	0.48	0.44
grado di saturazione fine cons. (%)	100	100	100
pressione in cella (kPa)	600	800	1000
contropressione (kPa)	400	400	400
Dimensioni fine consolidazione			
Hc (cm)	7.589	7.541	7.522
Ac (cm^2)	11.404	11.293	11.252
Skempton B	0.98	0.96	0.98
Skempton A	-0.0306	0.0940	0.0947
t100 min (Bishop & Henkel)	291	228	144

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

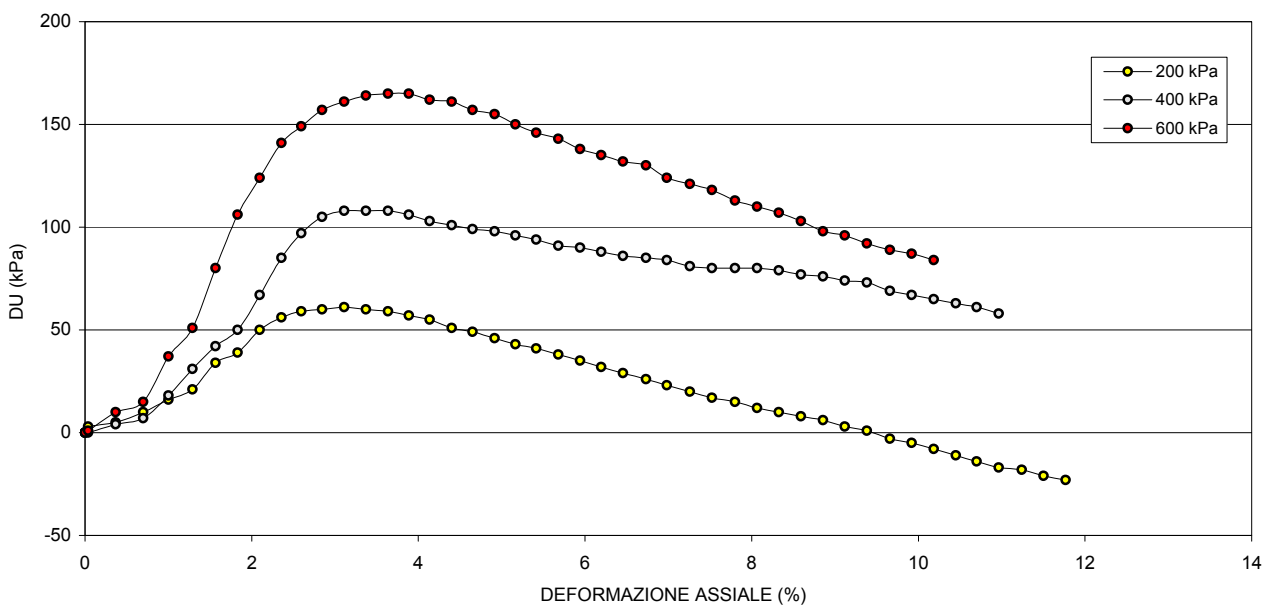
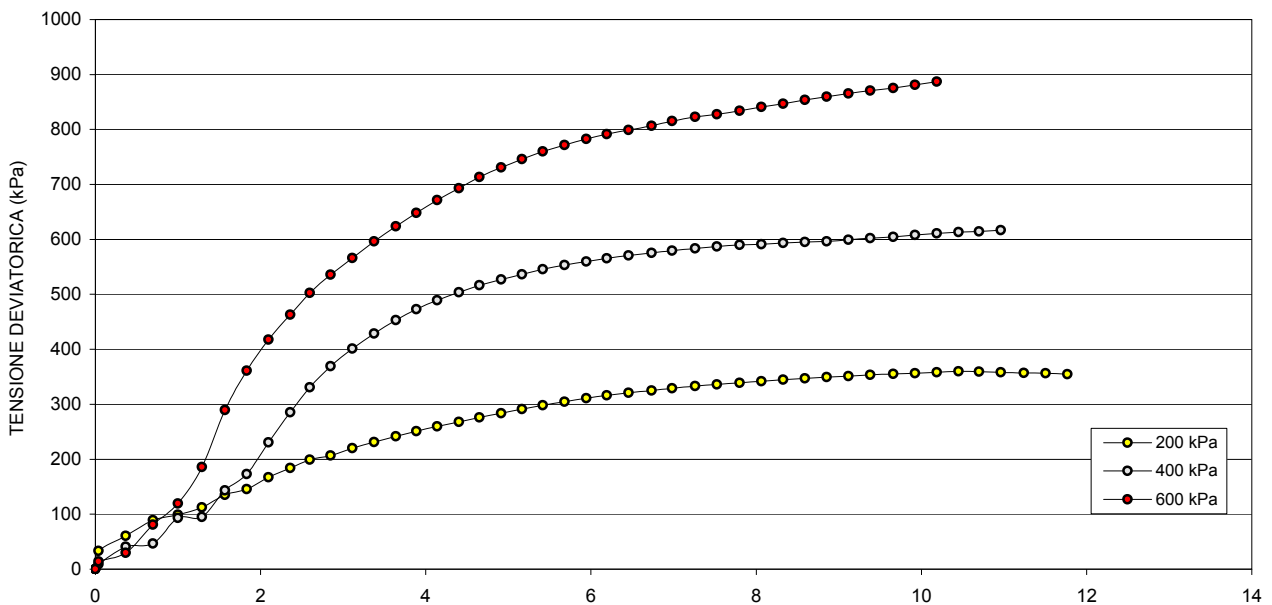
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

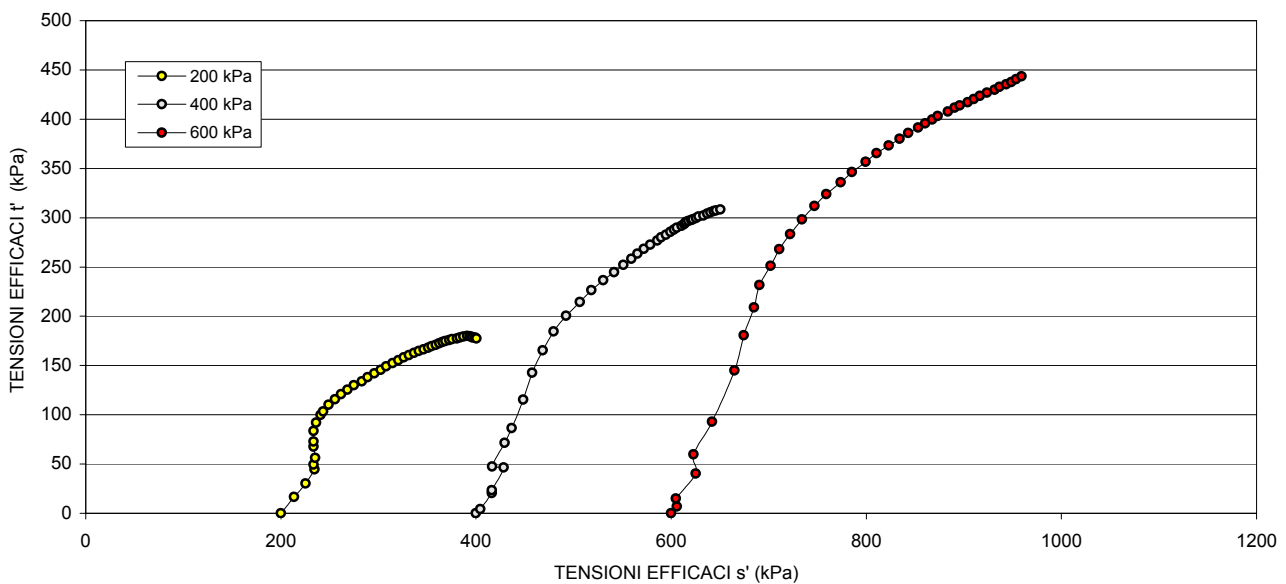
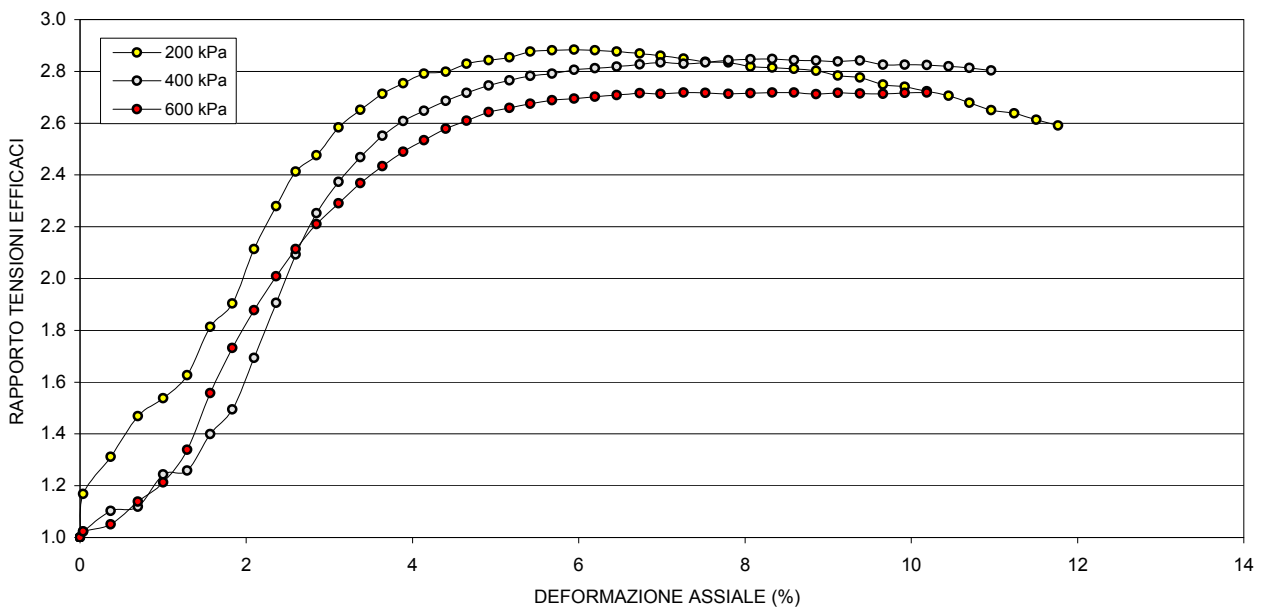
CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

TENSIONE DEVIATORICA ($\sigma_1 - \sigma_3$)

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)	Def. (%)	Tens. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.040	33.134	0.040	8.674	0.040	13.948
0.369	60.633	0.369	40.758	0.369	29.574
0.698	88.908	0.698	46.866	0.698	80.840
1.002	98.880	1.002	93.095	1.002	119.659
1.291	112.267	1.291	95.182	1.291	185.893
1.568	134.999	1.568	143.026	1.568	289.736
1.832	145.398	1.832	172.980	1.832	361.200
2.095	166.986	2.095	230.859	2.095	417.658
2.359	184.175	2.359	285.484	2.359	463.221
2.596	199.273	2.596	331.019	2.596	502.349
2.846	206.684	2.846	369.310	2.846	535.855
3.110	220.142	3.110	400.996	3.110	566.348
3.373	231.237	3.373	428.824	3.373	596.667
3.637	241.507	3.637	452.826	3.637	623.816
3.887	250.909	3.887	472.925	3.887	648.077
4.138	259.670	4.138	489.349	4.138	671.777
4.401	268.010	4.401	504.002	4.401	692.870
4.652	276.255	4.652	516.782	4.652	713.173
4.915	283.913	4.915	527.056	4.915	731.145
5.166	291.149	5.166	536.501	5.166	746.329
5.416	298.260	5.416	545.469	5.416	760.330
5.680	304.872	5.680	553.470	5.680	771.875
5.943	310.866	5.943	559.919	5.943	782.759
6.194	316.126	6.194	565.406	6.194	791.263
6.457	320.898	6.457	570.858	6.457	799.349
6.734	325.265	6.734	575.611	6.734	806.600
6.984	329.204	6.984	579.748	6.984	815.429
7.261	332.941	7.261	583.690	7.261	822.976
7.524	336.050	7.524	586.862	7.524	827.787
7.801	339.248	7.801	589.759	7.801	834.078
8.065	341.907	8.065	591.085	8.065	840.927
8.328	344.785	8.328	593.368	8.328	847.070
8.592	347.401	8.592	595.224	8.592	853.734
8.855	349.516	8.855	596.574	8.855	859.616
9.119	351.454	9.119	599.275	9.119	865.449
9.383	353.375	9.383	602.111	9.383	870.832
9.659	355.069	9.659	604.352	9.659	875.559
9.923	356.719	9.923	608.092	9.923	881.091
10.186	358.353	10.186	611.005	10.186	886.734
10.450	359.893	10.450	613.098		
10.700	359.121	10.700	614.704		
10.964	358.061	10.964	616.832		
11.241	356.949				
11.504	356.432				
11.768	354.829				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PRESSIONE INTERSTIZIALE

