



REGIONE TOSCANA
DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

Ripristino funzionale di un muro di sponda sul Torrente
Mugnone in Firenze

PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO
Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Simone Nepi

UFFICIO DI PROGETTAZIONE

PROGETTISTA

Ing. Enrico Galigani

COLLABORATORI

Ing. Alessandro Torrini
Ing. Camilla Galastrì

RILIEVI TOPOGRAFICI: Ing. Roberto Bigazzi
MODELLAZIONE IDRAULICA: Ing. Michele Catella
PAESAGGISTICA: Ing. Alessio Paoletti
GEOLOGO: Geol. Gianni Focardi

OGGETTO ELABORATO

GE_R03
03 - RELAZIONE GEOLOGICA

Gennaio 2022

Firenze - Via San Gallo, 34/A - 50129 - Tel. 055/4622711

COMUNE DI FIRENZE

TITOLO PROGETTO:

**RIPRISTINO FUNZIONALE DI UN MURO DI SPONDA
SUL TORRENTE MUGNONE IN FIRENZE**

PROGETTISTA:

ING. ENRICO GALIGANI

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

IL GEOLOGO:

Dr. Geol. Gianni Focardi

N. 659 O.d.G. della Toscana



CODIFICA INTERNA:

142gt21

DATA DOCUMENTO:

13 Gennaio 2022

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DEL SITO	5
2.1 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA PIANO STRUTTURALE.....	5
2.2 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA P.A.I.....	5
2.3 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA PIANO STRUTTURALE.....	5
2.4 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE.....	6
2.5 LA PERICOLOSITÀ SISMICA	6
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO	8
4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO.....	9
5. LE INDAGINI DI ARCHIVIO	10
5.1 I SONDAGGI.....	10
5.2 LE ANALISI DI LABORATORIO	12
5.3 L'INDAGINE SISMICA.....	13
6. LA CAMPAGNA DI INDAGINI DI SUPPORTO AL PROGETTO	16
6.1 GLI ESITI DEL SONDAGGIO.....	16
6.2 LE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	19
6.3 LE PROVE GEOFISICHE	19
7. IL MODELLO GEOLOGICO	22
7.1 INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO	24
8. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI	25
8.1 CATEGORIA DI SUOLO E TOPOGRAFICA	25
8.2 CALCOLO PARAMETRI SISMICI	26
9. FATTIBILITÀ.....	30
9.1 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE	30
9.2 LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA	31
9.3 LA FATTIBILITÀ IDRAULICA	31
9.4 LA FATTIBILITÀ SISMICA	32

FIGURE

Fig.1: Carta Pericolosità Geologica;

Fig.2: Carta Pericolosità Idraulica;

Fig.3: Carta Pericolosità Sismica;

Fig.4: Corografia;

Fig.5: Carta Geologica-Tecnica;

Fig.6: Sezione litostratigrafica;

Fig.7: Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica;

Fig.8: Carta delle Frequenze Fondamentali dei Depositi;

Fig.9: Carta del Fattore di Amplificazione sismico locale;

APPENDICI

Appendice 1: PAI – Frane Bacino Arno

Appendice 2: PGRA – Piano Gestione Rischio Alluvione

Appendice 3: Reticolo Idrografico e di Gestione

ALLEGATI

Allegato 1: DATI DI ARCHIVIO - SONDAGGI GEOGNOSTICI, PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO, PROVA MASW - estratti da relazione geologica a firma del Prof. Geol. Eros Aiello di supporto a "PROLUNGAMENTO DI OPERA IDRAULICA DI DIFESA LUNGO IL CORSO DEL T. MUGNONE IN CORRISPONDENZA DEL COMPARTO ATt02.03-CONFALONIERI IN VIA CARACCIOLO IN FIRENZE

Allegato 2: Certificato sondaggio geognostico e documentazione fotografica carotaggio

Allegato 3: Certificato prove geotecniche di laboratorio

Allegato 4: Certificato prove sismiche MASW, HVSR

1. PREMESSA

Il presente lavoro espone i risultati preliminari dello studio geologico di supporto al progetto di ricostruzione di un muro di sponda al Torrente Mugnone ubicato nei pressi di Via Francesco Caracciolo n.8, Firenze.

Nel corso dello studio sono state determinate le caratteristiche geomorfologiche generali dell'area di progetto tramite il rilevamento di campagna della zona in esame e di un intorno ritenuto significativo. A confronto degli elementi acquisiti è stata inoltre esaminata la documentazione di supporto allo Strumento Urbanistico vigente.

Per la caratterizzazione litostratigrafica preliminare sono stati utilizzati dati di archivio e indagini sito specifiche.

I dati di archivio sono relativi agli esiti di due sondaggi geognostici, le relative analisi di laboratorio e i risultati di una campagna geofisica, forniti dallo studio di progettazione e relativi allo studio geologico a firma del Prof. Geol. Eros Aiello di supporto a "PROLUNGAMENTO DI OPERA IDRAULICA DI DIFESA LUNGO IL CORSO DEL T. MUGNONE IN CORRISPONDENZA DEL COMPARTO ATt02.03-CONFALONIERI IN VIA CARACCILO IN FIRENZE . Tale zona è limitrofa al muro di progetto.

In aggiunta è stato eseguito

- ✓ N. 1 sondaggio ulteriore;
- ✓ prove geotecniche di laboratorio;
- ✓ una campagna di prospezioni sismiche con prova MASW e HVSR;

Il presente lavoro è redatto in ottemperanza alle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 "Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni";
- Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici -Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare del 27 luglio 2018;
- Norme tecniche di attuazione dello Strumento Urbanistico

2. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DEL SITO

Per l'analisi delle condizioni di pericolosità geologica, sismica ed idraulica è stata esaminata la cartografia di supporto al Piano Strutturale oltre al P.A.I. e P.G.R.A. del Distretto Appennino Settentrionale.

2.1 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA PIANO STRUTTURALE

Dalla consultazione della "carta della pericolosità geologica" la zona in studio ricade in **classe G.2**, pericolosità geologica media (vedi fig. 2) così definita :

"aree di pianura in cui sono presenti litologie afferibili a depositi alluvionali recenti dalle scadenti o modeste caratteristiche geotecniche, aree di versante in cui non sono presenti forme morfologiche e/o morfometriche atte a condizionare la stabilità del pendio, aree collinari con sub-strato roccioso affiorante".

2.2 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DA P.A.I.

Le Perimetrazioni redatte dal P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeomorfologico del Bacino dell'Arno) suddividono il territorio del Bacino del fiume Arno in quattro classi di pericolosità (P.F.1 moderata, P.F. 2 media , P.F. 3 elevata e P.F. 4 molto elevata) in funzione della Pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (frane, erosione etc.). L'area di progetto ricade in classe di pericolosità moderata P.F.2 in scala 1:10000 (vedi appendice 1); la sua definizione è la seguente:

pericolosità media da frana (P.F.2): pericolosità indotta da fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente) causa di rischio medio.

2.3 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA PIANO STRUTTURALE

Dalla consultazione della "carta della pericolosità idraulica" la zona in studio ricade in **classe I.4**, pericolosità idraulica molto elevata (vedi fig.3) così definita:

"aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr \leq 30$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità molto elevata le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

a) vi siano notizie storiche di inondazioni;

b) siano morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda".

2.4 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DA AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE

Con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno. Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato.

Le aree con pericolosità da alluvione sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3 = blu), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2 = celeste), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1 = azzurro chiaro) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni.

Dall'esame della cartografia il muro di progetto ricade tra la **classe di pericolosità elevata – P3** e la classe di pericolosità bassa – P1 in sommità di sponda.

2.5 LA PERICOLOSITÀ SISMICA

Dalla consultazione della "carta della pericolosità sismica" la zona in studio ricade nella **classe S.3**, pericolosità sismica bassa (vedi fig.4) così definita:

"zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri. Tale classe comprende al suo interno le sottozone S3 e S3** caratterizzate rispettivamente dai seguenti valori di Fa: S3* $1,65 < Fa \leq 1,7$; S3** $Fa > 1,7$ ".*

3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'intervento è localizzato in un tratto del torrente Mugnone posto circa 60 m a monte della passerella pedonale tra via Caracciolo e via Boccaccio, ubicata all'altezza di via Eleonora Fonseca Pimentel.

La morfologia dell'area è pianeggiante, solamente a larga scala si individua una debole pendenza con dislivello positivo allontanandosi dal corso d'acqua.

Dalla carta geomorfologica di supporto al Piano Strutturale non sono riportati particolari elementi morfologici per un congruo intorno. Anche dal rilievo di campagna non sono emersi elementi d'instabilità legati a problematiche morfologiche.

Per un tratto di circa 15 metri il muro di sponda è franato all'interno dell'alveo. Nel tratto a valle si è verificata la rotazione del tratto sommitale del muro (realizzato in laterizio intonacato). I restanti metri di muro non mostrano evidenti problemi statici.

Dal punto di vista geologico la zona risulta caratterizzata a livello locale dai depositi del Torrente Mugnone. Dalla cartografia geologico-tecnica del comune (fig.5) la zona risulta contraddistinta da terreni granulari composti da ghiaie sporche con diametro medio dei clasti di 2-3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente sub sferici, con componente fine del 5-20 %; localmente le ghiaie possono essere anche molto sporche con componente fine del 20-50%, in tale caso risultano totalmente chiuse. Dalla stessa cartografia il substrato roccioso nella zona risulta ad una profondità compresa tra 50 e 75 m dal p.c..

4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO

La relazione idrologica e idraulica di supporto al progetto riporta un'attenta descrizione del T. Mugnone:

"Nel tratto a monte dell'intervento il corso d'acqua defluisce con andamento sinuoso tra sponde naturali coperte da vegetazione ripariale, mentre nel tratto di valle il corso d'acqua attraversa il tessuto urbano della città di Firenze con andamento pressoché rettilineo delimitato da muri di sponda rivestiti in blocchi di pietra o sponde in terra regolari protette da vegetazione erbacea.

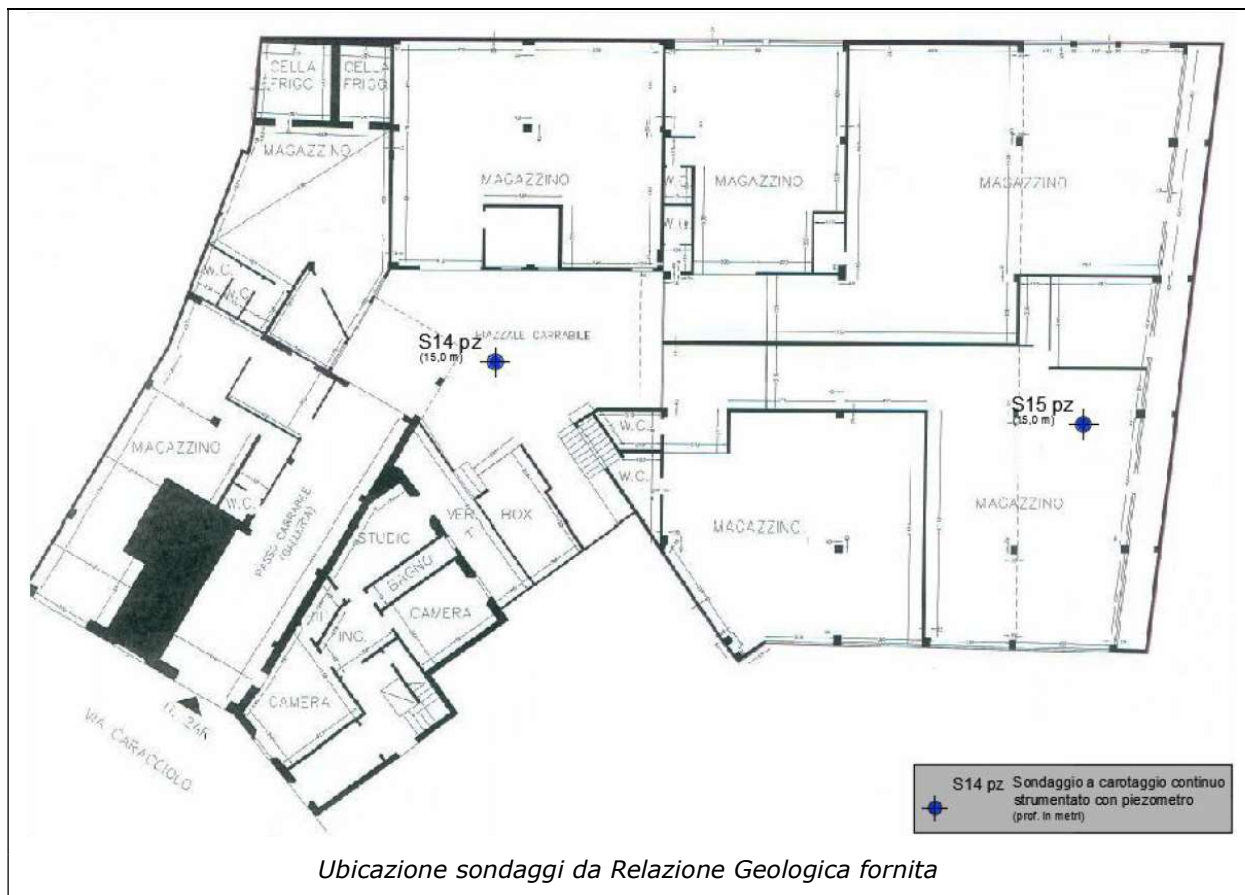
La sezione trasversale del corso d'acqua nell'area di intervento è delimitata in sponda destra da un muro di sponda. In sinistra idrografica il deflusso delle piene ordinarie è confinato da una sponda in terra con sommità a quota inferiore rispetto a quella del succitato muro, mentre il deflusso delle piene più intense interessa la porzione di golena morfologicamente a quote inferiori, rimanendo comunque limitato dal versante ai piedi di via Boccaccio.

5. LE INDAGINI DI ARCHIVIO

Come accennato in premessa per la caratterizzazione geologica del luogo sono stati utilizzati i dati forniti dallo studio di progettazione. I dati sono relativi a due sondaggi a carotaggio continuo presenti nella relazione geologica del Prof. Geol. Eros Aiello (allegato 1).

5.1 I SONDAGGI

L'ubicazione dei sondaggi è riportata nell'immagine seguente estratta dalla relazione del Geol. Eros Aiello:



Il capannone rappresentato nella relazione geologica del Geol. Eros Aiello è ancora visibile sul CTR o su google maps ma allo stato attuale risulta demolito. Si riporta di seguito una documentazione fotografica per inquadrare la zona delle indagini e l'effettivo stato attuale del luogo:



Immagine area di Google Maps con capannone industriale

Si riportano di seguito le tabelle riassuntive con le stratigrafie dei sondaggi:

Sondaggio S14 (15,0 m da p.c.)	
Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica
0,0-0,05	Asfalto e pavimentazione
0,05-0,6	Terreno di riporto costituito da ghiaia con sabbia debolmente limosa con elemnti di laterizi sparsi
0,6-1,0	Terreno di riporto costituito da ghiaia con limo sabbiosa con tracce di laterizi sparsi
1,0-4,3	Ghiaia e ciottoli eterometrici (dmax anche >10 cm) eterogenei, da subangolosi a subarrotondati, in matrice sabbiosa o limoso sabbiosa color marrone, talora prevalente tra 2,4-3,0 m, 3,1-3,3 m, 3,4-3,7 m e 3,85-4,3 m
4,3-5,5	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro
5,5-6,3	Limo argilloso ghiaioso debolmente sabbioso color marrone bruno giallastro; presenza materiale carbonioso e torboso tra 5,8 e 6,2 m
6,3-9,8	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a subpigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro.
9,8-10,0	Livello calcareo manroso color avana brunastro
10,0-13,0	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
13,0-14,6	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
14,6-15,0	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)

<i>Sondaggio S15 (15,0 m da p.c.)</i>	
Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica
0,0-4,3	Terreno di riporto costituito da ghiaia con pezzame di laterizi in matrice limosa argillosa color marrone bruno scuro grigiastro, talora prevalente
4,3-4,7	Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone bruno grigiastro
4,7-5,0	Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color rosso brunastro
5,0-7,8	Ghiaia, eterogenea da subarrotondata a subspigolosa, con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. Presenza materiale carbonioso e torboso tra 7,0 e 7,5 m
7,8-10,0	Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone brunastro con macule carboniose
10,0-10,5	Pezzame arenaceo color bruno scuro in matrice limoso argilloso color bruno scuro
10,5-11,0	Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro e marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
11,0-15,0	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)

Dai sondaggi risulta quindi la presenza di uno spesso strato di terreno di riporto che si approfondisce nel sondaggio 15 rispetto al sondaggio 14 coerentemente con la vicinanza al muro. Successivamente si rileva la presenza di depositi fluviali costituiti da un'alternanza di materiale fine e materiale più grossolano fino alla profondità di circa 10 m dove viene riscontrata la presenza del substrato roccioso molto alterato.

La presenza di materiale fluviale molto eterogeneo è perfettamente compatibile con i dati bibliografici disponibili per la zona di studio mentre la presenza del substrato a così modeste profondità contrasta con i dati disponibili. Questo aspetto sarà approfondito in fase esecutiva con la realizzazione di ulteriori sondaggi a carotaggio continuo.

5.2 LE ANALISI DI LABORATORIO

Dai sondaggi sono stati anche prelevati n.1 campioni per sondaggio.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva con i principali valori geotecnici estratta dall'allegato 1:

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d' acqua	LL	LP	IP	Peso di Volume	Gs	ϕ	c	EDO
N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%	KN/m ³	g/cm ³	°	kPa	
S14	--	4,50 – 4,80	22,2	23,0	30,0	24,8	27,0	50	29	23	17,5	2,74	--	--	X
S15	--	5,10 – 5,40	13,2	20,8	27,6	38,4	29,6	52	29	24	17,4	2,73	25 ^{CD}	23	

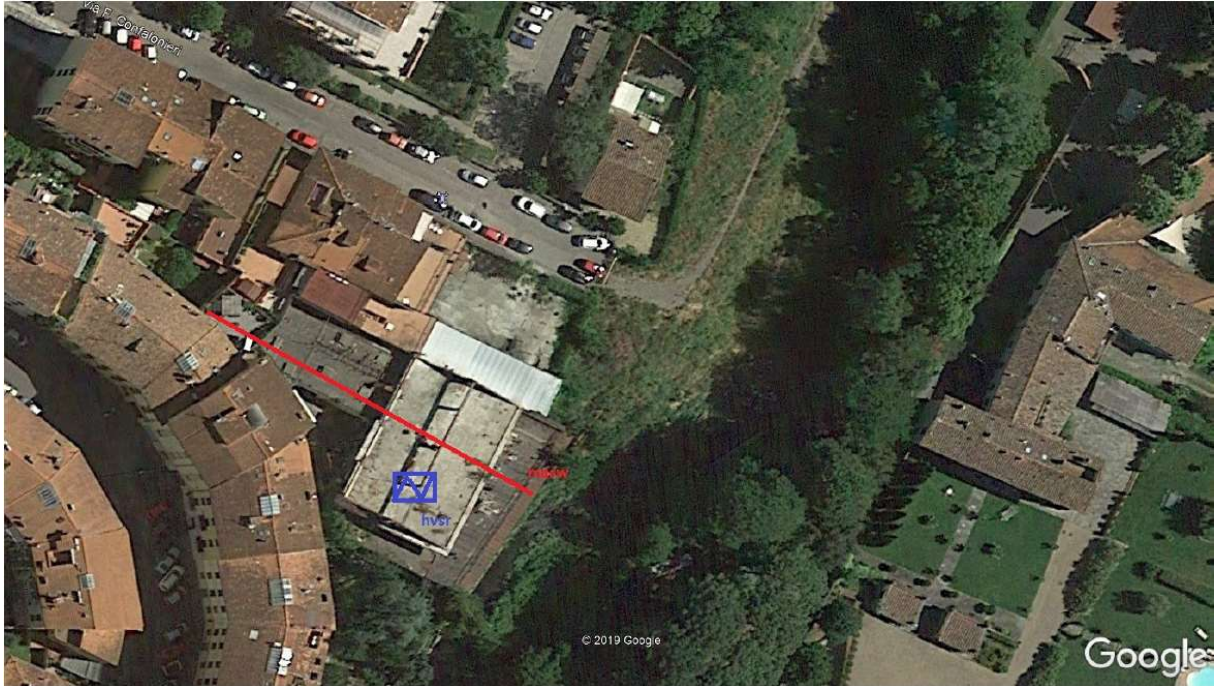
5.3 L'INDAGINE SISMICA

Come accennato in premessa per la caratterizzazione dei terreni è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche applicando 2 tecniche denominate MASW (acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves) e HVSr (acronimo di Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con lo scopo di:

- definire il profilo '1D' delle velocità di propagazione delle onde S (Vs) nel sottosuolo;
- verificare l'eventuale presenza di contrasti di impedenza sismica e 'bedrock' sismico.

Per il dettaglio delle metodologie d'indagine, dello schema operativo, delle operazioni di campagna, delle strumentazioni e delle modalità di analisi dei dati, ed infine dell'interpretazione dei dati elaborati si rimanda al report di prova sempre in allegato 1.

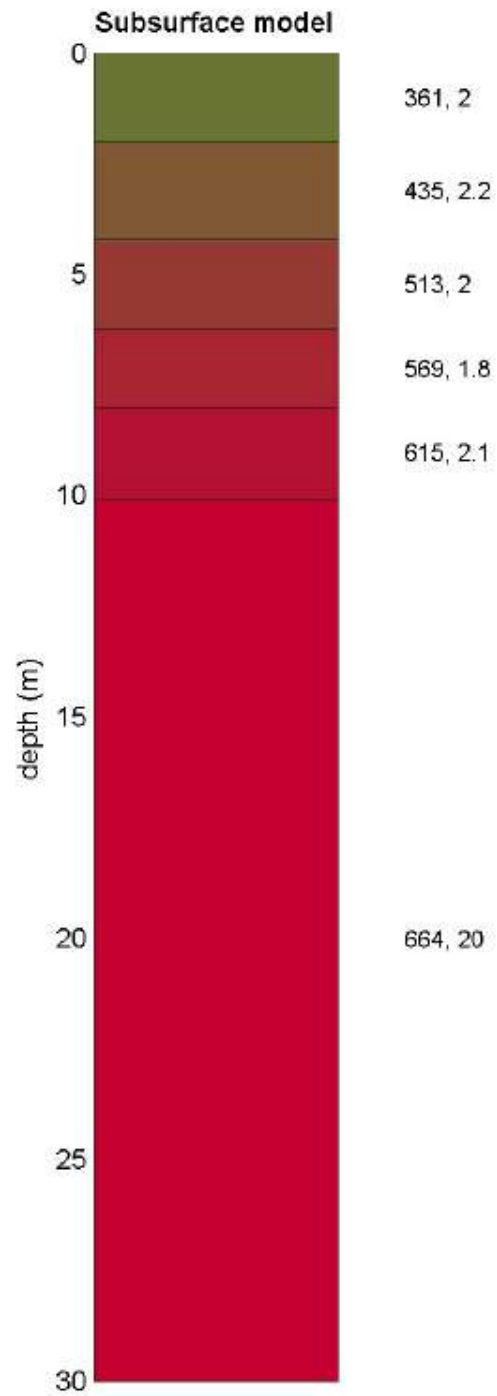
L'ubicazione e sviluppo delle varie prospezioni è riportato nell'illustrazione seguente ripresa dal report di prova



La curva HVSR è stata utilizzata congiuntamente all'analisi MASW, per la modellazione sismo stratigrafica.

L'analisi congiunta della metodologia MASW e HVSR ha consentito di stimare il profilo sismico verticale delle Vs:

- Un primo sismo strato con velocità 361 m/se spessore di 2 m
- Un secondo sismo strato con velocità 435 m/se spessore di 2,2 m
- Un terzo sismo strato con velocità 513 m/se spessore di 2 m
- Un quarto sismo strato con velocità 569 m/se spessore di 1,8 m
- Un quinto sismo strato con velocità 615 m/se spessore di 2,1 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia al di sotto dei 10,1 m una velocità delle onde di taglio (VS) di 664 m/s fino alla profondità di 30 m.



6. LA CAMPAGNA DI INDAGINI DI SUPPORTO AL PROGETTO

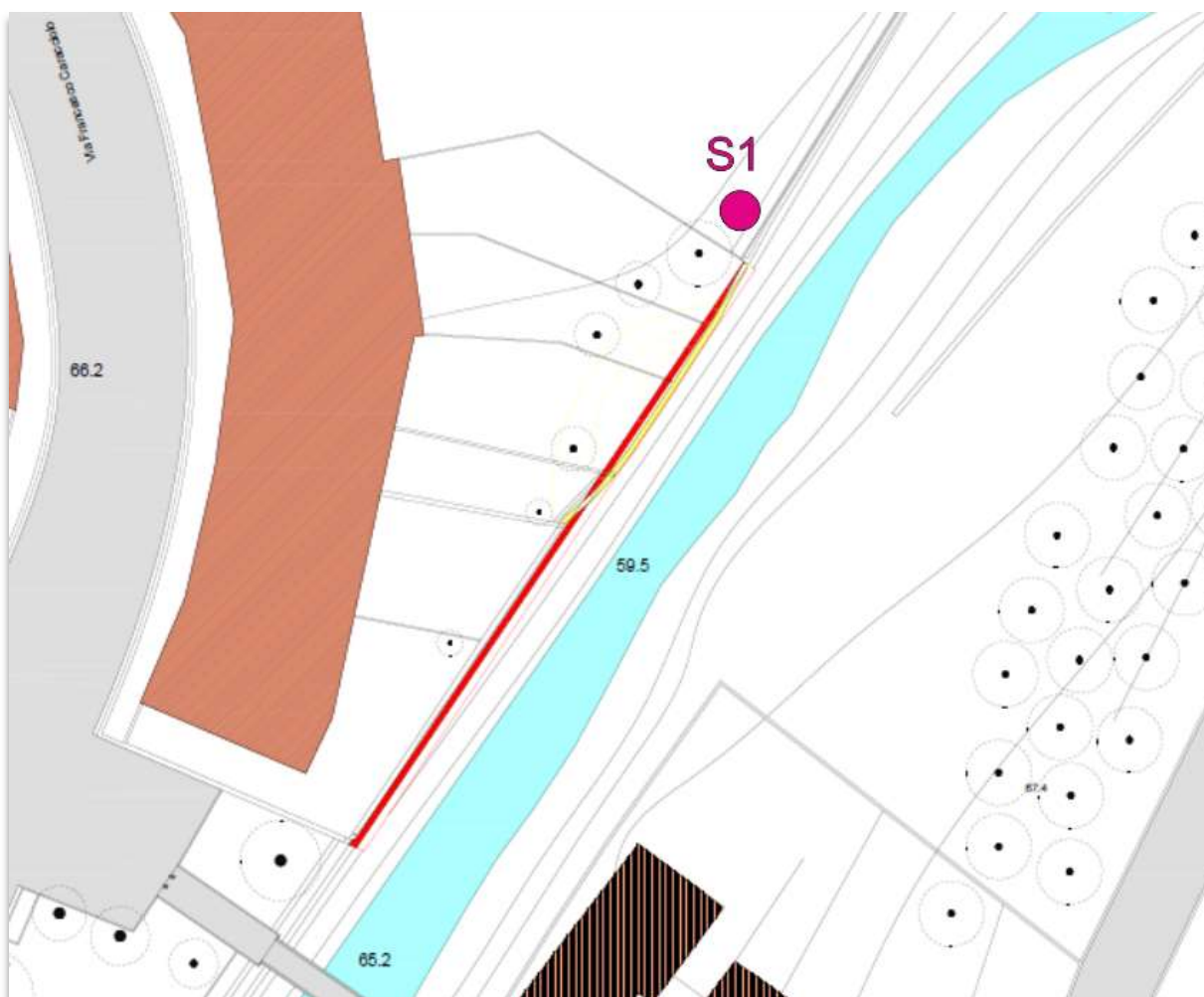
Per la caratterizzazione litostratigrafica e sismica del sito è stata effettuata una campagna di indagini consistita in:

- N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (ditta IBT Prospezioni Srl);
- Prove geotecniche di laboratorio (ditta ELLE TI Laboratorio Terre srl);
- Prospezioni sismiche MASW HVSR (ditta IBT Prospezioni Srl).

6.1 GLI ESITI DEL SONDAGGIO

Il sondaggio a carotaggio continuo è stata realizzato nel mese di Dicembre 2021. Originariamente si era previsto di operare alla base del muro di sostegno ma il periodo invernale, con i livelli del Fiume, non consentiva di lavorare in condizioni di sicurezza. Pertanto si è valutato di eseguire la prospezione in prossimità del coronamento del muro di sostegno, al limite con la zona d'intervento.

La sua ubicazione (sigla S1) è riportata nell'illustrazione e documentazione fotografica seguente:





Dall'esame degli elaborati progettuali il p.c. dell'area delle operazioni è posto a 66 m s.l.m..

La profondità raggiunta è stata di 18 metri ed il foro di prova è stato richiuso al termine della perforazione. I testimoni del carotaggio sono stati riposti ordinatamente in cassette catalogatrici da 5 metri cadauna, allocate nei pressi dell'area delle operazioni.

In allegato 1 si riporta il certificato della ditta esecutrice comprensivo della colonna stratigrafica e documentazione fotografica del carotaggio.

Dall'esame del certificato risulta in sintesi la seguente successione litologica:

- Fino alla profondità di 4,5 metri vi sono terreno di riporto del terrapieno , qui costituiti da una miscela di ghiaie, laterizi e sabbie con matrice limosa nell'ultimo metro circa.
- Da 4,5 a 11,5 metri → limi argillosi, talora con ghiaia
- Da 11,5 a 15,3 metri → pezzame arenaceo in matrice limoso argillosa e talora sabbiosa.
- Da 15,3 a 16,8 metri → limo argilloso con ghiaia minuta
- Da 16,8 a 18,3 metri → ghiaia sub-arrotondata da grossa a fine con sabbia

In sintesi il quadro stratigrafico è simile a quanto riscontrato dalle precedenti indagini: tuttavia occorre evidenziare come i litotipi granulari riscontrati alla base non siano riferibili al substrato alterato (come riportato nei dati di archivio) ma a depositi alluvionali del Fiume.

Nel corso della perforazione sono state eseguite alcune prove S.P.T., gli esiti delle quali sono di seguito riportati:

num. S.P.T.	Profondità m da p.c.	S1	
		Numero colpi	N _{SPT}
SPT 1	da 5,5	10-R(x10cm)	R
SPT 2	da 9,9	7-12-10	22
SPT 3	da 12,0	10-11-R(x4cm)	R
SPT°4	da 15,0	12-13-11	24
SPT°5	Da 18,0	11-10-10	20

Da tali valori risulta una consistenza (vedi anche l'abaco di seguito riportato):

- "molto dura" dei limi argillosi al di sotto del riporto;
- "medio" del pezzame arenaceo intermedio
- "medio" del livello di ghiaie di base.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi <i>N</i> (S.P.T.)	Indice di consistenza <i>I_c</i>	Coesione non drenata <i>c_u</i> (bar)
<i>Terreno coerente</i>			
Molto soffice	< 2	~ 0	< 0,1
Soffice	2 ÷ 4	0 ÷ 0,25	0,1 ÷ 0,25
Plastico	4 ÷ 8	0,25 ÷ 0,5	0,25 ÷ 0,5
Duro	8 ÷ 15	0,5 ÷ 0,75	0,5 ÷ 1,0
Molto duro	15 ÷ 30	0,75 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0
Durissimo	> 30	> 1,0	> 2,0
<i>Terreno incoerente (sabbie e ghiaie)</i>			
		Densità relativa <i>D_r</i>	Angolo di attrito <i>φ'</i>
Molto sciolto	< 4	< 0,2	< 30°
Sciolto	4 ÷ 10	0,2 ÷ 0,4	30° ÷ 35°
Medio	10 ÷ 30	0,4 ÷ 0,6	35° ÷ 40°
Denso	30 ÷ 50	0,6 ÷ 0,8	40° ÷ 45°
Molto denso	> 50	> 0,8	> 45°

Valutazione dei parametri di resistenza dai dati S.P.T. (da *CESTELLI GUIDI, Geotecnica e tecnica delle fondazioni*, Vol.I, Ed Hoepli, 1987).

6.2 LE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sui campioni prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite le seguenti determinazioni e prove geotecniche di laboratorio:

- Determinazione del peso di volume;
- Prove di compressione semplice ELL;
- Prove di taglio diretto con scatola di Casagrande C.D.;

Nella tabella seguente si riporta la sintesi dei dati maggiormente significativi estratti dal certificato di prova (vedi all. 2); alcuni dei parametri derivano dall'elaborazione dei dati sperimentali.

SONDAGGIO	S1	S1
Campione	C1	C2
Profondità prelievo (m)	5,7-6,6	9,4-10,0
Descrizione	Limo argilloso con frammenti arenacei	Argilla limosa con inclusi arenacei
Peso volume γ (kN/mc)	18,6	19,4
Coesione non drenata c_u (kPa)	32	105
Angolo d'attrito interno ϕ' (°)	26	21
Coesione c' (kPa)	12	6

6.3 LE PROVE GEOFISICHE

In data 10 maggio 2021 è stata eseguita una campagna geofisica applicando 2 tecniche denominate MASW (acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves) e HVSR (acronimo di Horizontal to Vertical Spectral Ratio) con lo scopo di:

- definire il profilo '1D' delle velocità di propagazione delle onde S (V_s) nel sottosuolo;
- verificare l'eventuale presenza di contrasti di impedenza sismica e 'bedrock' sismico.

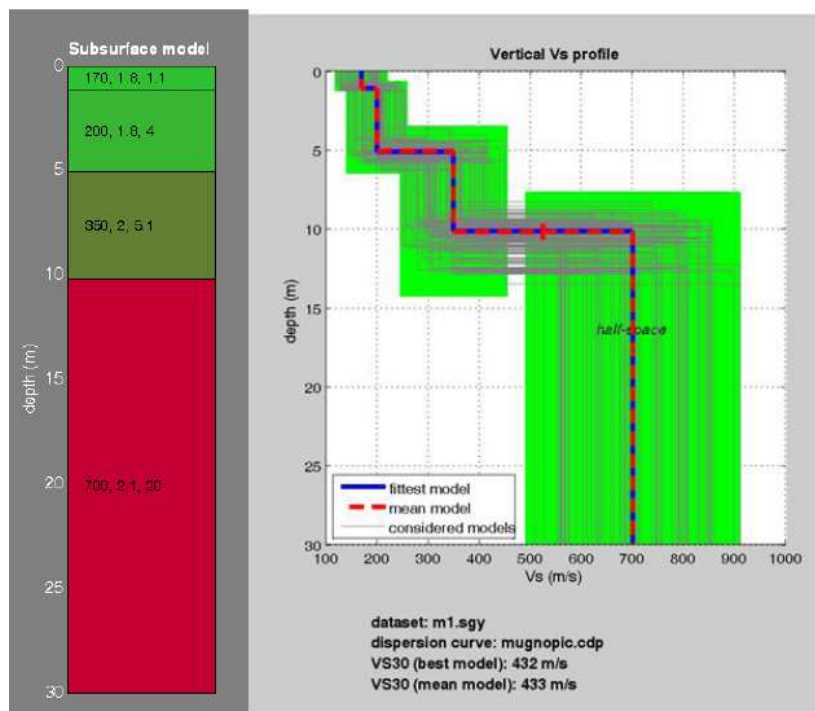
Per il dettaglio delle metodologie d'indagine, dello schema operativo, delle operazioni di campagna, delle strumentazioni e delle modalità di analisi dei dati, ed infine dell'interpretazione dei dati elaborati si rimanda al report di prova in allegato 3.

L'ubicazione e sviluppo delle varie prospezioni è riportato nell'illustrazione seguente ripresa dal report di prova:

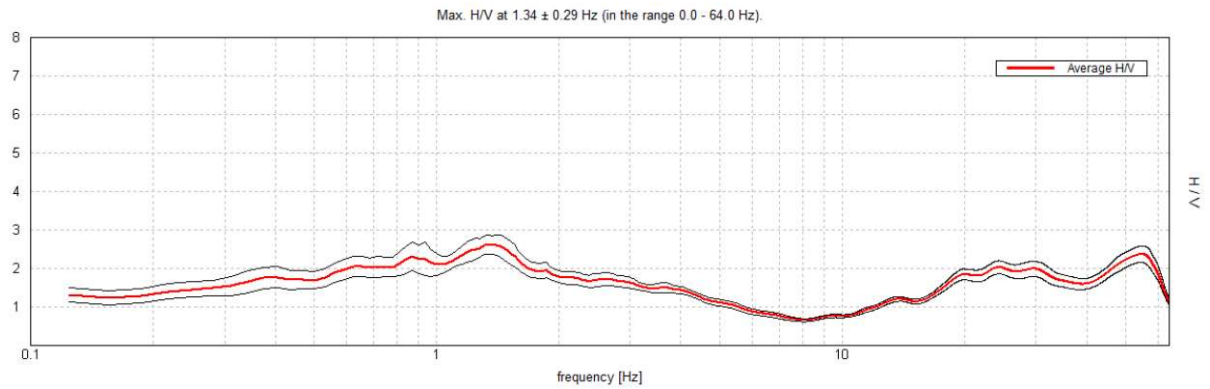


In questo caso lo stendimento è stato effettuato alla base del muro e in direzione parallela ad esso.

Dal confronto tra la curva sperimentale e la curva calcolata si ottiene un profilo delle velocità del sottosuolo sul quale poter calcolare le Vs30. Il grafico ottenuto ed estratto dal report di prova è il seguente:



Si riporta di seguito il grafico estratto dal report di prova, con l'andamento del rapporto H/V alle varie frequenze ottenute tramite l'analisi HVSR:



In letteratura si considerano significativi i picchi con ampiezza maggiore di 2. La curva H/V sperimentale per il sito di studio presenta un picco significativo nell'intervallo di frequenze ingegneristiche (0.5 - 20 Hz) come indicato nel 'report' allegato: $f_0 = 1,5$ Hz - $A_0 = 2,6$.

7. IL MODELLO GEOLOGICO

La zona di progetto è posta in un contesto di pianura alluvione e le indagini hanno evidenziato depositi fluviali fino a profondità significative in termini d'interazione struttura terreno. Tali depositi sono qui caratterizzati da una composizione prevalentemente coesiva nei primi metri per poi passare ad una natura soprattutto granulare.

Più in particolare si distinguono le seguenti unità descritte a partire dal p.c.:

UNITA' A : TERRENO DI RIPORTO (da p.c fino alla base del muro) . Riguarda i terreni a tergo del muro di sostegno che nella zona indagata dal sondaggio sono costituiti da una miscela di ghiaie, laterizi e sabbie talora con matrice limosa.