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
0.000	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)	Def. (%)	ΔU. (kPa)
0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
0.040	3.000	0.040	0.000	0.040	1.000
0.369	5.000	0.369	4.000	0.369	10.000
0.698	10.000	0.698	7.000	0.698	15.000
1.002	16.000	1.002	18.000	1.002	37.000
1.291	21.000	1.291	31.000	1.291	51.000
1.568	34.000	1.568	42.000	1.568	80.000
1.832	39.000	1.832	50.000	1.832	106.000
2.095	50.000	2.095	67.000	2.095	124.000
2.359	56.000	2.359	85.000	2.359	141.000
2.596	59.000	2.596	97.000	2.596	149.000
2.846	60.000	2.846	105.000	2.846	157.000
3.110	61.000	3.110	108.000	3.110	161.000
3.373	60.000	3.373	108.000	3.373	164.000
3.637	59.000	3.637	108.000	3.637	165.000
3.887	57.000	3.887	106.000	3.887	165.000
4.138	55.000	4.138	103.000	4.138	162.000
4.401	51.000	4.401	101.000	4.401	161.000
4.652	49.000	4.652	99.000	4.652	157.000
4.915	46.000	4.915	98.000	4.915	155.000
5.166	43.000	5.166	96.000	5.166	150.000
5.416	41.000	5.416	94.000	5.416	146.000
5.680	38.000	5.680	91.000	5.680	143.000
5.943	35.000	5.943	90.000	5.943	138.000
6.194	32.000	6.194	88.000	6.194	135.000
6.457	29.000	6.457	86.000	6.457	132.000
6.734	26.000	6.734	85.000	6.734	130.000
6.984	23.000	6.984	84.000	6.984	124.000
7.261	20.000	7.261	81.000	7.261	121.000
7.524	17.000	7.524	80.000	7.524	118.000
7.801	15.000	7.801	80.000	7.801	113.000
8.065	12.000	8.065	80.000	8.065	110.000
8.328	10.000	8.328	79.000	8.328	107.000
8.592	8.000	8.592	77.000	8.592	103.000
8.855	6.000	8.855	76.000	8.855	98.000
9.119	3.000	9.119	74.000	9.119	96.000
9.383	1.000	9.383	73.000	9.383	92.000
9.659	-3.000	9.659	69.000	9.659	89.000
9.923	-5.000	9.923	67.000	9.923	87.000
10.186	-8.000	10.186	65.000	10.186	84.000
10.450	-11.000	10.450	63.000		
10.700	-14.000	10.700	61.000		
10.964	-17.000	10.964	58.000		
11.241	-18.000				
11.504	-21.000				
11.768	-23.000				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

RAPPORTO TENSIONI EFFICACI ($\sigma'1$ / $\sigma'3$)

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
Def. (%)		Def. (%)		Def. (%)	
0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000
0.040	1.168	0.040	1.022	0.040	1.023
0.369	1.311	0.369	1.103	0.369	1.050
0.698	1.468	0.698	1.119	0.698	1.138
1.002	1.537	1.002	1.244	1.002	1.213
1.291	1.627	1.291	1.258	1.291	1.339
1.568	1.813	1.568	1.400	1.568	1.557
1.832	1.903	1.832	1.494	1.832	1.731
2.095	2.113	2.095	1.693	2.095	1.877
2.359	2.279	2.359	1.906	2.359	2.009
2.596	2.413	2.596	2.092	2.596	2.114
2.846	2.476	2.846	2.252	2.846	2.210
3.110	2.584	3.110	2.373	3.110	2.290
3.373	2.652	3.373	2.469	3.373	2.369
3.637	2.713	3.637	2.551	3.637	2.434
3.887	2.755	3.887	2.609	3.887	2.490
4.138	2.791	4.138	2.648	4.138	2.534
4.401	2.799	4.401	2.686	4.401	2.578
4.652	2.830	4.652	2.717	4.652	2.610
4.915	2.844	4.915	2.745	4.915	2.643
5.166	2.854	5.166	2.765	5.166	2.659
5.416	2.876	5.416	2.783	5.416	2.675
5.680	2.882	5.680	2.791	5.680	2.689
5.943	2.884	5.943	2.806	5.943	2.694
6.194	2.882	6.194	2.812	6.194	2.702
6.457	2.877	6.457	2.818	6.457	2.708
6.734	2.869	6.734	2.827	6.734	2.716
6.984	2.860	6.984	2.835	6.984	2.713
7.261	2.850	7.261	2.830	7.261	2.718
7.524	2.836	7.524	2.834	7.524	2.717
7.801	2.834	7.801	2.843	7.801	2.713
8.065	2.819	8.065	2.847	8.065	2.716
8.328	2.815	8.328	2.848	8.328	2.718
8.592	2.809	8.592	2.843	8.592	2.718
8.855	2.802	8.855	2.841	8.855	2.712
9.119	2.784	9.119	2.838	9.119	2.717
9.383	2.776	9.383	2.841	9.383	2.714
9.659	2.749	9.659	2.826	9.659	2.713
9.923	2.740	9.923	2.826	9.923	2.718
10.186	2.723	10.186	2.824	10.186	2.718
10.450	2.706	10.450	2.819		
10.700	2.678	10.700	2.813		
10.964	2.650	10.964	2.804		
11.241	2.637				
11.504	2.613				
11.768	2.591				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)

A.S.T.M. D 4767

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

STRESS PATH $s' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ $t' = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$

PROVINO 1 200 kPa		PROVINO 2 400 kPa		PROVINO 3 600 kPa	
s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)	s' (kPa)	t' (kPa)
200.000	0.000	399.999	0.000	600.000	0.000
213.567	16.567	404.337	4.337	605.974	6.974
225.317	30.317	416.379	20.379	604.787	14.787
234.454	44.454	416.433	23.433	625.420	40.420
233.440	49.440	428.547	46.547	622.829	59.829
235.133	56.133	416.591	47.591	641.946	92.946
233.499	67.499	429.513	71.513	664.868	144.868
233.699	72.699	436.490	86.490	674.600	180.600
233.493	83.493	448.429	115.429	684.829	208.829
236.087	92.087	457.742	142.742	690.610	231.610
240.637	99.637	468.510	165.510	702.175	251.175
243.342	103.342	479.655	184.655	710.927	267.927
249.071	110.071	492.498	200.498	722.174	283.174
255.618	115.618	506.412	214.412	734.334	298.334
261.753	120.753	518.413	226.413	746.908	311.908
268.454	125.454	530.463	236.463	759.038	324.038
274.835	129.835	541.674	244.674	773.889	335.889
283.005	134.005	551.001	252.001	785.435	346.435
289.127	138.127	559.391	258.391	799.586	356.586
295.956	141.956	565.528	263.528	810.572	365.572
302.574	145.574	572.250	268.250	823.165	373.165
308.130	149.130	578.735	272.735	834.165	380.165
314.436	152.436	585.735	276.735	842.938	385.938
320.433	155.433	589.960	279.960	853.380	391.380
326.063	158.063	594.703	282.703	860.632	395.632
331.449	160.449	599.429	285.429	867.675	399.675
336.632	162.632	602.805	287.805	873.300	403.300
341.602	164.602	605.874	289.874	883.714	407.714
346.471	166.471	610.845	291.845	890.488	411.488
351.025	168.025	613.431	293.431	895.894	413.894
354.624	169.624	614.880	294.880	904.039	417.039
358.953	170.953	615.543	295.543	910.463	420.463
362.393	172.393	617.684	296.684	916.535	423.535
365.700	173.700	620.612	297.612	923.867	426.867
368.758	174.758	622.287	298.287	931.808	429.808
372.727	175.727	625.638	299.638	936.725	432.725
375.688	176.688	628.055	301.055	943.416	435.416
380.534	177.534	633.176	302.176	948.780	437.780
383.359	178.359	637.046	304.046	953.545	440.545
387.176	179.176	640.503	305.503	959.367	443.367
390.946	179.946	643.549	306.549		
393.561	179.561	646.352	307.352		
396.031	179.031	650.416	308.416		
396.474	178.474				
399.216	178.216				
400.414	177.414				

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

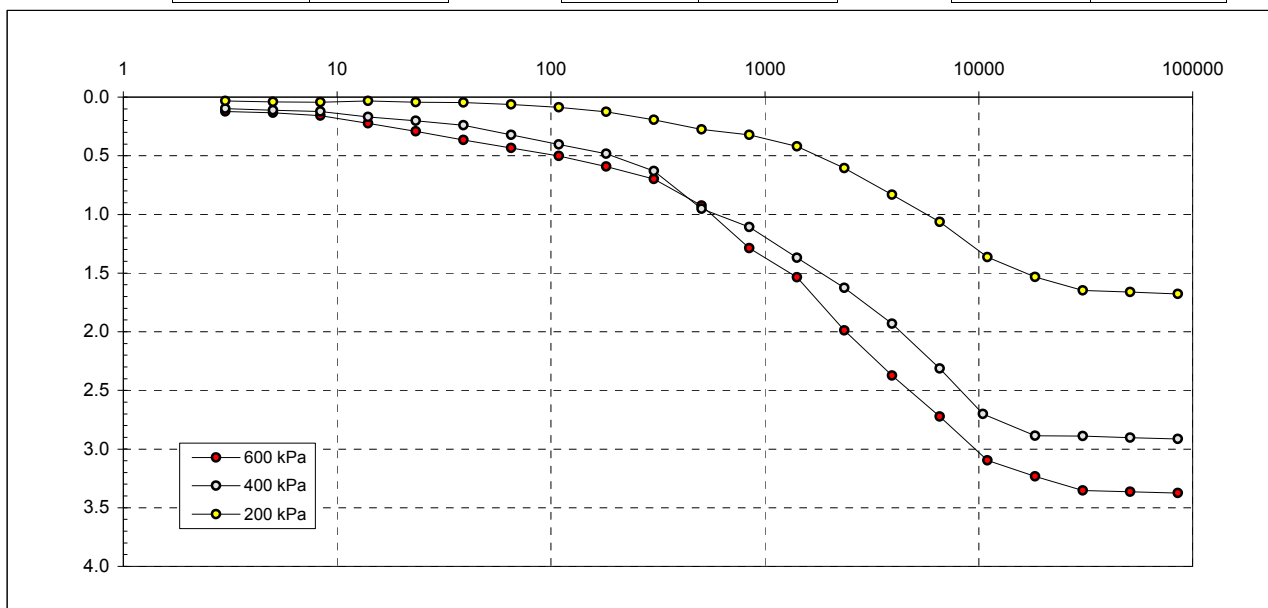
GEO - CERT. n°: rev.00 del:

CONSOLIDAZIONE

PROVINO 1 200 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.03
5	0.04
8	0.04
14	0.03
23	0.04
39	0.05
65	0.06
109	0.09
181	0.13
303	0.20
506	0.28
845	0.32
1412	0.42
2357	0.61
3937	0.83
6575	1.06
10979	1.36
18335	1.53
30620	1.65
51136	1.66
85398	1.68

PROVINO 2 400 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.10
5	0.11
8	0.12
14	0.17
23	0.20
39	0.24
65	0.32
109	0.40
181	0.48
303	0.63
506	0.95
845	1.11
1412	1.37
2357	1.63
3937	1.93
6575	2.31
10471	2.70
18335	2.89
30620	2.89
51136	2.90
85398	2.91

PROVINO 3 600 kPa	
Tempo (s)	Vol (cc)
3	0.12
5	0.13
8	0.16
14	0.22
23	0.29
39	0.37
65	0.43
109	0.50
181	0.59
303	0.70
506	0.92
845	1.29
1412	1.54
2357	1.99
3937	2.37
6575	2.72
10979	3.10
18335	3.23
30620	3.35
51136	3.37
85398	3.38



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019 , art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
A.S.T.M. D 4767**

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

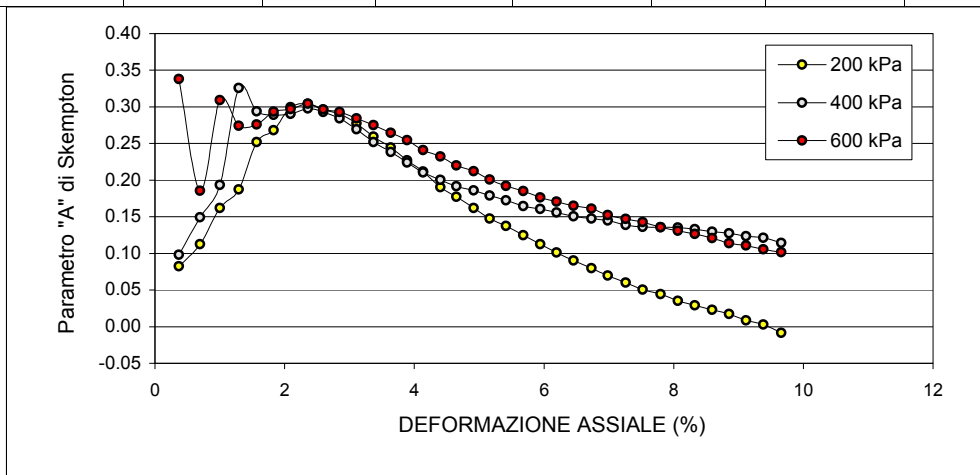
CAMPIONE: **S1C2 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

GEO - CERT. n°: rev.00 del:

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A	Def. (%)	Skemp. A
0.369	0.0825	0.369	0.0981	0.369	0.3381
0.698	0.1125	0.698	0.1494	0.698	0.1856
1.002	0.1618	1.002	0.1934	1.002	0.3092
1.291	0.1871	1.291	0.3257	1.291	0.2744
1.568	0.2519	1.568	0.2937	1.568	0.2761
1.832	0.2682	1.832	0.2891	1.832	0.2935
2.095	0.2994	2.095	0.2902	2.095	0.2969
2.359	0.3041	2.359	0.2977	2.359	0.3044
2.596	0.2961	2.596	0.2930	2.596	0.2966
2.846	0.2903	2.846	0.2843	2.846	0.2930
3.110	0.2771	3.110	0.2693	3.110	0.2843
3.373	0.2595	3.373	0.2519	3.373	0.2749
3.637	0.2443	3.637	0.2385	3.637	0.2645
3.887	0.2272	3.887	0.2241	3.887	0.2546
4.138	0.2118	4.138	0.2105	4.138	0.2412
4.401	0.1903	4.401	0.2004	4.401	0.2324
4.652	0.1774	4.652	0.1916	4.652	0.2201
4.915	0.1620	4.915	0.1859	4.915	0.2120
5.166	0.1477	5.166	0.1789	5.166	0.2010
5.416	0.1375	5.416	0.1723	5.416	0.1920
5.680	0.1246	5.680	0.1644	5.680	0.1853
5.943	0.1126	5.943	0.1607	5.943	0.1763
6.194	0.1012	6.194	0.1556	6.194	0.1706
6.457	0.0904	6.457	0.1507	6.457	0.1651
6.734	0.0799	6.734	0.1477	6.734	0.1612
6.984	0.0699	6.984	0.1449	6.984	0.1521
7.261	0.0601	7.261	0.1388	7.261	0.1470
7.524	0.0506	7.524	0.1363	7.524	0.1425
7.801	0.0442	7.801	0.1356	7.801	0.1355
8.065	0.0351	8.065	0.1353	8.065	0.1308
8.328	0.0290	8.328	0.1331	8.328	0.1263
8.592	0.0230	8.592	0.1294	8.592	0.1206
8.855	0.0172	8.855	0.1274	8.855	0.1140
9.119	0.0085	9.119	0.1235	9.119	0.1109
9.383	0.0028	9.383	0.1212	9.383	0.1056
9.659	-0.0084	9.659	0.1142	9.659	0.1016



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. Massimo Romagnoli

Lo Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
 Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
 Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
 Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 486 del 20/09/2019, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

PROVA TRIASSIALE - CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)
raccomandazioni A.G.I. 1994

COMMITTENTE: **BIERREGI S.r.l. per Comune di Santa Maria a Monte (Pi)**

CANTIERE: **SANTA MARIA A MONTE (PI) – SPAZIO INSIEME**

CAMPIONE: **S1C2**

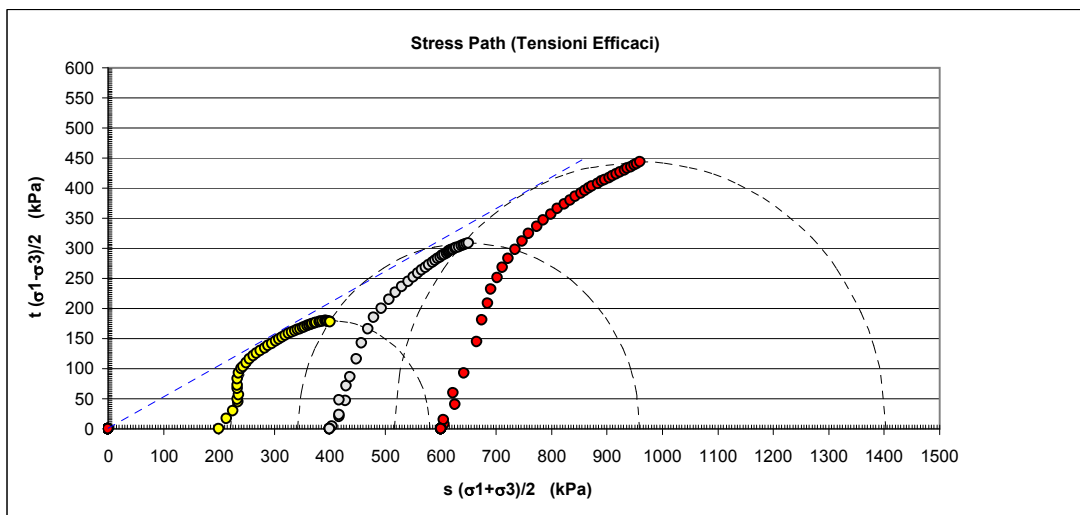
COMMESSA: 21711FE/20 DURATA PROVE: 30/07 - 07/08/20

VERBALE ACC.: 421/20 DATA CONSEGNA: 23/07/20

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpretazione soggettiva dei risultati di prova.

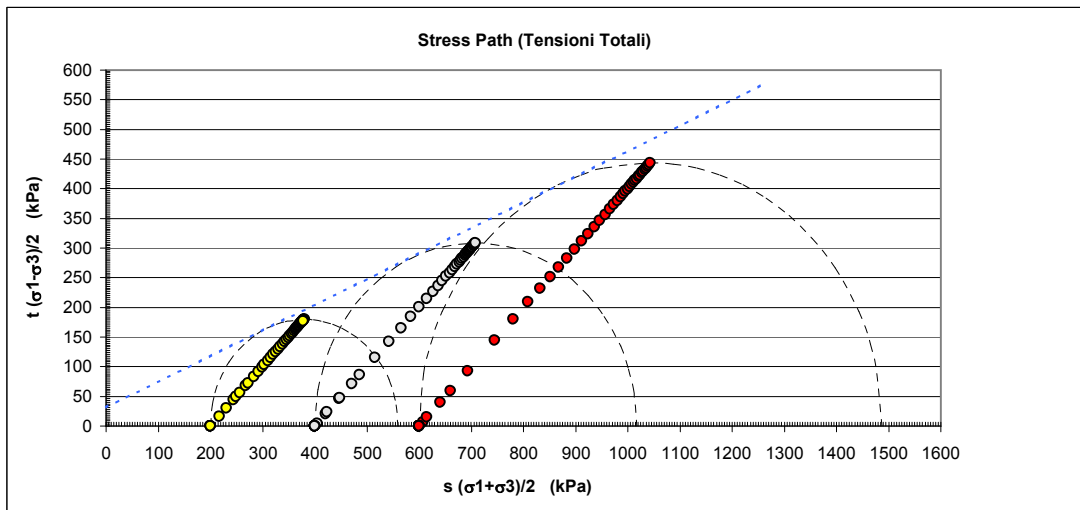
CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI EFFICACI)

sfuerzo deviatorico (kPa)	360	617	887
deformazione (%)	11.5	11.0	10.2
tensione efficace s' (kPa)	391	650	959
tensione efficace t' (kPa)	180	308	443
c' (kPa):	2.3	ϕ' (°):	27.6



CONDIZIONI A ROTTURA (TENSIONI TOTALI)

sfuerzo deviatorico (kPa)	360	617	887
deformazione (%)	11.5	11.0	10.2
tensione totale s (kPa)	379.9	708.4	1043.4
tensione efficace t (kPa)	179.9	308.4	443.4
c (kPa):	31.0	ϕ' (°):	23.4



bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE

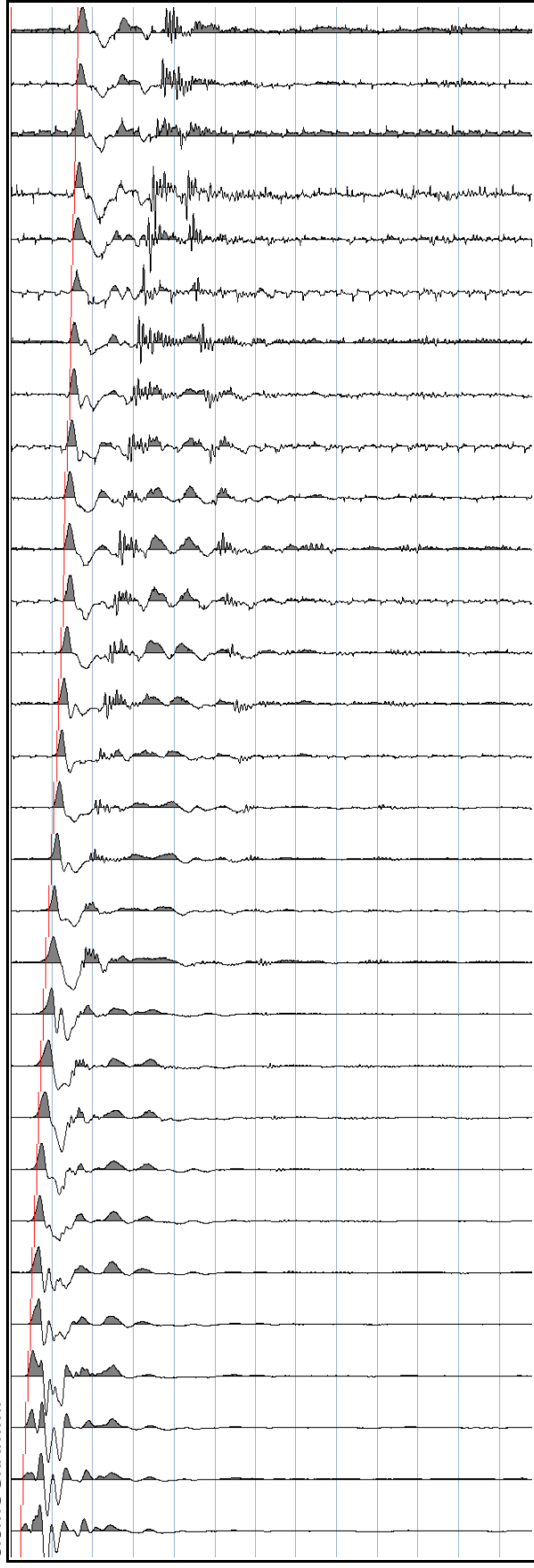



Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464

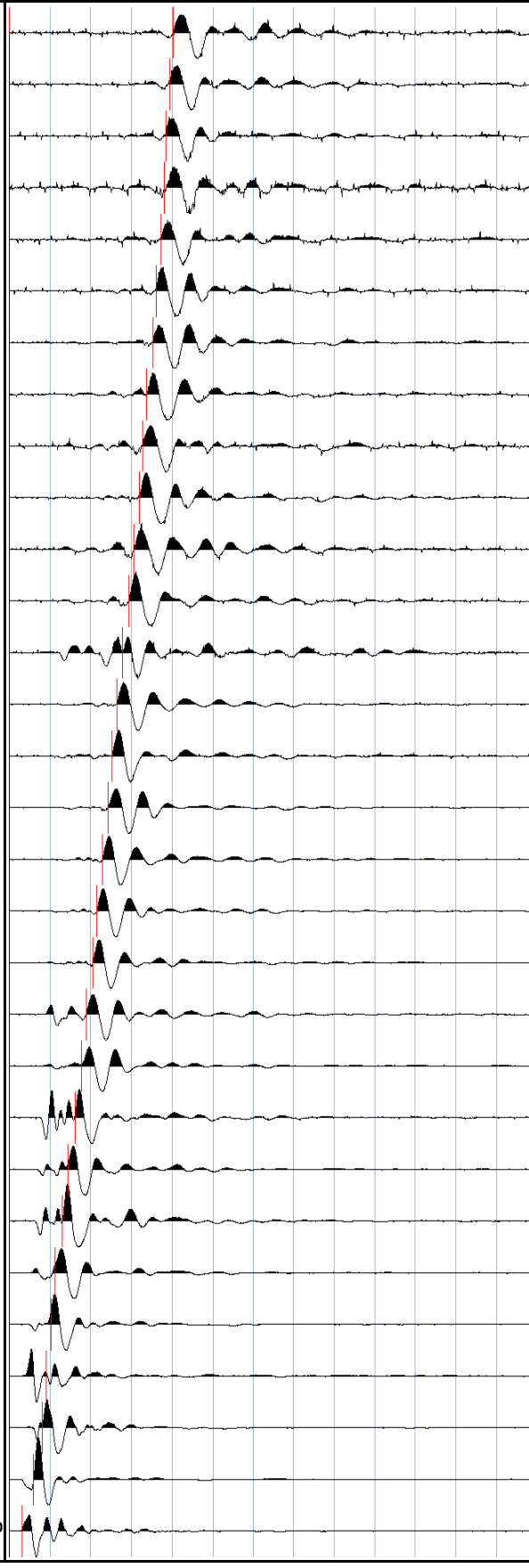


Elaborati Prova Sismica in Foro
Down-Hole (DH030820A)

SISMOGRAMMI



Registrazioni onde P



Registrazioni onde SH

TABELLA DEI VALORI CARATTERISTICI PER OGNI METRO DI PROFONDITA'

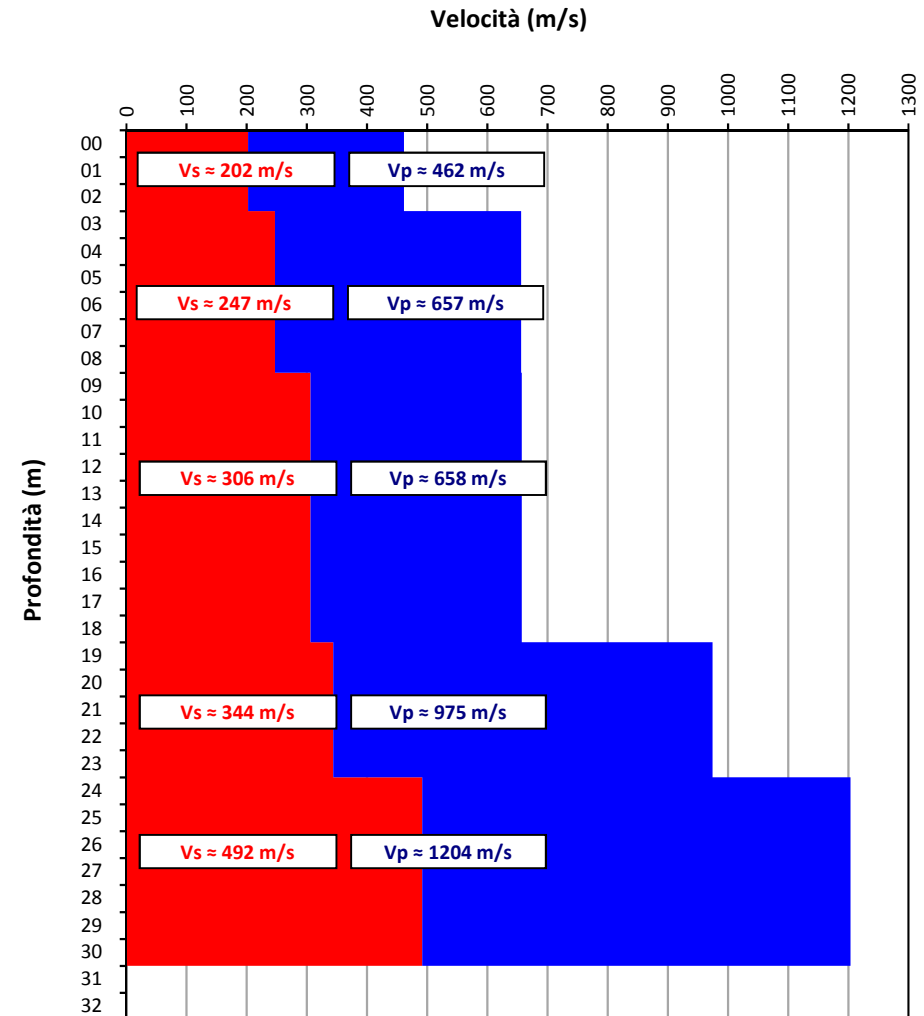
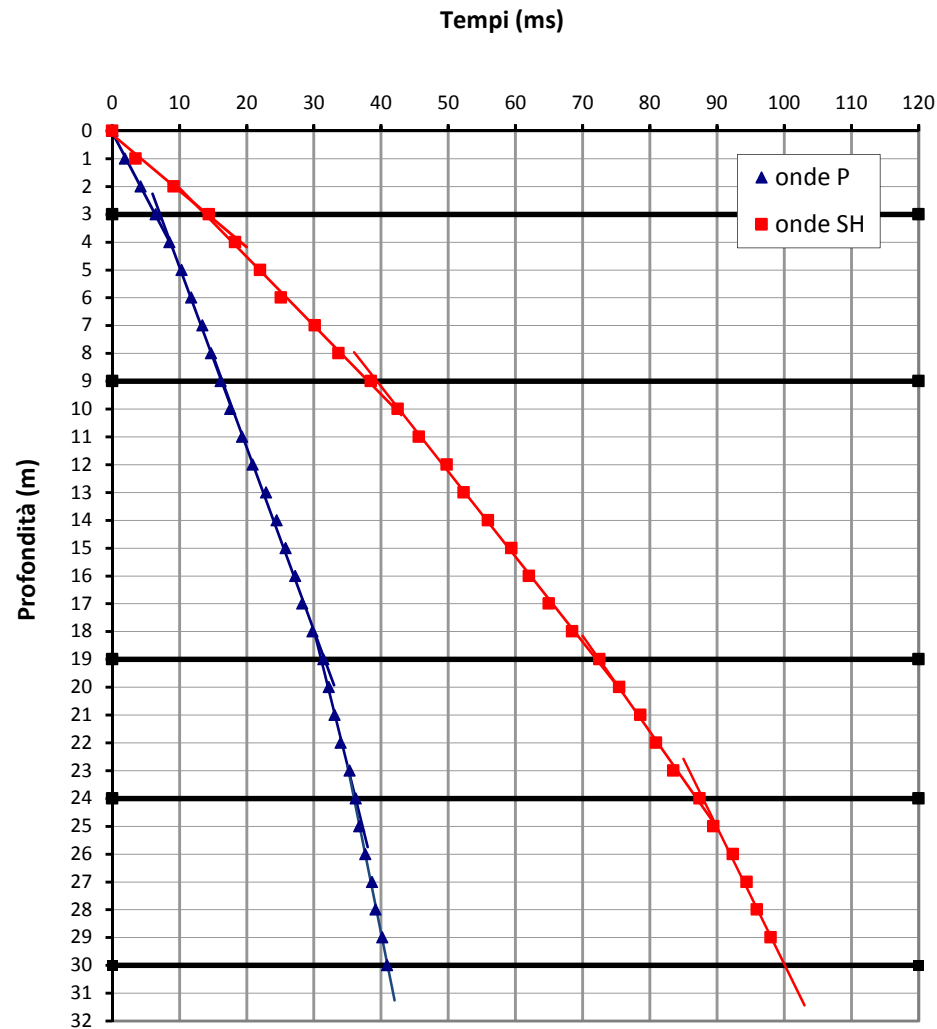
Depth (m)	Onde Longitudinali - Vp			Onde Trasversali - Vs			Velocità delle Onde			Peso di volume Y (t/m ³)	Moduli Elastici Dinamici			
	File (.sgy)	First Break Times (ms) Sulla Traccia	Corretto	File (.sgy)	First Break Times (ms) Sulla Traccia	Corretto	Vp (m/s)	Vs (m/s)	V (-)		G (kPa)	E (kPa)	K (kPa)	
0.0		0.00	0.00		0.00	0.00	0	0	0.00	0	0	0		
1.0	001	6.00	1.90	002	11.00	3.48	527	287	0.29	138352	356459	280546		
2.0	003	7.60	4.22	004	16.50	9.15	431	176	0.40	50165	140442	233601		
3.0	005	9.10	6.43	006	20.40	14.42	451	190	0.39	58584	163143	252643		
4.0	007	10.60	8.48	008	22.90	18.32	489	257	0.31	109020	285553	250006		
5.0	009	12.00	10.29	010	25.70	22.04	553	269	0.34	122489	329414	353453		
6.0	011	13.10	11.72	012	28.10	25.13	701	323	0.37	184786	504498	623235		
7.0	013	14.60	13.42	014	32.80	30.15	587	199	0.43	68108	195450	500040		
8.0	015	15.70	14.70	016	36.00	33.71	781	281	0.43	142650	406737	911716		
9.0	017	17.00	16.13	018	40.60	38.52	701	208	0.45	76588	222366	767276		
10.0	019	18.30	17.53	020	44.40	42.53	714	249	0.43	110478	316092	758718		
11.0	021	20.00	19.30	022	47.30	45.63	566	322	0.26	176293	444498	309562		
12.0	023	21.50	20.86	024	51.30	49.77	640	242	0.42	101808	288458	576993		
13.0	025	23.50	22.90	026	53.70	52.32	490	391	-0.38	253189	315588	59990		
14.0	027	25.00	24.45	028	57.20	55.93	646	277	0.39	134167	372234	550011		
15.0	029	26.30	25.79	030	60.60	59.42	744	286	0.41	146822	414941	795585		
16.0	031	27.70	27.23	032	63.10	62.02	696	385	0.28	262464	671613	507503		
17.0	033	28.70	28.26	034	66.00	65.00	964	336	0.43	212377	607745	1464047		
18.0	035	30.20	29.79	036	69.40	68.46	655	289	0.38	146065	402934	556359		
19.0	037	31.80	31.41	038	73.40	72.50	617	247	0.40	105586	296548	516416		
20.0	039	32.60	32.24	040	76.30	75.46	1207	339	0.46	225043	655917	2561170		
21.0	041	33.40	33.06	042	79.80	78.60	1212	318	0.46	198809	581729	2622606		
22.0	043	34.30	33.99	044	81.70	80.95	1086	425	0.41	348262	981612	1803816		
23.0	045	35.60	35.30	046	84.20	83.49	760	393	0.32	278366	733272	668194		
24.0	047	36.50	36.22	048	88.10	87.42	1090	255	0.47	124911	367525	2123304		
25.0	049	37.00	36.74	050	90.10	89.46	1929	491	0.47	516617	1514147	7302826		
26.0	051	37.90	37.65	052	93.00	92.39	1094	341	0.45	224711	649903	2009004		
27.0	053	38.90	38.66	054	95.00	94.42	988	492	0.34	457911	1222724	1235908		
28.0	055	39.40	39.18	056	96.50	95.95	1947	653	0.44	916402	2633096	6927236		
29.0	057	40.40	40.19	058	98.50	97.98	990	494	0.33	460635	1229723	1240739		
30.0	059	41.10	40.90	060	100.40	99.90	1407	520	0.42	545881	1551513	3277795		
31.0	061			062										
32.0	063			064										
33.0	065			066										
34.0	067			068										
35.0	069			070										
36.0	071			072										
37.0	073			074										
38.0	075			076										
39.0	077			078										
40.0	079			080										