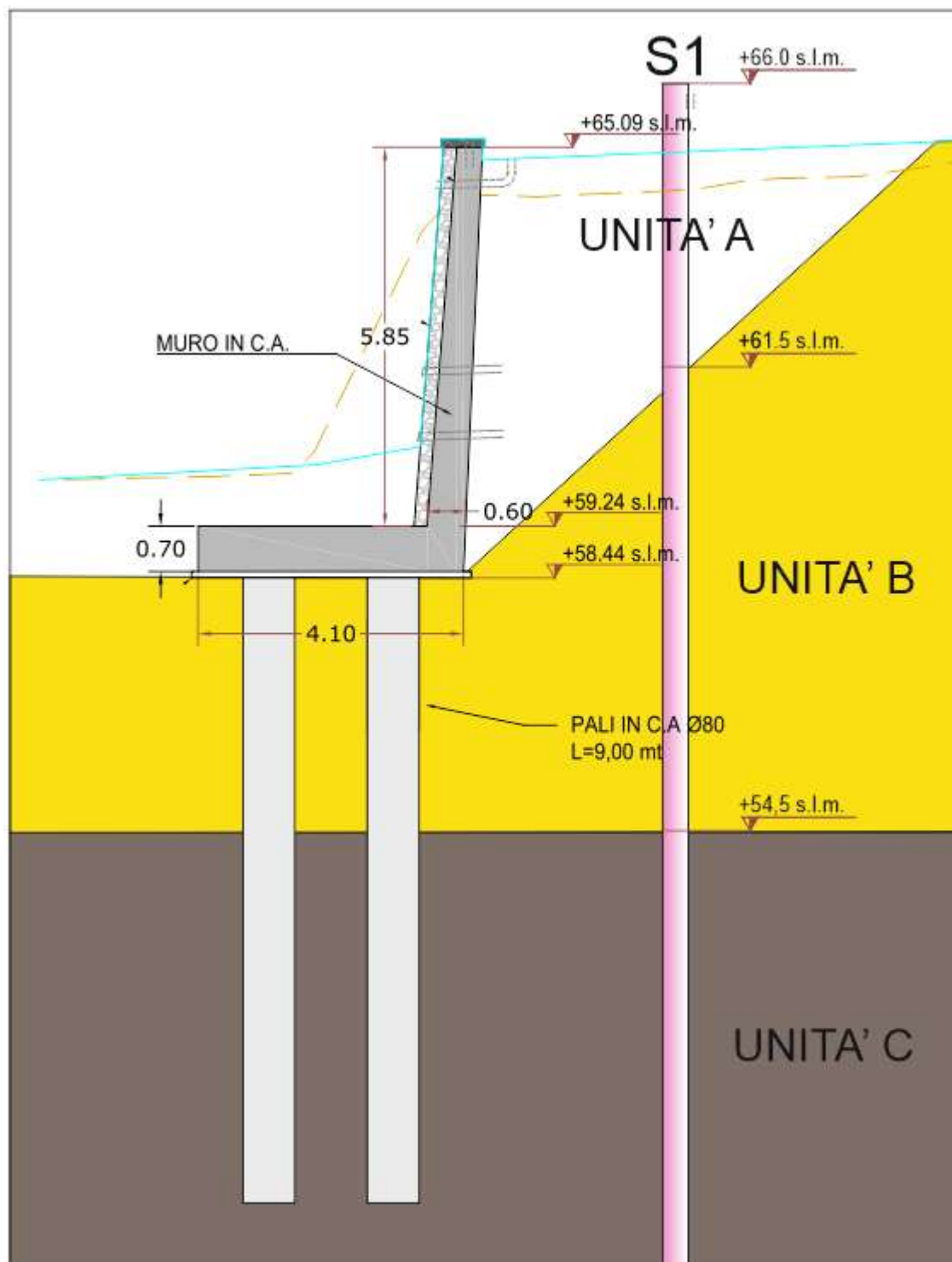
UNITA' B : DEPOSITI FLUVIALI COESIVI PREVALENTI (per uno potenza di circa 6 metri). Si tratta di limo argilloso, talora con ghiaia, e mediamente consistente



UNITA' C : DEPOSITI FLUVIALI GRANULARI PREVALENTI (per profondità maggiori e fino a quella massima indagata). Si tratta di ghiaia sub-arrotondata da grossa a fine con sabbia e/o pezzame arenaceo in matrice limoso argillosa e talora sabbiosa; vi sono intercalazioni di livelli più francamente limoso argillosi di potenza metrica. Il grado di addensamento è elevato.



Nell'illustrazione seguente si riporta la sezione stratigrafica riferita allo stato di progetto e rapportata in quota assoluta.



7.1 INDICAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO

Dalle prove in situ e di laboratorio risultano in sintesi i seguenti valori dei principali parametri geotecnici distinti secondo le unità litostratigrafiche sopra individuate:

UNITA' B

Dalle prove geotecniche di laboratorio

SONDAGGIO	S1	S1	S15 (archivio)
Profondità prelievo (m)	5,7-6,6	9,4-10,0	5,1-5,4
Descrizione	Limo argilloso con frammenti arenacei	Argilla limosa con inclusi arenacei	Argilla con limo limosa sabbioso ghiaiosa
Peso volume γ (kN/mc)	18,6	19,4	17,4
Coesione non drenata c_u (kPa)	32	105	--
Angolo d'attrito interno ϕ' (°)	26	21	25
Coesione c' (kPa)	12	6	23

UNITA' C

Si riportano di seguito i valori N_{SPT} ottenuti durante il sondaggio:

S.P.T.	Profondità m da p.c.	N_{SPT}
SPT 2	da 9,9	22
SPT 3	da 12,0	R
SPT 4	da 15,0	24
SPT 5	Da 18,0	20

8. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (fig. 6) la zona è classificata come stabile suscettibile di amplificazione locale. La successione stratigrafica tipo individuata dalla cartografia vede un primo strato composto da depositi alluvionali recenti seguiti dalle unità del sistema del lago di FI-PO-PT. Al di sotto di queste ultime è presente il substrato litoide ad una profondità inferiore ai 100 m.

Nella "Carta delle Frequenze fondamentali dei depositi" (fig. 7) non sono stati rilevati valori di frequenza in un ampio intorno della zona di intervento.

Nella "Carta del Fattore di Amplificazione Sismico Locale" il fattore FA risulta inferiore a 1,2 (vedi fig.8).

8.1 CATEGORIA DI SUOLO E TOPOGRAFICA

Nel presente paragrafo sono riportate considerazioni in merito alla definizione della categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018 (al fine di applicare un approccio di tipo semplificato nella valutazione della risposta sismica di sito).

Adottare un approccio di tipo semplificato consiste nel calcolare la velocità equivalente delle onde S "Vs" nei primi 30 m di profondità a partire da un piano di riferimento (la cui profondità è funzione della tipologia di intervento in progetto) e con tale valore, in base anche alle geometrie sismo-stratigrafiche di sito, definire una categoria di sottosuolo così come previste nel D.M. 17/01/2018 "NTC 2018".

La formula che permette il calcolo della velocità equivalente "Vseq" è data dall'espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

Dove: N = numero di strati; H = profondità del substrato ($V_s \geq 800$ m/s); h_i = spessore dello strato i-esimo del modello sismo-stratigrafico; V_s = velocità onde S nello strato i-esimo edl modello sismo-stratigrafico.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m ($H > 30$ m) o ammassi rocciosi affioranti o sub-affioranti (oltre < 3 m), la velocità equivalente delle onde di taglio V_{sEQ} è definita da parametro V_{s30} , ottenuto ponendo H030 m nella precedente espressione e considerando le velocità degli strati di terreno o ammasso roccioso fino a tale profondità.

Pertanto, la nuova indagine sismica, relativamente alla determinazione della categoria di sottosuolo, ha dato il seguente valore di velocità $V_{sEQ} = V_{s30}$ pari a 432 m/s.

Ai fini della individuazione del tipo di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018 è possibile assegnare al sito una **categoria di sottosuolo B**. Questo risultato è compatibile con gli esiti dell'indagine sismica di archivio che aveva fornito una classificazione analoga.

Relativamente alla categoria topografica si attribuisce alla zona in esame una **categoria topografica T1**.

8.2 CALCOLO PARAMETRI SISMICI

Con le NTC del 2018 si devono individuare i parametri sismici "general" dell'area di studio riferendosi ai dati della rete di stazioni distribuite sul territorio italiano. In pratica dato il punto di intervento si individuano le 4 stazioni che limitano la cella nella quale si colloca l'area in studio, e si procede ad effettuare la media pesata per individuare i parametri: a_g , F_0 , T^*c .

Per individuare tali parametri si deve anche considerare il tempo di ritorno T_r del sisma di riferimento, che viene calcolato così: $T_r = -V_r / (\ln(1 - P_v))$ dove: V_r = periodo di riferimento = $V_n * C_u$

con:

V_n = vita nominale dell'edificio

C_u = classe d'uso

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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

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

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Con i corrispettivi valori del coefficiente:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

P_{VR} è la probabilità di superamento del periodo di riferimento, funzione di V_R rispetto allo stato limite considerato:

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Da informazioni del Progettista risultano i seguenti dati di input:

- Vita nominale $V_n=50$ anni
- Classe d'uso II

A questi, che sono i parametri "general" che in definitiva non risentono ancora delle condizioni locali, si aggiungono i contributi di:

- categoria di suolo, che si assume B; la categoria di suolo origina due parametri: S_s e C_c come da tabella di normativa:

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

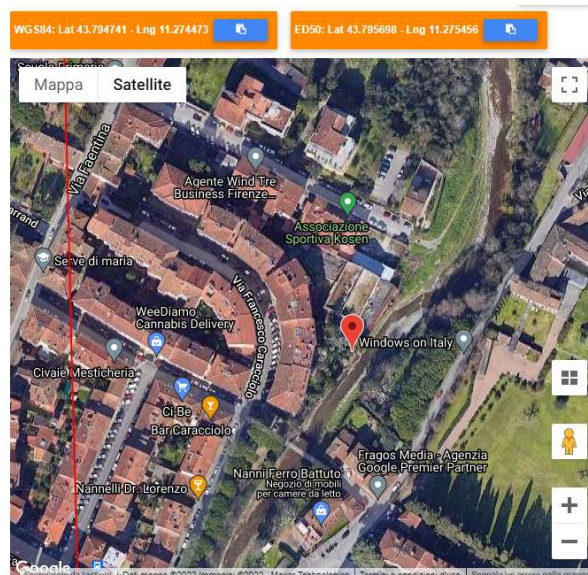
- topografici: in base alla topografia del sito si assegna un peso alla categoria suddivise come da tabella (nel nostro caso T1):

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Per la definizione dei parametri di modellazione delle azioni sismiche si è utilizzato il software "gestione Parametri Simici" di GEOSTRU (vedi anche le schermate seguenti). I risultati sono sintetizzati di seguito.

UBICAZIONE SITO DI PROGETTO



PARAMETRI SISMICI

Stati limite



Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...



Vita Nominale

50



Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.048	2.544	0.253
Danno (SLD)	50	0.058	2.580	0.269
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.134	2.432	0.304
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.171	2.392	0.312
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici



Tipo Muri di sostegno NTC 2018

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.



H (m)

1

us (m)

0.1



Cat. Sottosuolo

B



Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz. categoria	1,45	1,43	1,40	1,39
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.033	0.061	0.000
kv	--	0.016	0.030	--
Amax [m/s ²]	0.566	0.680	1.573	2.016
Beta	--	0.470	0.380	--

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica è risultato di 1,2 e del quale si dovrà tenere conto rispetto al valore inferiore espresso nella relativa cartografia comunale.

9. FATTIBILITÀ

Per determinare le condizioni di fattibilità è stato applicato il relativo abaco estratto dalle norme di attuazione del Regolamento Urbanistico.

Di seguito si riportano le condizioni di fattibilità dell'intervento in relazione agli esiti dello studio eseguito, e secondo quanto indicato nelle NTA di cui al Regolamento Urbanistico comunale.

9.1 CRITERI DI CLASSIFICAZIONE

La fattibilità delle opere che si attuano mediante intervento edilizio diretto viene definita in base alla matrice "Fattibilità geologica, idraulica e sismica delle opere in funzione della tipologia di intervento e della pericolosità dell'area" allegata al Regolamento Urbanistico.

Le varie classi di fattibilità e le particolari limitazioni, condizioni o prescrizioni ad esse correlate sono le seguenti:

- fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;
- fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;
- fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi;
- fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo Regolamento Urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Così come previsto dalla normativa, le prescrizioni relative alla fattibilità sono state suddivise e distinte nei tre settori previsti: geologico, idraulico e sismico. Dalle indicazioni del Progettista la tipologia dell'intervento rientra nell'ambito della manutenzione straordinaria dell'edificato recente.

9.2 LA FATTIBILITÀ GEOLOGICA

La pericolosità geologica dell'area (classe G.2) e la tipologia dell'intervento determinano la classe di fattibilità II – con normali vincoli.

	Emergenze di valore storico-architettonico												
	Emergenze di interesse documentale del moderno												
	Tessuto storico o storizzato prevalentemente seriale												
	Edifici singoli o aggregati di interesse documentale (VSA)												
		Edificato recente											
TIPO DI INTERVENTO (DPR 380/2001 agg. L134/2012)	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA				PERICOLOSITÀ GEOLOGICA				PERICOLOSITÀ GEOLOGICA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Interventi di manutenzione ordinaria		I	I	II	II	I	I	II	II	I	I	II	II
Interventi di manutenzione straordinaria**		I	I	II/III	III/IV	I	I	II/III	III/IV	I	I	II	II/III

Si raccomanda un controllo geologico in fase esecutiva degli scavi e dei pali di fondazione per verificare la consistenza e l'esatta natura dei terreni.

9.3 LA FATTIBILITÀ IDRAULICA

La pericolosità idraulica dell'area (classe I.4) e la tipologia dell'intervento determinano la classe di fattibilità IV – limitata.

	Emergenze di valore storico-architettonico												
	Emergenze di interesse documentale del moderno												
	Tessuto storico o storizzato prevalentemente seriale												
	Edifici singoli o aggregati di interesse documentale (VSA)												
		Edificato recente											
TIPO DI INTERVENTO (DPR380/2001 agg. L134/2012)	PERICOLOSITÀ IDRAULICA	PERICOLOSITÀ IDRAULICA				PERICOLOSITÀ IDRAULICA				PERICOLOSITÀ IDRAULICA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Interventi di manutenzione ordinaria**		I	I	II	II/III	I	I	II	II/III	I	I	II	II
Interventi di manutenzione straordinaria**		I	I	II/III	III/IV	I	I	II/III	III/IV	I	I	II/III	III/IV

Si rimanda allo studio idraulico eseguito e alle autorizzazioni degli uffici competenti per gli aspetti attinenti all'idraulica, anche per quanto riguarda gli adempimenti di cui alla L.R. 41/2018.

9.4 LA FATTIBILITÀ SISMICA

La pericolosità sismica dell'area (classe S3) e la tipologia dell'intervento determinano la classe di fattibilità III - condizionata.

	Emergenze di valore storico -architettonico											
	Emergenze di interesse documentale del moderno											
	Tessuto storico o storicizzato prevalentemente seriale											
	Edifici singoli o aggregati di interesse documentale (VSA)				Edificato recente				Spazi pubblici e privati di uso pubblico (piazze e aree pedonali, aree per parcheggio, verde pubblico/parchi, parchi e giardini di interesse storico, orti sociali, strade, piazze e altri spazi)			
TIPO DI INTERVENTO (DPR 380/2001 agg. L134/2012)	PERICOLOSITÀ SISMICA				PERICOLOSITÀ SISMICA				PERICOLOSITÀ SISMICA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Interventi di manutenzione ordinaria	I	I	II	II	I	I	II	II	I	I	II	II
Interventi di manutenzione straordinaria**	I	I	II/III	III/IV	I	I	II/III	III/IV	I	I	II	II/III

All'articolo 76 punto 3 che tratta la fattibilità sismica, risultano le seguenti indicazioni (in stralcio per le parti d'interesse)

art.76 -fattibilità sismica

3. Fattibilità sismica condizionata FS.3.

Sono consentiti gli interventi di ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione, ristrutturazione urbanistica, nuova edificazione o realizzazione di nuove infrastrutture, condizionati all'esecuzione di studi geofisici e geognostici di dettaglio funzionali alla determinazione dell'azione sismica di progetto, facendo riferimento anche alle norme comuni.

Le norme comuni riportano:

"..le condizioni di amplificazione sismica locale per effetti stratigrafici a cui fare riferimento, sono dettate nella Carta del fattore di amplificazione sismico locale. In particolare si prescrive che, relativamente alla scelta del coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss) da utilizzare per la ricostruzione degli spettri di risposta elastici e di progetto (di cui al par. 3.2.3.2.1 e 7.11.3.2 delle NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008 e s.m.i.) si deve fare riferimento al più cautelativo tra il valore del fattore di amplificazione sismica di

cui alla suddetta cartografia (prendendone come riferimento il valore più alto in cui ricade l'area di intervento o porzione di essa) e il valore di Ss derivante da indagini sismiche specifiche (da realizzarsi sulla base delle normative nazionali o regionali) condotte sull'area di intervento e volte alla definizione della categoria sismica di sottosuolo".

Nel caso specifico la Carta del fattore di amplificazione sismico locale riporta per il sito di progetto un valore inferiore a 1,2. Mentre dal calcolo di Ss considerando la categoria di sottosuolo B derivante dalle indagini sismiche specifiche si ottengono i seguenti valori:

	Cat. Sottosuolo	B			
	Cat. Topografica	T1			
		SLO	SLD	SLV	SLC
	SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20

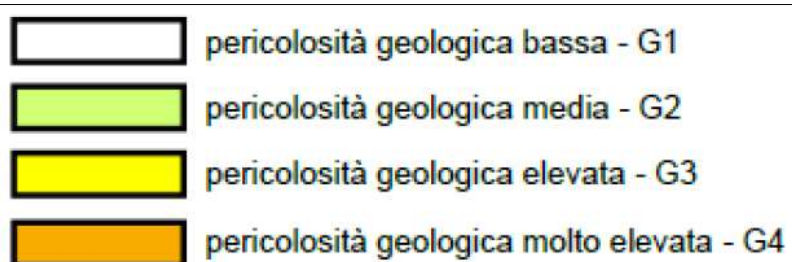
Pertanto si dovrà fare riferimento a questo valore piuttosto che alla cartografia comunale.

Infine dalle indagini eseguite non è stato rilevato il bedrock sismico fino alla profondità di 30 metri; tale informazione è coerente con i dati bibliografici.

Sesto Fiorentino, 13/01/2022

Fig. 1 - Pericolosità Geologica

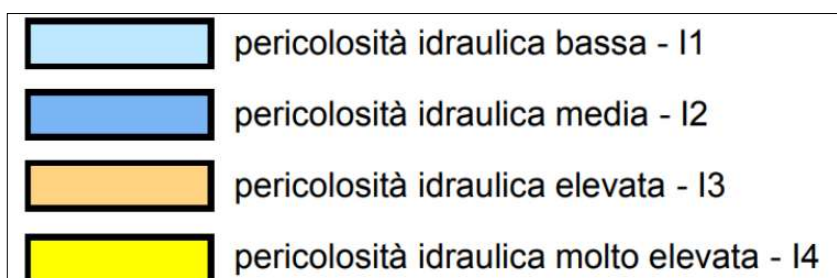
Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



ZONA DI
PROGETTO

Fig. 2 - Pericolosità Idraulica

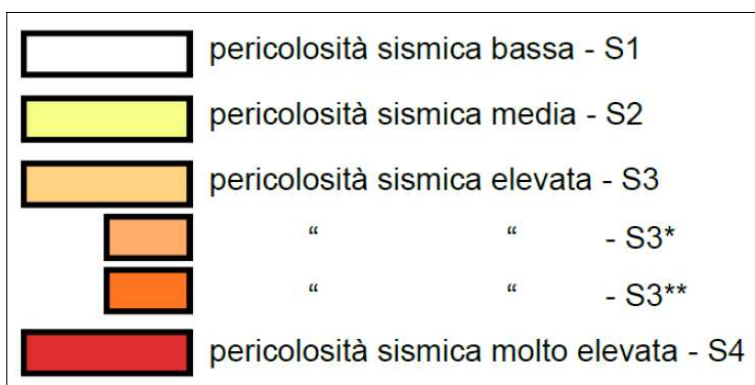
Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



ZONA DI
PROGETTO

Fig. 3 - Pericolosità Sismica

Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



ZONA DI
PROGETTO

Estratto da CTR in scala 1:1000



Fig. 5 - Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



- Terreni Granulari:



GW-GP-GM (fini<5%): Ghiaie pulite, con diametro medio dei clasti di 2÷3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, con frequente componente sabbiosa; i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subsferici.



GC-GM (fini>5%): Ghiaie sporche, con diametro medio dei clasti di 2÷3 cm e massimo dell'ordine dei 5 cm, i clasti sono in genere ben arrotondati, prevalentemente discoidali, subordinatamente subsferici, con componente fine del 5%÷20%; localmente le ghiaie posso essere anche molto sporche con componente fine del 20%÷50%, in tale caso risultano totalmente chiuse.

- Terreni coesivi:



ML-CL (ghiaie>5%): Limi-ghiaiosi e limi-sabbiosi con componente granulare anche del 20%÷50%



OL-CL (ghiaie<5%): Limi e limi-argillosi con scarsa (5÷20%) componente granulare, di colore bruno, con calici (in genere con LL < 50).



CH-OH: Limi-argillosi ed argille-limose grigio azzurrognole e grigio-verdastre, con calici, a plasticità bassa e media; componente granulare scarsa (< 5%) o nulla.



Sondaggi



Isobate Substrato (m da pc)



**ZONA DI
PROGETTO**

Fig. 6 - Sezione litostratigrafica

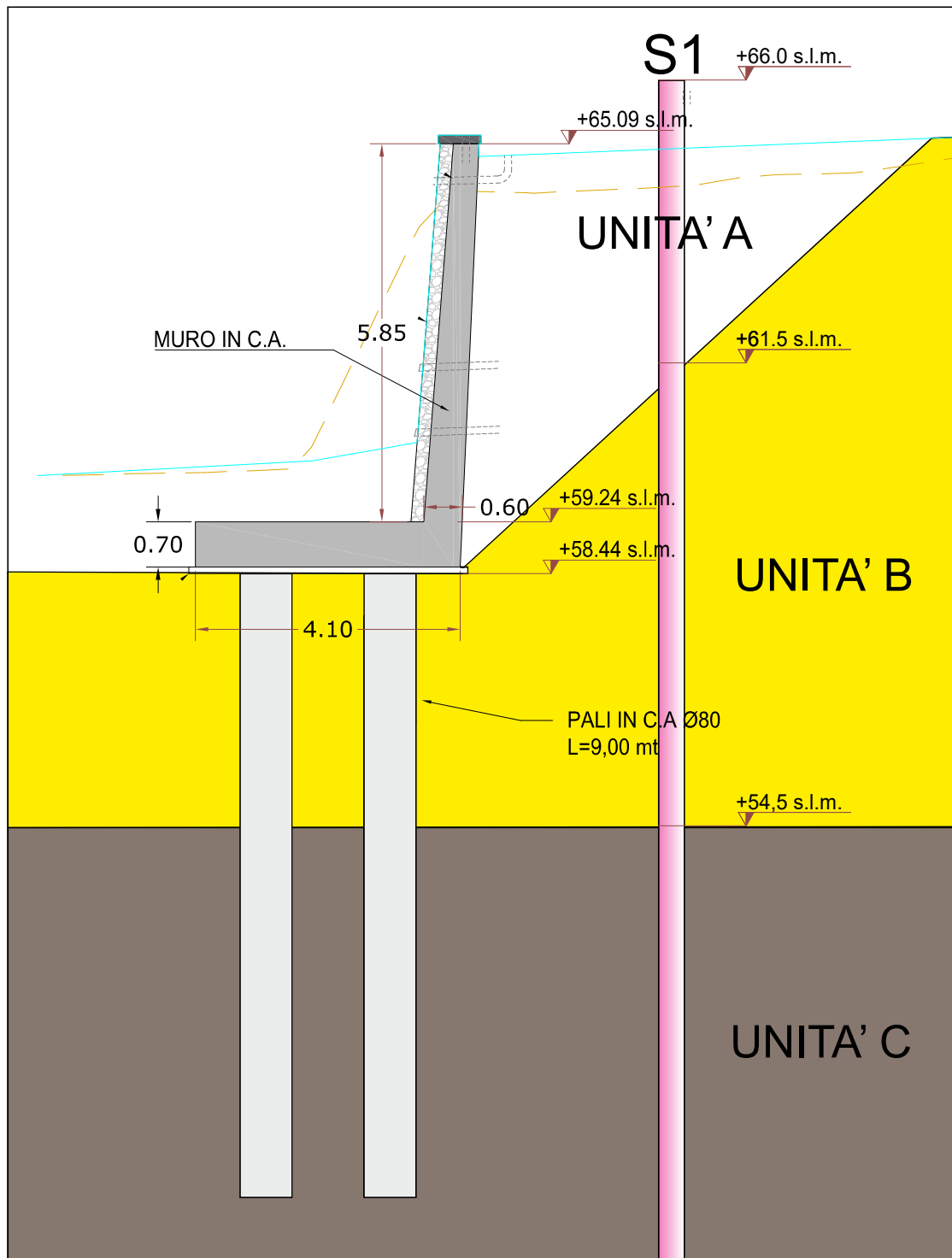
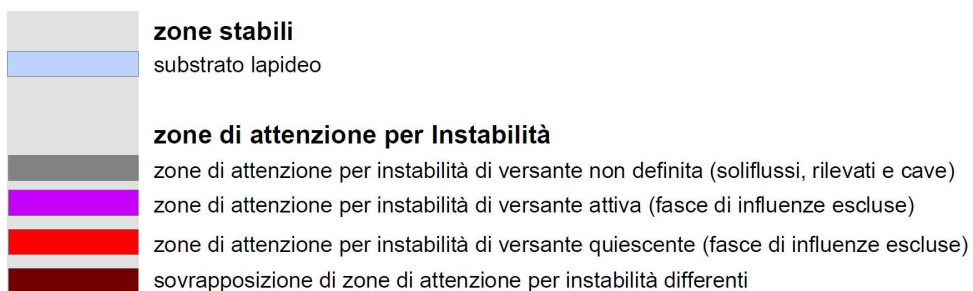
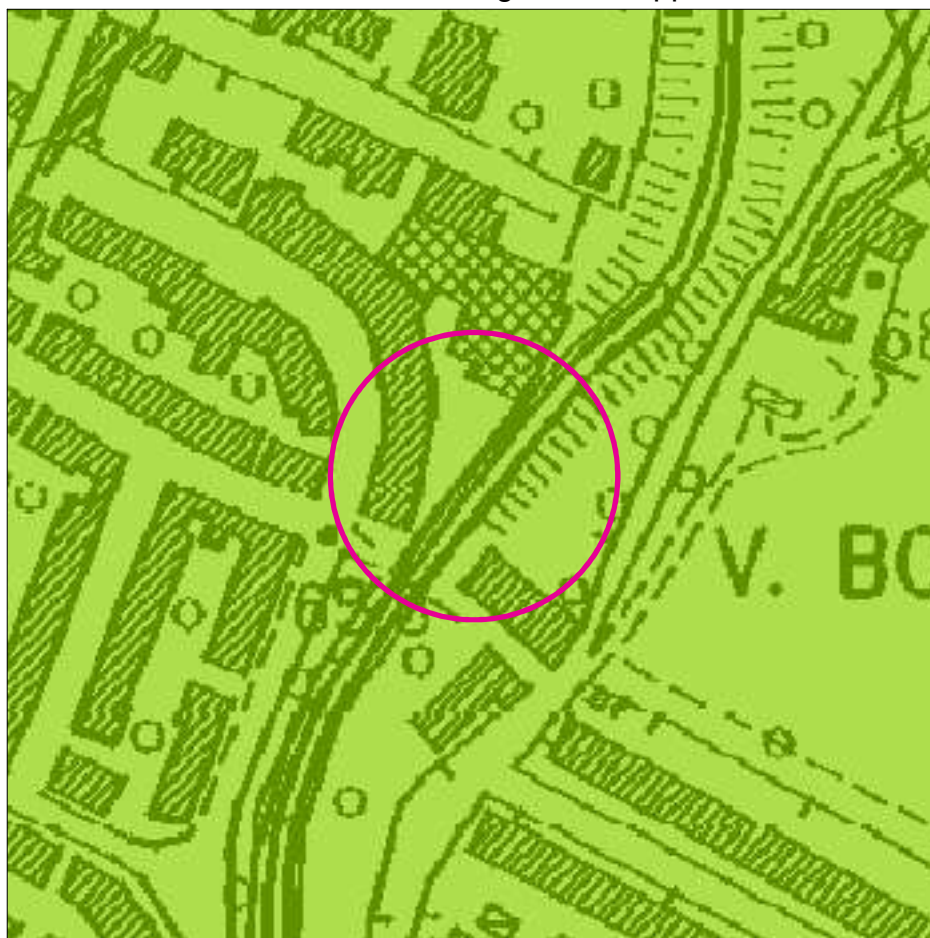
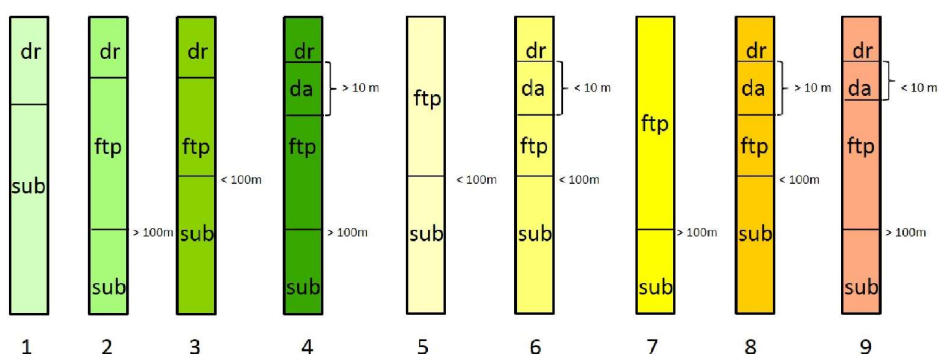


Fig. 7: Carta delle microzonee omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



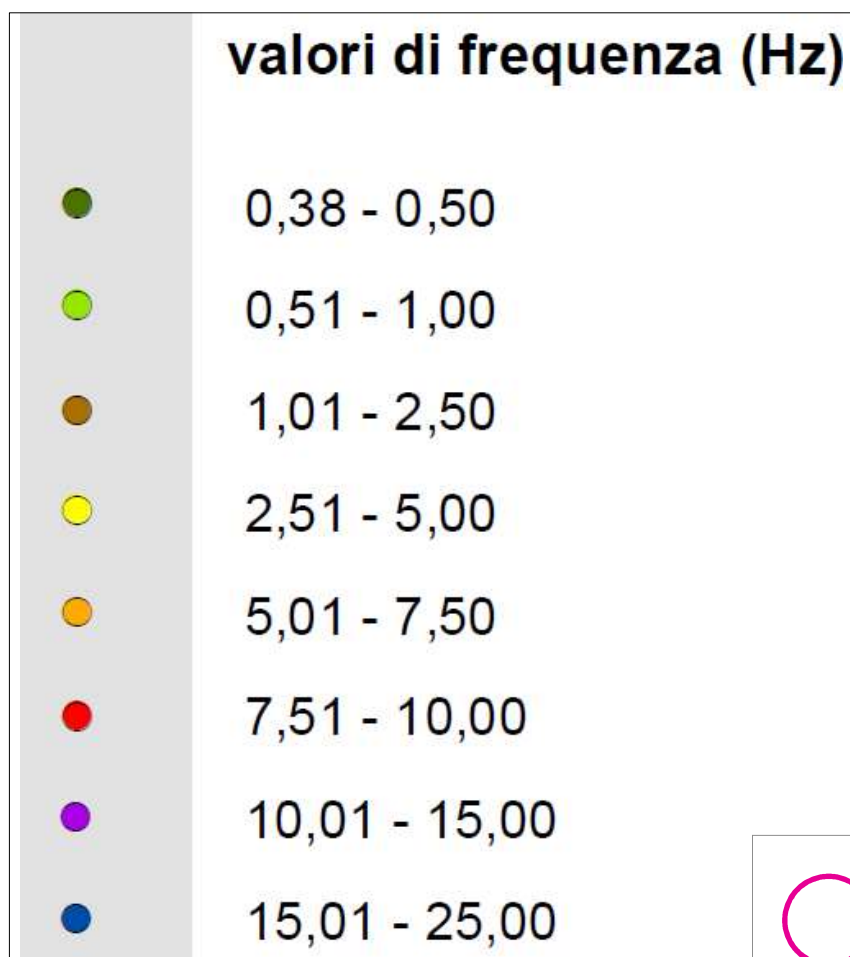
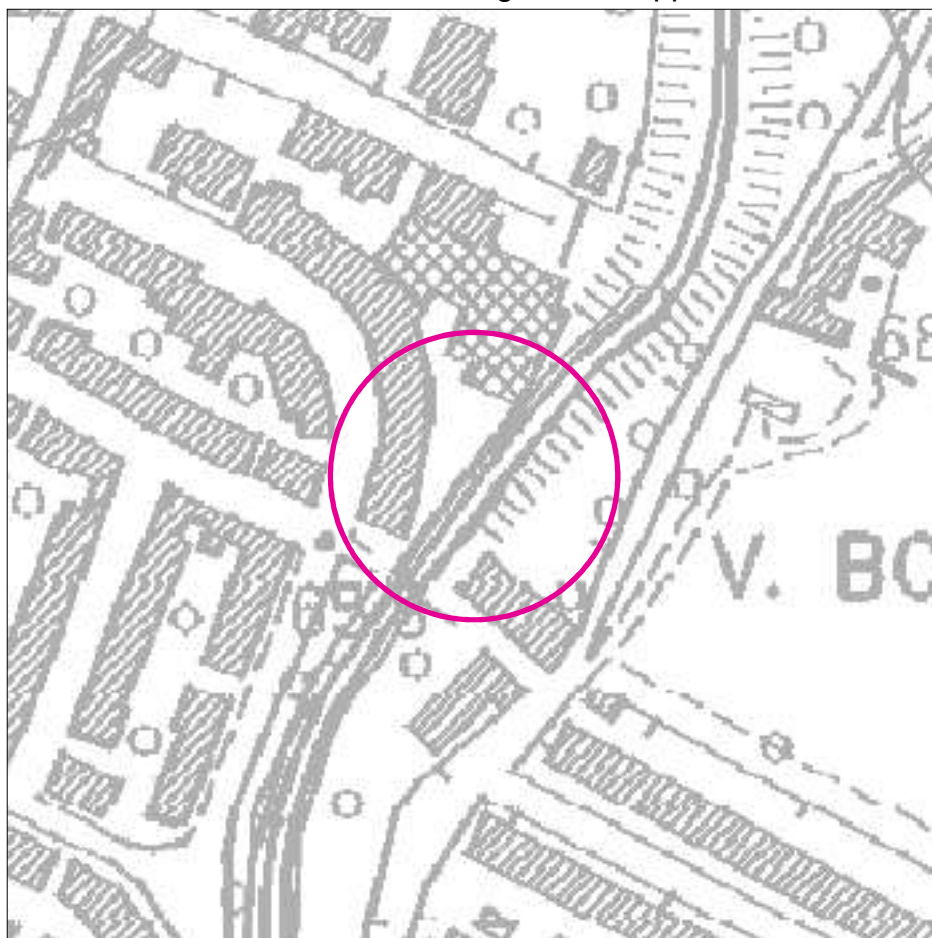
zone stabili suscettibili di amplificazione locale



**ZONA DI
PROGETTO**

Fig. 8: Carta delle frequenze
fondamentali dei depositi

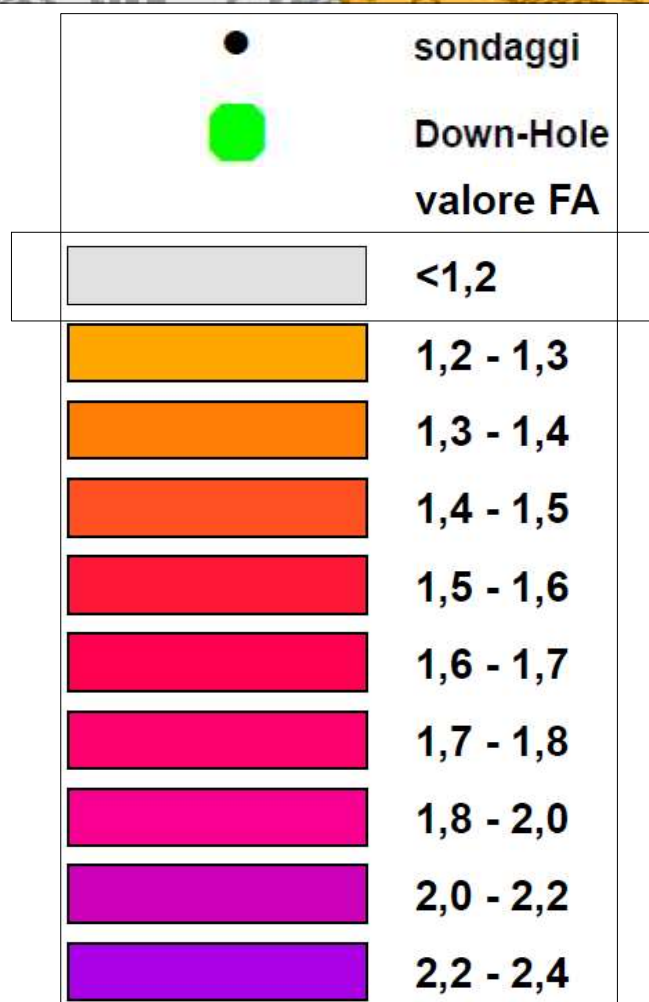
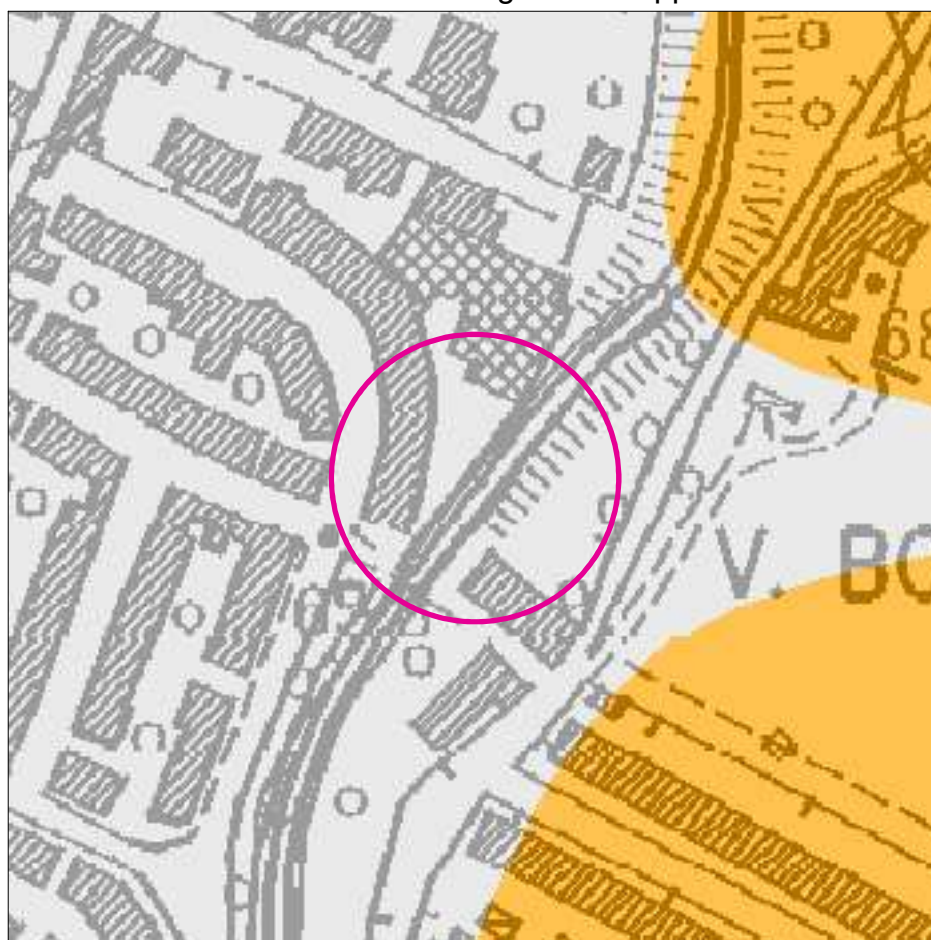
Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



ZONA DI
PROGETTO

Fig. 9: Carta del fattore di amplificazione
sismico locale

Estratto non in scala da cartografia di supporto al P.S.