Nota 1: v - Modulo di Poisson; G - Modulo di deformazione a taglio; E - Modulo di Young; k - Modulo di Bulk (compressibilità)

Nota 2: I valori del peso di volume sono stati ricavati per via empirica sulla base della relazione $\gamma = 0.51 * V_p^{0.19}$ (Gardner et al. 1974)

Nota 3: Distanza punto di energizzazione - bocca pozzo - 3,00 metri.

DROMOCRONE E PROFILI DI VELOCITA'



Nota: Valore della $V_{s,eq}$ a partire dal piano campagna ≈ 304 m/s (Categoria di Suolo C)

TABELLA RIASSUNTIVA

Profondità strato (m)	Vp	Vs	Vp/Vs	Rapporto Poisson	Peso di Volume	Modulo di Taglio G	Modulo di Young E	Modulo di Compressibilità K
(m)	(m/s)	(m/s)	(-)	(-)	(t/m ³)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0÷3	462	202	2.28	0.38	1.64	683	1886	2644
3÷9	657	247	2.66	0.42	1.75	1090	3090	6237
9÷19	658	306	2.15	0.36	1.75	1672	4553	5487
19÷24	975	344	2.83	0.43	1.89	2277	6506	15236
24÷30	1204	492	2.45	0.40	1.96	4845	13563	22544

Nota: Peso di volume ricavato per via empirica sulla base della relazione $\gamma=0.51 \cdot V_p^{0.19}$ (Gardner et al. 1974)

CALCOLO Vs EQUIVALENTE

Sismostrati	Profondità		Spessore (h _i)	Veolocità (V _{s,i})	h _i /V _{s,i}
	da (m)	a (m)	(metri)	(m/s)	(-)
Sismostrato 1	0.00	3.00	3.00	202	0.0149
Sismostrato 2	3.00	9.00	6.00	247	0.0243
Sismostrato 3	9.00	19.00	10.00	306	0.0327
Sismostrato 4	19.00	24.00	5.00	344	0.0145
Sismostrato 5	24.00	30.00	6.00	492	0.0122

H = 30 metri

$\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.0986$

$$V_{s,eq} = 30/0.0986 = 304 \text{ m/s}$$

**Categoria di Sottosuolo C
(a partire dal piano campagna)**

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

Elaborati misura di rumore a stazione singola
(Nk-06/20)

- Registrazione completa
- Curve H/V
- Grafici degli spettri delle singole componenti del moto
- Stazionarietà e Direzionalità H/V
- Criteri SESAME

winMASW & HoliSurface - Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

Dataset: MT_20200722_130526.SAF

DATA ACQUISITION

Date and time: 2020 07 22 13 05 26.000

DATA PROCESSING

Date: 23 7 2020

Time: 12 3

Sampling frequency (Hz): 100

Window length (sec): 40

Minimum frequency soundly determined [5 cycles]: 0.125Hz

Length of analysed dataset (min): 28.7

Tapering (%): 8

Smoothing (%): 5

SESAME criteria

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 2.7 (±0.9)

Peak HVSR value: 3.1 (±0.4)

=== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [$f_0 > 10/Lw$]: $2.687 > 0.25$ (OK)

#2. [$nc > 200$]: $5051 > 200$ (OK)

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

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

#1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.7Hz (OK)

#2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 4.5Hz (OK)

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

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

#5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon_{\text{psilon}}(f_0)$]: $0.868 > 0.134$ (NO)

#6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.400 < 1.58$ (OK)

show data reset show location hold output

step1 (optional) - deconvolve
 deconvolve new frequency

step2 - H/V computation

step3 - directivity analysis
 frequencies to highlight: 0.5 2 5 10 20

3D motion
 save video

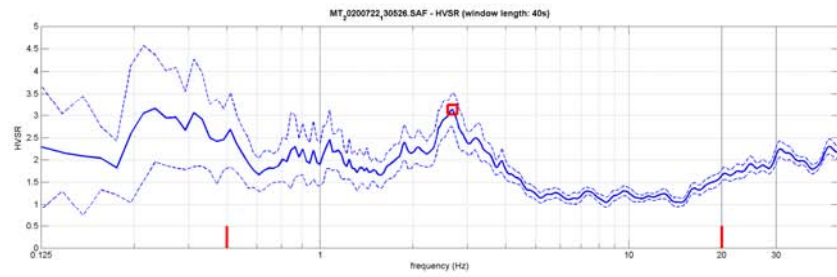
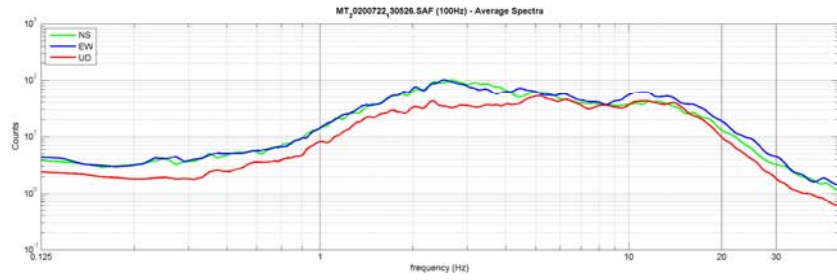
save options: save HVSR as R file
 save HV from 0.125 to 40

save options: picking HV curves

quick analysis of the HVSR
 average Vs (m/s) depth of the bedrock (m) Vs of the bedrock

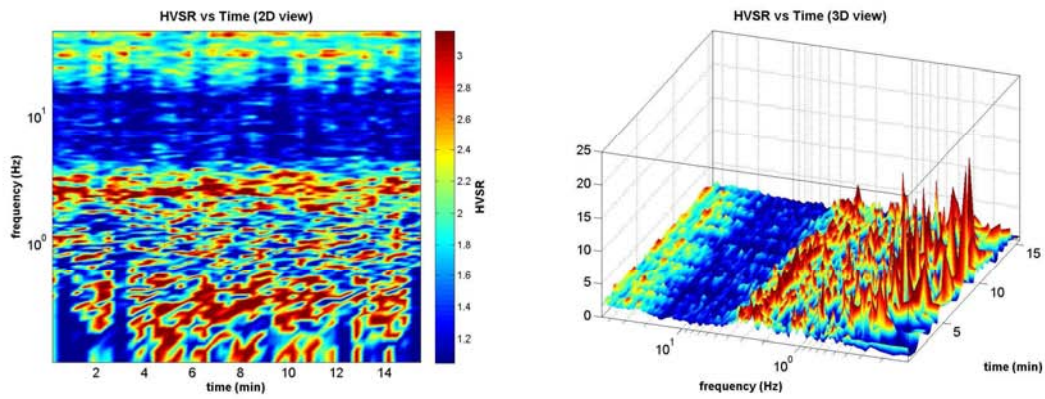
highlight a frequency
 13 Hz

directivity over time
 directivity in time time step: 10 s



To modify the HVSR (also jointly with MASW or PulkERAC data), save the HV curve, go to the 'Velocity Spectra/W, Modeling & Picking' panels and upload the saved HV curve

Continuity (Persistence) of the H/V Spectral Ratio



Directivity of the H/V Spectral Ratio

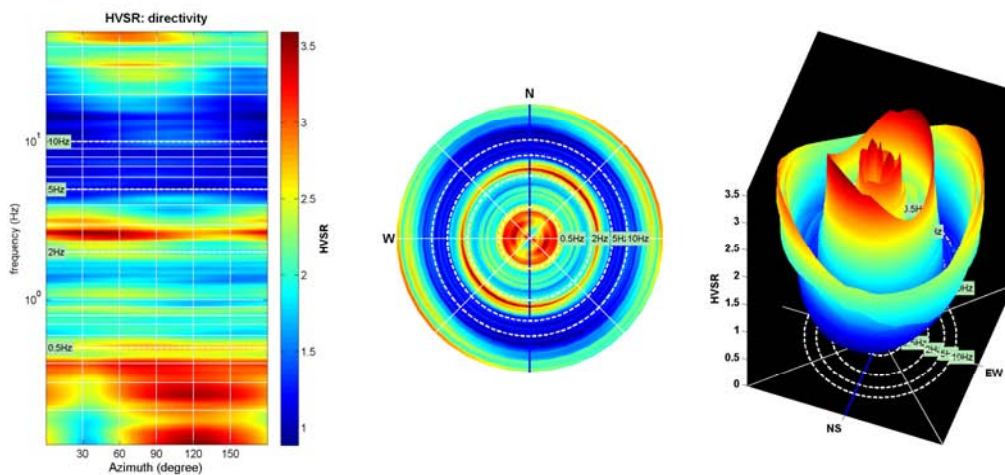




Fig. 9: Postazione della prova sismica in foro Down-Hole



Fig. 10: Postazione misura di rumore a stazione singola HVSR

OGGETTO: INDAGINI SISMICHE PER IL CALCOLO DEL PARAMETRO $V_{s,eq}$	
TIPOLOGIA INDAGINI: MASW HVS	DATA INDAGINE: Giugno 2019
LOCALITA': COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE (PI) CAPOLUOGO VIA SAN SEBASTIANO EX SCUOLA ELEMENTARE GALILEO GALILEI	
COMMITTENTE: COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE	

codice documento:	j19073.06.28_smm.doc
versione /revisione:	01
stato documento:	definitivo
autore:	a.benvenuti
revisione:	v.carnicelli
approvazione:	v.carnicelli
data:	Luglio 2019

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	TIPO D'INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	2
2.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	2
2.2	INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE.....	2
2.3	INDAGINE HVSR: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE.....	3
3	ANALISI DEI RISULTATI	6

1 PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Santa Maria a Monte (rif. Determinazione n° 80 del 24/06/2019) è stata eseguita un'indagine geofisica nel Capoluogo del Comune, nelle adiacenze dell'edificio Ex Scuola Elementare Galileo Galilei, finalizzata alla determinazione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Onde S) ed al calcolo del parametro $V_{S,eq}$.

La campagna di indagini, svolta nel mese di Giugno 2019, è stata condotta conformemente alla vigente normativa sismica.

Nella fattispecie particolare le procedure adottate sono state eseguite in accordo con le norme tecniche per le costruzioni del DM 17 Gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

L'ubicazione delle prove è riportata nelle tavole allegate; le indagini sono state posizionate sulla base CTR - Fonte dei dati Regione Toscana:

dataset "sezione di Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000" Sezione 274090 Titolo: Santa Maria a Monte - Sezione 274050 Titolo: Castelfranco di Sotto; dataset "sezione di Carta Tecnica Regionale scala 1:2.000" fogli 18G56 e 18H49.

2 TIPO D'INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del profilo verticale di velocità delle onde S e per il calcolo del parametro $V_{S,eq}$ è stata eseguita n. 1 prospezione sismica superficiale mediante la tecnica MASW ("Multichannel Analysis of Surface Waves") in onde di Rayleigh.

Per verificare i risultati ottenuti dall'indagine MASW è inoltre stata eseguita n.1 acquisizione in sismica passiva a stazione singola denominata, in seguito, HVSR1, e ubicata in prossimità dello stendimento stesso.

In particolare l'elaborazione dell'acquisizione in sismica passiva HVSR ha consentito, unitamente ai risultati ottenuti dall'indagine MASW, di incrementare la profondità di indagine raggiunta attraverso l'indagine MASW stessa.

2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata per l'indagine MASW sono costituite da:

un sistema di energizzazione ad impatto verticale costituito da una mazza del peso di 8 kg battente verticalmente su piastra quadrata in alluminio di dimensioni di 20 x 20 x 5 cm posta direttamente sul piano di campagna per la generazione di onde Rayleigh;

un sistema di ricezione costituito da 24 geofoni verticali monocomponente con frequenza propria di 4.5 Hz.

un sistema di acquisizione dati: costituito da un sismografo P.A.S.I. modello GEA24; un notebook PC Windows 7 con software di acquisizione P.A.S.I.;

un sistema di trigger: consistente in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati

La strumentazione utilizzata per la misura dei microtremori ambientali, elaborata attraverso la tecnica HVSR, è costituita da un tromografo digitale (Tromino® di *MoHo s.r.l.*) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e UP-DOWN.

2.2 INDAGINE MASW: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente allineata all'array geofonico) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10 Hz e 70-100 Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa nei primi 30m-50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°, sia della topografia sia delle diverse discontinuità elastiche.

La metodologia utilizzata consiste in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s e il parametro $V_{s,eq}$.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software winMASW® Academy 2018 (*Eliosoft*).

Le acquisizioni sono state eseguite secondo le seguenti configurazioni spaziali e temporali:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINE SISMICA MASW	
Orientazione	NW-SE (N 163)
Coordinate GB geofono G1	X= 1636046 Y= 4840004
Coordinate GB geofono G24	X= 1636059 Y= 4839960
Lunghezza stendimento	46 m
Numero Geofoni	24
Distanza intergeofonica	2 m
Numero punti di energizzazione per estremo	3
Off-sets sorgenti (da ciascun estremo)	2 m, 3 m, 5 m
Durata acquisizione	2 s
Intervallo di campionamento	1 ms

Per valutare la validità delle ipotesi di monodimensionalità (strati piani e paralleli) sono state eseguite acquisizioni coniugate: 3 acquisizioni con sorgenti a distanze crescenti (2 m, 3 m e 5 m) dal primo geofono (G1) dello stendimento e 3 acquisizioni, con medesimi offsets minimi, dall'ultimo geofono dello stendimento (G24).

Durante il processo di elaborazione, al fine di minimizzare le possibili soluzioni e cercare la più sensata coerenza tra lo spettro di velocità sperimentale e le curve di dispersione teoriche che possono generare tale spettro, ci si è avvalsi dei dati acquisiti con l'acquisizione in sismica passiva eseguito in prossimità dello stendimento (HVSRI).

2.3 INDAGINE HVSR: METODOLOGIA E ACQUISIZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma un ruolo fondamentale nella produzione dei microtremori è rivestito dalle onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

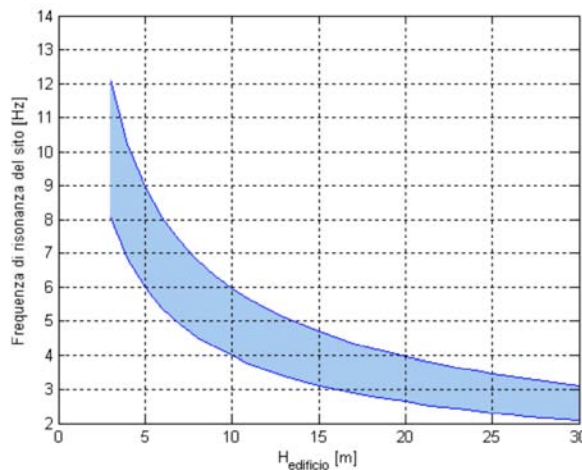
I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;

- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità equivalente delle onde di taglio V_s ;
- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Per quanto concerne il fenomeno della "doppia risonanza" (cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico, così come trasmesso in superficie, e quelle dei manufatti ivi edificati) è noto che, dal punto di vista empirico, la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza.

Nella figura seguente (tratta da Masi et al., 2007) si riporta, a titolo esemplificativo, una possibile relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza di sito. La fascia azzurra indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.



La quantificazione della frequenza caratteristica di sito attraverso misure dirette di microtremore sismico può quindi essere di estremo aiuto nella fase di progettazione.

Durante questa campagna geofisica è stata eseguita una misura di microtremore ambientale (acquisizione in sismica passiva a stazione singola) secondo la seguente configurazione spaziale e temporale:

PARAMETRI CONFIGURAZIONALI INDAGINE HVSR			
Denominazione	Coordinate Gauss Boaga	Durata acquisizione	Frequenza di campionamento
HVSR1	X= 1636052 Y= 4839991	20 min	128 Hz

La misura dei microtremori ambientali, orientata secondo il Nord e della durata di 20 minuti, tempo di registrazione più che adeguato per la finalità dell'indagine stessa, è stata effettuata con il tromografo digitale Tromino® di MoHo s.r.l..

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

I risultati ottenuti dall'esecuzione dall'indagine tromografica sono stati elaborati attraverso il software Grilla 7.6 (MoHo s.r.l.).

3 ANALISI DEI RISULTATI

Nel complesso le prospezioni geofisiche eseguite, per mezzo dell'analisi dell'indagine MASW e dell'acquisizione H/V, ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde "S" nel sottosuolo del sito indagato sia il parametro $V_{S,eq}$: il modello di sottosuolo in termini di V_S è stato ottenuto dal fit congiunto delle curve H/V e delle curve di dispersione ricavate dall'indagine MASW.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_S). L'analisi dei dati ha consentito di definire i valori del profilo verticale delle V_S e di stimare il parametro $V_{S,eq}$.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Il profilo verticale delle Onde S, in corrispondenza dell'indagine MASW, ricavato mediante elaborazione dei dati di campagna è risultato il seguente:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]
0.40	0.40	105
1.10	0.70	270
4.00	2.90	210
9.00	5.00	320
18.00	9.00	220
58.00	40.00	550
inf.	inf.	750

$$V_{S,eq}(0.0-30.0)=304\text{m/s}$$

Il profilo MASW individua una $V_{S,eq}$, riferita al piano di campagna, pari a 304 m/s.

Pisa, Luglio 2019

P3 s.n.c.
 Piazza Martiri della Libertà, 22/23
 56127 PISA
 C.F./P.IVA 01923910507
Alto Benvenuti

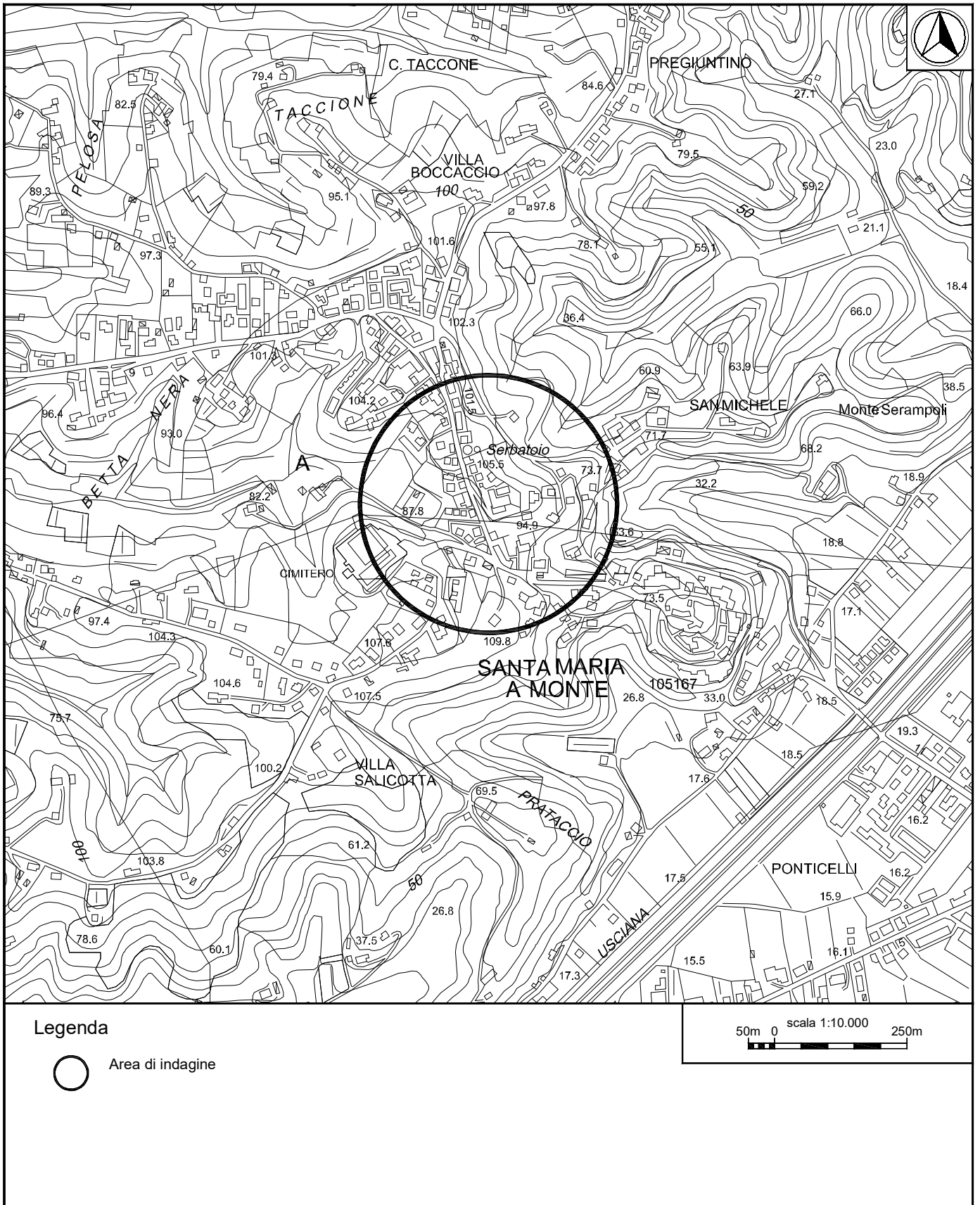


Figura1. Ubicazione indagini – Inquadramento.