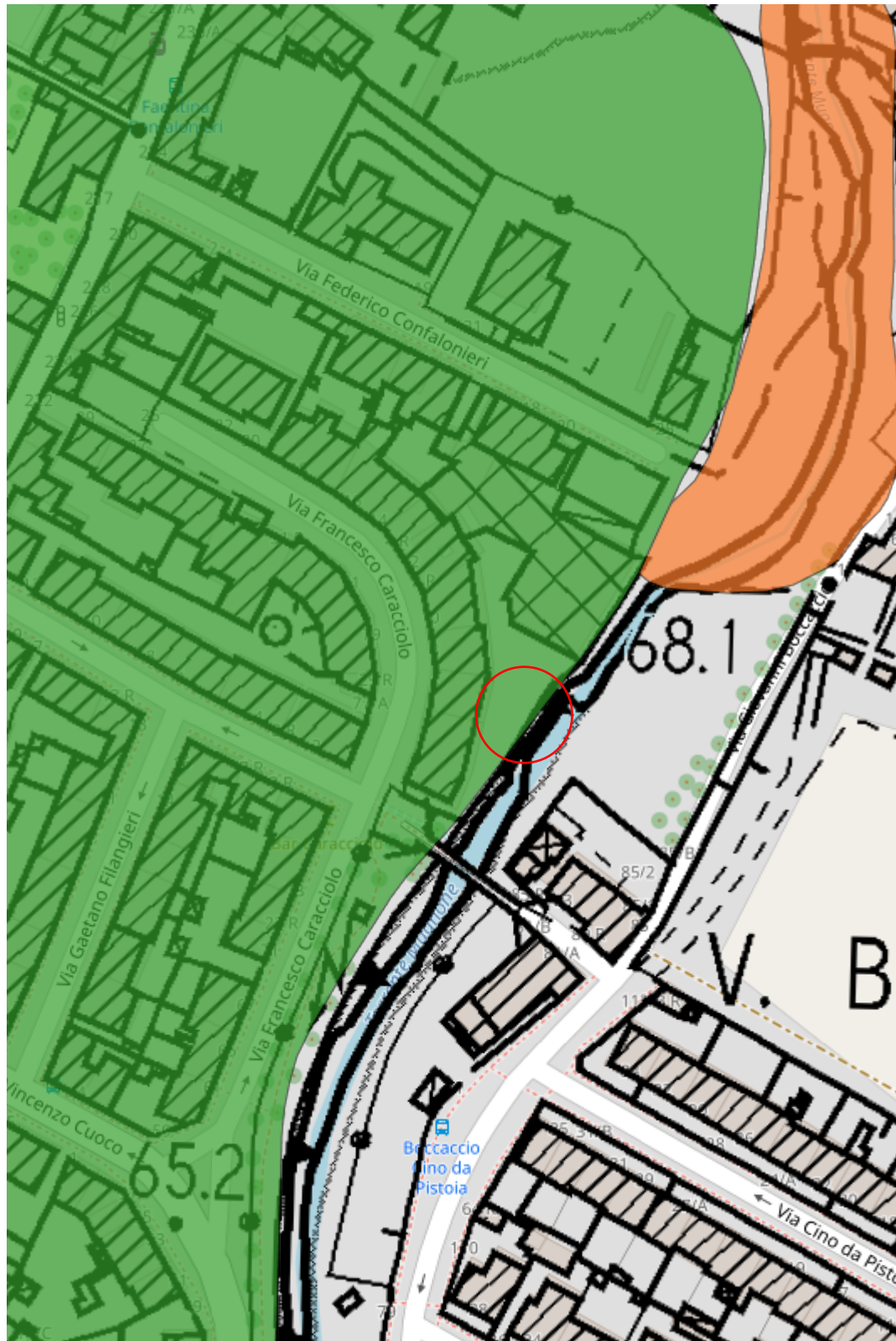
ZONA DI
PROGETTO



MapStore

GeoSolutions
Il tuo one-stop-shop per software geospaziale open source

PAI - Frane Bacino Arno



CTR10K. Dataset coordinato

PAI Frane 25k

- Aree non studiate
- PF1
- PF2

PAI Frane 10k

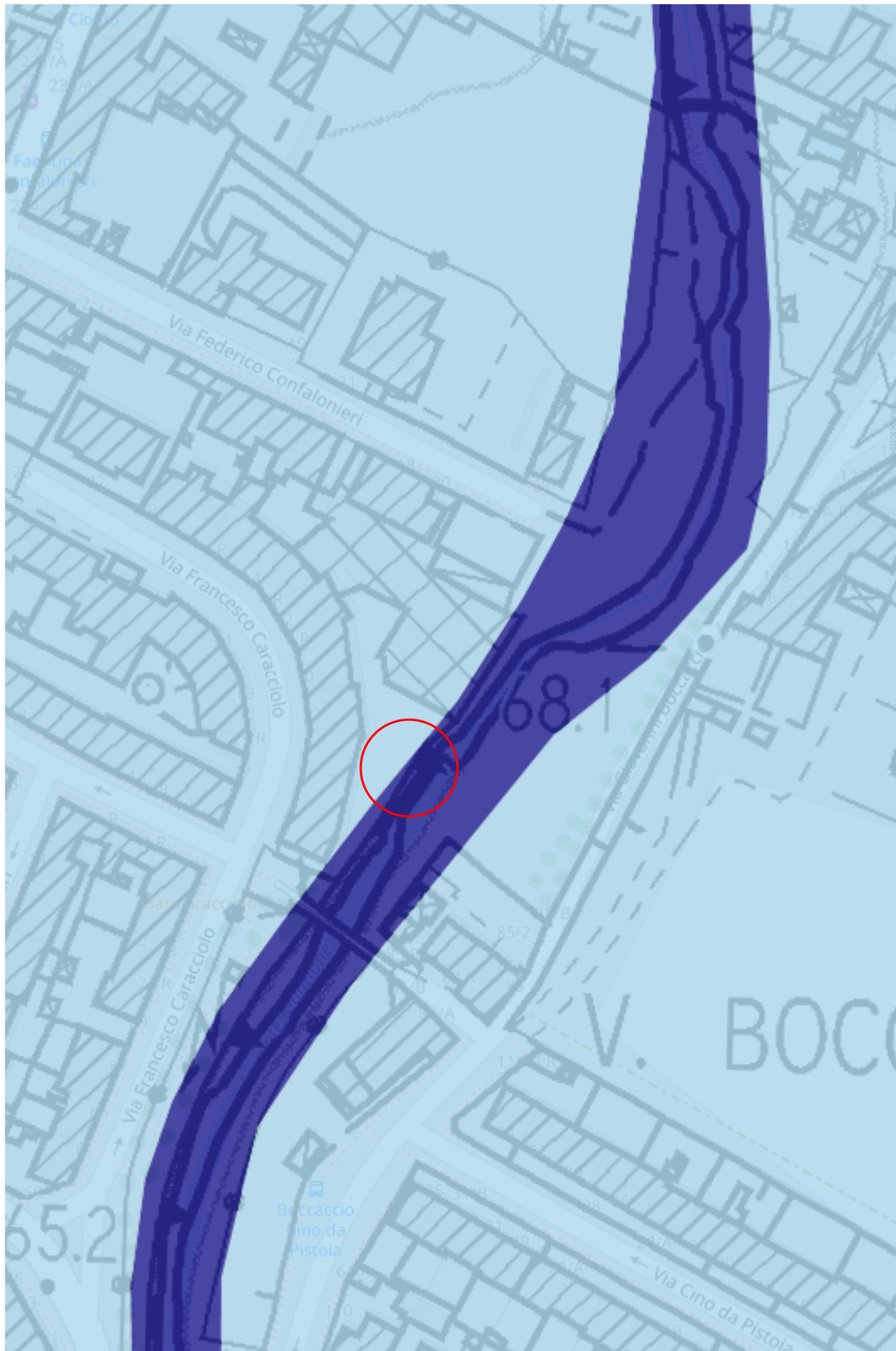
- 2
- 3
- 4



MapStore

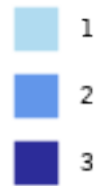


PGRA



CTR10K. Dataset coordinato

PGRA Pericolosità fluviale ba



Limiti UoM Distretto





Regione Toscana

Reticolo Idrografico e di Gestione



OFC 2019 20cm - 32 bit color

Ret. gestione aggiornato con

- Tratto in gestione
- Tratto non in gestione

Ret. idrografico aggiornato con

- SI
- TOMBATO
- TRATTO DA APPROFONDIRE

COMUNE DI FIRENZE
CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE

PROLUNGAMENTO DI OPERA IDRAULICA DI DIFESA LUNGO IL
CORSO DEL T. MUGNONE IN CORRISPONDENZA DEL COMPARTO
ATt02.03-CONFALONIERI IN VIA CARACCILO IN FIRENZE

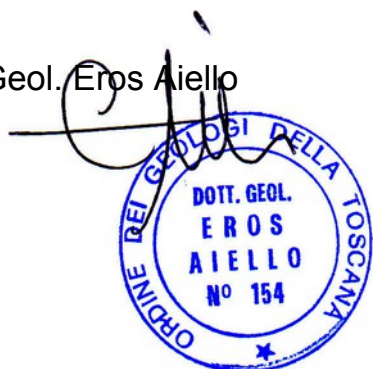
Committenza:

Costruzioni Spagnoli Spa

RELAZIONE GEOLOGICA

RELAZIONE GEOTECNICA E MODELLAZIONE SISMICA

Prof. Geol. Eros Aiello



Marzo 2020



Stralci da Carta Geologica CARG (Regione Toscana) in scala 1:10.000

Risulta pertanto, nella zona del comparto la presenza in superficie di depositi alluvionali recenti a composizione granulometrica variabile ma prevalentemente granulare in matrice sabbioso limosa.

1.7 SUCCESSIONE STRATIGRAFIA LOCALE

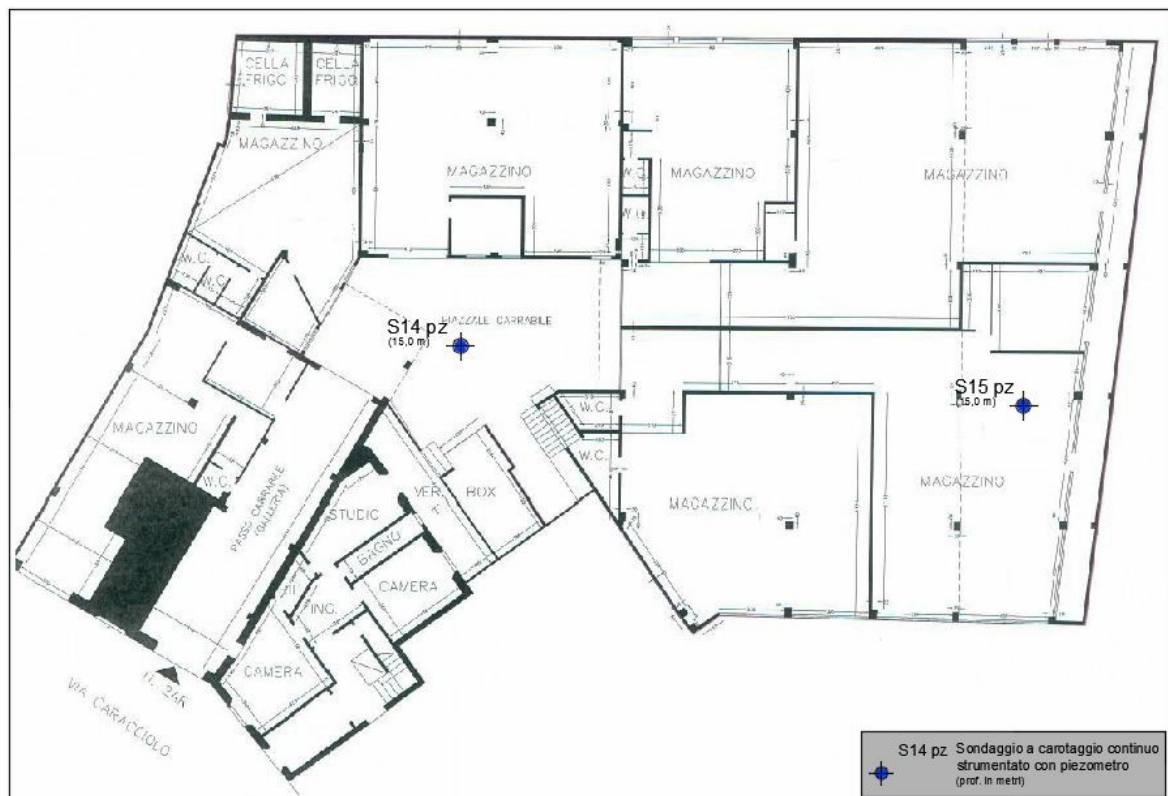
1.7.1 Dati geognostici e stratigrafici desunti da campagna geognostica sull'area di intervento

L'obiettivo del presente rapporto geologico è quello di definire la sequenza delle verticali stratigrafiche interessanti l'area in esame, oltre alla caratterizzazione geotecnica e sismica dei vari orizzonti e il reperimento di misure freatiche.

Nel dicembre 2019 sono stati eseguiti nell'area in esame sondaggi a carotaggio continuo.

Sono stati eseguiti:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo di lunghezza 15,0 ml (S14 ed S15) strumentati con piezometro a tubo aperto.



Ubicazione indagini geognostiche appositamente svolte

Si riportano di seguito le stratigrafie e le specifiche dei sondaggi eseguiti:

<i>Sondaggio S14 (15,0 m da p.c.)</i>	
Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica
0,0-0,05	Asfalto e pavimentazione
0,05-0,6	Terreno di riporto costituito da ghiaia con sabbia debolmente limosa con elemnti di laterizi sparsi
0,6-1,0	Terreno di riporto costituito da ghiaia con limo sabbiosa con tracce di laterizi sparsi
1,0-4,3	Ghiaia e ciottoli eterometrici (dmax anche >10 cm) eterogenei, da subangolosi a subarrotondati, in matrice sabbiosa o limoso sabbiosa color marrone, talora prevalente tra 2,4-3,0 m, 3,1-3,3 m, 3,4-3,7 m e 3,85-4,3 m
4,3-5,5	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro
5,5-6,3	Limo argilloso ghiaioso debolmente sabbioso color marrone bruno giallastro; presenza materiale carbonioso e torboso tra 5,8 e 6,2 m
6,3-9,8	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a subpigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro.
9,8-10,0	Livello calcareo manroso color avana brunastro
10,0-13,0	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
13,0-14,6	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
14,6-15,0	Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)

<i>Sondaggio S15 (15,0 m da p.c.)</i>	
Profondità (m da p.c.)	Descrizione litologica
0,0-4,3	Terreno di riporto costituito da ghiaia con pezzame di laterizi in matrice limosoa rgillosa color amrrone bruno scuro grigiastro, talora prevalente
4,3-4,7	Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone bruno grigiastro
4,7-5,0	Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color rosso brunastro
5,0-7,8	Ghiaia, eterogenea da subarrotondata a subspigolosa, con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. Presenza materiale carbonioso e torboso tra 7,0 e 7,5 m
7,8-10,0	Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone brunastro con macule carboniose
10,0-10,5	Pezzame arenaceo color bruno scuro in matrice limoso argilloso color bruno scuro
10,5-11,0	Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro e marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)
11,0-15,0	Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)

ALLEGATI

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

Committente Costruzioni Spagnoli SPA			Località Via del Gignoro - Firenze		Certificato n° / Data 008 del 03.01.2020
Cantiere Sondaggi Geognostici			Sondaggio n. S14	Inizio / Fine Esecuzione 19.12.2019 / 20.12.2019	Commessa n° / Data 94 del 03-04-2019
Responsabile di sito Geol Luigi Farini	Operatore sig. D'Andrea	Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda Beretta T43 sdoppiata	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm - 127 mm

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass.	Piezometro
			0.05				P - (1)
		Asfalto e pavimentazione					
		Terreno di riporto costituito da ghiaia con sabbia debolmente limosa con elementi di laterizi sparsi	0.60				
1		Terreno di riporto costituito da ghiaia con limo sabbiosa con tracce di laterizi sparsi	1.00				
2		Ghiaia e ciottoli eterometrici (dmax anche >10 cm) eterogenei, da subangolosi a subarrotondati, in matrice sabbiosa o limoso sabbiosa color marrone, talora prevalente tra 2,4-3,0 m, 3,1-3,3 m, 3,4-3,7 m e 3,85-4,3 m					
3							
4			4.30				
5		Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro				# 1	
			5.50		(RM)	5.00	
6		Limo argilloso ghiaioso debolmente sabbioso color marrone bruno giallastro; presenza materiale carbonioso e torboso tra 5,8 e 6,2 m	6.30				
7		Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a subpigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro.			6.00		
8							
9			9.80			# 2	
10		Livello calcareo marnoso color avana brunastro	10.00			10.00	
11		Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)					
12							
13		Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)	13.00				
14			14.60			# 3	
		Limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)	15.00	(CS)		15.00	
				15.00			

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Carotaggio:continuo

Campioni prelevati n° (data prelievo)

nessun prelievo

Responsabile di sito
Geol. Luigi Farini

Sonda:Beretta T43 sdoppiata

Direttore laboratorio
Dr. Moretti Giuliano

Autorizzazione Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche sui terreni n. 4542 del 13/04/2012

Committente Costruzioni Spagnoli SPA			Località Via del Gignoro - Firenze		Certificato n° / Data 009 del 03.01.2020
Cantiere Sondaggi Geognostici			Sondaggio n. S15	Inizio / Fine Esecuzione 17.12.2019 / 18.12.2019	Commessa n° / Data 94 del 03-04-2019
Responsabile di sito Geol Luigi Farini	Operatore sig. D'Andrea	Tipo Carotaggio continuo		Tipo Sonda Beretta T43 sdoppiata	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm - 127 mm

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass.	Falda	Piezometro	P - (1)
1		Terreno di riporto costituito da ghiaia con pezzame di laterizi in matrice limoso argillosa color marrone bruno scuro grigiastro, talora prevalente							
2									
3									
4			4.30						
5		Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone bruno grigiastro	4.70						
		Ghiaia con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color rosso brunastro	5.00						
6		Ghiaia, eterogenea da subarrotondata a subspigolosa, con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. Presenza materiale carbonioso e torboso tra 7,0 e 7,5 m							
7			7.80						
8		Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone brunastro con macule carboniose							
9									
10		Pezzame arenaceo color bruno scuro in matrice limoso argilloso color bruno scuro	10.00						
		Limo con argilla ghiaioso e talora con ghiaia, debolmente sabbioso color marrone rosso brunastro e marrone brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)	10.50						
11			11.00						
12		Ghiaia e talora ciottoli, eterogenea da subarrotondata a spigolosa con limo argilloso debolmente sabbioso e limo con ghiaia argilloso debolmente sabbioso color marrone avana brunastro. (substrato litoide fortemente alterato)							
13									
14			15.00						
				(CS)					
				15.00					

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua

Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Carotaggio:continuo

Campioni prelevati n° (data prelievo)

nessun prelievo

Responsabile di sito
Geol. Luigi Farini

Sonda:Beretta T43 sdoppiata

Direttore laboratorio
Dr. Moretti Giuliano

SONDAGGIO S14

(lunghezza 15,0 m dal p.c.)



(cassetta 1 – 0,0 / 5,0 m dal p.c.)



(cassetta 2 – 5,0 / 10,0 m dal p.c.)



(cassetta 3 – 10,0 / 15,0 m dal p.c.)

SONDAGGIO S15

(lunghezza 15,0 m dal p.c.)



(cassetta 1 – 0,0 / 5,0 m dal p.c.)



(cassetta 2 – 5,0 / 10,0 m dal p.c.)



(cassetta 3 – 10,0 / 15,0 m dal p.c.)

Costruzioni Spagnoli Spa Comparto AT.a 02.07
Comune di Firenze
Sottocomparto Via Caracciolo



Tecna S.r.l.
Via Grandi, 51
52100, Arezzo
C.I. e P. Iva 01358250510

Analisi di laboratorio e consulenza su
campioni di terreno

27/02/2020

Report analisi di
laboratorio e consulenza

Report_ VA492.pdf

PR 1015

- - -

0

Emissione

CGT Staff

CGT Staff

Conti Paolo

26/02/2020



Le elaborazioni dei parametri riportate sono il risultato di considerazioni e osservazioni esclusivamente di laboratorio sui materiali sottoposti ad analisi.

Nelle schede di descrizione dei singoli campioni ed in ogni rapporto di prova vengono, di volta in volta, segnalate le caratteristiche peculiari e le eventuali anomalie riscontrate durante le fasi di lavorazione ed esecuzione.

Il settore geotecnico del Laboratorio, basandosi sulla classificazione della qualità dei campioni proposta nelle Raccomandazioni AGI (1977) e nell' UNI ENV 1997-2:2002 "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio" , ha definito una classe di qualità intermedia del campione tra Q4 e Q5. La necessità di tale classificazione è giustificata in molti casi dalla coesistenza di porzioni di carota Q4 e di porzioni Q5 in uno stesso campione. Evidentemente le prove meccaniche vengono effettuate nella porzione Q5, mentre i risultati della porzione Q4 possono essere assimilati a quelli che si ottengono da campioni rimaneggiati.

La più appropriata e completa valutazione dei risultati, in ogni caso, viene rimandata, come da normativa, al progettista che trova nelle certificazioni delle prove tutti i dati sorgente necessari.

INDICE GENERALE

Tabella Riassuntiva	Pag. 1
CAMPIONE 14 m 4,50 - 4,80	Pag. 2
CAMPIONE 15 m 5,10 - 5,40	Pag. 30

TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' (m)	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d' acqua	LL	LP	IP	Peso di Volume	Gs	φ	c	EDO
N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%	KN/m ³	g/cm ³	°	kPa	
S14	--	4,50 – 4,80	22,2	23,0	30,0	24,8	27,0	50	29	23	17,5	2,74	--	--	X
S15	--	5,10 – 5,40	13,2	20,8	27,6	38,4	29,6	52	29	24	17,4	2,73	25 ^{CD}	23	

Località: Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)

Data: 26/02/2020

Verbale d'Accettazione: VA492

CD = Prova di taglio diretto consolidata drenata

DESCRIZIONE E RIPRESA FOTOGRAFICA DELLA CAROTA ESTRUSA**Committente:** Tecna Srl per Costruzioni Spagnoli**Cantiere/Località:** Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)**Sondaggio:** 14**Campione:** -**Profondità prelievo (m):** 4,50-4,80**Data prelievo:** -**Data apertura:** 29/01/2020

**Verbale accettazione n° 492****Descrizione:** Limo argilloso con diffusi fenomeni di ossidazione e riduzione, presenza di ossidi di ferro e manganese, inclusi a spigoli vivi di siltite.*Limo argilloso sabbioso e ghiaioso (Raccomandazioni AGI 1977).*

Colore: 7.5 YR 5/6 Strong brown (Munsell Soil Color Chart)

Pocket (kg/cm²):

2,0	N.D.	3,4	1,9	3,4	
0	5	10	15	20	25

Lunghezza carota: 27 cm
Diametro carota: 88,9 mm

PARAMETRI ALL'APERTURA	Valore
W - Contenuto naturale d'acqua (%)	27,0
p_w - Densità umida (g/cm³)	1,78
p_D - Densità secca (g/cm³)	1,40
p_{sat} - Densità satura (g/cm³)	1,89
Ø - Porosità (adim.)	0,39
e - Indice dei vuoti (adim.)	0,95
S_r - Grado di saturazione (%)	77,8

**Modalità di prelievo:** Sondaggio a rotazione**Tipo di fustella:** Shelby**Classe di qualità del campione:** Q4/Q5 (Raccomandazioni AGI 1977)
C2/C1 (Eurocodice 7)**Prove eseguite:**

Cont. Acqua W	X	Granulom. Gr	X	T. Residuo TR	-
Peso Volume γ	X	Compress. ELL	-	Sostanza Organica SO	-
Peso Specifico Gs	X	Edometria Ed	X	Triass. TX CU	-
Limiti Cons. LL	X	T. Diretto TD	-	Colonna Risonante RC	-



[Handwritten signature]

Committente Tecna per Costruzioni Spagnoli
Cantiere Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)

Data prova 29/01/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. Certificato 7887/2020

Sondaggio 14 **Campione** -- **Profondità (m)** 4,50-4,80

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Numero Prova	1	2	3
P _T - Massa Contenitore (g)	18,25	17,48	17,10
P ₁ - Massa Campione Umido + Contenitore (g)	50,03	53,63	64,76
P ₂ - Massa Campione Secco + Contenitore (g)	44,12	45,83	53,58
W - Contenuto d'Acqua %	22,8	27,5	30,6
Valore medio %	27,0		

Procedimento di calcolo

$$W = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_2 - P_T)} \cdot 100$$

Norme di riferimento:
ASTM D2216
BS 1377 : Part 2 : 1990
ISO 17892-1

Note:

Il direttore del Laboratorio
[Handwritten signature]

Lo sperimentatore
[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

Committente Tecna per Costruzioni Spagnoli
Cantiere Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)

Data prova 29/01/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. Certificato 7888/2020

Sondaggio 14 Campione 0 Profondità (m) 4,50-4,80

PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME

Numero Prova	1	2	3
P - Massa Terra Umida + Fustella (g)	135,48	147,01	129,71
P _T - Massa Fustella (g)	46,20	46,20	59,48
P _n - Massa Terra Umida (g)	89,28	100,81	70,23
V _m - Volume Fustella (cm ³)	56,54	56,54	39,27
γ _n - Peso di Volume (g/cm ³)	1,58	1,78	1,79
γ _n - Peso di Volume (kN/m ³)	15,5	17,5	17,5
Valore medio γ _n (g/cm ³)	1,78		
Valore medio γ _n (kN/m ³)	17,5		

Procedimento di calcolo

$$\gamma_n (g / cm^3) = \frac{P_n}{V_m}$$

$$\gamma_n (kN / m^3) = \frac{P_n}{V_m} \cdot 9,81$$

Norme di riferimento:
BS 1377 : Part 2 : 1990
ISO 17892-2

Note: campione con contenuto d'acqua eterogeneo

Il direttore del Laboratorio
[Handwritten signature]

Lo sperimentatore
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

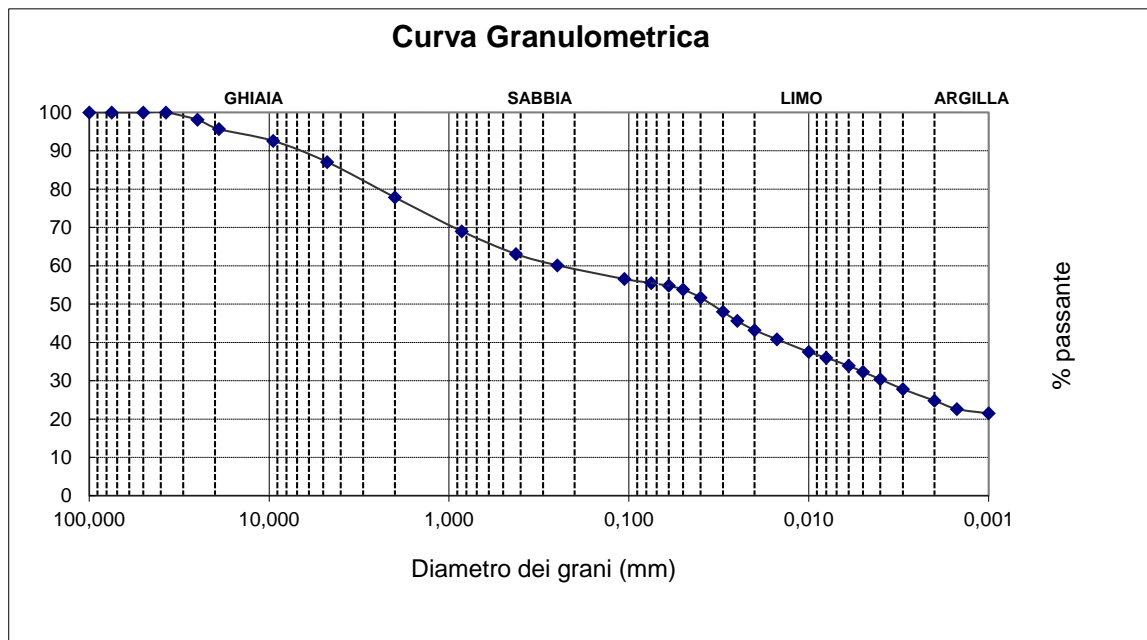
Committente	Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere	Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02.07

Data prova	14/02/2020
Data certificato	26/02/2020
Verb. Accettazione	492
N. Certificato	7890/2020

Pag. 1 di 2

Sondaggio	14	Campione	--	Profondità (m)	4,50-4,80
-----------	----	----------	----	----------------	-----------

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)



Classificazione AGI 1994

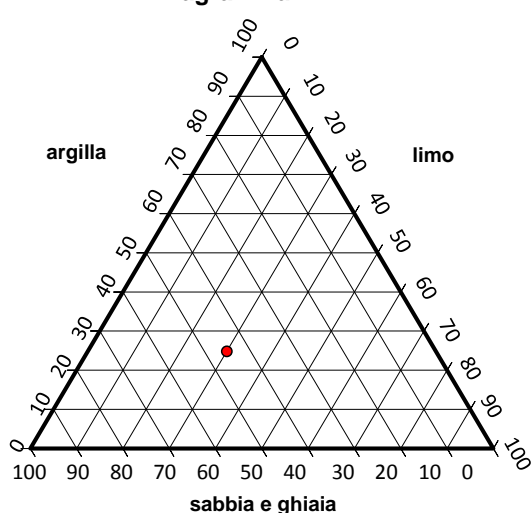
Riepilogo dei risultati

Ciottoli	(> 60 mm)	%	0,0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	22,2
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	23,0
Limo	(0,060-0,002mm)	%	30,0
Argilla	(< 0,002 mm)	%	24,8

D10	< 0.001
D30	0,0038
D60	0,2074

Coefficiente di uniformità, UC	> 171.20
Coefficiente di Curvatura, Cc	-

Diagramma



Il direttore del Laboratorio

[Handwritten signature]

Lo sperimentatore

[Handwritten signature]



Committente Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02.07

Data prova 14/02/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. Certificato 7890/2020

Pag. 2 di 2

Sondaggio 14 Campione -- Profondità (m) 4,50-4,80

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)

Setacciatura grossa:

Massa campione iniziale (g): 1118,30

Setacciatura fine:

Massa campione iniziale (g): 112,30

	Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
Setacciatura grossa	3"	75,000	0,00	0,0	100,0
	2"	50,000	0,00	0,0	100,0
	1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
	1"	25,000	21,39	1,9	98,1
	3/4"	19,000	27,26	4,4	95,6
	3/8"	9,500	34,25	7,4	92,6
Setacciatura fine	No.4	4,750	6,71	12,9	87,1
	No.10	2,000	11,17	22,2	77,8
	No.20	0,850	10,72	31,0	69,0
	No.40	0,425	7,19	36,9	63,1
	No.60	0,250	3,59	39,9	60,1
	No.140	0,106	4,33	43,5	56,5
	No.200	0,075	1,28	44,5	55,5

Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,086
Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)
Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation
Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction
Test Number: 2
Analyzed: 20/02/2020
Reported: 20/02/2020
Liquid Visc: 0.7225 mPa·s
Analysis Temp: 35.0 °C
Full Scale Mass: 55.5 %
Analysis Type: High Speed(Adj)
Run Time: 0:03 hrs:min
Sample Density: 2.739 g/cm³
Liquid Density: 0.9941 g/cm³
Base/Full Scale: 135 / 88 kCnts/s
Reynolds Number: 0.93

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,0600	45,2	54,8
0,0500	46,2	53,8
0,0400	48,3	51,7
0,0300	52,0	48,0
0,0250	54,4	45,6
0,0200	56,8	43,2
0,0150	59,2	40,8
0,0100	62,5	37,5
0,0080	64,0	36,0
0,0060	66,1	33,9
0,0050	67,7	32,3
0,0040	69,6	30,4
0,0030	72,2	27,8
0,0020	75,2	24,8
0,0015	77,4	22,6
0,0010	78,5	21,5

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



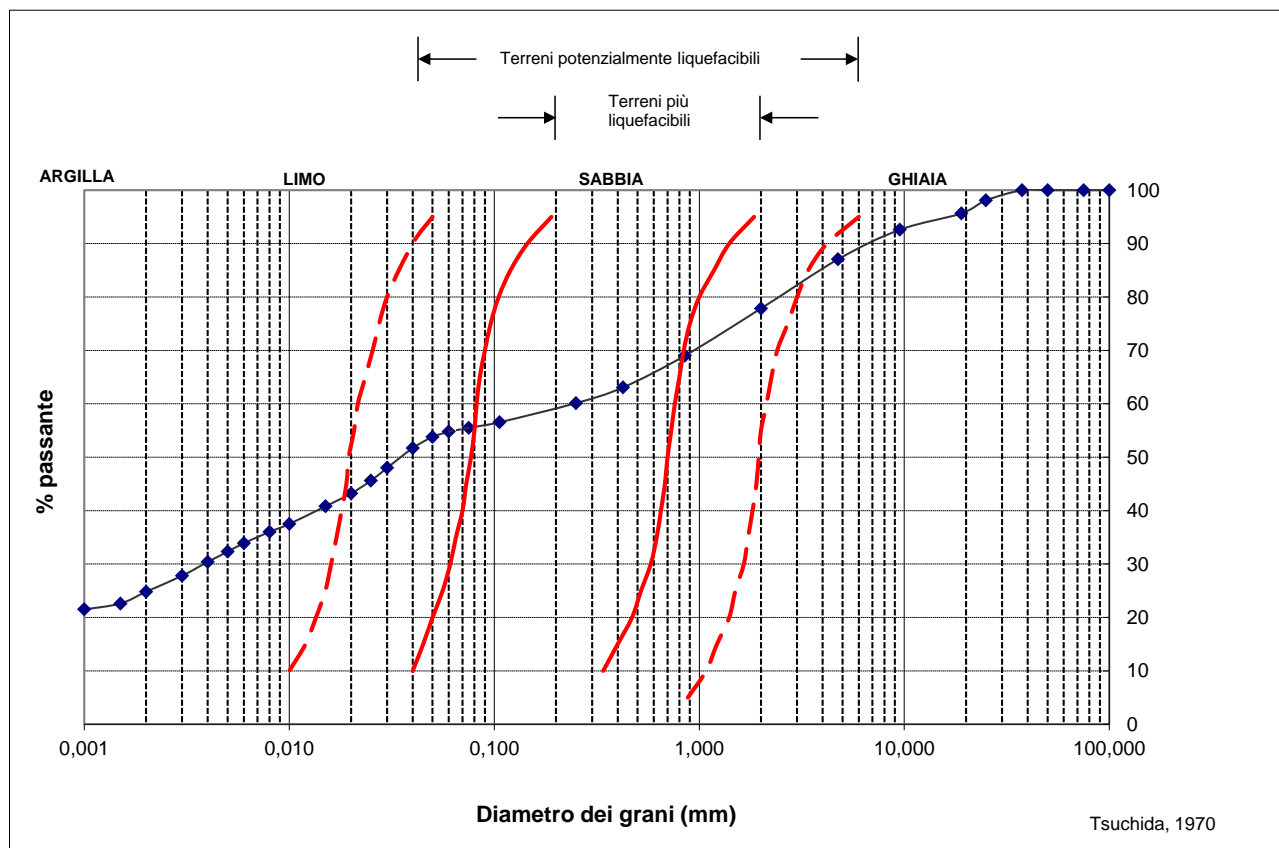
Committente	Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere	Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02.07

Data prova	14/02/2020
------------	------------

Verb. Accettazione	492
--------------------	-----

Sondaggio	14	Campione	--	Profondità (m)	4,50-4,80
-----------	----	----------	----	----------------	-----------

POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



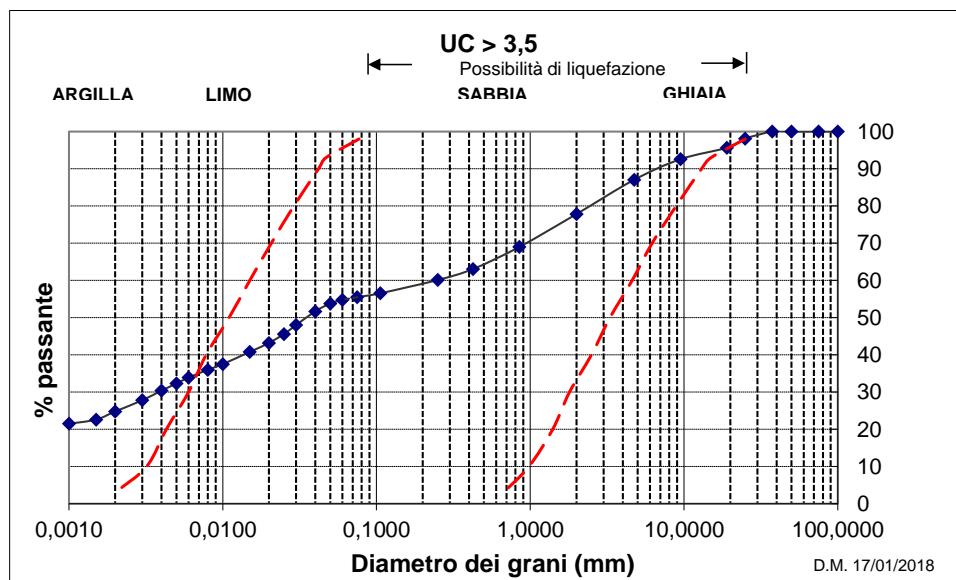
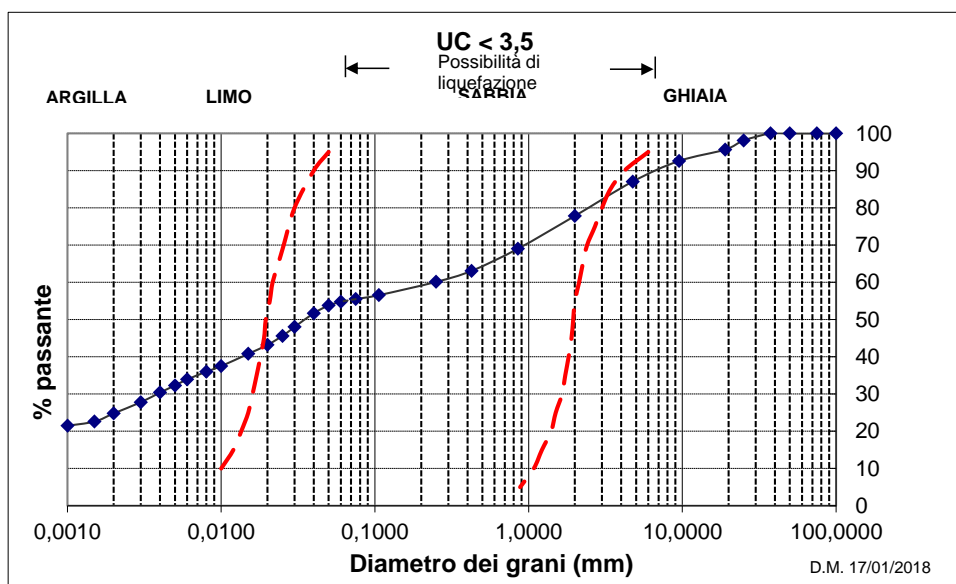
Committente Tecna per C.NI Spagnoli
 Cantiere Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02.07

Data prova 14/02/2020

Verb. Accettazione 492

Sondaggio 14 Campione -- Profondità (m) 4,50-4,80

SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2018)





Committente Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo, Comparto Ata 02.07

pagina 1 di 2

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Norma di riferimento ASTM D5550-00

Data prova 17/02/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. certificato 7891/2020

Sample: S14
Operator: Alessia Bastianoni
Submitter: Tecna Srl
Bar Code:
File: C:\1340\DATA\2020\490\S14.SMP

Analysis Gas: Helium
Reported: 17/02/2020 14.27.32
Sample Mass: 8.6650 g
Temperature: 23.49 °C
Number of Purges: 10
Chamber Insert: None

Analysis Start: 17/02/2020 14.09.29
Analysis End: 17/02/2020 14.26.57
Equilib. Rate: 0.005 psig/min
Expansion Volume: 9.2303 cm³
Cell Volume: 11.8024 cm³

Comments: VA492- Tecna Srl Comparto At.a Caracciolo (FI) - S14 - Prof.(m): 4,50 - 4,80

Combined Report

Tabular 1

Cycle#	Volume (cm ³)	Volume Deviation (cm ³)	Density (g/cm ³)	Density Deviation (g/cm ³)	Total Pore Volume (cm ³ /g)	Total Pore Volume Deviation (cm ³ /g)
1	3.1611	-0.0025	2.7411	0.0022	0.2304	0.0003
2	3.1633	-0.0004	2.7392	0.0004	0.2302	0.0000
3	3.1644	0.0007	2.7383	-0.0006	0.2300	-0.0001
4	3.1642	0.0005	2.7384	-0.0005	0.2301	-0.0001
5	3.1654	0.0017	2.7374	-0.0015	0.2299	-0.0002

Summary Data

Average

Standard Deviation

Volume:	3.1637 cm ³	0.0014 cm ³
Density:	2.7389 g/cm ³	0.0013 g/cm ³
Total Pore Volume:	0.2301 cm ³ /g	0.0002 cm ³ /g

Note:

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



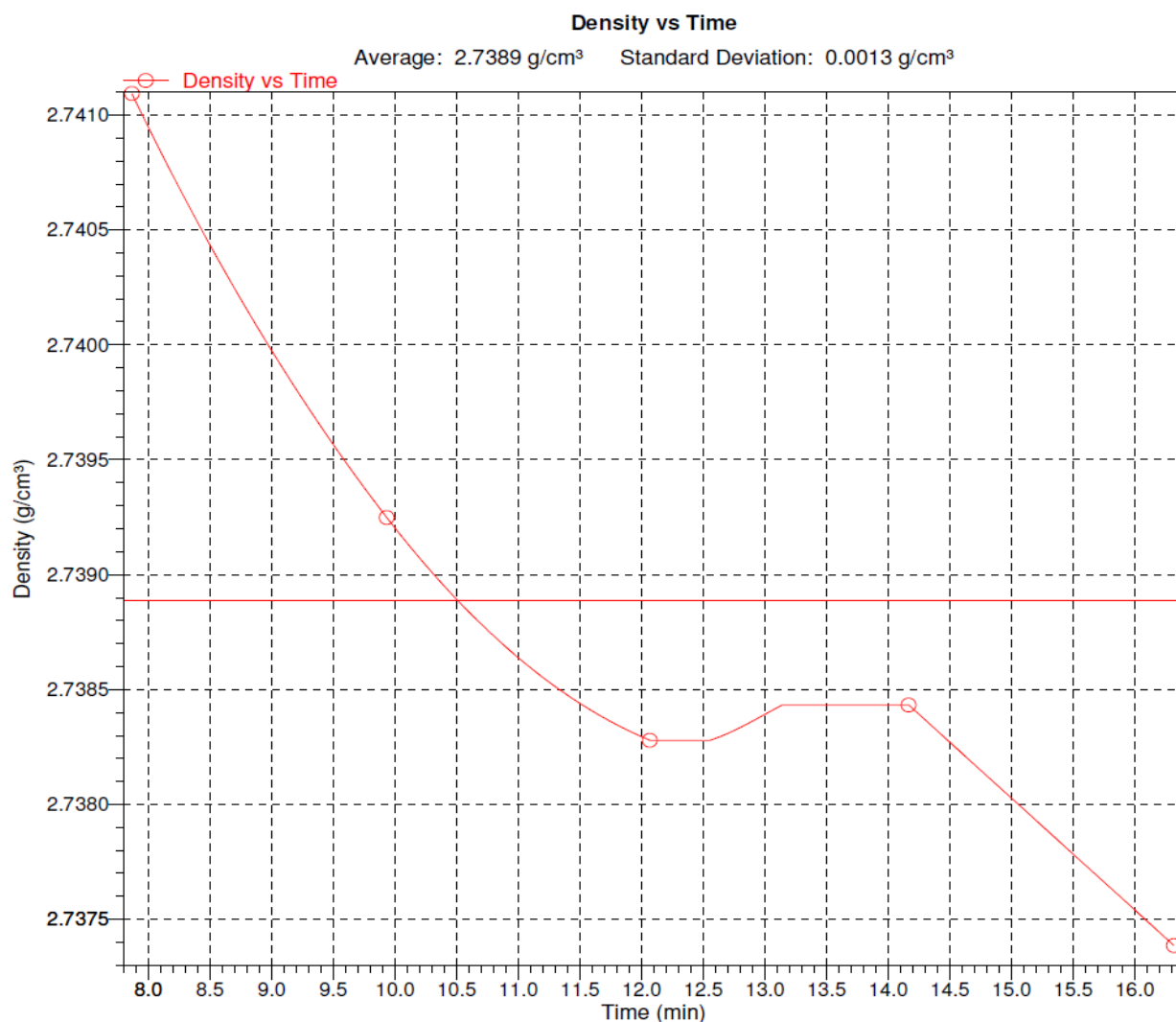
Committente Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo, Comparto Ata 02.07

pagina 2 di 2

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Norma di riferimento ASTM D5550-00

Data prova 17/02/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. certificato 7891/2020



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

Committente Tecna per C.NI. Spagnoli
 Cantiere Via Caracciolo, Comparto ATa 02.07

Pag. 1 di 1

LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

Data prova 18/02/20

Data certificato 26/02/20

Verb. Accettazione 492

Norma di riferimento ASTM D4318; BS 1377 : Part 2 : 1990; ISO 17892-12

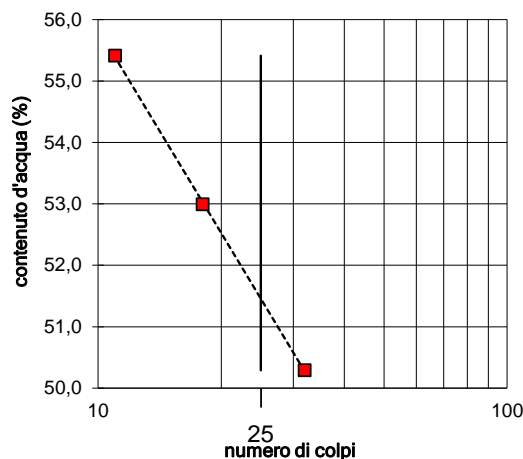
N. Certificato 7892/2020

Sondaggio 14 Campione Profondità (m) 4,50-4,80

Limite Liquido			51,5
Numero tara		B17 B40 A02	
Numero dei colpi		32 18 11	
P. umido + tara	g	51,09 57,17 53,72	
P. secco + tara	g	39,84 43,71 40,92	
Peso tara	g	17,47 18,31 17,82	
Peso umido	g	33,62 38,86 35,90	
Peso secco	g	22,37 25,40 23,10	
Contenuto d'acqua	%	50,29 52,99 55,41	

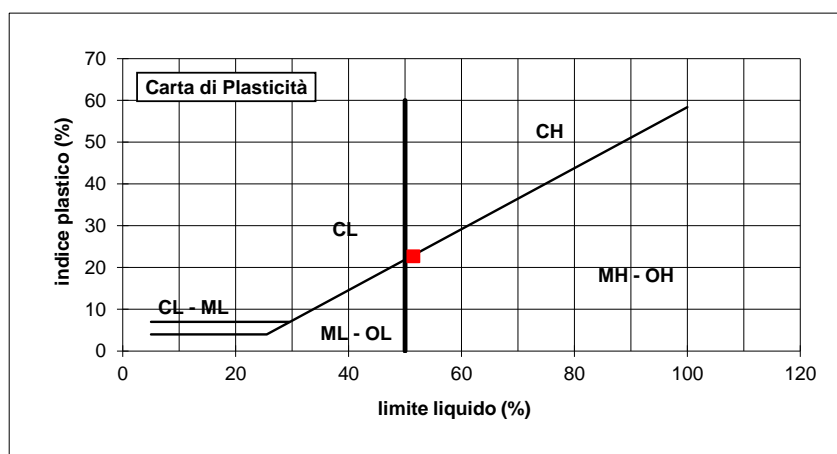
Limite Plastico			28,7
Numero tara		A12 B34	
P. umido + tara	g	28,08 26,15	
P. secco + tara	g	25,86 24,35	
Peso tara	g	18,22 18,01	
Peso umido	g	9,86 8,14	
Peso secco	g	7,64 6,34	
Contenuto d'acqua	%	29,06 28,39	

Umidità Naturale			27,0
Contenuto d'acqua	%		



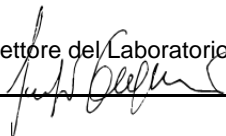
Limite Liquido LL	51,5
Limite Plastico LP	28,7
Indice di Plasticità Ip	22,7
Umidità Naturale Wn	27,0
Indice di Consistenza Ic	1,1

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



ML
 Limi inorganici di bassa plasticità
MH
 Limi inorganici di alta plasticità
CL
 Argille inorganiche di bassa plasticità
CH
 Argille inorganiche di alta plasticità
OL
 Argille organiche di bassa plasticità
OH
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore





[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)	Numero di Certificato: 7898 / 2020
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI	Data inizio prova: 29/01/2020
Verbale Accettazione	492	Data fine prova: 19/02 / 2020
Numero Sondaggio	14	Numero Campione: -- Profondità prelievo (m) 4.50/4.80
Descrizione provino	Limo argilloso con diffusi fenomeni di ossidazione e riduzione	
Metodo preparazione	Trimming mediante tornietto	
Peso spec. dei grani	2.74 (Determinato in conformità con ASTM D 854)	
Condizioni di prova	Contenuto d'acqua	

Pressione di sovraconsolidazione (kPa)	
Carico di rigonfiamento (kPa)	N/A
Variazione altezza provino prima del primo gradino (mm)	

CONDIZIONI INIZIALI	
Altezza (mm)	20.00
Diametro (mm)	50.00
Contenuto d'acqua ottenuto da trimming (%)	30.6
Contenuto d'acqua misura diretta (%)	32.1
Densità secca (Mg/m ³)	1.35
Peso secco unitario (kN/m ³)	13.2
Indice dei vuoti	1.030
Grado di saturazione (%)	85

CONDIZIONI FINALI	
Contenuto d'acqua (%)	31.2
Densità secca (Mg/m ³)	1.48
Peso secco unitario (kN/m ³)	14.5
Indice dei vuoti	0.855
Grado di saturazione (%)	100

Commenti / variazioni delle procedure:
Strumento utilizzato: Edometro n° 9
Il presente verbale è costituito da 8 pagine



Metodo di misura				Log of time method		
Fase di carico	Durata gradino di carico	Altezza a fine gradino	Altezza a fine consolidazione primaria	Coefficiente di consolidazione	m_v	$1/m_v$
(kPa)	(hh:mm)	(mm)	(mm)	c_v (mm ² /sec)	(m ² /MN)	(MN/m ²)
0 - 12.5	17:00	19.94	-	-	0.228	4.386
12.5 - 25	24:04	19.87	-	-	0.293	3.415
25 - 50	72:19	19.65	19.69	3.10E-01	0.445	2.248
50 - 100	23:40	19.39	19.43	1.88E-01	0.265	3.779
100 - 200	24:56	19.05	19.10	3.21E-01	0.177	5.636
200 - 400	47:17	18.49	18.67	3.68E-01	0.146	6.851
400 - 800	65:41	17.96	18.01	8.83E-02	0.072	13.980
800 - 1600	24:10	17.26	17.34	9.20E-02	0.048	20.644
1600 - 800	24:38	17.35	-	-	-	
800 - 400	23:40	17.49	-	-	-	
400 - 200	23:24	17.65	-	-	-	
200 - 100	72:01	17.84	-	-	-	
100 - 50	24:15	17.98	-	-	-	
50 - 25	23:43	18.14	-	-	-	
25 - 12.5	24:06	18.28	-	-	-	

m_v

Coeff. di compressibilità volumetrica

$1/m_v$

Modulo edometrico



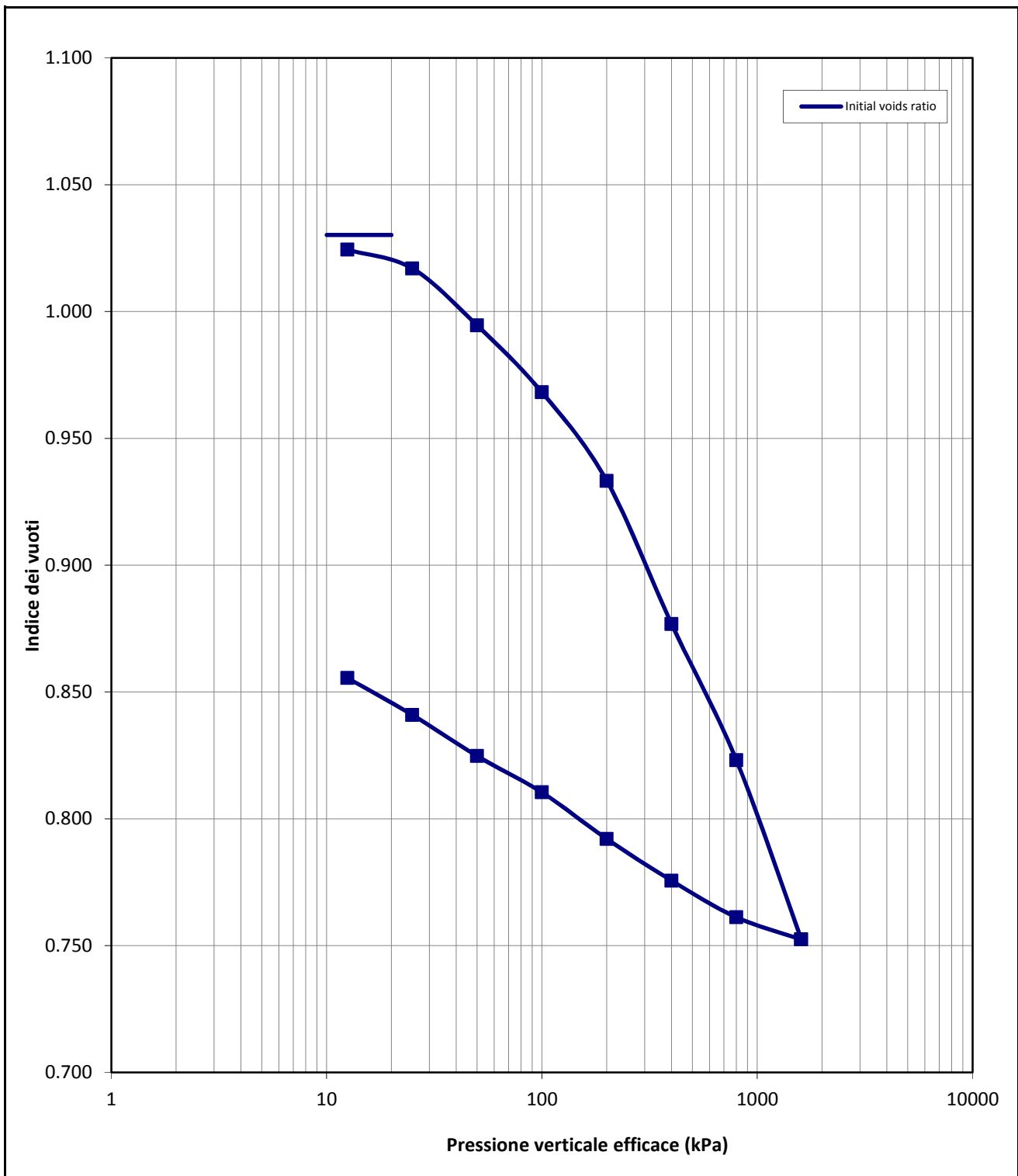
[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)	
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI	Numero Campione: --
Numero Sondaggio	14	Profondità prelievo (m): 4.50/4.80





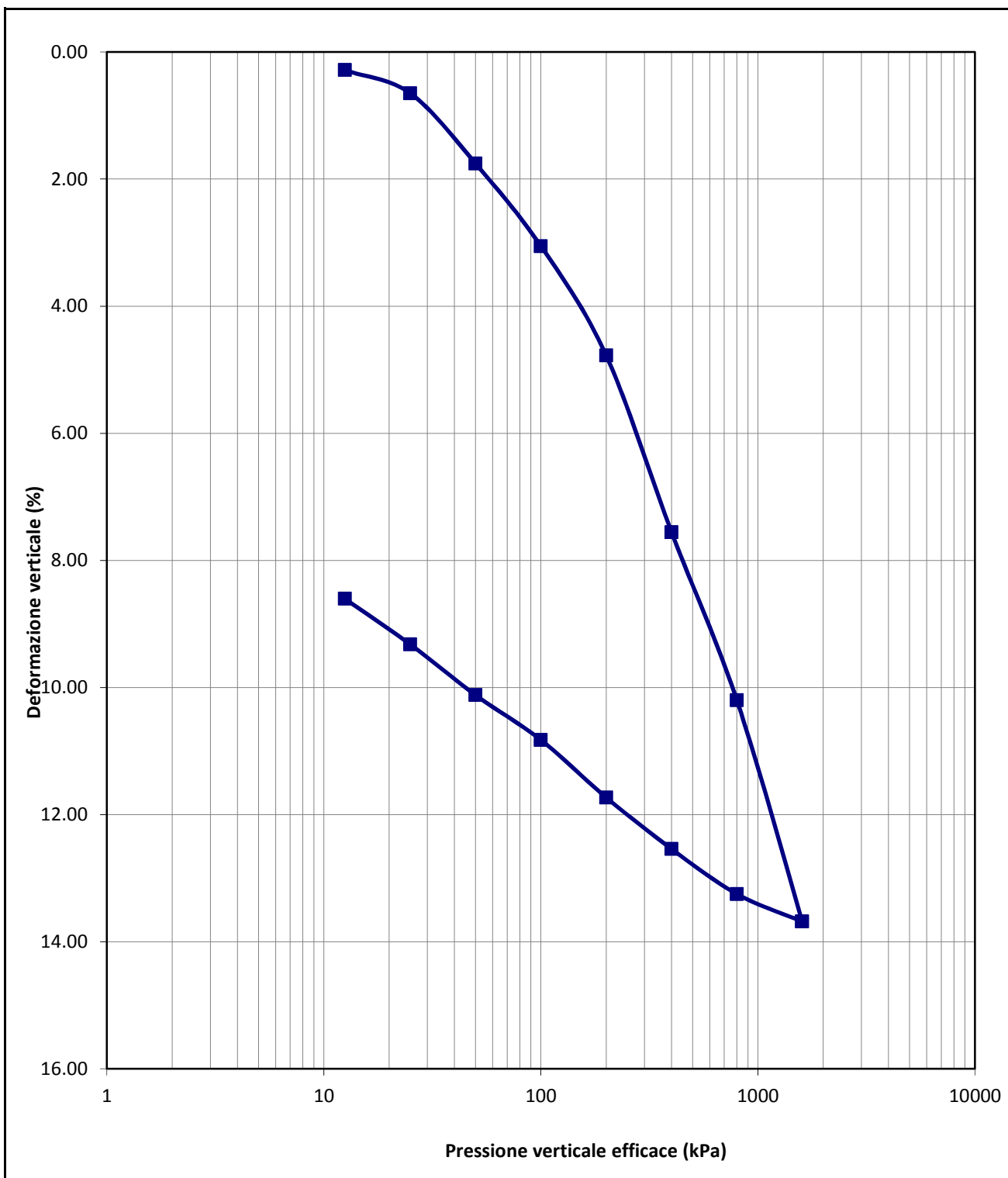
[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)	
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI	Numero Campione: --
Numero Sondaggio	14	Profondità prelievo (m): 4.50/4.80



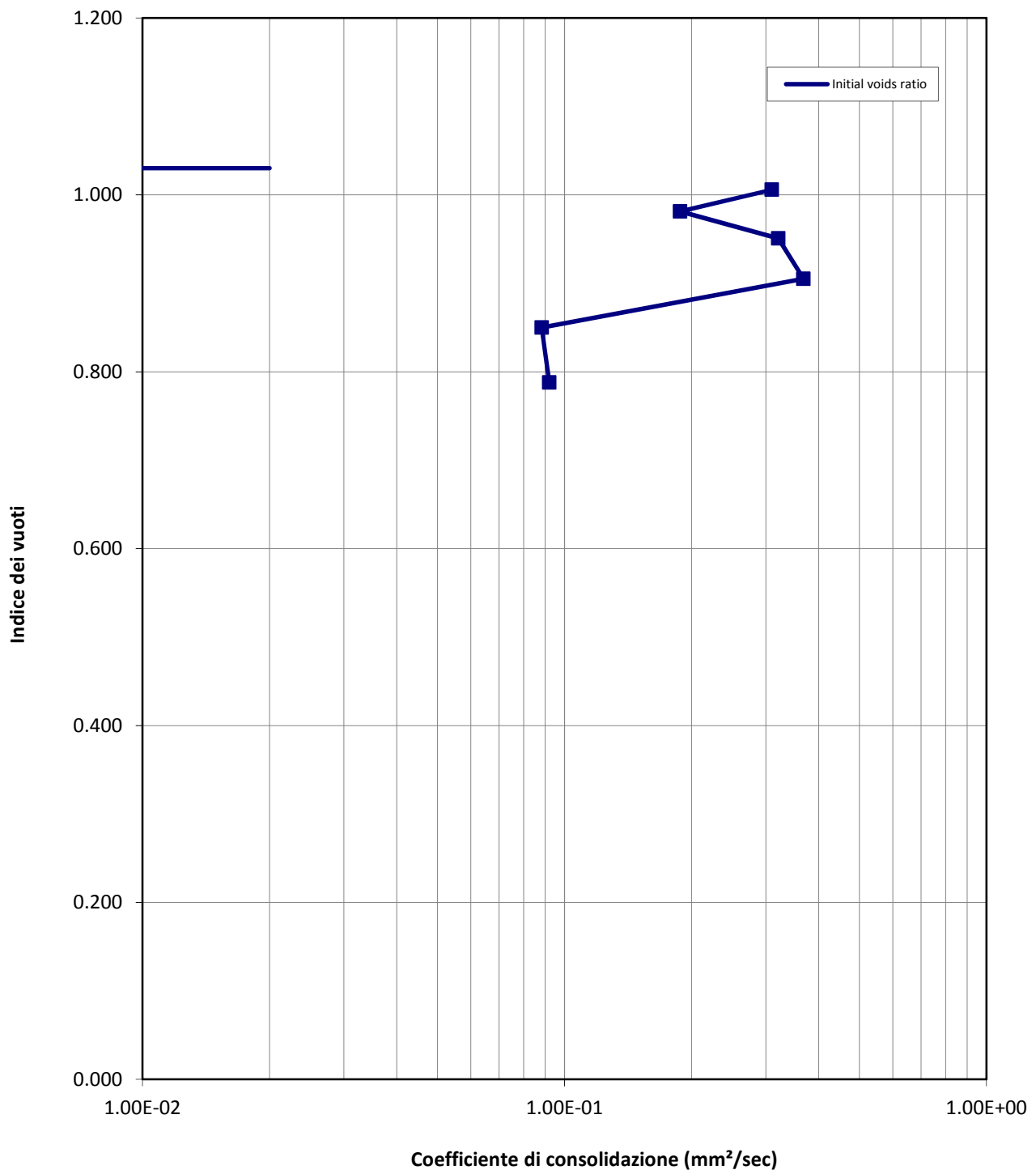


[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO
Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)	Numero Campione: --
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI	Profondità prelievo (m) 4.50/4.80
Numero Sondaggio	14	





[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

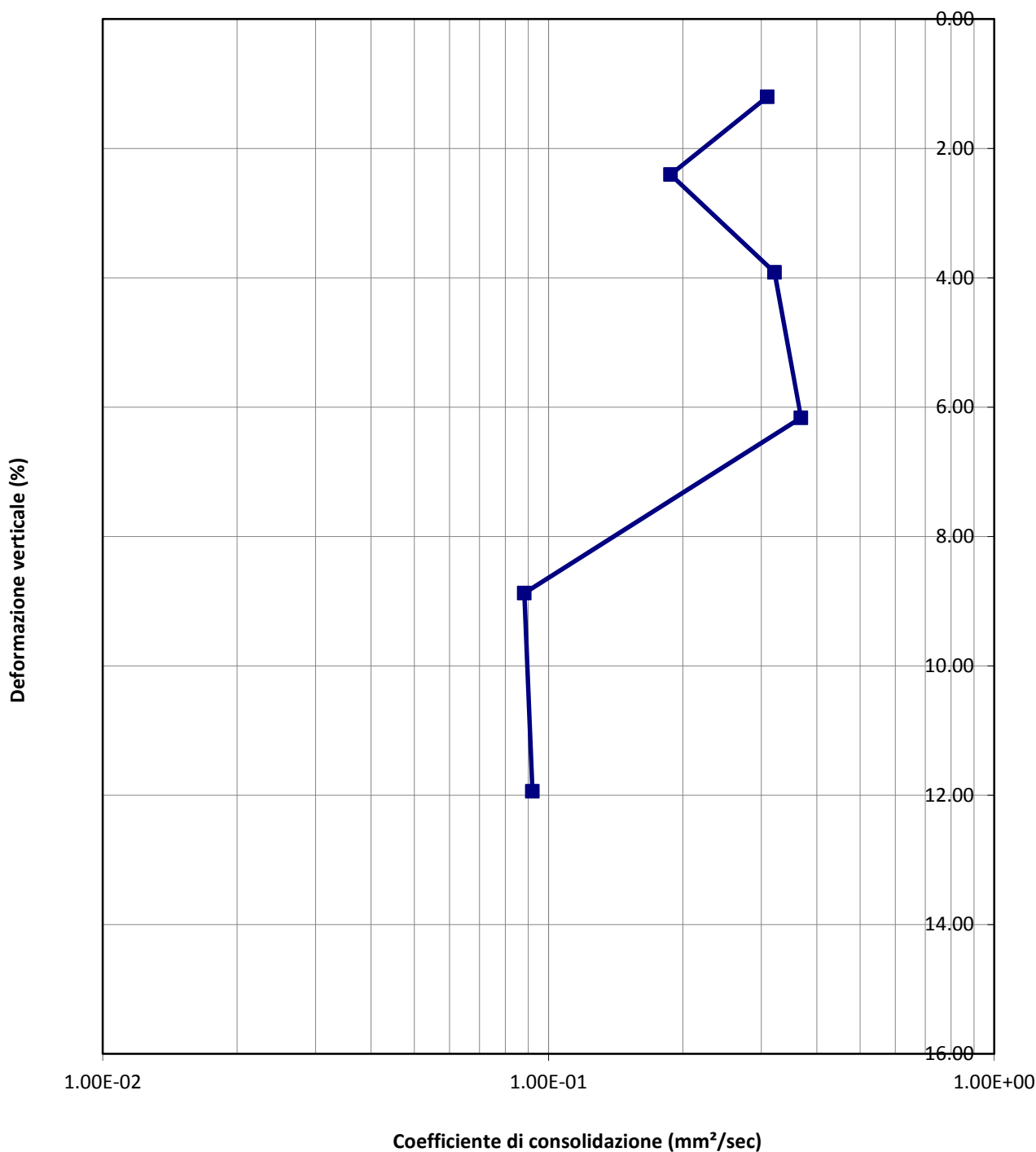
Cantiere *Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)*

Progetto *Tecna per C.NI SPAGNOLI*

Numero Campione: --

Numero Sondaggio *14*

Profondità prelievo (m): *4.50/4.80*





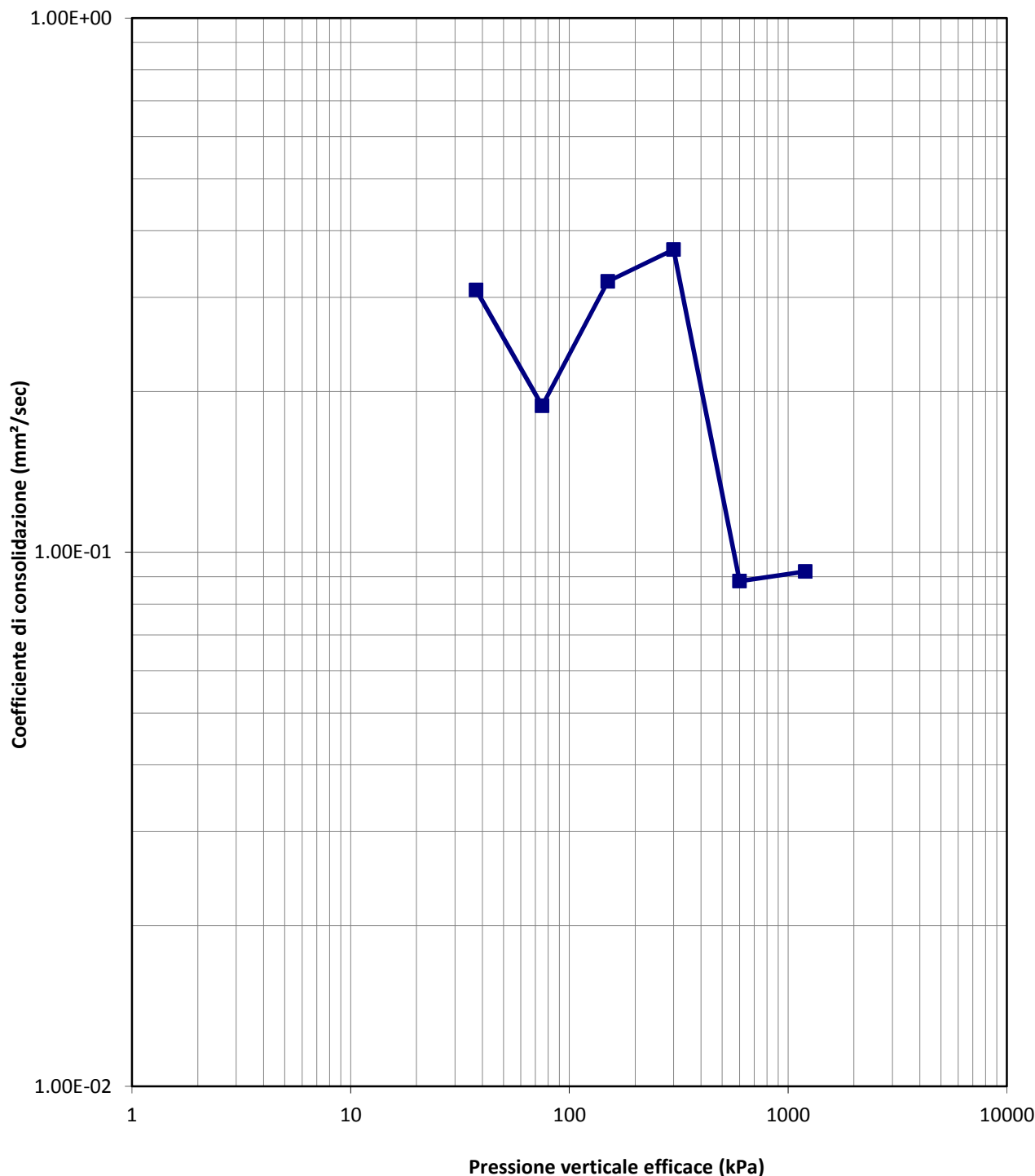
[Handwritten signature]

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435 (Metodo B)

RAPPORTO DI PROVA

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)	
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI	Numero Campione: --
Numero Sondaggio	14	Profondità prelievo (m): 4.50/4.80



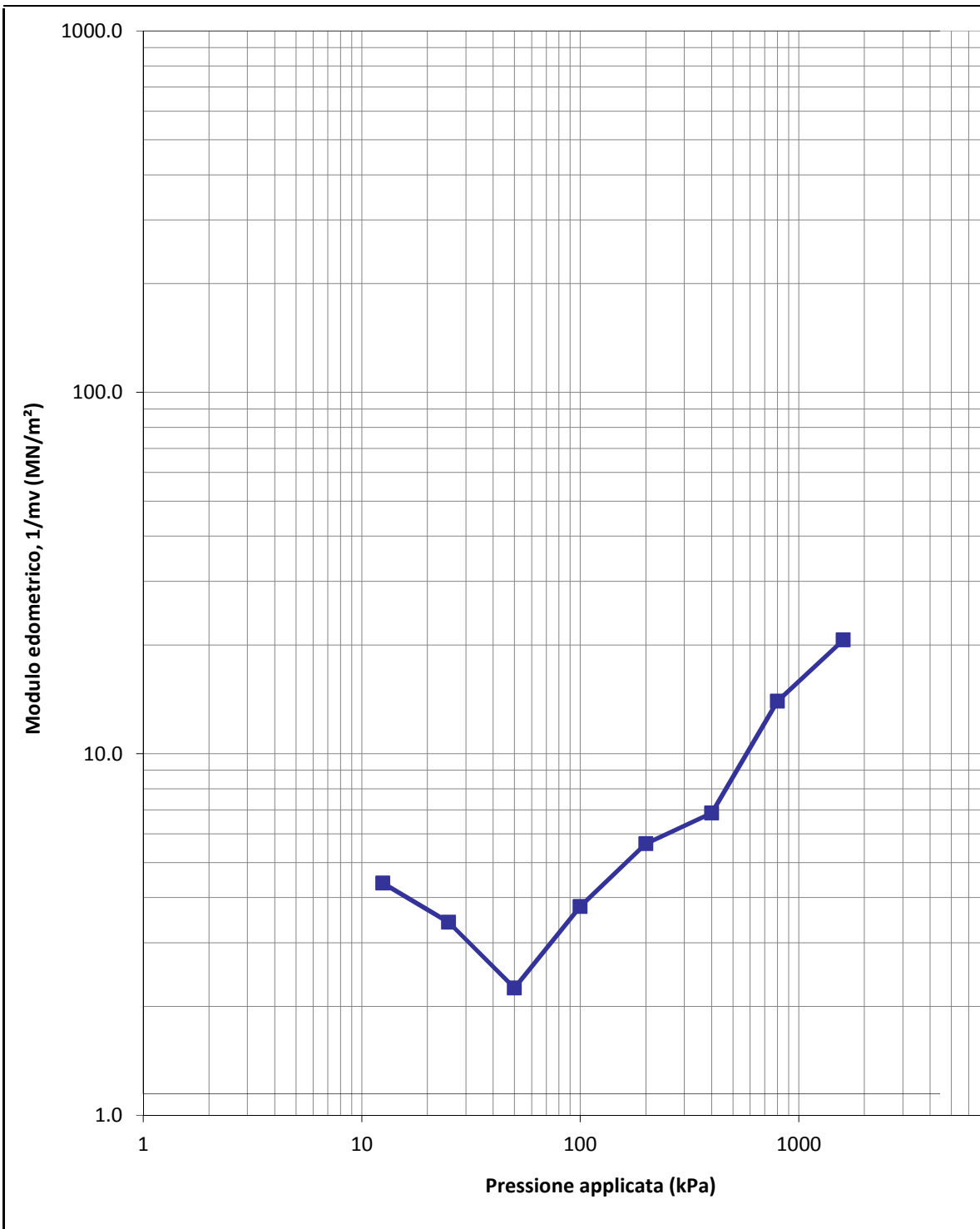


PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO

Eseguita secondo la Norma ASTM D 2435

MODULO EDOMETRICO

Cantiere	Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)		
Progetto	Tecna per C.NI SPAGNOLI		Numero Campione
Numero Sondaggio	14	Profondità prelievo (4.50/4.80



DESCRIZIONE E RIPRESA FOTOGRAFICA DELLA CAROTA ESTRUSA

Committente: Tecna Srl per Costruzioni Spagnoli
Cantiere/Località: Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)
Sondaggio: 15
Campione: -
Profondità prelievo (m): 5,10-5,40
Data prelievo: -
Data apertura: 29/01/2020



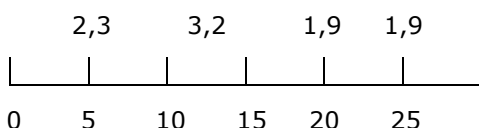
Verbale accettazione n° 492

Descrizione: Argilla limosa con diffusi fenomeni di ossidazione e riduzione

Argilla con limo sabbiosa debolmente ghiaiosa (Raccomandazioni AGI 1977).