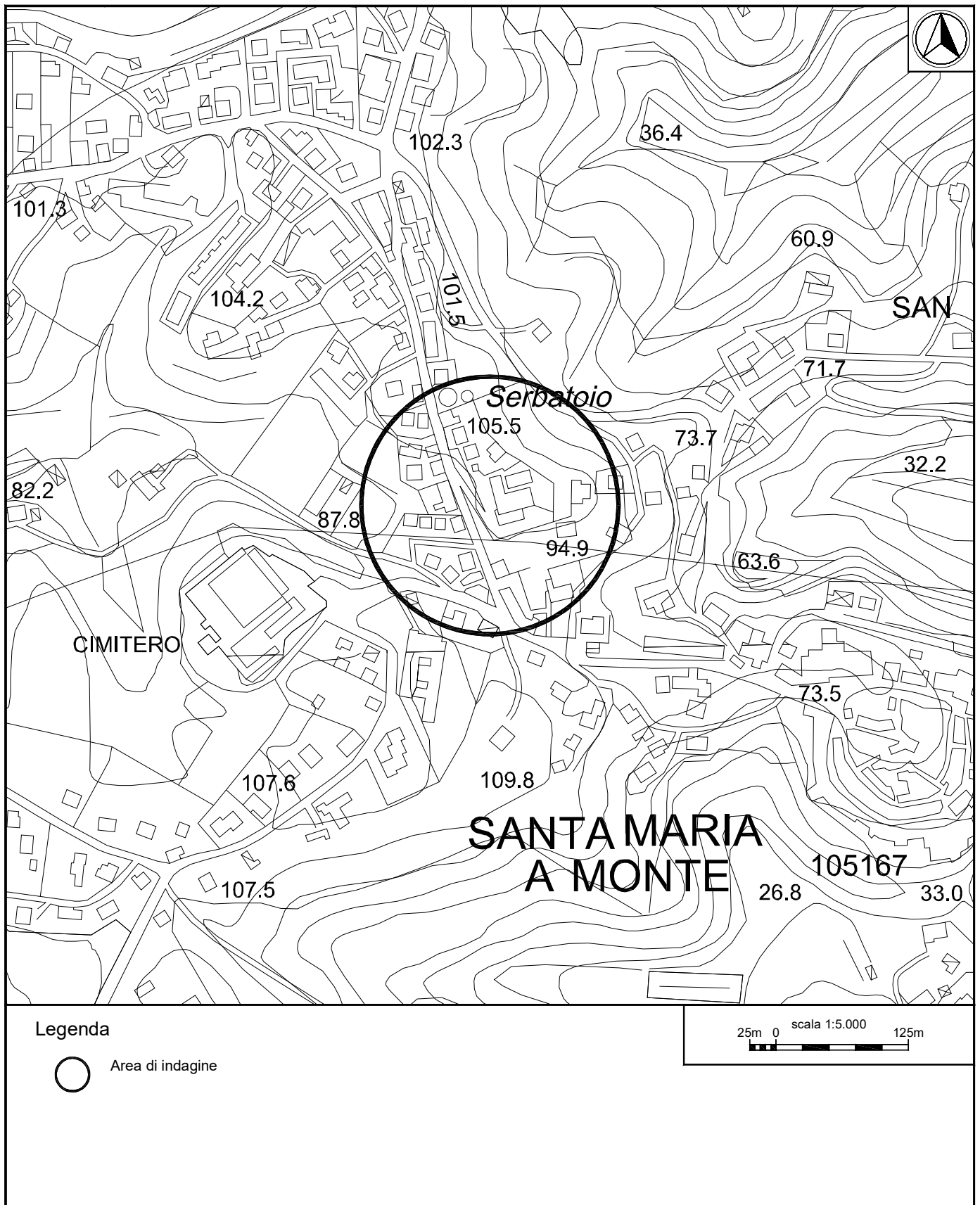


Figura 2. Ubicazione indagini – Inquadramento di dettaglio.

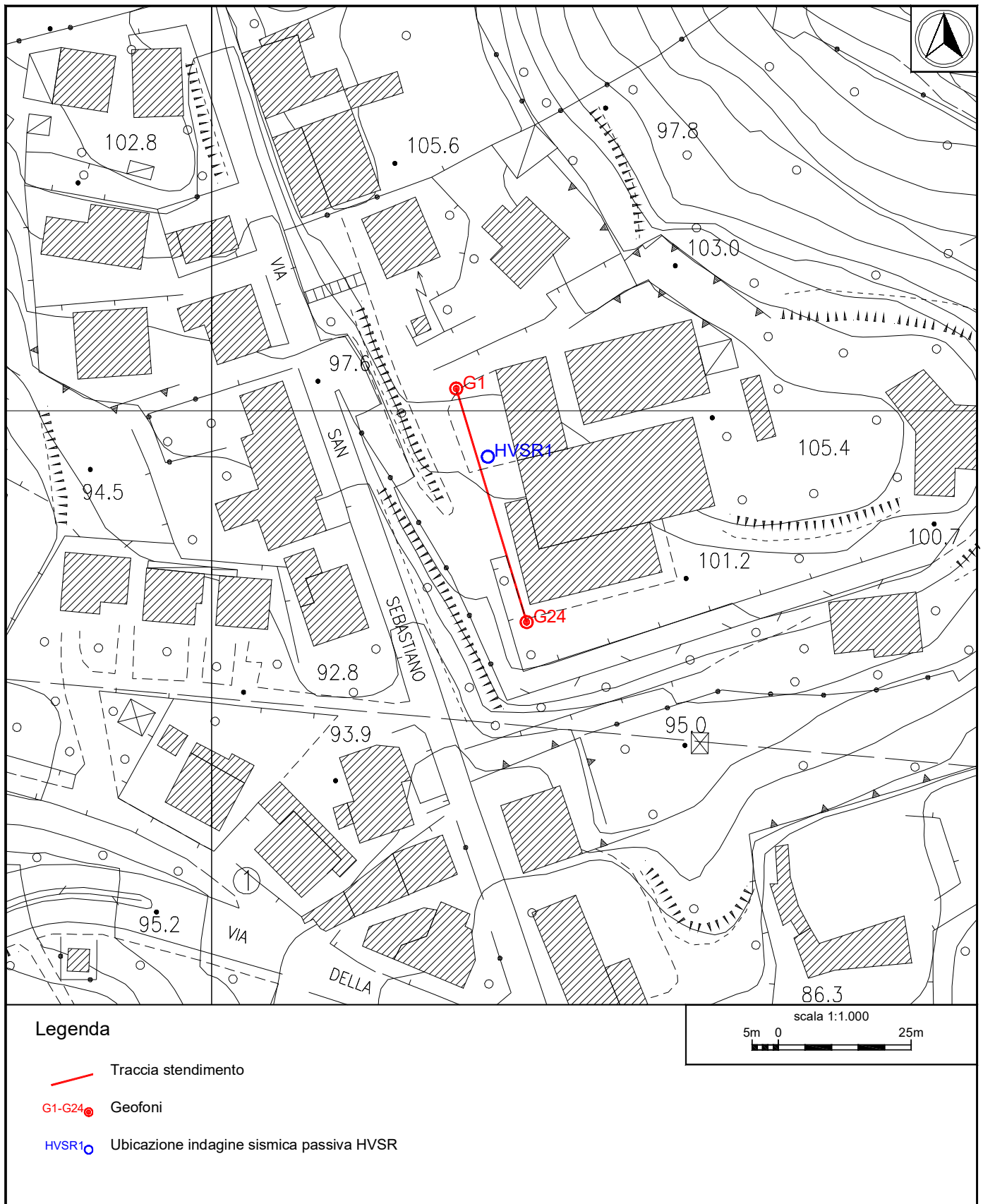
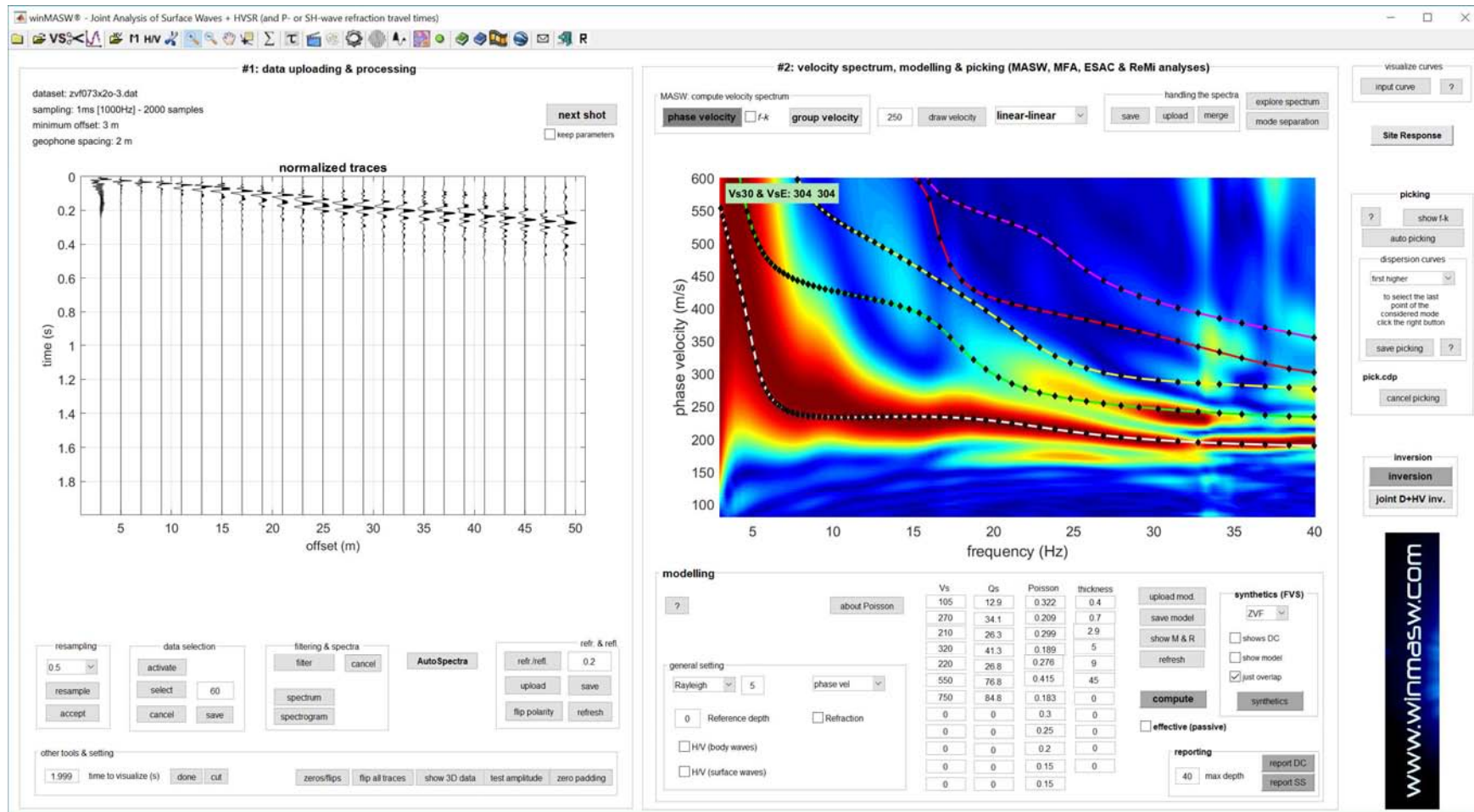
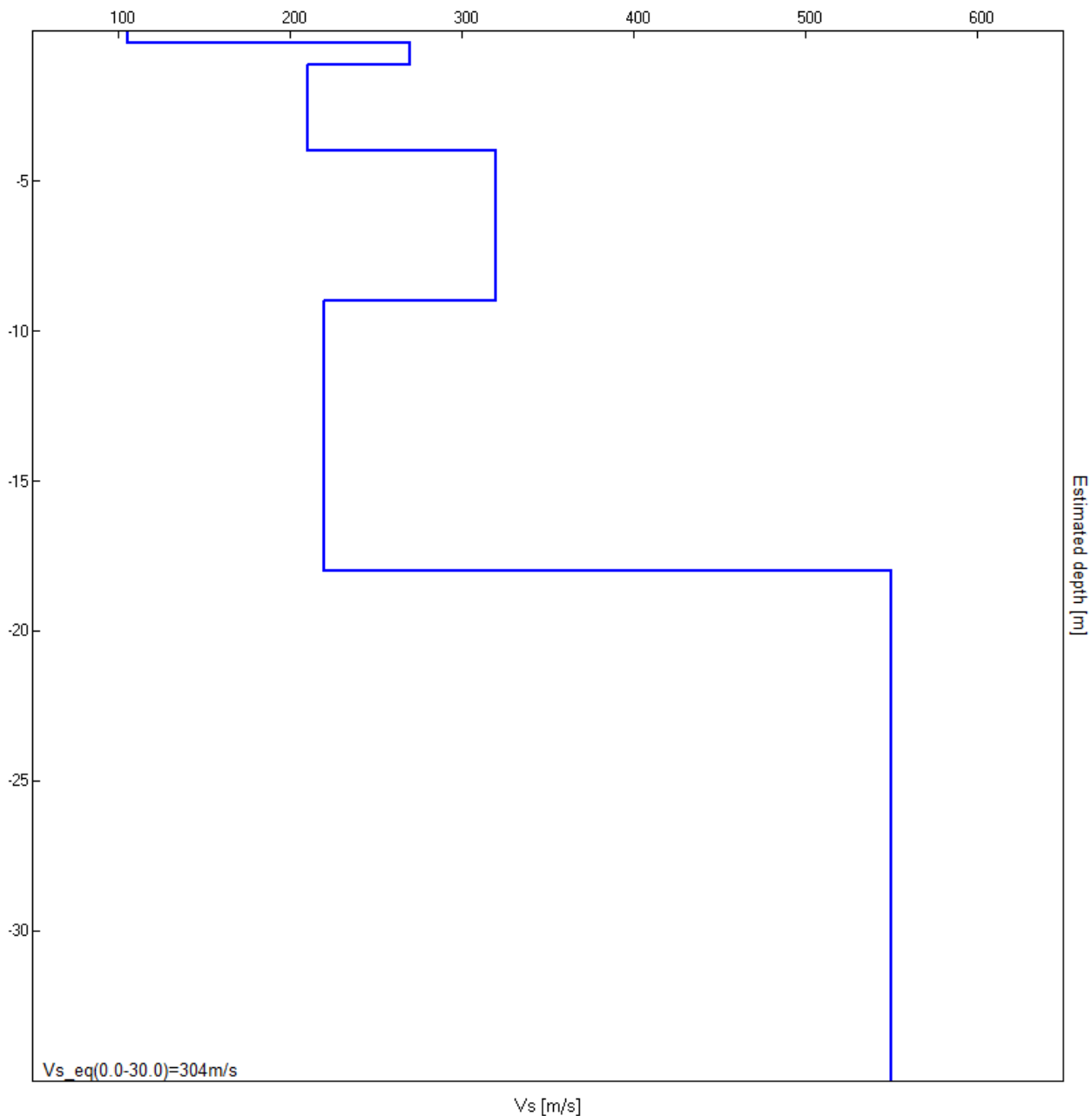