Colore: 7.5 YR 5/6 Strong brown (Munsell Soil Color Chart)

Pocket (kg/cm²):



Lunghezza carota: 26 cm
Diametro carota: 88,9 mm

PARAMETRI ALL'APERTURA	Valore
W - Contenuto naturale d'acqua (%)	29,6
p_w - Densità umida (g/cm³)	1,78
p_D - Densità secca (g/cm³)	1,37
p_{sat} - Densità satura (g/cm³)	1,87
Ø - Porosità (adim.)	0,35
e - Indice dei vuoti (adim.)	0,99
S_r - Grado di saturazione (%)	81,7



Modalità di prelievo: Sondaggio a rotazione

Tipo di fustella: Shelby

Classe di qualità del campione: **Q4/Q5** (Raccomandazioni AGI 1977)
C2/C1 (Eurocodice 7)

Prove eseguite:

Cont. Acqua W	X	Granulom. Gr	X	T. Residuo TR	-
Peso Volume γ	X	Compress. ELL	-	Sostanza Organica SO	-
Peso Specifico Gs	X	Edometria Ed	-	Triass. TX CU	-
Limiti Cons. LL	X	T. Diretto TD	X	Colonna Risonante RC	-



[Handwritten signature]

Committente Tecna per Costruzioni Spagnoli
Cantiere Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)

Data prova 29/01/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. Certificato 7893/2020

Sondaggio 15 **Campione** **Profondità (m)** 5,10-5,40

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Numero Prova	1	2	3
P _T - Massa Contenitore (g)	17,57	17,65	17,71
P ₁ - Massa Campione Umido + Contenitore (g)	46,03	54,04	62,15
P ₂ - Massa Campione Secco + Contenitore (g)	39,19	46,87	51,19
W - Contenuto d'Acqua %	31,6	24,5	32,7
Valore medio %	29,6		

Procedimento di calcolo

$$W = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_2 - P_T)} \cdot 100$$

Norme di riferimento:
ASTM D2216
BS 1377 : Part 2 : 1990
ISO 17892-1

Note:

Il direttore del Laboratorio
[Handwritten signature]

Lo sperimentatore
[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

Committente Tecna per Costruzioni Spagnoli
Cantiere Comparto Ata 02.07 Via Caracciolo (FI)

Data prova 29/01/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb. Accettazione 492
N. Certificato 7894/2020

Sondaggio 15 Campione -- Profondità (m) 4,50-4,80

PESO DELL'UNITÀ DI VOLUME

Numero Prova	1	2	3
P - Massa Terra Umida + Fustella (g)	150,01	186,53	186,53
P _T - Massa Fustella (g)	46,20	62,63	62,63
P _n - Massa Terra Umida (g)	103,81	123,90	123,90
V _m - Volume Fustella (cm ³)	56,54	72,00	72,00
γ _n - Peso di Volume (g/cm ³)	1,84	1,72	1,72
γ _n - Peso di Volume (kN/m ³)	18,0	16,9	16,9
Valore medio γ _n (g/cm ³)	1,78		
Valore medio γ _n (kN/m ³)	17,4		

Procedimento di calcolo

$$\gamma_n (g / cm^3) = \frac{P_n}{V_m}$$

$$\gamma_n (kN / m^3) = \frac{P_n}{V_m} \cdot 9,81$$

Norme di riferimento:
BS 1377 : Part 2 : 1990
ISO 17892-2

Note: campione con contenuto d'acqua eterogeneo

Il direttore del Laboratorio
[Handwritten signature]

Lo sperimentatore
[Handwritten signature]

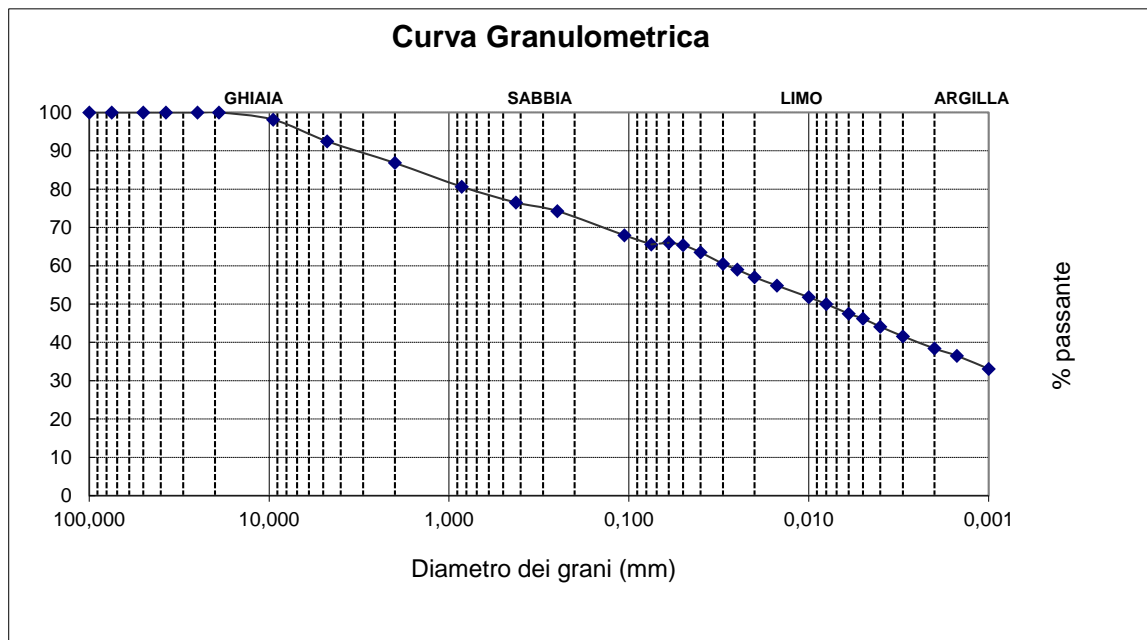
Committente Tecna per C,NI Spagnoli
 Cantiere Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02,07

Data prova 14/02/2020
 Data certificato 26/02/2020
 Verb. Accettazione 492
 N. Certificato 7895/2020

Pag. 1 di 2

Sondaggio 15 Campione -- Profondità (m) 5,10-5,40

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)



Classificazione AGI 1994

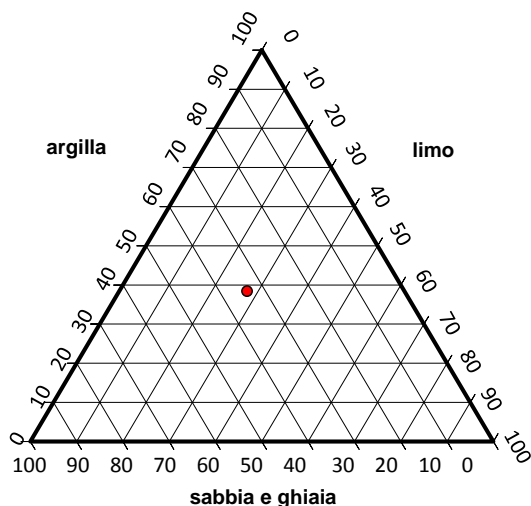
Riepilogo dei risultati

Ciottoli	(> 60 mm)	%	0,0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	13,2
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	20,8
Limo	(0,060-0,002mm)%		27,6
Argilla	(< 0,002 mm)	%	38,4

D10	< 0.001
D30	
D60	0,0283

Coefficiente di uniformità, UC	> 171.20
Coefficiente di Curvatura, Cc	-

Diagramma



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



[Handwritten signature]

Committente Tecna per C,NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02,07

Data prova 14/02/2020
Data certificato 26/02/2020
Verb.Accettazione 492
N. Certificato 7895/2020

Pag. 2 di 2

Sondaggio 15 Campione -- Profondità (m) 5,10-5,40

ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA E PER SEDIMENTAZIONE (SEDIGRAFIA RAGGI X) (ASTM D421, D422, D1140, D2217; BS 1377 : Part 2 : 1990; UNI 8520 - Parte 5; Raccomandazioni AGI - 1994; ISO 17892-4)

Setacciatura grossa:

Massa campione iniziale (g): 1206,90

Setacciatura fine:

Massa campione iniziale (g): 286,21

	Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
Setacciatura grossa	3"	75,000	0,00	0,0	100,0
	2"	50,000	0,00	0,0	100,0
	1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
	1"	25,000	0,00	0,0	100,0
	3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
	3/8"	9,500	22,54	1,9	98,1
Setacciatura fine	No.4	4,750	16,55	7,5	92,5
	No.10	2,000	16,44	13,2	86,8
	No.20	0,850	18,10	19,4	80,6
	No.40	0,425	11,99	23,5	76,5
	No.60	0,250	6,51	25,7	74,3
	No.140	0,106	18,44	32,1	67,9
	No.200	0,075	6,92	34,4	65,6

Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,029
Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)
Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation
Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction
Test Number: 2
Analyzed: 20/02/2020
Reported: 20/02/2020
Liquid Visc: 0.7227 mPa·s
Analysis Temp: 35.0 °C
Full Scale Mass: 65.6 %
Analysis Type: High Speed(Adj)
Run Time: 0:04 hrs:min
Sample Density: 2.729 g/cm³
Liquid Density: 0.9941 g/cm³
Base/Full Scale: 135 / 89 kCnts/s
Reynolds Number: 0.92

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,0600	34,0	66,0
0,0500	34,6	65,4
0,0400	36,5	63,5
0,0300	39,5	60,5
0,0250	41,0	59,0
0,0200	43,0	57,0
0,0150	45,2	54,8
0,0100	48,2	51,8
0,0080	50,0	50,0
0,0060	52,5	47,5
0,0050	53,8	46,2
0,0040	55,9	44,1
0,0030	58,4	41,6
0,0020	61,6	38,4
0,0015	63,5	36,5
0,0010	66,9	33,1

Il direttore del Laboratorio

[Handwritten signature]

Lo sperimentatore

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

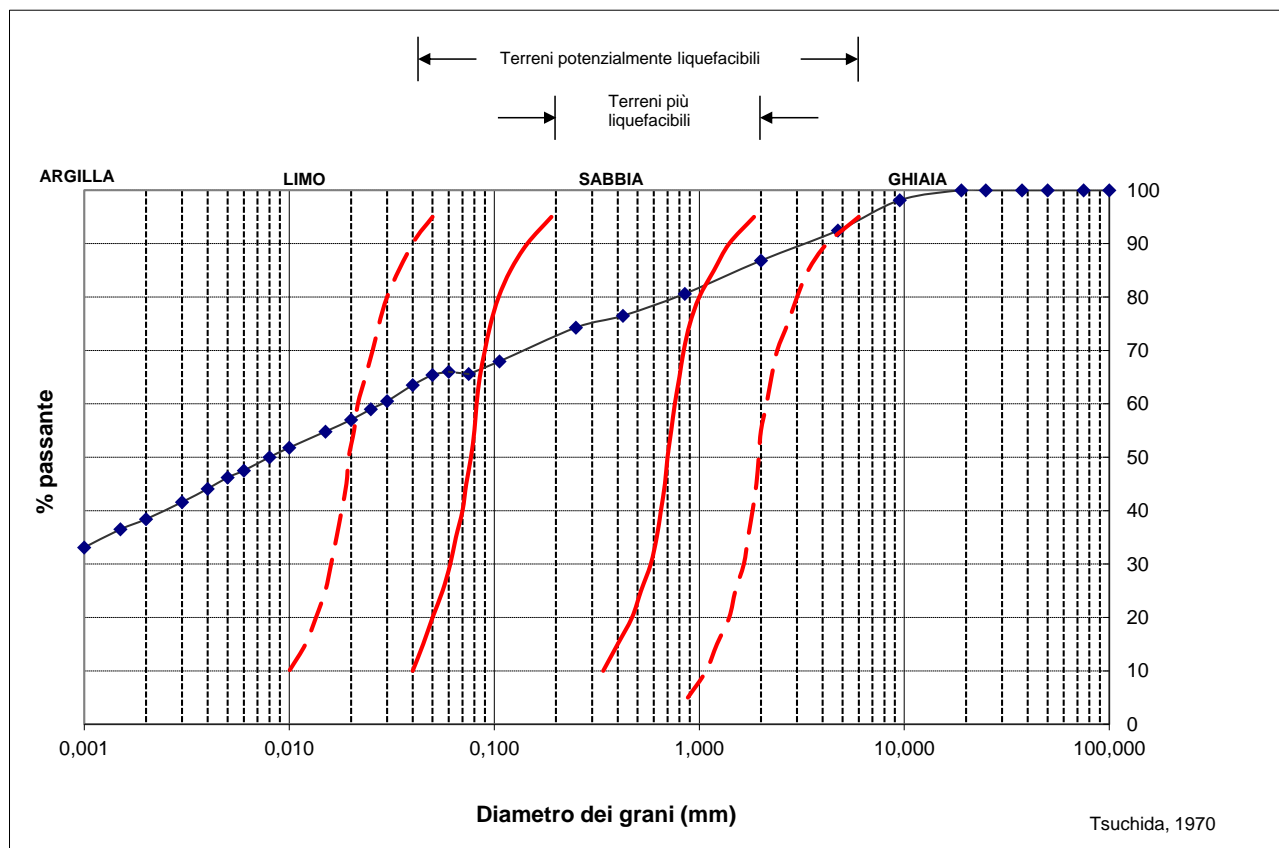
Committente	Tecna per C,NI Spagnoli
Cantiere	Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02,07

Data prova	14/02/2020
------------	------------

Verb. Accettazione	492
--------------------	-----

Sondaggio	15	Campione	--	Profondità (m)	5,10-5,40
-----------	----	----------	----	----------------	-----------

POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



[Handwritten signature]

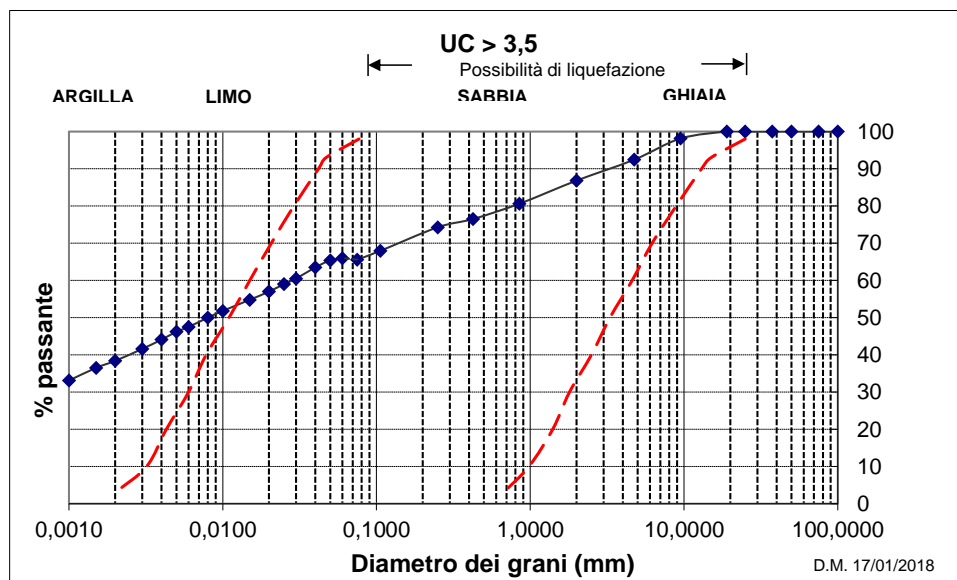
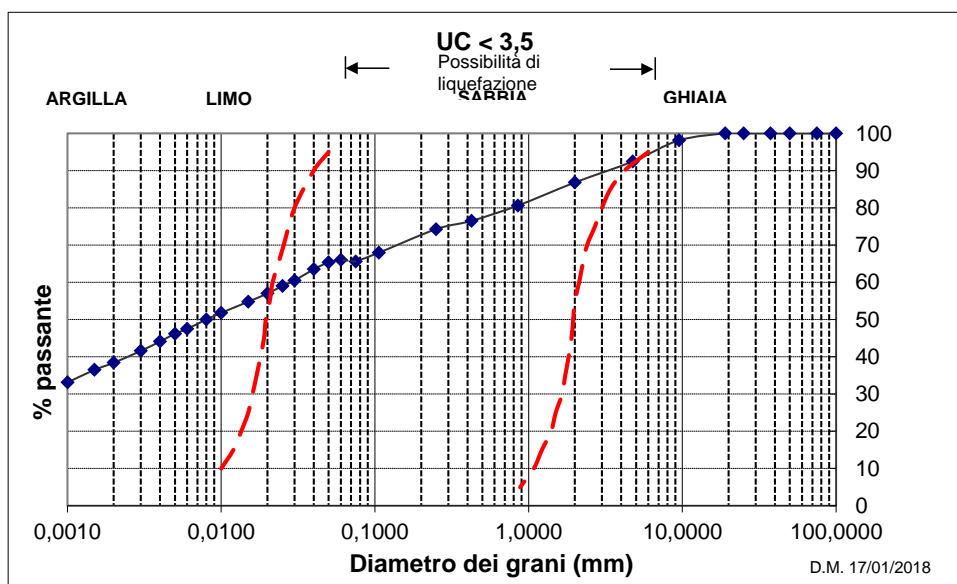
Committente Tecna per C,NI Spagnoli
 Cantiere Via Caracciolo (FI) Comparto ATa 02,07

Data prova 14/02/2020

Verb.Accettazione 492

Sondaggio 15 Campione -- Profondità (m) 5,10-5,40

SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2018)





[Signature]

pagina 1 di 2

Committente Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo, Comparto Ata 02.07

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Norma di riferimento ASTM D5550-00

Data prova
Data certificato
Verb. Accettazione 492
N. certificato

Sample: S15
Operator: Alessia Bastianoni
Submitter: Tecna Srl
Bar Code:
File: C:\1340\DATA\2020\490\S15.SMP

Analysis Gas: Helium
Reported: 17/02/2020 15.28.17
Sample Mass: 8.7610 g
Temperature: 23.61 °C
Number of Purges: 10
Chamber Insert: None

Analysis Start: 17/02/2020 14.31.38
Analysis End: 17/02/2020 14.48.55
Equilib. Rate: 0.005 psig/min
Expansion Volume: 9.2303 cm³
Cell Volume: 11.8024 cm³

Comments: VA492- Tecna Srl Comparto At.a Caracciolo (FI) - S15 - Prof.(m): 5,10 - 5,50

Combined Report

Tabular 1

Cycle#	Volume (cm ³)	Volume Deviation (cm ³)	Density (g/cm ³)	Density Deviation (g/cm ³)	Total Pore Volume (cm ³ /g)	Total Pore Volume Deviation (cm ³ /g)
1	3.2082	-0.0016	2.7308	0.0013	0.1956	0.0002
2	3.2096	-0.0002	2.7296	0.0002	0.1954	0.0000
3	3.2107	0.0009	2.7287	-0.0007	0.1953	-0.0001
4	3.2102	0.0004	2.7291	-0.0003	0.1954	0.0000
5	3.2103	0.0005	2.7290	-0.0004	0.1954	-0.0001

Summary Data

Average

Standard Deviation

Volume:	3.2098 cm ³	0.0009 cm ³
Density:	2.7294 g/cm ³	0.0007 g/cm ³
Total Pore Volume:	0.1954 cm ³ /g	0.0001 cm ³ /g

Note:

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



[Signature]

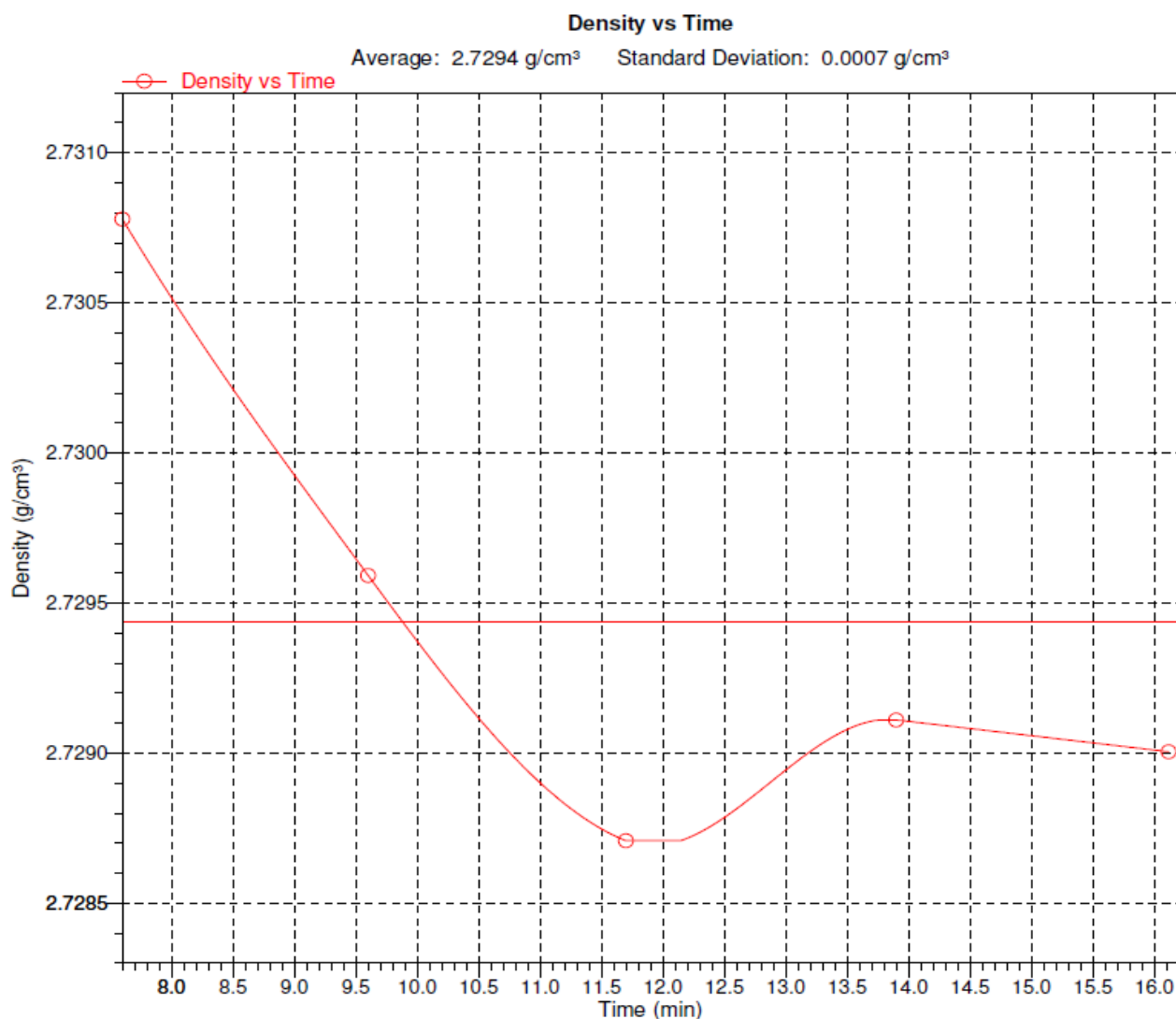
pagina 2 di 2

Committente Tecna per C.NI Spagnoli
Cantiere Via Caracciolo, Comparto Ata 02.07

PESO SPECIFICO DEI GRANI

Norma di riferimento ASTM D5550-00

Data prova	0
Data certificato	0
Verb. Accettazione	492
N. certificato	0



Il direttore del laboratorio

[Signature]

Lo sperimentatore

[Signature]

[Handwritten signature]

Committente Tecna per C.NI. Spagnoli
 Cantiere Via Caracciolo, Comparto Ata 02.07

Pag. 1 di 1

LIMITI DI CONSISTENZA O DI ATTERBERG

Data prova 18/02/20

Data certificato 26/02/20

Verb. Accettazione 492

Norma di riferimento ASTM D4318; BS 1377 : Part 2 : 1990; ISO 17892-12

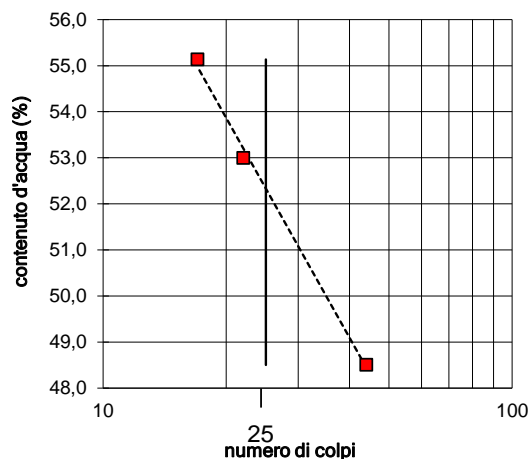
N. Certificato 7896/2020

Sondaggio 15 Campione Profondità (m) 5,10-5,40

Limite Liquido		52,3
Numero tara	B22 B19 A04	
Numero dei colpi	44 22 17	
P. umido + tara g	56,25 48,52 48,66	
P. secco + tara g	43,61 37,81 37,60	
Peso tara g	17,55 17,60 17,54	
Peso umido g	38,70 30,92 31,12	
Peso secco g	26,06 20,21 20,06	
Contenuto d'acqua %	48,50 52,99 55,13	

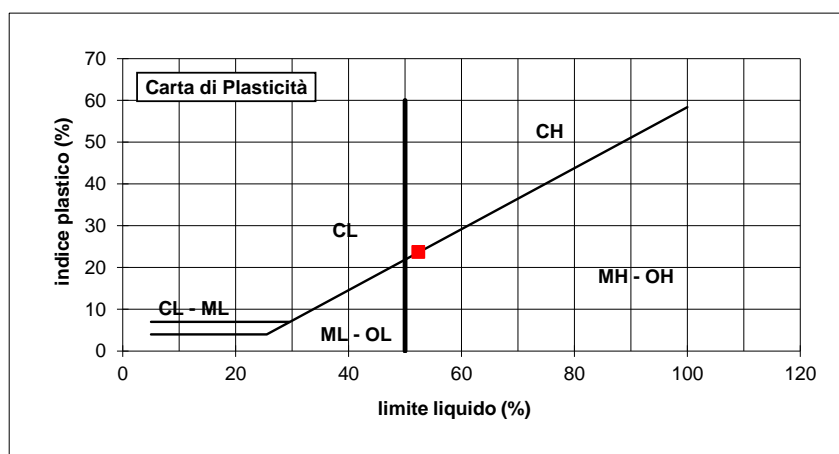
Limite Plastico		28,6
Numero tara	A10 B29	
P. umido + tara g	24,00 23,86	
P. secco + tara g	22,62 22,47	
Peso tara g	17,75 17,64	
Peso umido g	6,25 6,22	
Peso secco g	4,87 4,83	
Contenuto d'acqua %	28,34 28,78	

Umidità Naturale		
Contenuto d'acqua %	29,6	



Limite Liquido LL	52,3
Limite Plastico LP	28,6
Indice di Plasticità Ip	23,8
Umidità Naturale Wn	29,6
Indice di Consistenza Ic	1,0

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



ML
 Limi inorganici di bassa plasticità
MH
 Limi inorganici di alta plasticità
CL
 Argille inorganiche di bassa plasticità
CH
 Argille inorganiche di alta plasticità
OL
 Argille organiche di bassa plasticità
OH
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

[Handwritten signature]

Lo sperimentatore

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST REPORT - SUMMARY

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical
Sample description	Argilla limosa con diffusi fenomeni di ossidazione e riduzione		
Particle density (Mg/m ³)	2.73 (Measured)	Specimens tested submerged	

INITIAL CONDITIONS	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Specimen depth (m)	5.10/5.30	5.10/5.30	5.10/5.30
Height (mm)	20,0	20,0	20,0
Length (mm)	60,0	60,0	60,0
Width (mm)	60,0	60,0	60,0
Area (mm ²)	3600,0	3600,0	3600,0
Moisture content (measured) (%)	31	32	31
Moisture content (trimmings) (%)	30	31	31
Bulk density (Mg/m ³)	1,72	1,82	1,94
Dry density (Mg/m ³)	1,31	1,38	1,48
Voids ratio	1,080	0,977	0,849
Degree of saturation (%)	79	89	100

Voids ratio at the end of consolidation	0,998	0,834	0,656
---	-------	-------	-------

SHEARING			
Rate of displacement (mm/min)	0,010000	0,010000	0,010000
Conditions at peak shear stress			
Normal stress (kPa)	100	200	400
Shear stress (kPa)	75	110	213
Horizontal displacement (mm)	3,21	3,83	2,55
Vertical deformation (mm)	0,571	0,176	0,171

Apparent cohesion (kPa)	23,4
Angle of shearing resistance (°)	24,9

Comments / variations from procedures:
Strumento utilizzato: Taglio N° 4.
Verbale di accettazione N. 492
Il presente certificato è costituito da 18 pagine.

Tested	Dott.Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/02/2020	Date	26/02/2020	Cert.	Cert. N. 7897/2020

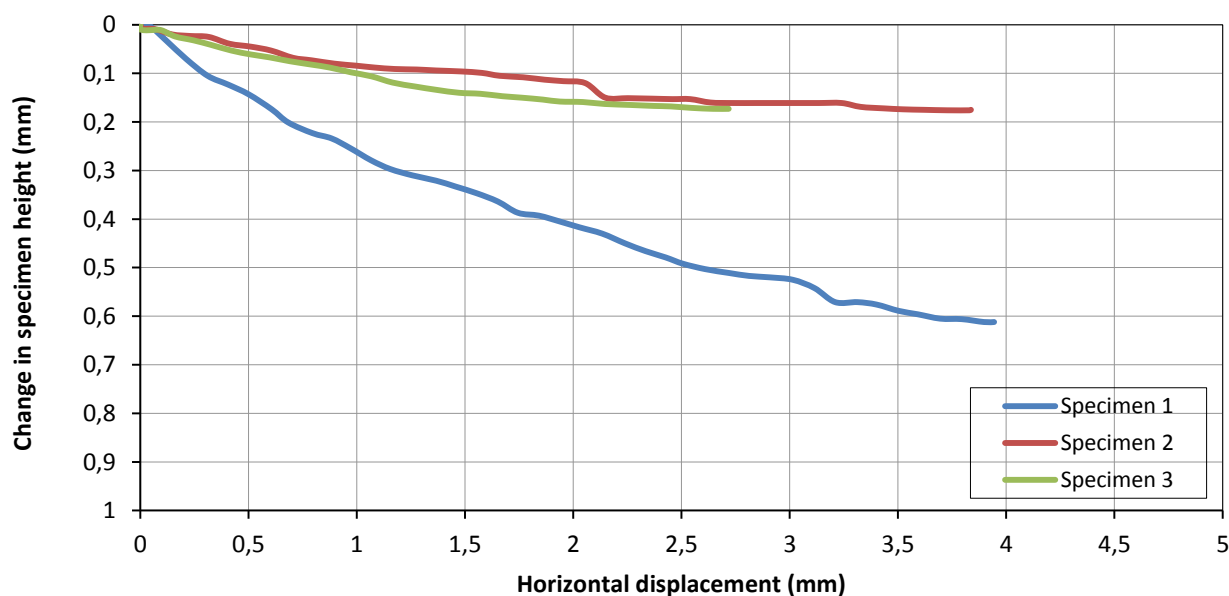
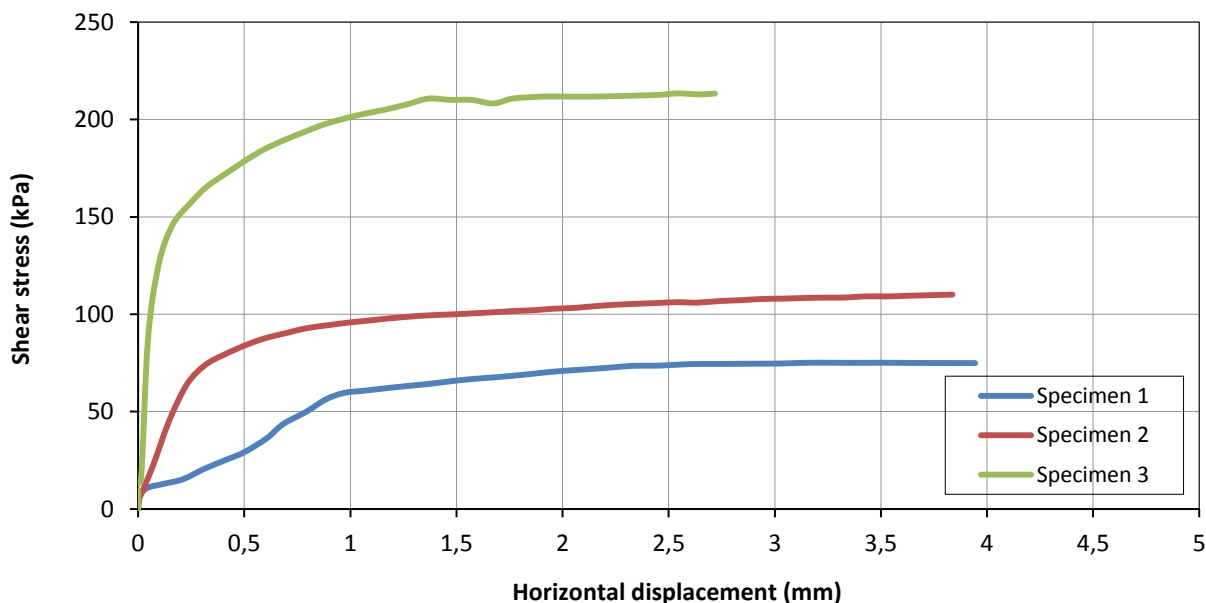


[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST REPORT - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott.Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/02/2020	Date	26/02/2020	Cert.	Cert. N. 7897/2020

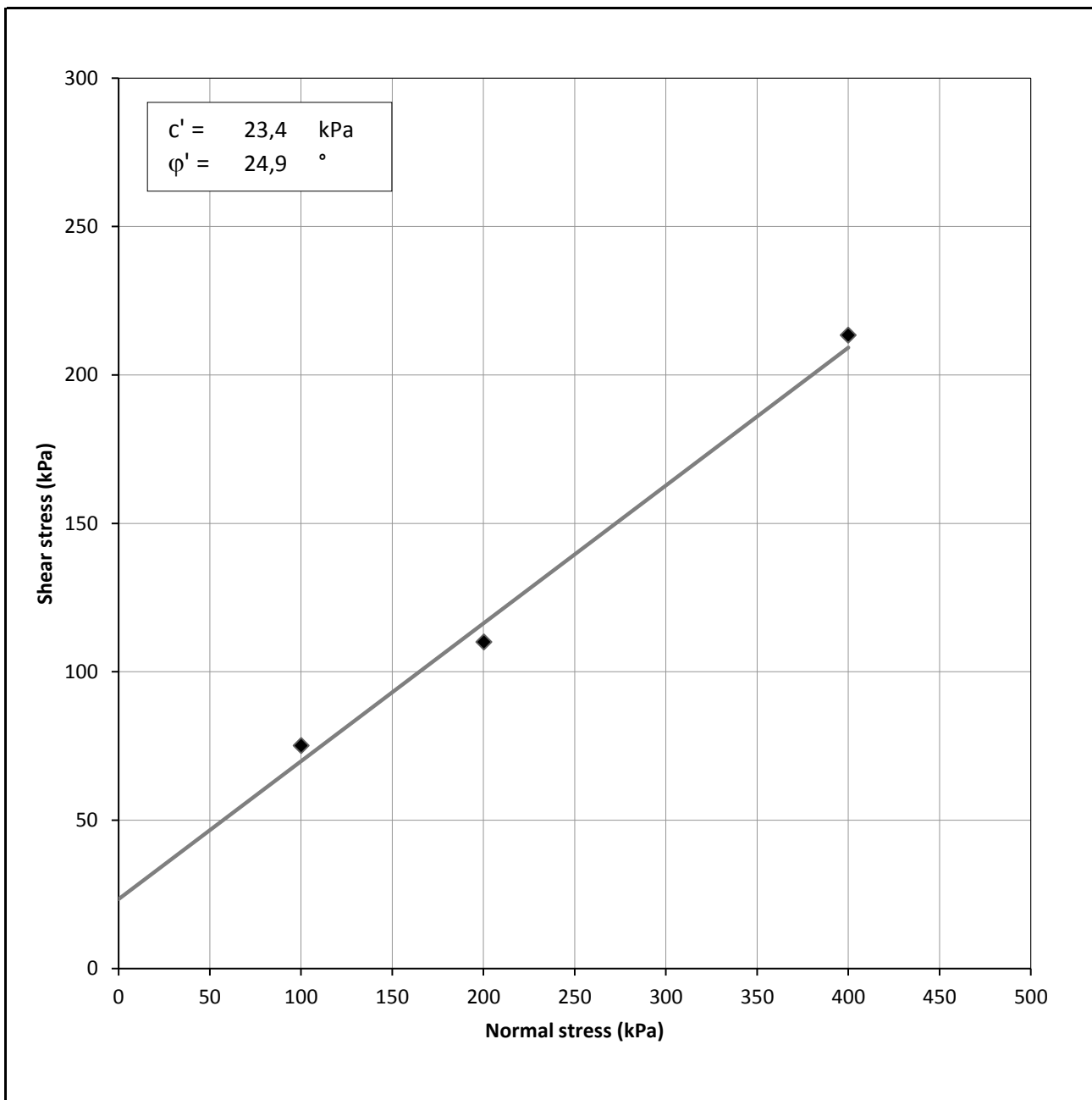


[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST REPORT - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott.Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/02/2020	Date	26/02/2020	Cert.	Cert. N. 7897/2020



[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	<i>Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)</i>		
Project reference	<i>Tecna per C.Ni Spagnoli</i>	Sample depth (m)	<i>5.10/5.40</i>
Borehole number	<i>15</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number		Specimen orientation	<i>Vertical</i>

SPECIMEN 1	Normal stress (kPa)	100
-------------------	----------------------------	------------

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	0,598	0,2	0,000
0,08	0,617	0,3	0,019
0,13	0,628	0,4	0,030
0,20	0,641	0,4	0,043
0,32	0,734	0,6	0,136
0,51	0,914	0,7	0,316
0,81	1,048	0,9	0,450
1,29	1,143	1,1	0,545
2,05	1,189	1,4	0,591
3,25	1,229	1,8	0,631
5,16	1,258	2,3	0,660
8,21	1,281	2,9	0,683
13,06	1,299	3,6	0,701
20,76	1,313	4,6	0,715
33,00	1,327	5,7	0,729
52,47	1,338	7,2	0,740
83,43	1,344	9,1	0,746
132,66	1,350	11,5	0,752
210,92	1,358	14,5	0,760
335,37	1,365	18,3	0,767
533,23	1,371	23,1	0,773
847,84	1,375	29,1	0,777
1348,05	1,382	36,7	0,784
1362,11	1,391	36,9	0,793

[Signature]

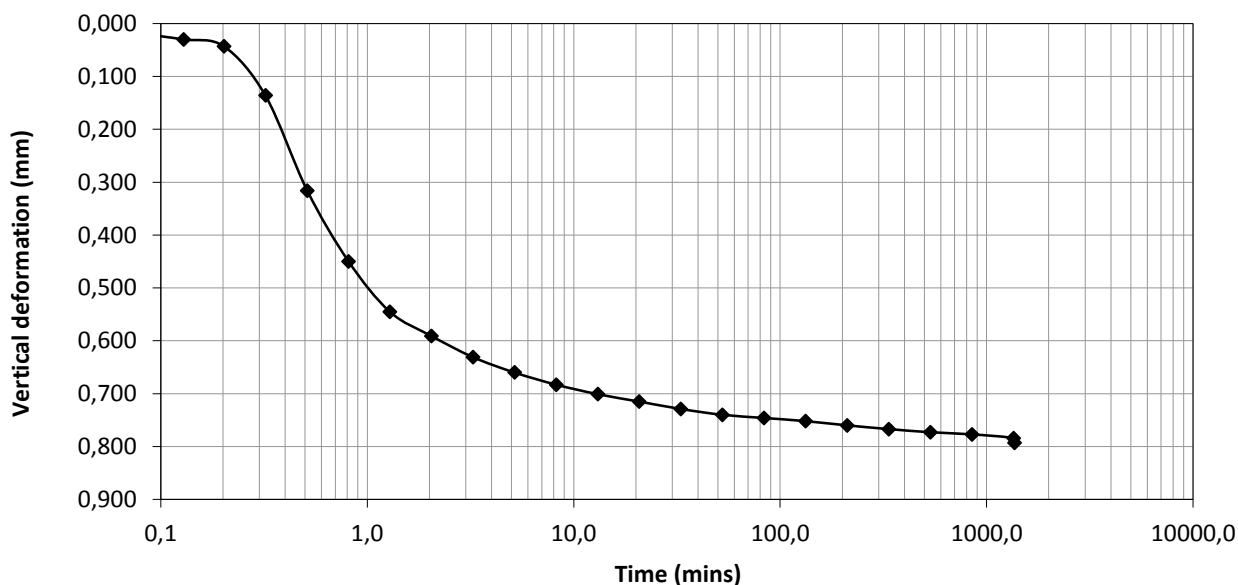
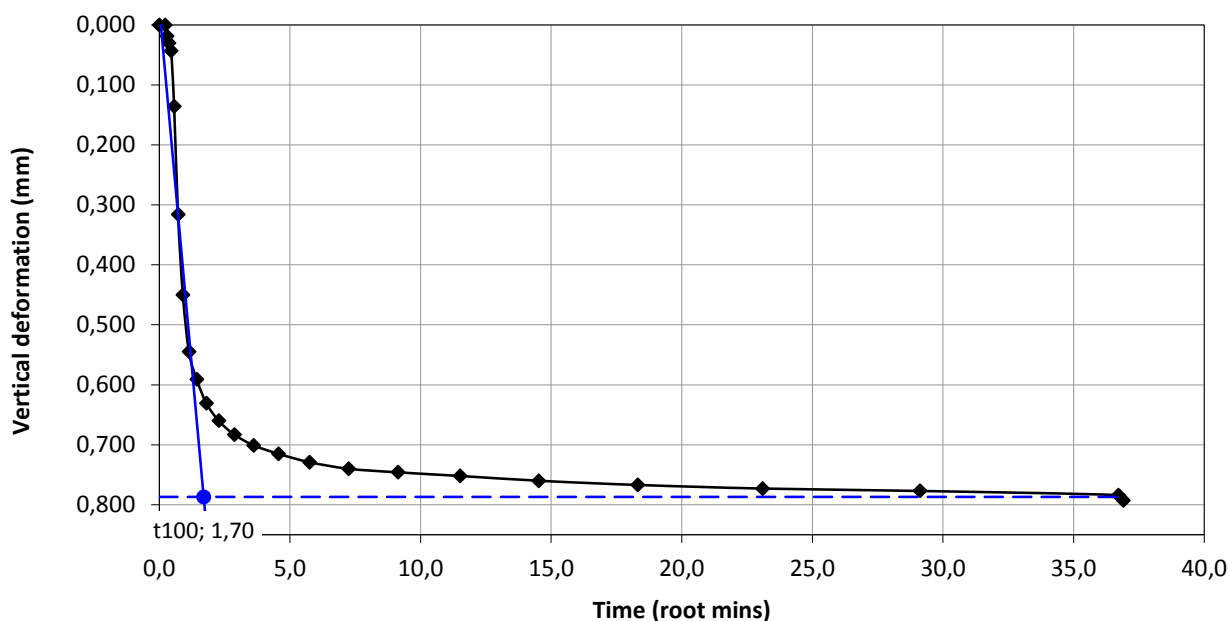
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 1

Normal stress (kPa) **100**



Tested	Dott.ssa Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/02/2020	Date	26/02/2020		



[Handwritten signature]



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 1	Normal stress (kPa)	100
-------------------	----------------------------	------------

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,01	0,000	0,00	-1,9	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,000	-0,02	3,1	0,000	-0,02	5,0	1,4
20,00	-0,001	-0,02	6,6	-0,001	-0,02	8,5	2,4
30,00	-0,001	0,03	35,1	-0,001	0,03	37,0	10,3
40,00	0,033	0,12	44,7	0,033	0,12	46,6	12,9
50,00	0,070	0,21	53,2	0,070	0,21	55,1	15,3
60,00	0,105	0,31	72,3	0,105	0,31	74,2	20,6
70,00	0,123	0,41	87,7	0,123	0,41	89,6	24,9
80,00	0,143	0,50	103,2	0,143	0,50	105,1	29,2
90,00	0,174	0,61	129,2	0,174	0,61	131,1	36,4
100,00	0,201	0,68	155,0	0,201	0,68	156,9	43,6
110,00	0,223	0,80	178,6	0,223	0,80	180,5	50,1
120,00	0,234	0,88	200,7	0,234	0,88	202,6	56,3
130,00	0,254	0,97	212,7	0,254	0,97	214,6	59,6
140,00	0,279	1,07	216,9	0,279	1,07	218,8	60,8
150,00	0,297	1,16	220,9	0,297	1,16	222,8	61,9
160,00	0,310	1,26	225,1	0,310	1,26	227,0	63,1
170,00	0,321	1,37	229,3	0,321	1,37	231,2	64,2
180,00	0,333	1,46	233,5	0,333	1,46	235,4	65,4
190,00	0,347	1,56	237,8	0,347	1,56	239,7	66,6
200,00	0,364	1,65	240,8	0,364	1,65	242,7	67,4
210,00	0,387	1,74	243,7	0,387	1,74	245,6	68,2
220,00	0,393	1,84	247,4	0,393	1,84	249,3	69,2
230,00	0,405	1,94	251,4	0,405	1,94	253,3	70,4
240,00	0,417	2,03	254,2	0,417	2,03	256,1	71,1
250,00	0,430	2,13	257,0	0,430	2,13	258,9	71,9
260,00	0,450	2,24	260,1	0,450	2,24	262,0	72,8
270,00	0,466	2,33	262,9	0,466	2,33	264,8	73,6
280,00	0,479	2,43	263,0	0,479	2,43	264,9	73,6
290,00	0,492	2,51	264,2	0,492	2,51	266,1	73,9
300,00	0,503	2,61	266,1	0,503	2,61	268,0	74,4
310,00	0,511	2,72	266,3	0,511	2,72	268,2	74,5
320,00	0,517	2,81	266,5	0,517	2,81	268,4	74,6
330,00	0,520	2,91	266,8	0,520	2,91	268,7	74,6



[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 1	Normal stress (kPa)	100
-------------------	----------------------------	------------

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
340,00	0,525	3,01	267,0	0,525	3,01	268,9	74,7
350,00	0,542	3,11	268,1	0,542	3,11	270,0	75,0
360,00	0,571	3,21	268,6	0,571	3,21	270,5	75,1
370,00	0,571	3,31	268,4	0,571	3,31	270,3	75,1
380,00	0,576	3,40	268,3	0,576	3,40	270,2	75,1
390,00	0,589	3,50	268,5	0,589	3,50	270,4	75,1
400,00	0,596	3,59	268,3	0,596	3,59	270,2	75,1
410,00	0,605	3,70	268,1	0,605	3,70	270,0	75,0
420,00	0,606	3,79	268,0	0,606	3,79	269,9	75,0
430,00	0,612	3,90	267,9	0,612	3,90	269,8	74,9
436,41	0,612	3,94	267,9	0,612	3,94	269,8	74,9

[Handwritten signature]

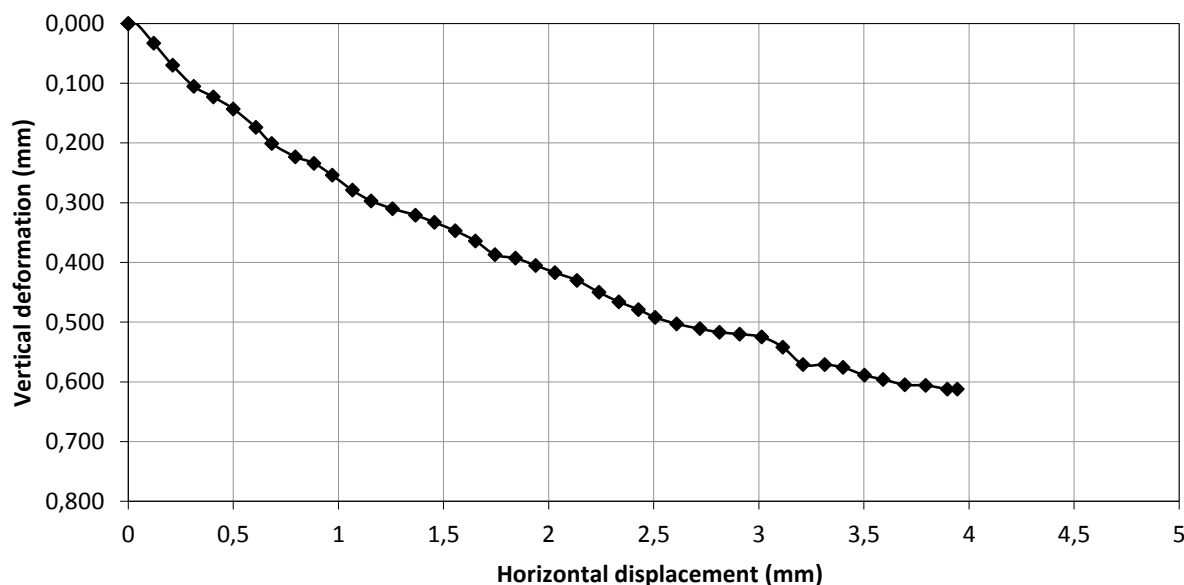
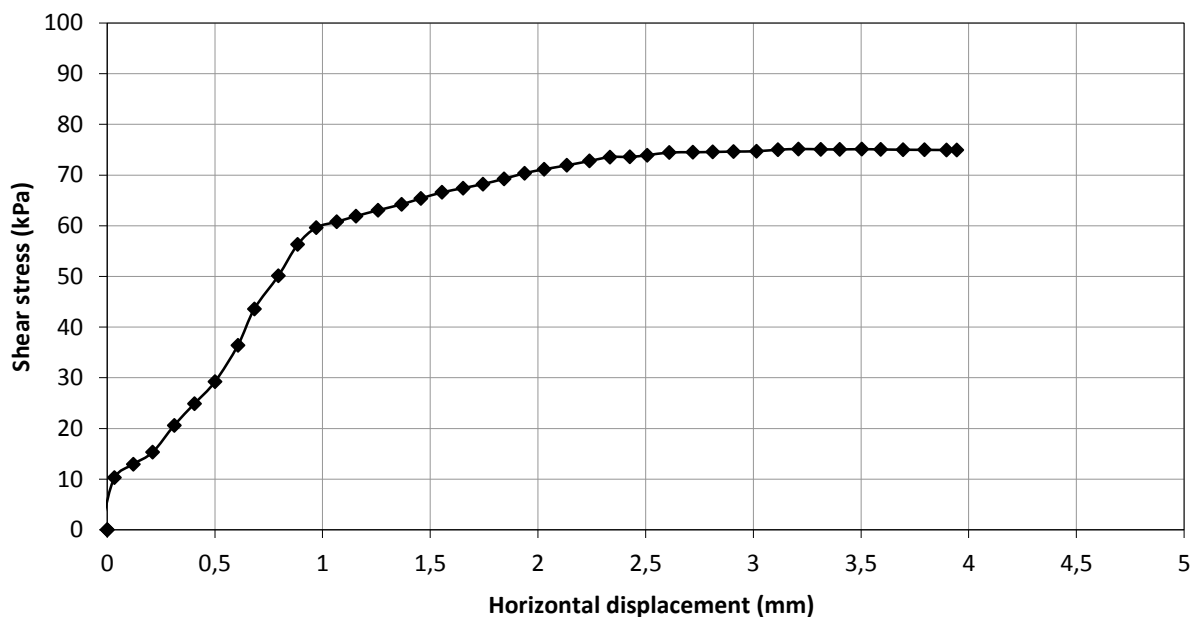
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
 Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	<i>Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)</i>		
Project reference	<i>Tecna per C.Ni Spagnoli</i>	Sample depth (m)	<i>5.10/5.40</i>
Borehole number	<i>15</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number		Specimen orientation	<i>Vertical</i>

SPECIMEN 1

Normal stress (kPa) 100



Tested	<i>Dott. Lamberti</i>	Checked	<i>Dott.ssa Sfalanga</i>	Approved	<i>Prof. Carmignani</i>
Date	<i>21/02/2020</i>	Date	<i>26/02/2020</i>		



[Signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)

Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	<i>Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)</i>		
Project reference	<i>Tecna per C.Ni Spagnoli</i>	Sample depth (m)	<i>5.10/5.40</i>
Borehole number	<i>15</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number		Specimen orientation	<i>Vertical</i>

SPECIMEN 2	Normal stress (kPa)	200
-------------------	----------------------------	------------

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	0,328	0,2	0,000
0,08	0,662	0,3	0,334
0,13	1,427	0,4	1,099
0,20	1,499	0,4	1,171
0,32	1,535	0,6	1,207
0,51	1,567	0,7	1,239
0,81	1,613	0,9	1,285
1,29	1,633	1,1	1,305
2,04	1,654	1,4	1,326
3,25	1,679	1,8	1,351
5,17	1,693	2,3	1,365
8,21	1,703	2,9	1,375
13,06	1,717	3,6	1,389
20,76	1,723	4,6	1,395
33,01	1,732	5,7	1,404
52,48	1,738	7,2	1,410
83,43	1,751	9,1	1,423
132,66	1,755	11,5	1,427
210,92	1,759	14,5	1,431
335,37	1,770	18,3	1,442
533,23	1,773	23,1	1,445
847,84	1,778	29,1	1,450
1348,06	1,779	36,7	1,451
1419,54	1,780	37,7	1,452



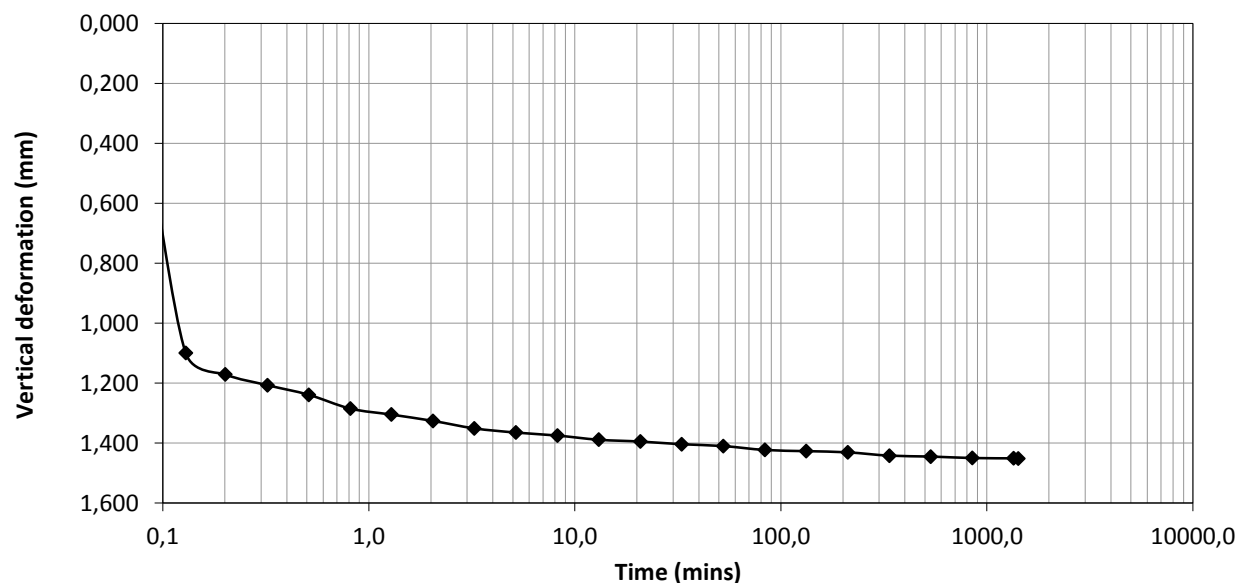
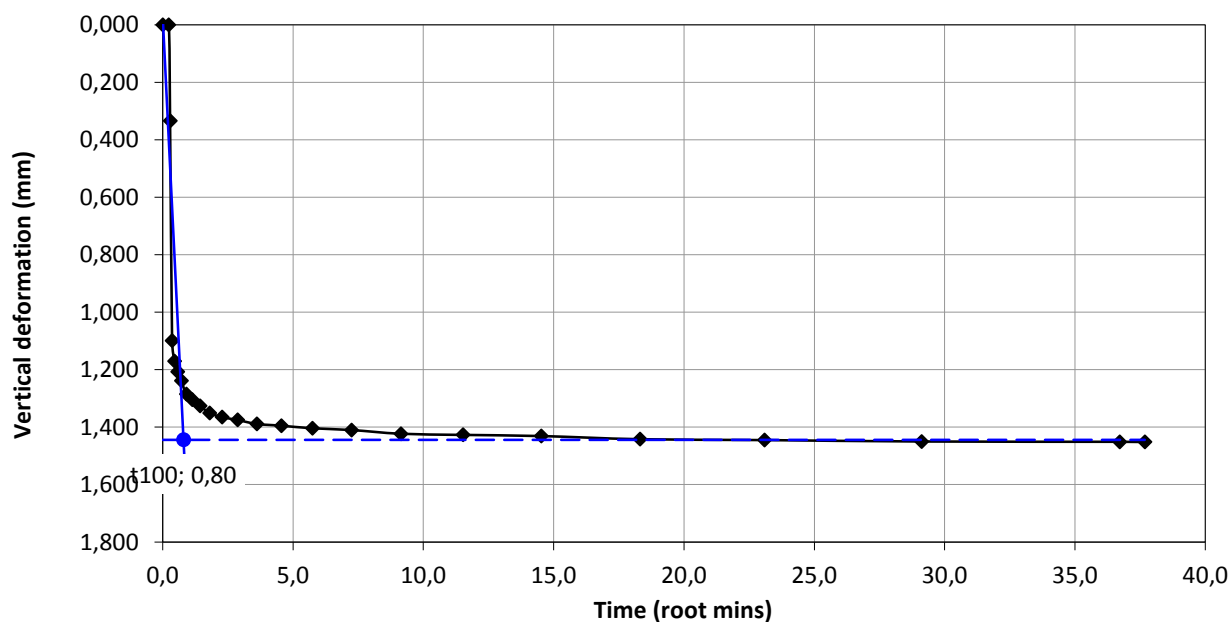
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 2

Normal stress (kPa) **200**



Tested	Dott.ssa Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	25/02/2020	Date	26/02/2020		



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)

Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 2

Normal stress (kPa) 200

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,00	0,000	0,00	-0,5	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,004	0,00	13,8	0,004	0,00	14,3	4,0
20,00	0,008	0,01	21,4	0,008	0,01	21,9	6,1
30,00	0,009	0,07	77,9	0,009	0,07	78,4	21,8
40,00	0,020	0,15	165,3	0,020	0,15	165,8	46,1
50,00	0,023	0,23	231,2	0,023	0,23	231,7	64,4
60,00	0,025	0,32	266,0	0,025	0,32	266,5	74,0
70,00	0,039	0,41	286,1	0,039	0,41	286,6	79,6
80,00	0,045	0,51	303,2	0,045	0,51	303,7	84,4
90,00	0,053	0,60	315,9	0,053	0,60	316,4	87,9
100,00	0,068	0,71	325,5	0,068	0,71	326,0	90,6
110,00	0,073	0,79	333,5	0,073	0,79	334,0	92,8
120,00	0,080	0,90	339,4	0,080	0,90	339,9	94,4
130,00	0,084	0,99	344,3	0,084	0,99	344,8	95,8
140,00	0,088	1,08	347,8	0,088	1,08	348,3	96,8
150,00	0,091	1,18	351,6	0,091	1,18	352,1	97,8
160,00	0,092	1,28	355,1	0,092	1,28	355,6	98,8
170,00	0,094	1,37	357,5	0,094	1,37	358,0	99,4
180,00	0,096	1,48	359,3	0,096	1,48	359,8	99,9
190,00	0,099	1,58	361,3	0,099	1,58	361,8	100,5
200,00	0,105	1,66	362,9	0,105	1,66	363,4	100,9
210,00	0,108	1,77	365,5	0,108	1,77	366,0	101,7
220,00	0,113	1,87	367,1	0,113	1,87	367,6	102,1
230,00	0,116	1,95	369,7	0,116	1,95	370,2	102,8
240,00	0,120	2,06	371,3	0,120	2,06	371,8	103,3
250,00	0,150	2,15	374,4	0,150	2,15	374,9	104,1
260,00	0,151	2,25	377,2	0,151	2,25	377,7	104,9
270,00	0,152	2,36	379,1	0,152	2,36	379,6	105,4
280,00	0,153	2,46	380,5	0,153	2,46	381,0	105,8
290,00	0,153	2,54	381,9	0,153	2,54	382,4	106,2
300,00	0,160	2,63	381,0	0,160	2,63	381,5	106,0
310,00	0,161	2,73	383,8	0,161	2,73	384,3	106,8
320,00	0,161	2,85	385,7	0,161	2,85	386,2	107,3
330,00	0,161	2,94	387,7	0,161	2,94	388,2	107,8



[Signature]



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 2	Normal stress (kPa)	200
-------------------	----------------------------	------------

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
340,00	0,161	3,04	388,4	0,161	3,04	388,9	108,0
350,01	0,161	3,14	389,6	0,161	3,14	390,1	108,4
360,00	0,161	3,24	390,3	0,161	3,24	390,8	108,6
370,00	0,169	3,33	390,4	0,169	3,33	390,9	108,6
380,00	0,172	3,43	392,7	0,172	3,43	393,2	109,2
390,00	0,174	3,52	392,5	0,174	3,52	393,0	109,2
400,00	0,175	3,62	393,6	0,175	3,62	394,1	109,5
410,00	0,176	3,73	394,8	0,176	3,73	395,3	109,8
420,00	0,176	3,83	395,8	0,176	3,83	396,3	110,1
420,79	0,175	3,84	395,8	0,175	3,84	396,3	110,1



[Signature]



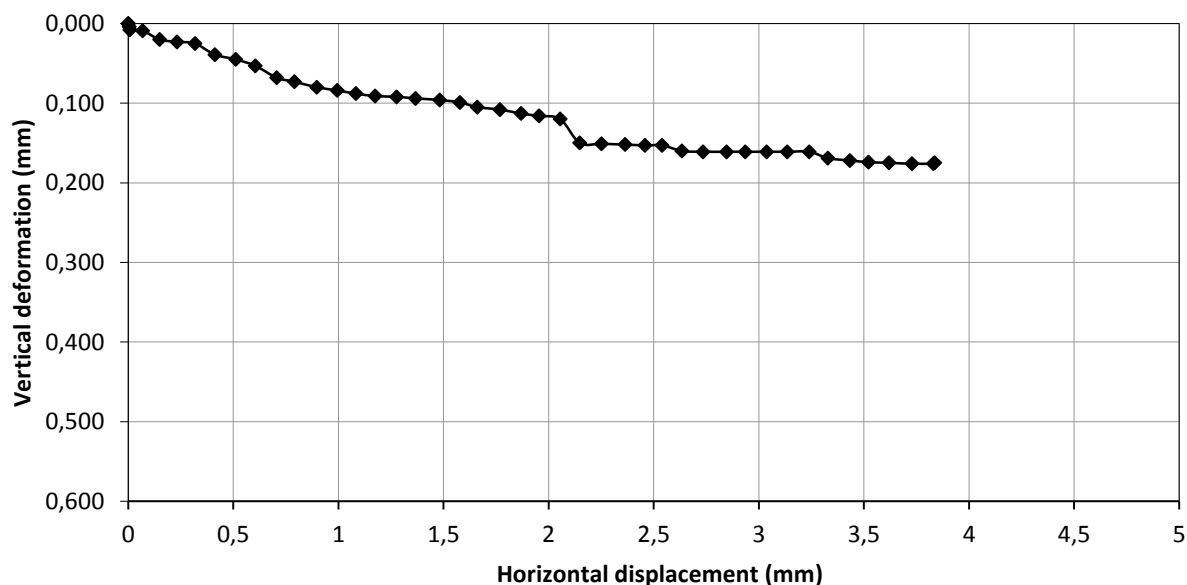
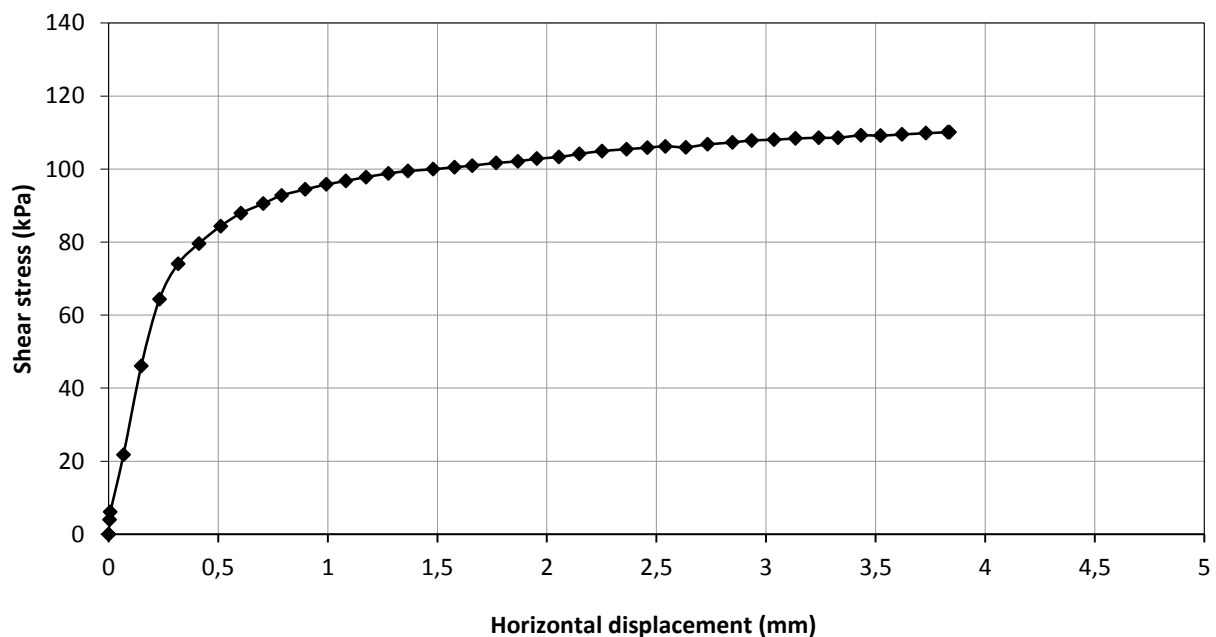
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 2

Normal stress (kPa) **200**



Tested	Dott.ssa Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	25/02/2020	Date	26/02/2020		



[Handwritten signature]

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	<i>Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)</i>		
Project reference	<i>Tecna per C.Ni Spagnoli</i>	Sample depth (m)	<i>5.10/5.40</i>
Borehole number	<i>15</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number		Specimen orientation	<i>Vertical</i>

SPECIMEN 3

Normal stress (kPa) 400

Recorded data		Calculated data	
Time (mins)	Vertical displacement (mm)	Time (root mins)	Vertical deformation of specimen (mm)
0,05	0,658	0,2	0,000
0,08	1,842	0,3	1,184
0,13	2,007	0,4	1,349
0,20	2,086	0,4	1,428
0,32	2,139	0,6	1,481
0,51	2,189	0,7	1,531
0,81	2,253	0,9	1,595
1,29	2,317	1,1	1,659
2,04	2,385	1,4	1,727
3,25	2,439	1,8	1,781
5,16	2,490	2,3	1,832
8,21	2,534	2,9	1,876
13,06	2,582	3,6	1,924
20,76	2,618	4,6	1,960
33,00	2,646	5,7	1,988
52,47	2,678	7,2	2,020
83,43	2,693	9,1	2,035
132,66	2,699	11,5	2,041
210,92	2,714	14,5	2,056
335,37	2,725	18,3	2,067
533,23	2,731	23,1	2,073
847,83	2,736	29,1	2,078
1043,02	2,747	32,3	2,089



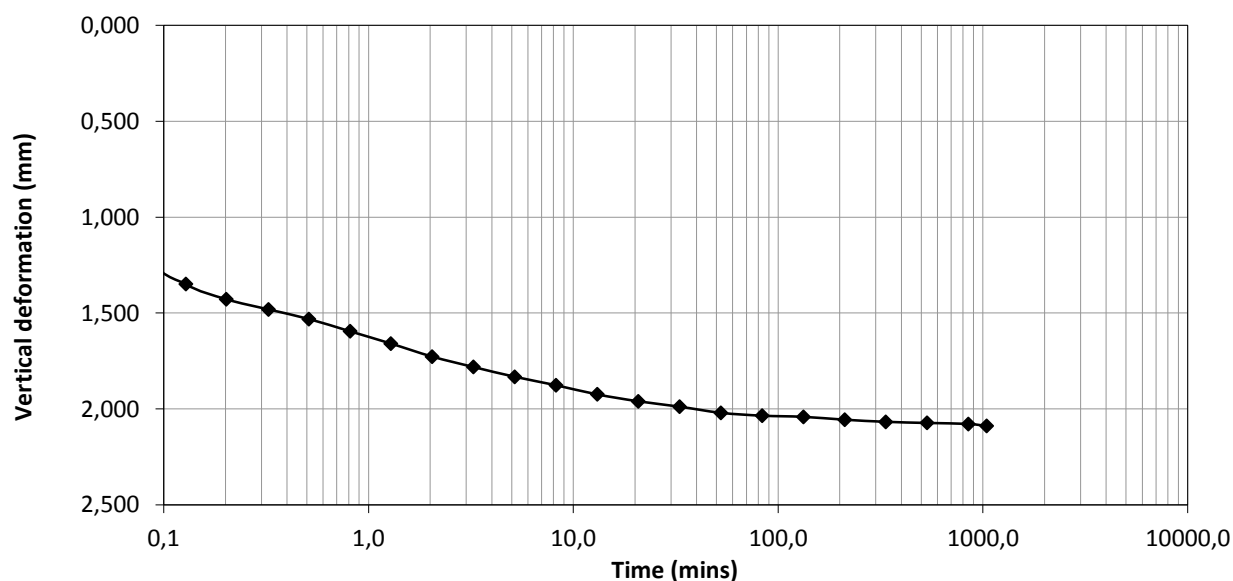
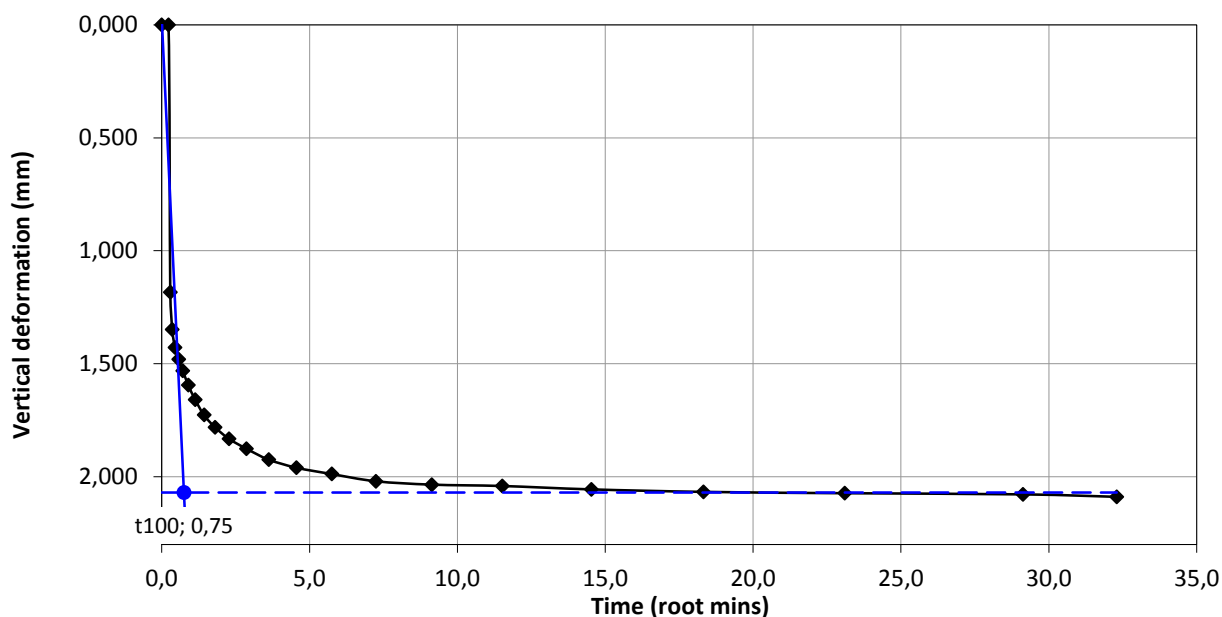
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 3

Normal stress (kPa) **400**



Tested	Dott.ssa Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	26/02/2020	Date	26/02/2020		



DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)

Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 3

Normal stress (kPa) 400

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
0,02	0,003	0,00	6,8	0,000	0,00	0,0	0,0
10,00	0,005	0,00	41,1	0,002	0,00	34,3	9,5
20,00	0,008	-0,02	32,2	0,005	-0,02	25,4	7,1
30,00	0,008	-0,02	43,2	0,005	-0,02	36,4	10,1
40,00	0,008	-0,02	44,3	0,005	-0,02	37,5	10,4
50,00	0,010	-0,02	50,2	0,007	-0,02	43,4	12,1
60,00	0,014	0,01	61,2	0,011	0,01	54,4	15,1
70,00	0,014	0,05	319,3	0,011	0,05	312,5	86,8
80,00	0,014	0,10	457,3	0,011	0,10	450,5	125,1
90,00	0,027	0,16	531,2	0,024	0,16	524,4	145,7
100,00	0,035	0,25	572,1	0,032	0,25	565,3	157,0
110,00	0,044	0,33	602,8	0,041	0,32	596,0	165,6
120,00	0,056	0,42	628,8	0,053	0,42	622,0	172,8
130,00	0,064	0,51	652,1	0,061	0,51	645,3	179,2
140,00	0,070	0,60	672,3	0,067	0,60	665,5	184,9
150,00	0,078	0,69	689,2	0,075	0,69	682,4	189,6
160,00	0,085	0,79	705,1	0,082	0,79	698,3	194,0
170,00	0,091	0,88	717,6	0,088	0,88	710,8	197,4
180,00	0,101	0,98	728,8	0,098	0,98	722,0	200,6
190,00	0,109	1,07	737,5	0,106	1,07	730,7	203,0
200,00	0,122	1,17	745,2	0,119	1,17	738,4	205,1
210,00	0,130	1,27	755,0	0,127	1,27	748,2	207,8
220,00	0,137	1,37	765,5	0,134	1,37	758,7	210,7
230,00	0,143	1,47	763,0	0,140	1,47	756,2	210,1
240,00	0,145	1,57	763,1	0,142	1,57	756,3	210,1
250,00	0,150	1,67	756,4	0,147	1,67	749,6	208,2
260,00	0,153	1,76	765,4	0,150	1,76	758,6	210,7
270,00	0,157	1,86	768,2	0,154	1,86	761,4	211,5
280,00	0,161	1,94	769,4	0,158	1,94	762,6	211,8
290,00	0,162	2,05	769,0	0,159	2,04	762,2	211,7
300,00	0,166	2,15	769,2	0,163	2,15	762,4	211,8
310,00	0,168	2,27	770,1	0,165	2,26	763,3	212,0
320,00	0,170	2,37	771,3	0,167	2,37	764,5	212,4
330,00	0,171	2,45	772,2	0,168	2,45	765,4	212,6

DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)

Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

Project location	<i>Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)</i>		
Project reference	<i>Tecna per C.Ni Spagnoli</i>	Sample depth (m)	<i>5.10/5.40</i>
Borehole number	<i>15</i>	Sample type	<i>Undisturbed cohesive</i>
Sample number		Specimen orientation	<i>Vertical</i>

SPECIMEN 3	Normal stress (kPa)	400
------------	---------------------	-----

Recorded data				Calculated data			
Elapsed time (mins)	Vertical disp. (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Vertical deformation (mm)	Horizontal disp. (mm)	Horizontal force (N)	Shear stress (kPa)
340,00	0,174	2,55	775,0	0,171	2,55	768,2	213,4
350,00	0,176	2,65	773,2	0,173	2,64	766,4	212,9
357,05	0,176	2,72	774,8	0,173	2,72	768,0	213,3



[Signature]

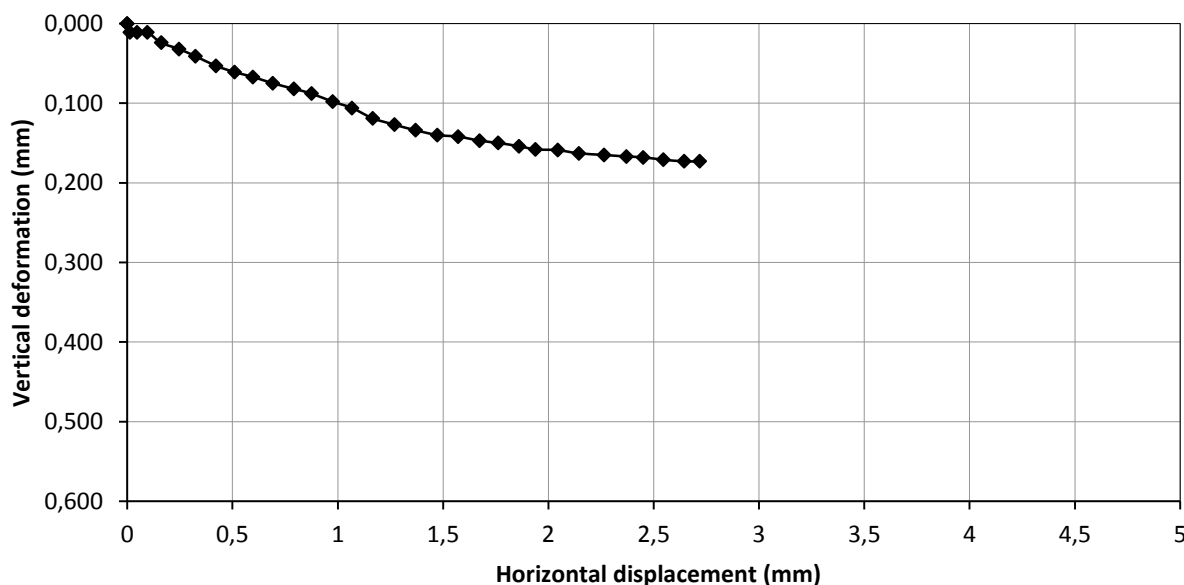
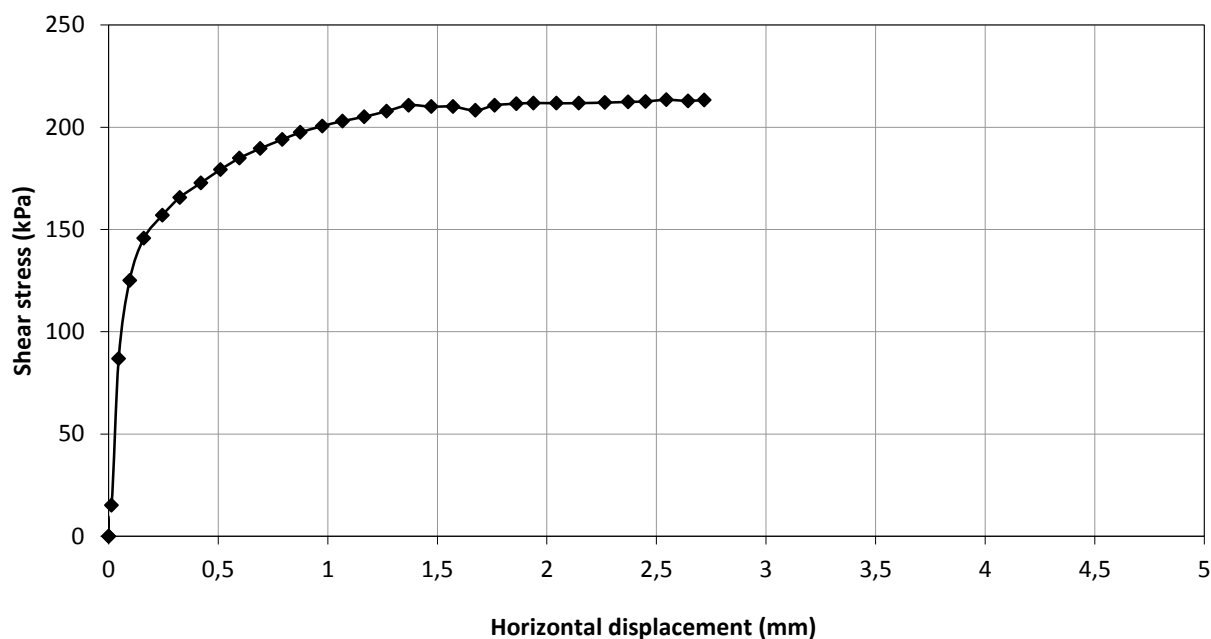
DETERMINATION OF SHEAR STRENGTH BY DIRECT SHEAR (in the small shearbox apparatus)
Set of single stage tests - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 7: Clause 4 (procedure 4.5.4)

TEST DATA - SHEARING

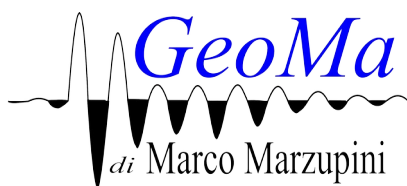
Project location	Comparto ATa02.07 Via Caracciolo (FI)		
Project reference	Tecna per C.Ni Spagnoli	Sample depth (m)	5.10/5.40
Borehole number	15	Sample type	Undisturbed cohesive
Sample number		Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 3

Normal stress (kPa) **400**



Tested	Dott.ssa Sfalanga	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	26/02/2020	Date	26/02/2020		



www.Geoma.it

Cell: 328-7255608

Fax: +391782206474

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini

Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83B01A390P

P.IVA 03318000928



REPORT

M.A.S.W.