Figura 3. Indagine MASW e ubicazione indagine in sismica passiva HVSR – Particolare.



Indagine MASW. Sismogrammi, spettri di velocità e modelli di dispersione.



Indagine MASW. Profilo verticale delle Vs.

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	105
1.10	0.70	270
4.00	2.90	210
9.00	5.00	320
18.00	9.00	220
58.00	40.00	550
inf.	inf.	750

Vs_eq(0.0-30.0)=304m/s

Seguono: schede indagine HVSR – Oltre al grafico della curva sperimentale H/V e agli spettri delle tre componenti del moto in velocità, si riportano, per la verticale di misura, a titolo esplicativo, il confronto fra curva sperimentale H/V e curva teorica relative al modello di sottosuolo proposto (e, conseguentemente, il profilo delle Vs calcolato sulla verticale).

J19073_06_28_SANTA MARIA_A MONTE_TR, EX SCUOLA ELEMENTARE HVSR1

Strumento: TEP-0085/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 28/06/19 07:38:59 Fine registrazione: 28/06/19 07:58:58

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

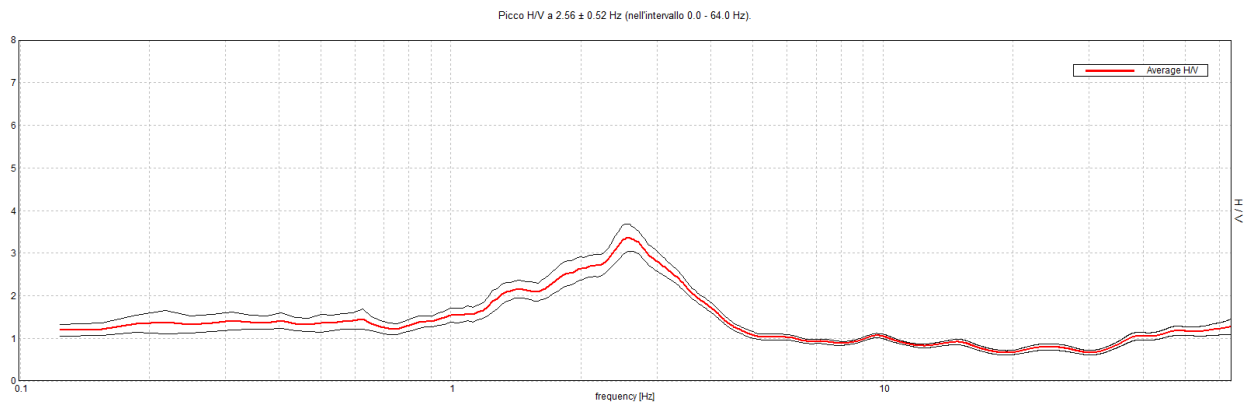
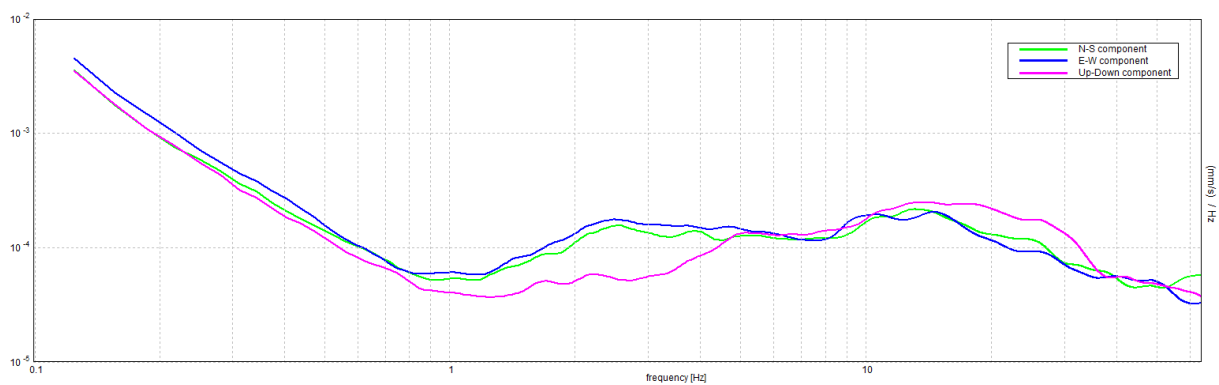
Analizzato 95% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

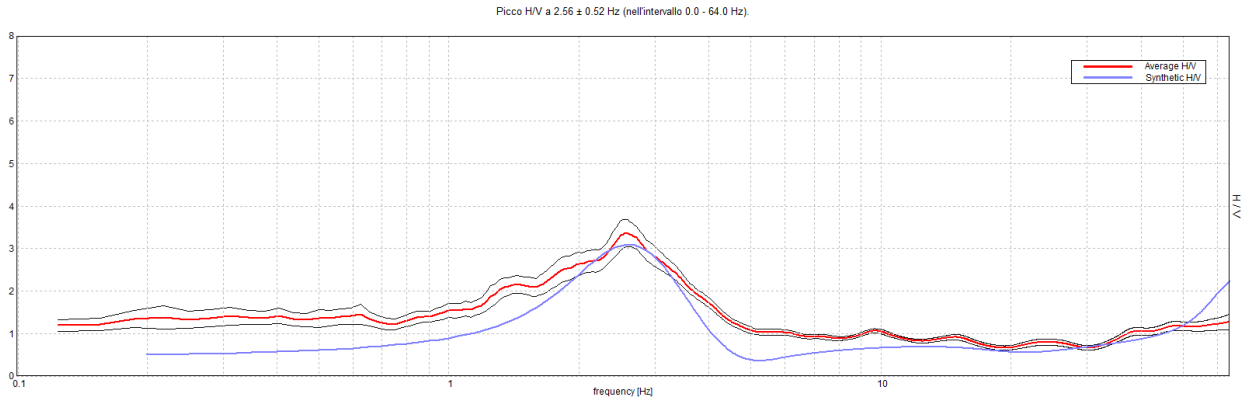
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

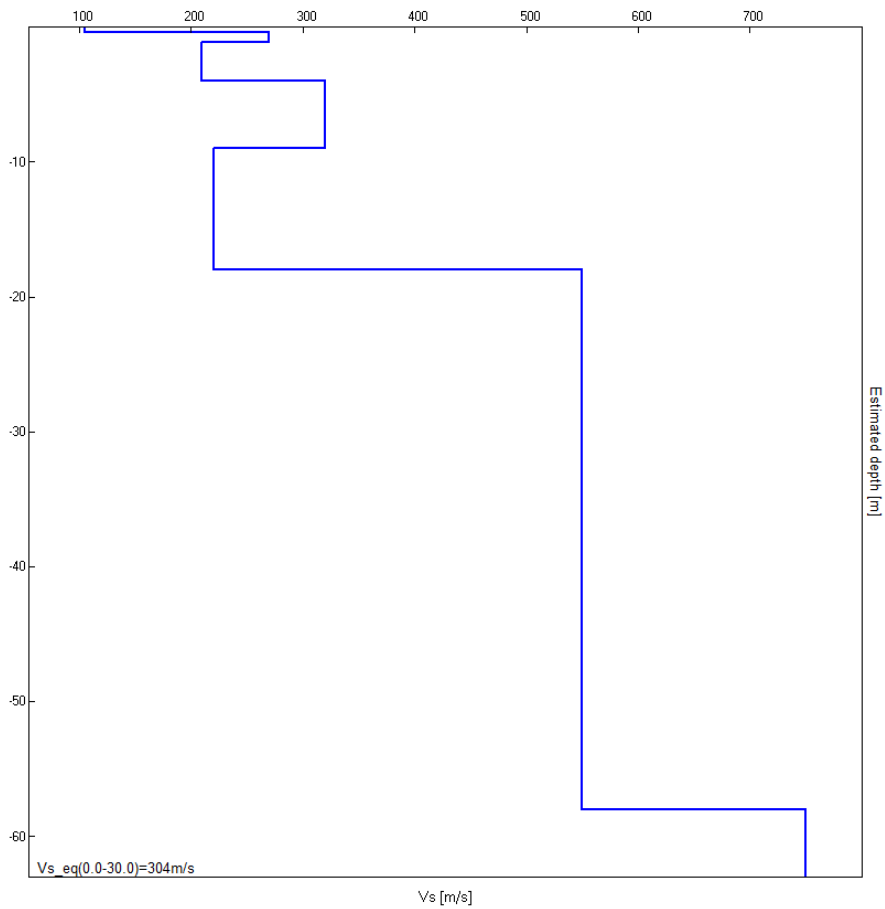
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	105
1.10	0.70	270
4.00	2.90	210
9.00	5.00	320
18.00	9.00	220
58.00	40.00	550
inf.	inf.	750

$Vs_{eq}(0.0-30.0)=304\text{m/s}$





Indagine MASW - Documentazione fotografica.



Indagine HVSR1 - Documentazione fotografica.