(Multichannel Analysis of Surface Waves)

HVSR

(Microtremore)

LOCALITÀ:	FIRENZE	ID:	90153730012020H46	DATA:	30/01/19
COORDINATE SITO		LAT	43°36'51.91"N	LON	11°34'10.17"E

Indice generale

PREMESSA.....	3
UBICAZIONE.....	4
TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL' ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH.....	5
ONDE DI RAYLEIGH.....	5
ONDE DI LOVE.....	5
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE.....	6
PRIMA FASE.....	6
SECONDA FASE.....	6
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE MISURE HVSR.....	8
HVSR 01.....	8
CONCLUSIONI.....	12

PREMESSA

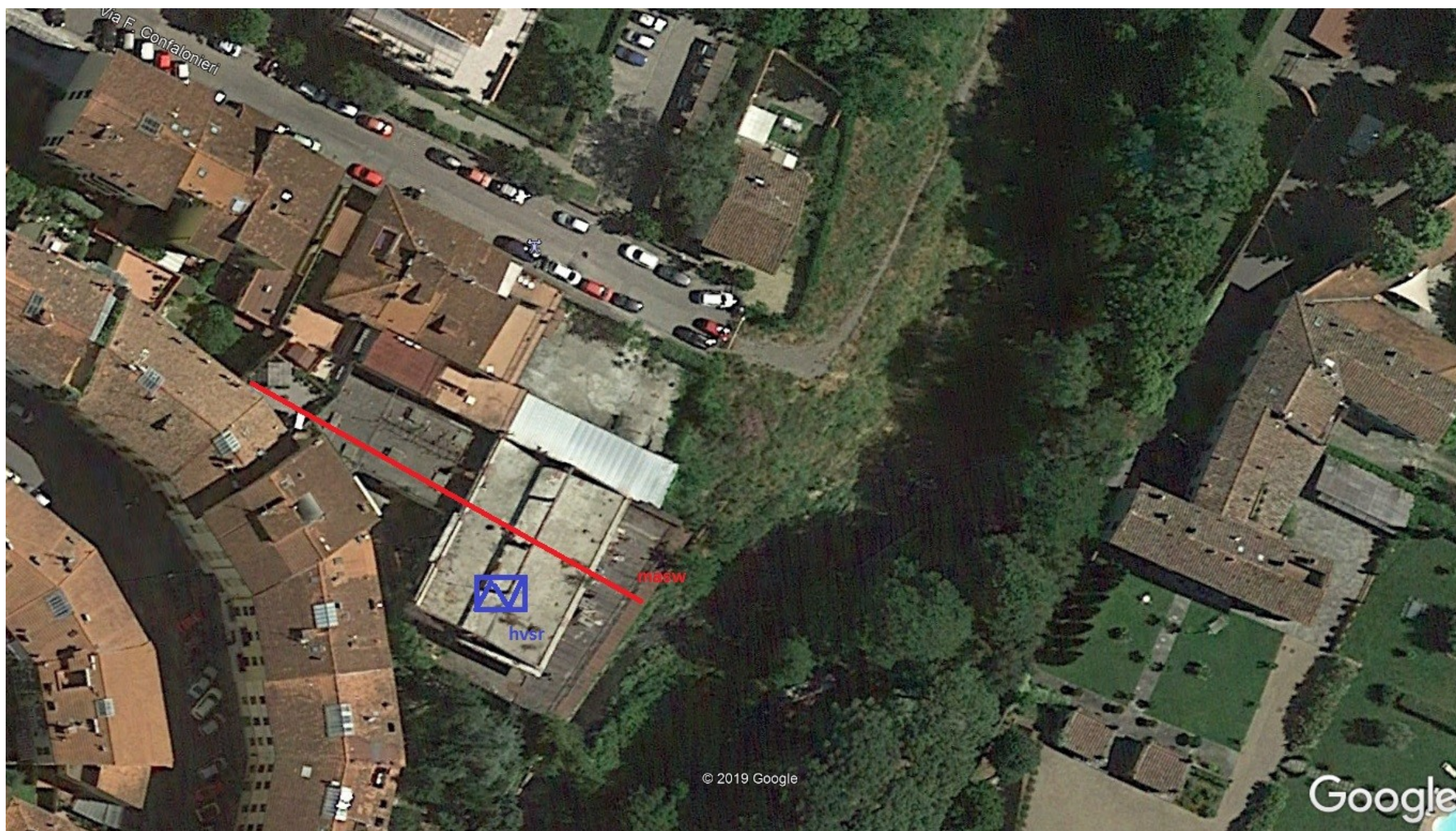
In località *Firenze Via Caracciolo* in data 30/01/2019 (Illustrazione 1), con obiettivo la valutazione della velocità media di propagazione delle onde elastiche, sono state eseguite le seguenti misure:

- M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)
- Un HVSr



Illustrazione 1: Ubicazione del sito

UBICAZIONE



TEORIA ALLA BASE DELLA TECNICA M.A.S.W. E SULL'ANALISI DELLE ONDE SUPERFICIALI DI RAYLEIGH

Il M.A.S.W. è una tecnica d'indagine recente che sfrutta le onde superficiali di Rayleigh e Love (in questo studio verranno utilizzate solamente le prime). Il metodo mira ad una caratterizzazione sismica del sottosuolo basandosi sull'analisi della dispersione geometrica delle onde di superficie. Le onde superficiali si creano quando il fronte d'onda nel terreno incontra una discontinuità fisica, che può essere sia la superficie terreno-atmosfera (il nostro caso), sia il passaggio areato-consolidato (*Thorne L & Wallace T.C, 1995,. Modern Global Seismology*). Nella discontinuità, la somma del moto delle onde riflesse e rifratte, dà origine alle onde superficiali.

ONDE DI RAYLEIGH

L'interazione delle onde P e SV sulla superficie libera dà origine alle onde di Rayleigh che si muovono con un movimento ellittico delle particelle nello strato superficiale avente un asse dell'ellisse parallelo alla direzione dell'onda e l'altro ortogonale alla superficie libera.

ONDE DI LOVE

La riflessione totale delle onde SH dà origine alle onde di Love, che si muovono con moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione, ma polarizzato nel piano orizzontale.

Le onde superficiali, a differenza di quelle di volume (P ed S), hanno le seguenti proprietà:

Sono dispersive in mezzi non omogenei (perché variano la propria velocità a seconda della frequenza). La velocità di propagazione è lievemente più bassa rispetto alle onde S. La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Love e Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle Vs, è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Un'ulteriore proprietà importante è la diminuzione dell'ampiezza che diminuisce con radice quadrata della distanza dalla sorgente. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE

L'analisi M.A.S.W. viene condotta in due fasi principali:

PRIMA FASE

La prima fase avviene in campagna con l'acquisizione multicanale dei segnali sismici, mediante il sismografo DoReMi a 24 canali della SARA electronic instruments s.r.l..

L'acquisizione viene effettuata mediante 24 geofoni verticali da 4,5 Hz distanziati di 2 m per una lunghezza totale dello stendimento di 46 metri.

Le energizzazioni, eseguite mediante una mazza, vengono effettuate con offset (dal primo geofono) di -2, -8 m e dall'ultimo +2+8 m



SECONDA FASE

La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software WinMASW 5,0 ACADEMY della EliaSoft. Il programma, dopo il calcolo dello spettro di velocità, richiede il picking della curva di dispersione che poi mediante inversioni e modellizzazioni permetterà la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde s nel terreno. Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati, ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito. Qui di seguito vengono riportati i più importanti passaggi dell'elaborazione (Illustrazione 2 e Illustrazione 3):

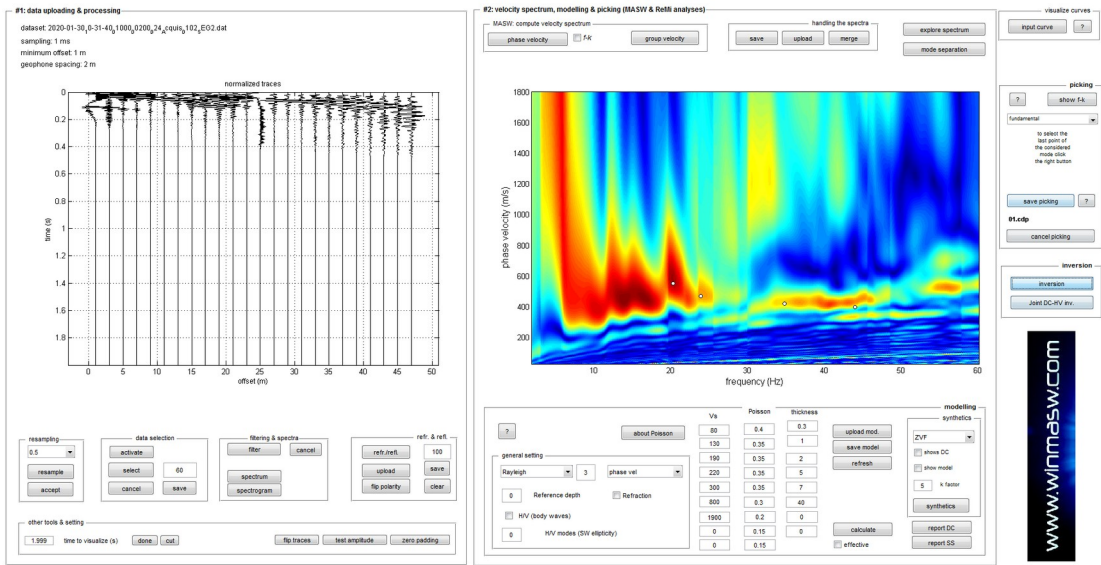


Illustrazione 2: A sinistra sismogramma e a destra picking della curva di dispersione

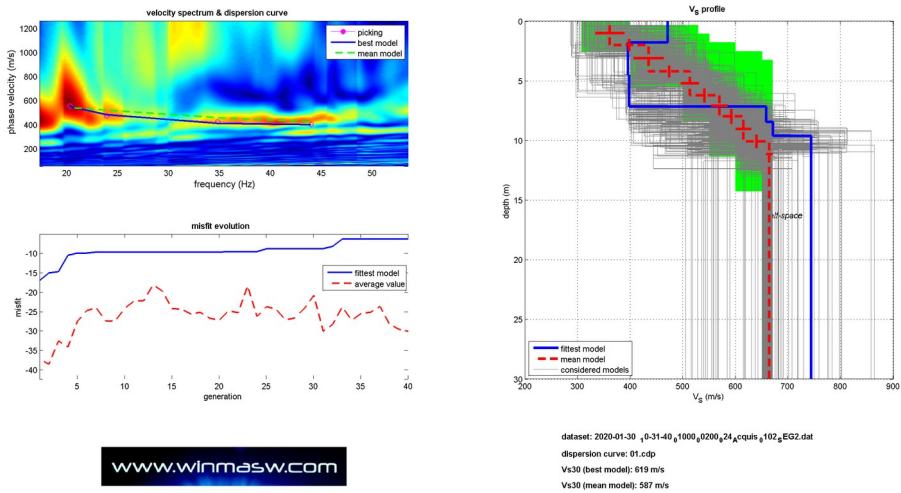


Illustrazione 3: Inversione della curva di dispersione

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DELLE MISURE HVSR

HVSR 01

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale della durata variabile ma mai minore ai 3000 secondi con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento, il tromografo digitale GeoBox 24 bit della SARA electronic instruments s.r.l., è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S , E O e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing. Tutte le analisi sono state disposte in direzione NS magnetico mediante bussola Brunton

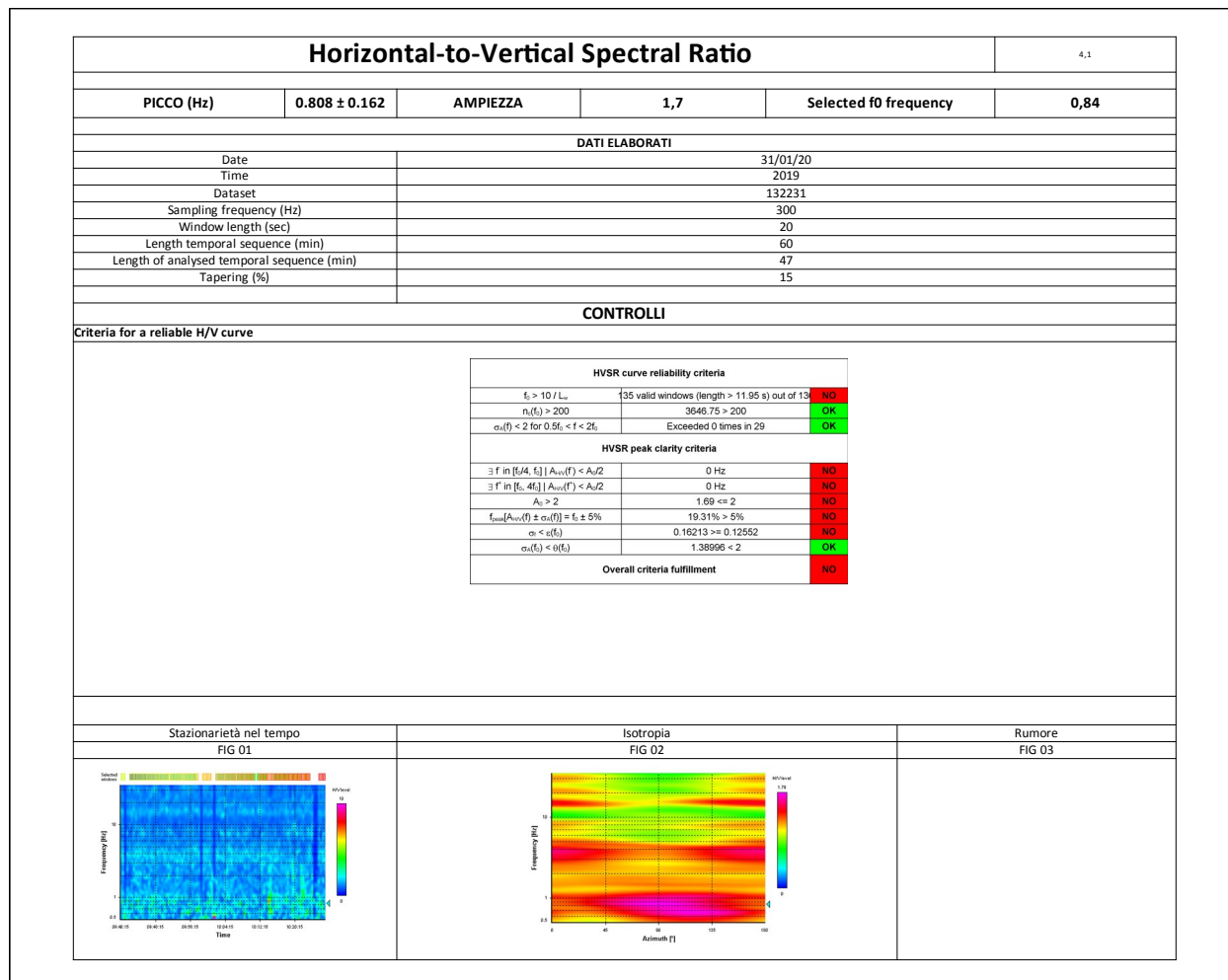
2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW5,0 ACADEMY della EliaSoft e Geopsy.

Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:

1. Ricampionamento a 128 Hz del segnale
2. Rimozione manuale di eventuali transienti
3. Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e lisciamiento con ampiezza pari al 10%
4. Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura
5. Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza
6. Analisi della direttività del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2)

Tutte queste fasi devono essere seguite accuratamente dall'operatore mediante la verifica, attraverso l'utilizzo di modelli, della qualità dei dati ma soprattutto della loro possibile congruità con i dati geologici del sito .

Un ulteriore controllo della qualità dell'acquisizione HVSR viene basato sulla classificazione proposta nelle attività di MS dell'Abruzzo (*Albarello-Mucciarelli, 2010*):



GEOMA di Marco Marzapini
 Res. Fisc.: Via Brancaleta 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzapinimarco@gmail.com
 C.F. MRZ MRC 83801 A390P - P.I. 03318000928

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio			
CHECK		C.F. di Marco Marzupini Res. Fisic. Via Brancaleone 1/E 52048 Monte S. Savino (AR) Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com C.F. MRZ MRC 88501 A390P - P.I. 03318000928	
1	Durata: la misura deve essere almeno di 20 minuti.	OK	
2	Isotropia: le variazioni azimutali d'ampiezza non superano il 30% del massimo (FIG 02)	OK	
3	Robustezza statistica: sono soddisfatti i primi 3 criteri di SESAME	OK	
4	Stazionarietà nel tempo (FIG 01)	OK	
5	Rumore elettromagnetico all'interno dell'intervallo di interesse (FIG 03)	SI	
6	Rumore elettromagnetico all'esterno dell'intervallo di interesse (FIG 03)	NO	
7	I massimi sono caratterizzati da una diminuzione localizzata di ampiezza dello spettro verticale (<i>plausibilità fisica</i>)	SI	
8	Criteri Sesame	ok	TIPO 1 se almeno 5 su 6 OK TIPO 2 se meno di 5 su 6 OK
Per ulteriori informazioni: Microzonazione Sismica e Programma VEL			
CATEGORIA	C (Non Affidabile)	TIPO	TIPO 02
NOTE	Nessun Picco evidente		
PICCHI (Hz)	0,84	1,7	
Rapporto Spettrale H/V		Spettri delle singole componenti	



Illustrazione 4: Posizione HV

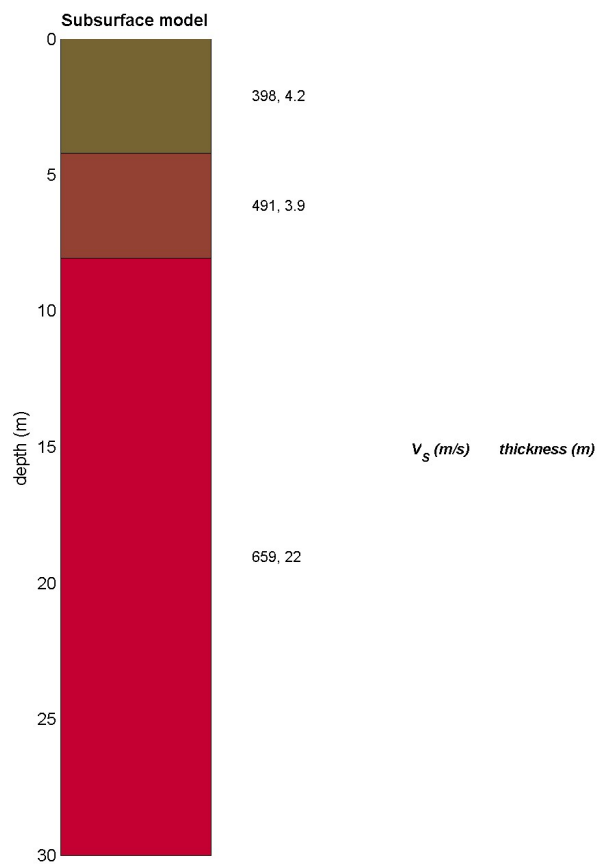


Illustrazione 5: Sismo stratigramma Masw e Hvsr

CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati di sismica attiva (M.A.S.W.) ha consentito di determinare il profilo sismico verticale della VS

- Un primo sismo strato con velocità 361 m/se spessore di 2 m
- Un secondo sismo strato con velocità 435 m/se spessore di 2,2 m
- Un terzo sismo strato con velocità 513 m/se spessore di 2 m
- Un quarto sismo strato con velocità 569 m/se spessore di 1,8 m
- Un quinto sismo strato con velocità 615 m/se spessore di 2,1 m
- La sezione sismo-stratigrafica evidenzia al di sotto dei 10,1 m una velocità delle onde di taglio (Vs) di 664 m/s fino alla profondità di 30 m.

Qui di seguito vengono riportati in tabella i risultati ottenuti e sismo-stratigramma

GEOMA di Marco Marzupini
 Res. Fisc. Via Brancaleta 1/E
 52048 Monte S. Savino (AR)
 Cell. 328-7255608 - marzupinimarco@gmail.com
 C.F. 01871900501 A390P - P.I. 03318000928

VS e PARAMETRI ELASTICI						
Strato	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Rapporto (Vp/Vs)	Spessore (m)	Profondità (m)	
					da	a
1	361	1295	3,59	2	0	-2
2	435	833	1,91	2,2	-2	-4,2
3	513	815	1,59	2	-4,2	-6,2
4	569	1415	2,49	1,8	-6,2	-8
5	615	1415	2,3	2,1	-8	-10,1
6	664	1406	2,12	19,9	-10,1	-30

Strato	Poisson v	Densità (g/cm ³)	Shear G (kPa)	Bulk Ev (kPa)	Young E (kPa)
1	0,46	2,12	276280,52	3186918,97	805562,93
2	0,31	2,01	380342,25	887593,89	998416,49
3	0,17	2	526338	626666	1233636,18
4	0,4	2,14	692848,54	3360963,45	1944901,21
5	0,38	2,14	809401,5	3205559,5	2239697,18
6	0,36	2,14	943517,44	2972405,79	2559712,92

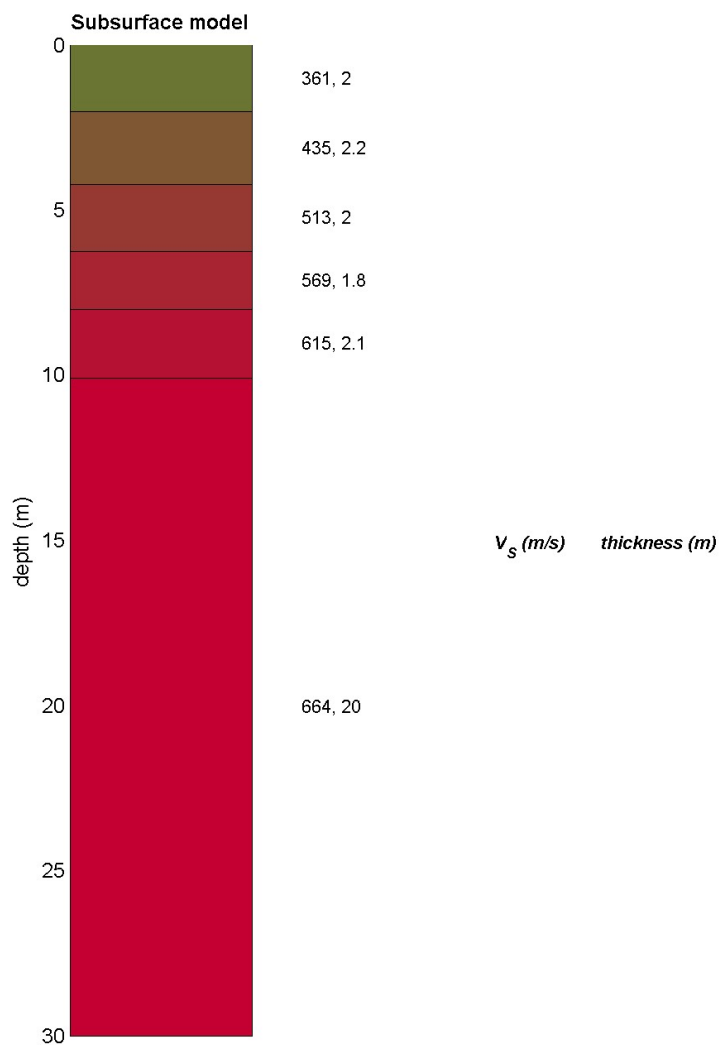


Illustrazione 6: Sismo-stratigramma dal livello fondazione

GeoMa di Dott. Marco Marzupini

Indagini Geofisiche

Cell: 328-7255608

Fax: 0575846070

Sito: www.geoma.it

Email: Marzupinimarco@gmail.com

Email Pec: Geoma.marzupini@pec.it

Skype: Geoma. Marzupini


Sede: Via Brancoleta 1E

Monte San Savino 52048 (AR)

C.F. MRZMRC83Bo1A390P

P.IVA: 03318000928

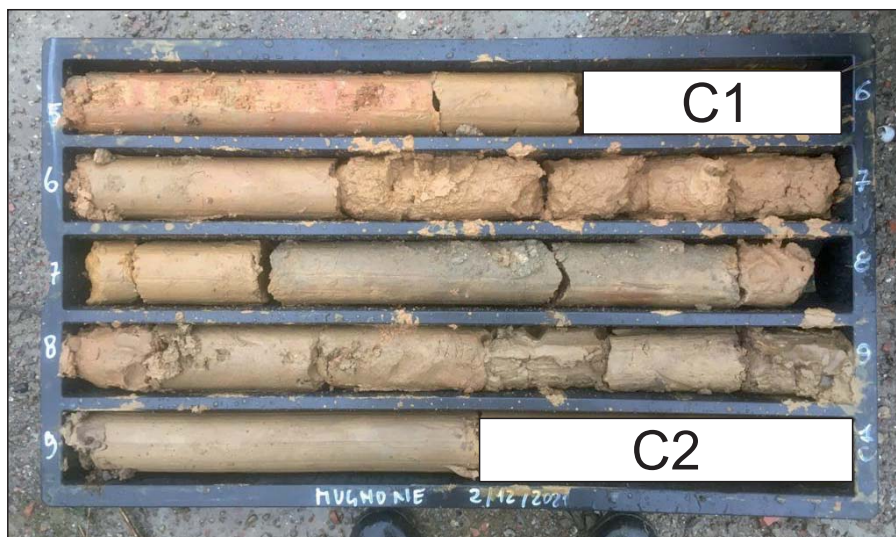
REA: AR-168868

31/01/19		Dott. Marco Marzupini	
			
		Id190153730012020H46	
V02,2020	Geoma di Marco Marzupini Cell: 3287255608 P.iva 03318000928		14

Committente Dott. Gianni Focardi	Profondità raggiunta -18	Quota Ass. P.C.	Certificato n° 021221-1	Pagina
Operatore Alberto Iotti	Indagine Firenze Mugnone Via Confalonieri	Note1	Inizio/Fine Esecuzione 02/12/21	
Responsabile Dott. Alberto Iotti	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio Continuo	Tipo Sonda Beretta T41	Coordinate X Y 43.794842, 11.274522

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	Parametri geotecnici	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove
-1		terreno di riporto del terrapieno, qui costituti da una miscela di ghiaie, laterizi e sabbie con matrice limosa nell'ultimo metro circa colore marrone	-4.50	%C=100										
-2														
-3		limi argillosi, talora con ghiaia di colore marrone nocciola		%C=100	10-50x10cm	-5.50 PC						1	-5.00	
-4														
-5														
-6														
-7		pezzame arenaceo in matrice limoso argilloso e talora sabbiosa colore marrone	-11.50	%C=100	7-12-10	-9.90 PC						2	-9.00	
-8														
-9														
-10														
-11		pezzame arenaceo in matrice limoso argilloso e talora sabbiosa colore marrone	-15.30	%C=100	10-11-50x4cm	-12.00 PC						3	-15.00	
-12														
-13														
-14														
-15		limo argilloso con ghiaia minuta di colore nocciola	-16.80	%C=100	12-13-11	-15.00 PC						4	-18.30	
-16														
-17														
-18														
-19		ghiaia sub-arrotondata da grossa a fine con sabbia		%C=100	11-10-10	-18.00 PC								
-20														

Responsabile





Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.itCERTIFICATO N° **082-21** DATA **30/12/21** PAGINA **1 / 21**VERBALE DI ACCETTAZIONE: **21078** DATA **03/12/21**

COMMITTENTE **Studio di Ingegneria e Architettura**
Ing. Enrico Galigani
Firenze

RICHIEDENTE **Geol. Gianni Focardi**

PROVENIENZA (dichiarata) **Muro di sponda Torrente Mugnone - Firenze**

NUMERO CAMPIONI **2**

ELENCO PROVE ESEGUITE

Contrassegno			Codice campione		Codici delle prove eseguite, oggetto del certificato															
Sond.	Camp.	Prof.			-	G	-	-	-	-	-	-	ELL	TG	-	-	-	-	-	-
1	1	5,7-6,0	21078	01	-	G	-	-	-	-	-	ELL	TG	-	-	-	-	-	-	
1	2	9,4-10,0	21078	02	-	G	-	-	-	-	-	ELL	TG	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Simbologia: w=contenuto di acqua; G=peso di volume; Gs=peso specifico; GR=granulometria; LC= limite liquido e limite plastico; LR = limite di ritiro; BM= Blu di metilene; ELL= compressione semplice; TG= taglio diretto; ED= prova edometrica; RIG= prova di rigonfiamento; TX=prova triassiale; TT= taglio torsionale; K=permeabilità; CH= analisi chimiche; PC=prova di costipamento; cbr= CBR.

OSSERVAZIONI

il Direttore
Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore
Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	2 / 21
Committente	Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze				
Richiedente	Geol. Gianni Focardi				
Provenienza	Muro di sponda Torrente Mugnone - Firenze				
Contenitore	Fustella PVC	Diametro (mm)	85	Lunghezza (cm)	20
Contrassegno	Sond. 1	Camp. 1	Profondità (m)	5,7 - 6,0	

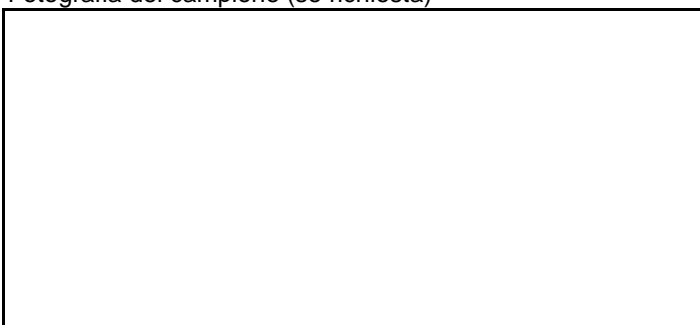
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Data di apertura del campione **21/12/21**

Descrizione del campione:

Limo argilloso bruno rossastro con frammenti arenacei alterati.Classe di qualità **Q5**

Fotografia del campione (se richiesta)



Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)

		P.P.	V.T.
Alto	TG	100	
	ELL	100	
Basso			

P.P. = Pocket penetrometer (kPa)

V.T. = Vane test (kPa)

OSSERVAZIONI:

il Direttore
Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore
Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A
 Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007
 Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

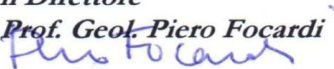
Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **3 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **3/12/21** Prova numero **2107801 -G**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **20**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **5,7 - 6,0**


PESO DI VOLUME

(UNI CEN ISO/TS 17892/2)

Data di prova: **21/12/2021**

Peso del terreno	g	861,00
Volume del terreno	cm ³	453,96
Massa specifica	g/cm ³	1,90
Peso di volume	kN/m³	18,6

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi


lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo




Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **4 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **3/12/21** Prova numero **2107801 -ELL**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **20**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **5,7 - 6,0**

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE

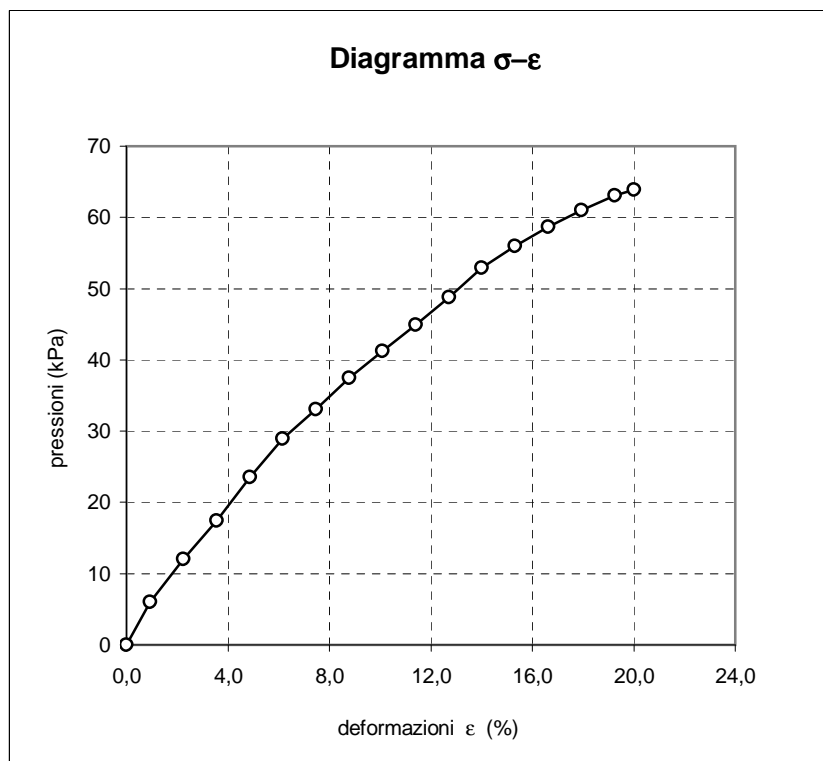
(UNI CEN 17892-7)

Inizio prova **21/12/21**

Dimensioni iniziali altezza cm 10,7
 sezione cm² 56,72
 Contenuto di acqua % 27,6
 Peso di volume kN/m³ 18,7

VELOCITA' DI PROVA
 0,500 mm/min

Def. mm	Area cm ²	e %	s kPa
0,00	56,72	0,0	0
1,00	57,25	0,9	6
2,40	58,02	2,2	12
3,80	58,80	3,6	17
5,20	59,61	4,9	24
6,60	60,44	6,2	29
8,00	61,30	7,5	33
9,40	62,18	8,8	37
10,80	63,08	10,1	41
12,20	64,02	11,4	45
13,60	64,97	12,7	49
15,00	65,96	14,0	53
16,40	66,98	15,3	56
17,80	68,03	16,6	59
19,20	69,12	17,9	61
20,60	70,24	19,3	63
21,40	70,90	20,0	64



STATO TENSIONALE A ROTTURA

Resistenza alla compressione

kPa **64**

Deformazione a rottura

% **20,0**

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **5 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **03/12/21** Prova numero **2107801 -TG/1**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **20**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **5,7 - 6,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(UNI CEN 17892-10)

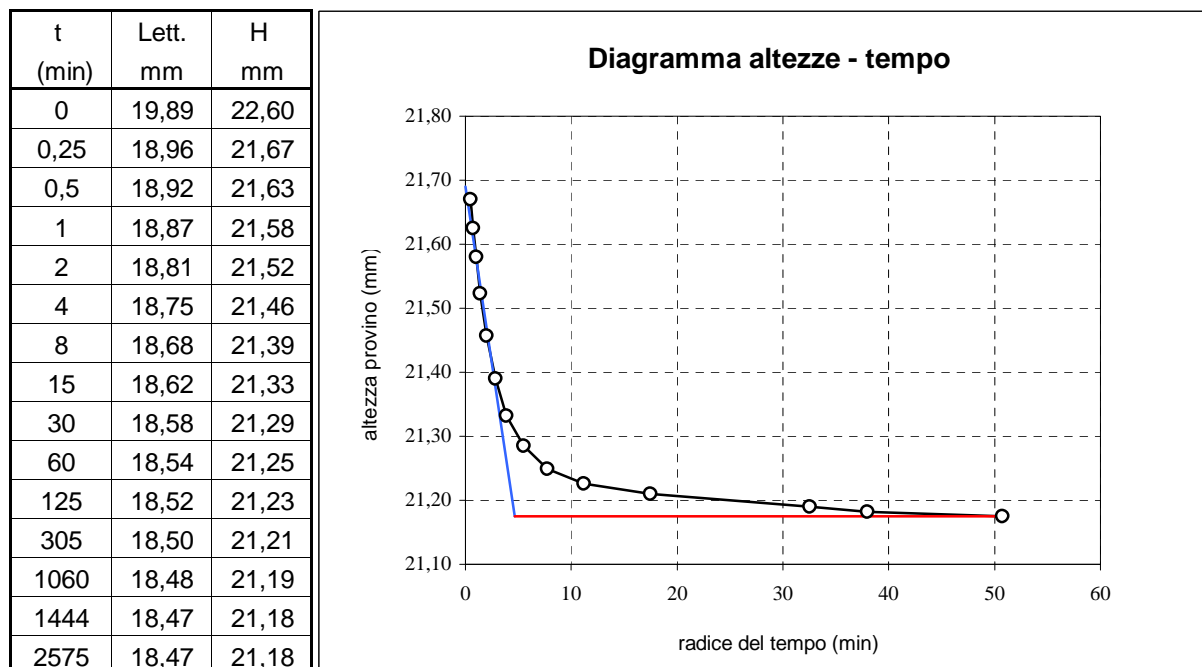
Data di prova inizio **21/12/21** termine **27/12/21**

TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali altezza mm **22,60**
 sezione cm² **36,00**

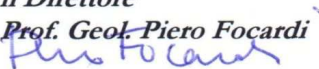
Pressione normale: kPa **100**

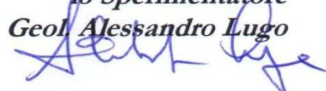
Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.



Tempo di consolidazione t_{100} **22 min**

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) < **0,0216 mm/min**

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi


lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo




Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

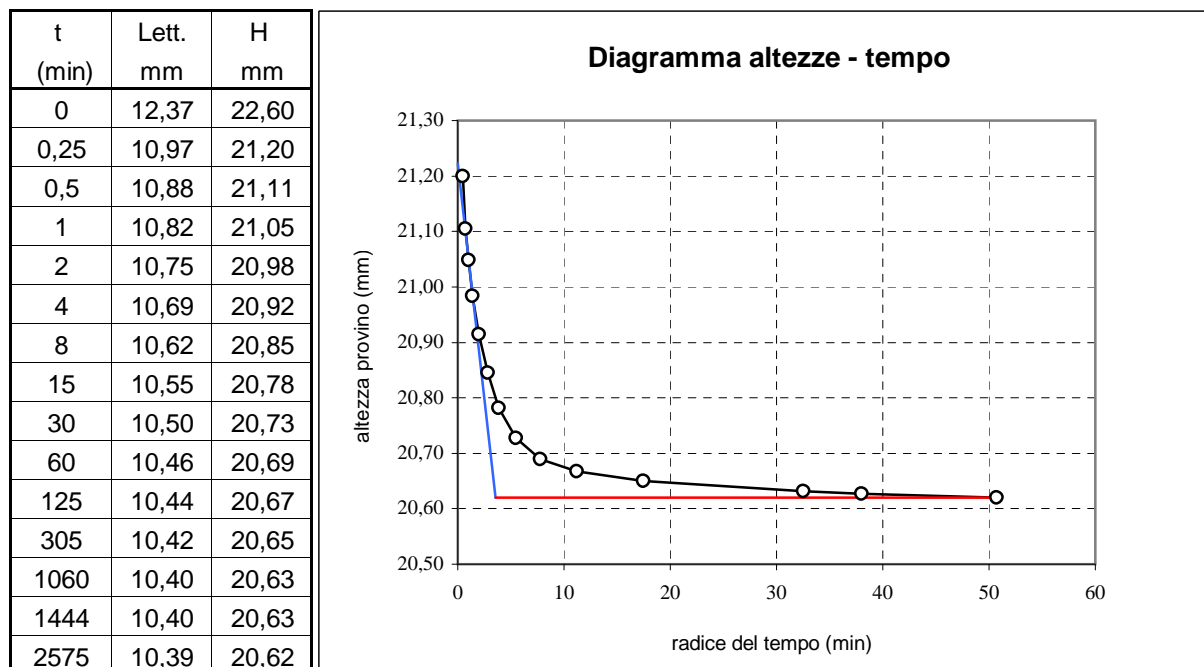
Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	6 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107801 -TG/2		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	5,7 - 6,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOTEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **2**

Dimensioni iniziali	altezza	mm	22,60
	sez.	cm2	36,00

Pressione normale: kPa 200

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

Tempo di consolidazione t_{100}

13 min

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) <

0,0376 mm/min

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

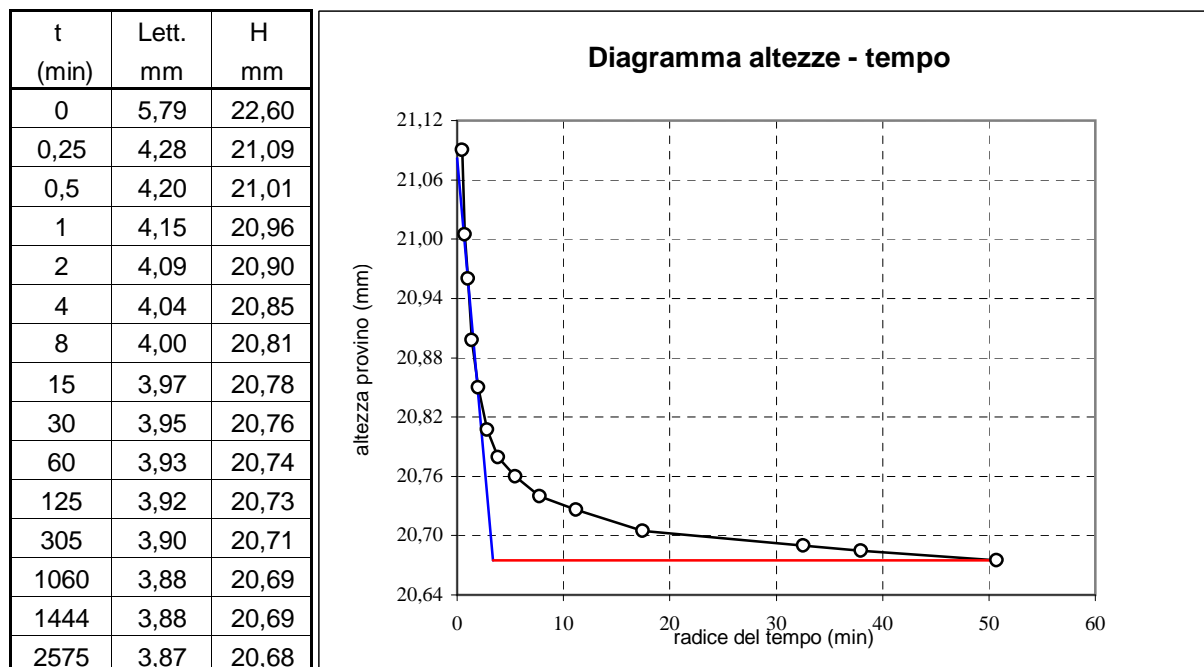
Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	7 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107801 -TG/3		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	5,7 - 6,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOTEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **3**

Dimensioni iniziali	altezza	mm	22,60
	sez.	cm2	36,00

Pressione normale: kPa 300

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

Tempo di consolidazione t_{100}

11 min

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) <

0,0411 mm/min

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **8 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** Prova numero / pagina prova **2107801 -TG/4**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettur** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **1** Prof. (metri) **5,7 - 6,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **1**

Pressione di consolidazione	kPa	100
Tempo di consolidazione	ore	43
Pressione normale	kPa	100
Resistenza al taglio	kPa	65
Spostamento orizz. a rottura	mm	6,42

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

e = deformazione provino (%)

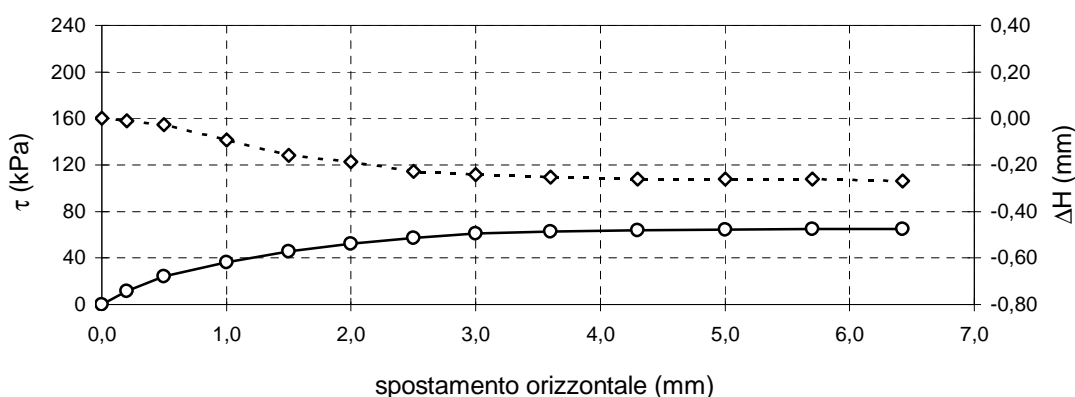
Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,076	-0,01	12
0,50	0,157	-0,03	24
1,00	0,238	-0,09	36
1,50	0,298	-0,16	46
2,00	0,340	-0,19	52
2,50	0,374	-0,23	57
3,00	0,399	-0,24	61
3,60	0,411	-0,25	63
4,30	0,418	-0,26	64
5,00	0,42	-0,26	64
5,70	0,422	-0,26	65
6,42	0,423	-0,27	65

Diagramma delle tensioni tangenziali e delle variazioni di altezza in funzione delle deformazioni



il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

Certificato n°	082-21	Data	30/12/2021	Pagina	9 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107801 -TG/5		
Committente	Studio di Ingegneria e Architetture	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	5,7 - 6,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOPROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **2**

Pressione di consolidazione	kPa	200
Tempo di consolidazione	ore	43
Pressione normale	kPa	200
Resistenza al taglio	kPa	99
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,60

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

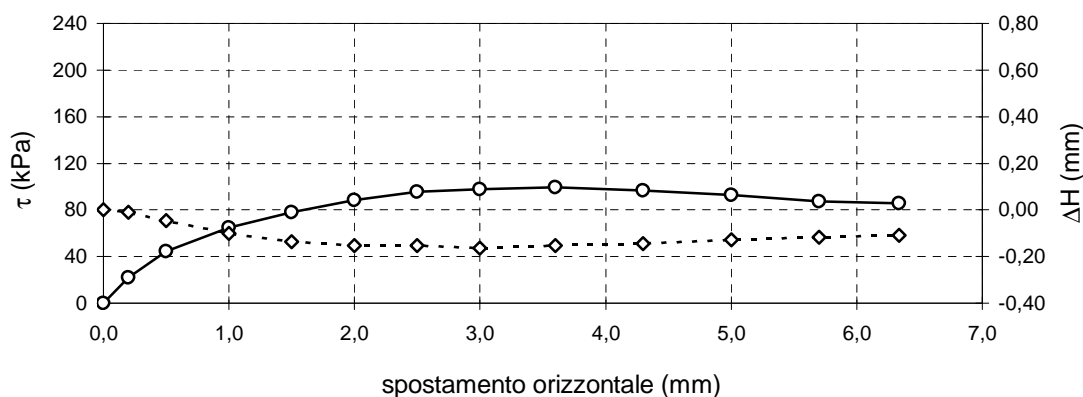
s = spostamento (mm)

Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,086	-0,01	22
0,50	0,174	-0,05	44
1,00	0,255	-0,10	65
1,50	0,306	-0,14	78
2,00	0,348	-0,15	88
2,50	0,376	-0,15	96
3,00	0,385	-0,16	98
3,60	0,39	-0,15	99
4,30	0,38	-0,15	97
5,00	0,365	-0,13	93
5,70	0,344	-0,12	87
6,34	0,337	-0,11	86

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	10 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107801 -TG/6		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	5,7 - 6,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOPROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **3**

Pressione di consolidazione	kPa	300
Tempo di consolidazione	ore	43
Pressione normale	kPa	300
Resistenza al taglio	kPa	162
Spostamento orizz. a rottura	mm	6,35

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

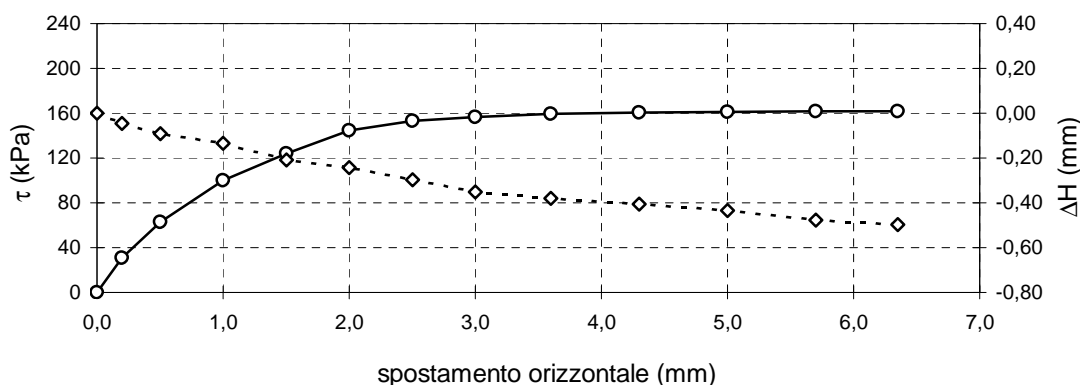
s = spostamento (mm)

Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,067	-0,05	31
0,50	0,135	-0,09	63
1,00	0,215	-0,14	100
1,50	0,267	-0,21	124
2,00	0,312	-0,24	145
2,50	0,330	-0,30	153
3,00	0,338	-0,35	157
3,60	0,343	-0,38	159
4,30	0,346	-0,41	161
5,00	0,347	-0,43	161
5,70	0,349	-0,48	162
6,35	0,349	-0,50	162

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **11 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** Prova numero / pagina prova **2107801 -TG/7**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettur** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **1** Prof. (metri) **5,7 - 6,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Dimensioni iniziali : altezza 2,26 cm sezione : 36,00 cm²

PESO DI VOLUME

		Prima della prova			Dopo la rottura		
Provino numero		1	2	3	1	2	3
Massa del terreno	g	152,32	152,74	153,20	151,22	149,74	148,69
Volume del terreno	cm ³	81,36	81,36	81,36	75,19	73,80	72,45
Massa specifica	g/cm ³	1,87	1,88	1,88	2,01	2,03	2,05
Peso di volume	kN/m ³	18,36	18,41	18,47	19,72	19,90	20,13

CONTENUTO DI ACQUA

		Prima della prova			Dopo la rottura		
Provino numero		1	2	3	1	2	3
Massa terreno umido	g	152,32	152,74	153,20	151,22	149,74	148,69
Massa terreno secco	g	119,45	119,36	119,82	119,45	119,36	119,82
Contenuto di acqua	%	27,52	27,97	27,86	26,60	25,45	24,09

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo



ELLE TI
Laboratorio Terre srl

Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	12 / 21
Committente	Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze				
Richiedente	Geol. Gianni Focardi				
Provenienza	Muro di sponda Torrente Mugnone - Firenze				
Contenitore	Fustella PVC	Diametro (mm)	85	Lunghezza (cm)	46
Contrassegno	Sond. 1	Camp. 2	Profondità (m)	9,4 - 10,0	

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

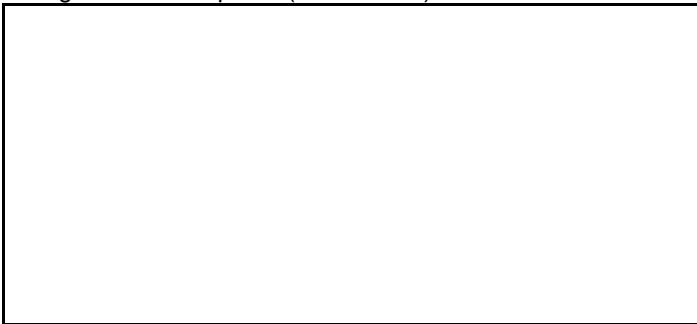
Data di apertura del campione **27/12/21**

Descrizione del campione:

Argilla limosa bruno giallastra, compatta. Presenza di inclusi arenacei alterati.

Classe di qualità **Q5**

Fotografia del campione (se richiesta)



Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)

		P.P.	V.T.	
Alto	TG	200		OSSERVAZIONI:
	ELL	200		
Basso				

P.P. = Pocket penetrometer (kPa)

V.T. = Vane test (kPa)

il Direttore
Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A
 Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007
 Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

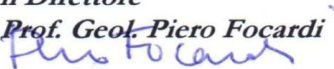
Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **13 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **3/12/21** Prova numero **2107802 -G**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **46**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **2** Profondità (m) **9,4 - 10,0**

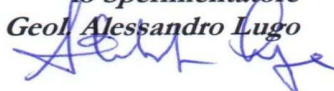
PESO DI VOLUME

(UNI CEN ISO/TS 17892/2)

Data di prova: **27/12/2021**

Peso del terreno	g	4980,0
Volume del terreno	cm ³	2519,5
Massa specifica	g/cm ³	1,98
Peso di volume	kN/m³	19,4

il Direttore
Prof. Geol. Piero Focardi


lo Sperimentatore
Dr. Geol. Alessandro Lugo




Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **14 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **3/12/21** Prova numero **2107802 -ELL**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **46**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **2** Profondità (m) **9,4 - 10,0**

PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE

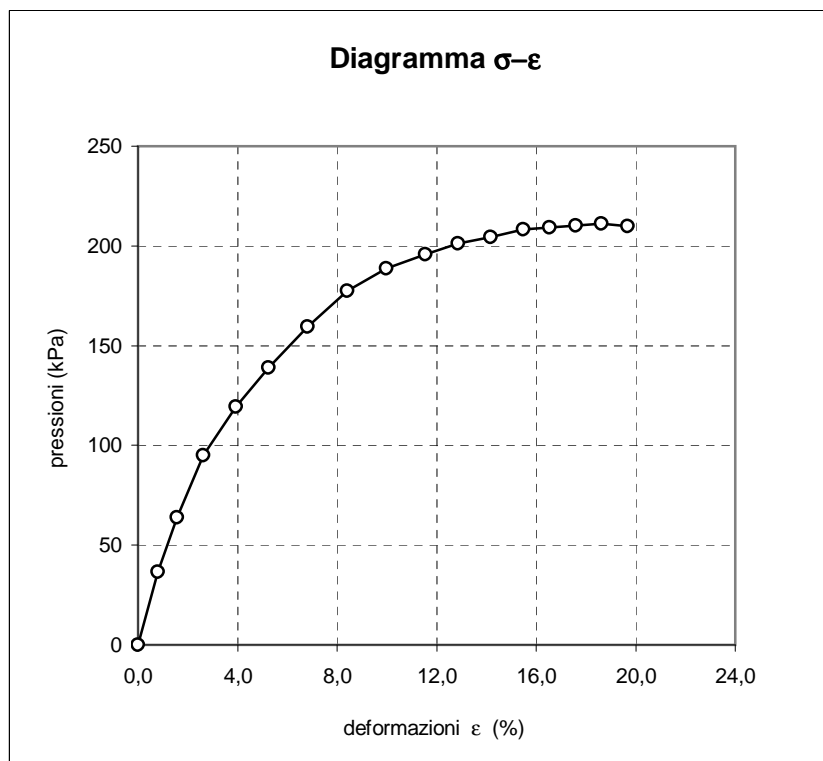
(UNI CEN 17892-7)

Inizio prova **27/12/21**

Dimensioni iniziali altezza cm 7,62
 sezione cm² 11,40
 Contenuto di acqua % 26,0
 Peso di volume kN/m³ 19,5

VELOCITA' DI PROVA
 0,500 mm/min

Def. mm	Area cm ²	e %	s kPa
0,00	11,40	0,0	0
0,60	11,49	0,8	37
1,20	11,58	1,6	64
2,00	11,70	2,6	95
3,00	11,86	3,9	120
4,00	12,03	5,2	139
5,20	12,23	6,8	160
6,40	12,44	8,4	177
7,60	12,66	10,0	189
8,80	12,88	11,5	196
9,80	13,08	12,9	201
10,80	13,28	14,2	204
11,80	13,48	15,5	208
12,60	13,65	16,5	209
13,40	13,83	17,6	210
14,20	14,00	18,6	211
15,00	14,19	19,7	210



STATO TENSIONALE A ROTTURA

Resistenza alla compressione

kPa **211**

Deformazione a rottura

% **18,6**

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **15 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** del **03/12/21** Prova numero **2107802 -TG/1**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettura - Ing. Enrico Galigani - Firenze**
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **46**
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **2** Profondità (m) **9,4 - 10,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

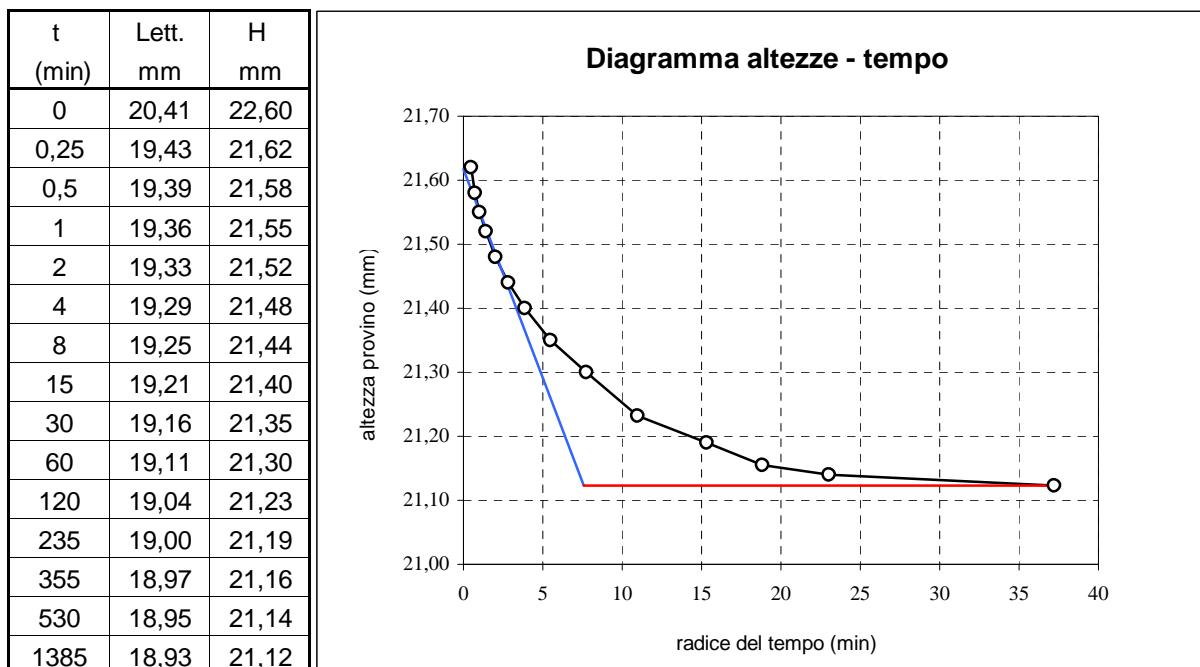
(UNI CEN 17892-10)

Data di prova inizio **27/12/21** termine **30/12/21**TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali altezza mm 22,60
 sezione cm² 36,00

Pressione normale: kPa 100

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

Tempo di consolidazione t_{100}

58 min

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) <

0,0082 mm/min

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

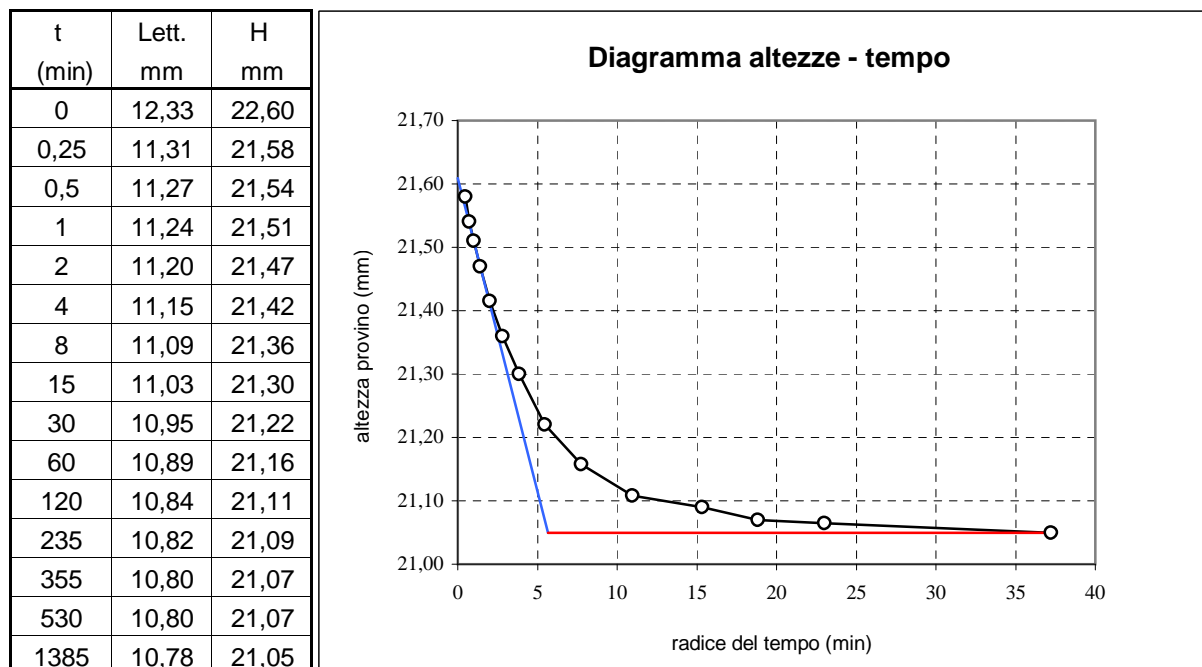
Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	16 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107802 -TG/2		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,4 - 10,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOTEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **2**

Dimensioni iniziali	altezza	mm	22,60
	sez.	cm2	36,00

Pressione normale: kPa 200

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

Tempo di consolidazione t_{100}

32 min

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) <

0,0147 mm/min

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo

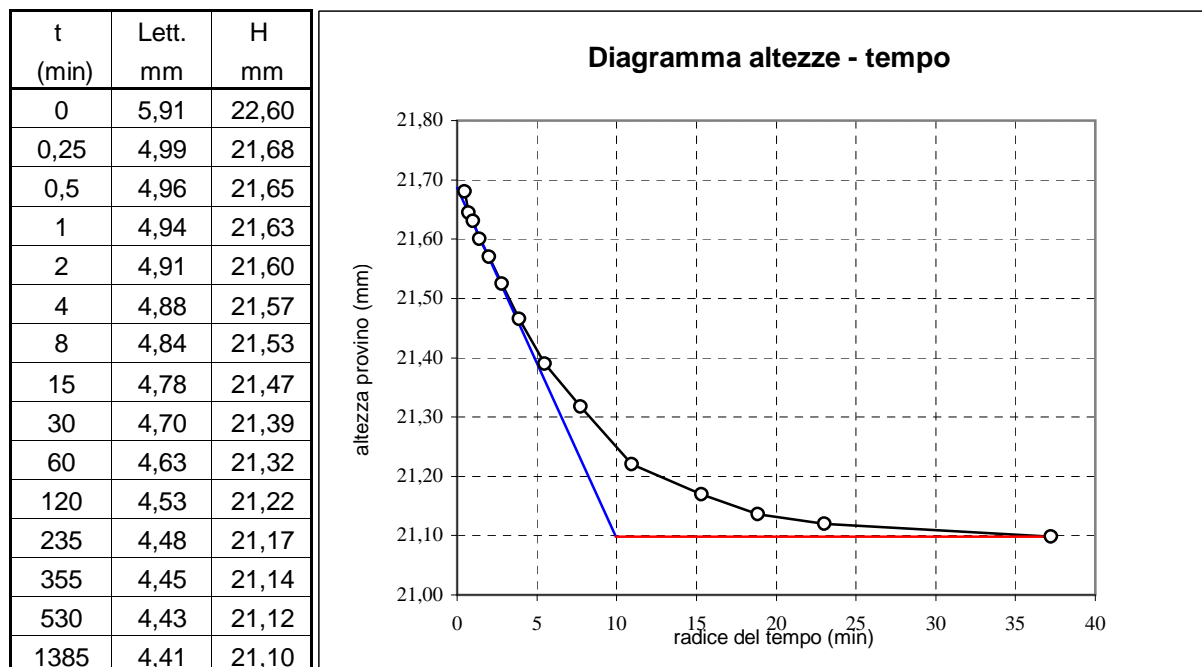
Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	17 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107802 -TG/3		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,4 - 10,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOTEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **3**

Dimensioni iniziali altezza mm 22,60
 sez. cm2 36,00

Pressione normale: kPa 300

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

Tempo di consolidazione t_{100}

99 min

Velocità di taglio da imporre (per deformazioni a rottura di 6,0 mm) <

0,0048 mm/min

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi



lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo





Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **18 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** Prova numero / pagina prova **2107802 -TG/4**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettur** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,4 - 10,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **1**

Pressione di consolidazione	kPa	100
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	100
Resistenza al taglio	kPa	47
Spostamento orizz. a rottura	mm	1,70

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

e = deformazione provino (%)

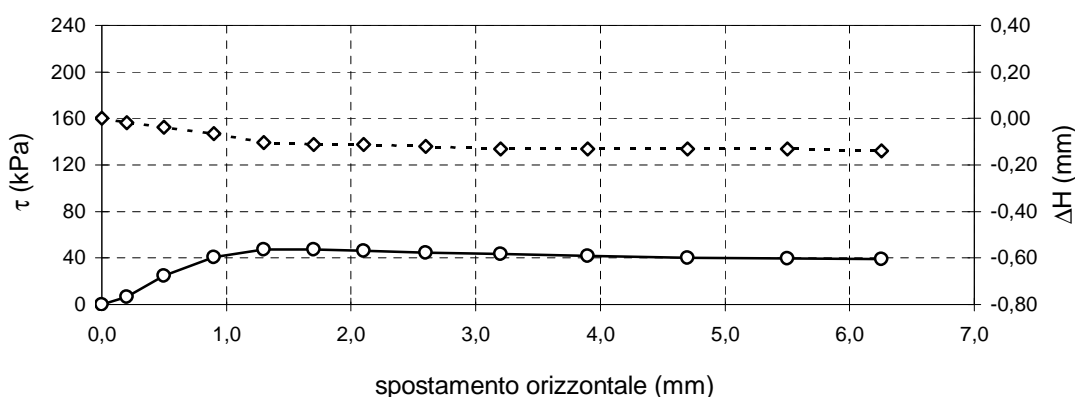
Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,042	-0,02	6
0,50	0,162	-0,04	25
0,90	0,266	-0,07	41
1,30	0,309	-0,10	47
1,70	0,309	-0,11	47
2,10	0,300	-0,11	46
2,60	0,292	-0,12	45
3,20	0,283	-0,13	43
3,90	0,273	-0,13	42
4,70	0,262	-0,13	40
5,50	0,258	-0,13	40
6,26	0,256	-0,14	39

Diagramma delle tensioni tangenziali e delle variazioni di altezza in funzione delle deformazioni



il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo



Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/2021** Pagina **19 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** Prova numero / pagina prova **2107802 -TG/5**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettur** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,4 - 10,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **2**

Pressione di consolidazione	kPa	200
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	200
Resistenza al taglio	kPa	78
Spostamento orizz. a rottura	mm	2,10

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

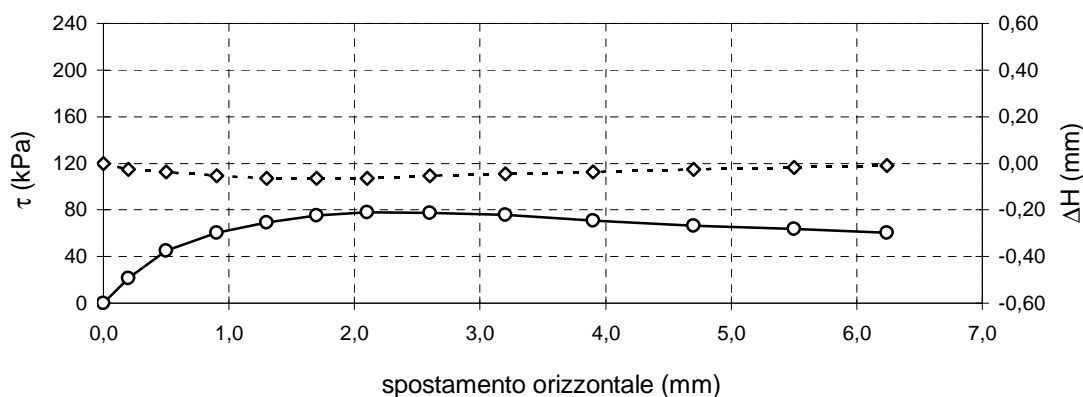
Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,085	-0,03	22
0,50	0,177	-0,04	45
0,90	0,238	-0,05	61
1,30	0,272	-0,06	69
1,70	0,296	-0,06	75
2,10	0,306	-0,06	78
2,60	0,304	-0,05	77
3,20	0,297	-0,05	76
3,90	0,278	-0,04	71
4,70	0,262	-0,03	67
5,50	0,25	-0,02	64
6,24	0,238	-0,01	61

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni



il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

Certificato n°	082-21	Data	30/12/21	Pagina	20 / 21
Verbale di accettazione n°	21078	Prova numero / pagina prova	2107802 -TG/6		
Committente	Studio di Ingegneria e Architettur	Provenienza	Torrente Mugnone - Firenze		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,4 - 10,0

PROVA DI TAGLIO DIRETTOPROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **3**

Pressione di consolidazione	kPa	300
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	300
Resistenza al taglio	kPa	124
Spostamento orizz. a rottura	mm	2,60

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

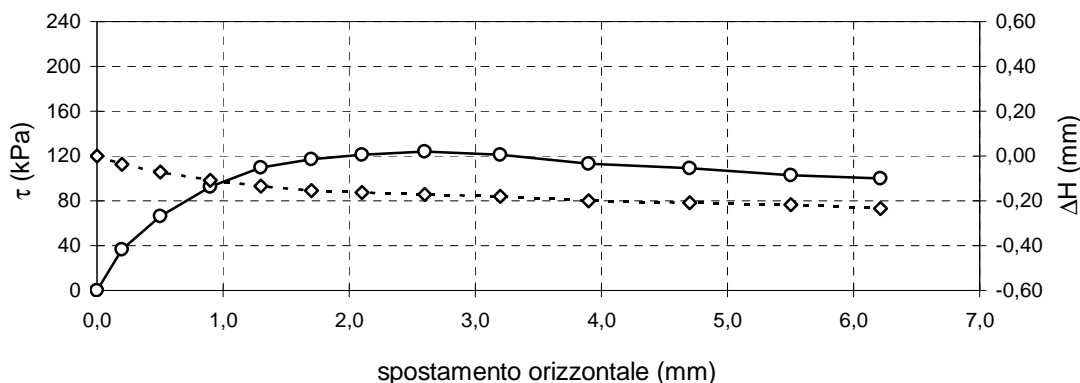
s = spostamento (mm)


Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,079	-0,04	37
0,50	0,143	-0,07	66
0,90	0,200	-0,11	93
1,30	0,236	-0,14	110
1,70	0,252	-0,15	117
2,10	0,261	-0,16	121
2,60	0,267	-0,17	124
3,20	0,261	-0,18	121
3,90	0,244	-0,20	113
4,70	0,235	-0,21	109
5,50	0,222	-0,22	103
6,22	0,215	-0,23	100

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi


lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo




Concessione Ministeriale Circ. 7618/STC - Settore A

Sistema di Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2007

Certificato Nr 50 100 10624 TUV SUD - Italia

Via Galeotti 3 - 50136 Firenze - Tel/fax 055 6505508 - www.laboratorioelleti.it - laboratorio.elleti@tiscali.it

Certificato n° **082-21** Data **30/12/21** Pagina **21 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21078** Prova numero / pagina prova **2107802 -TG/7**
 Committente **Studio di Ingegneria e Architettur** Provenienza **Torrente Mugnone - Firenze**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,4 - 10,0**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Dimensioni iniziali : altezza 2,26 cm sezione : 36,00 cm²

PESO DI VOLUME

	Prima della prova			Dopo la rottura		
Provino numero	1	2	3	1	2	3
Massa del terreno g	161,74	161,08	161,18	156,13	155,71	154,95
Volume del terreno cm ³	81,36	81,36	81,36	75,50	75,74	75,02
Massa specifica g/cm ³	1,99	1,98	1,98	2,07	2,06	2,07
Peso di volume kN/m ³	19,50	19,42	19,43	20,28	20,16	20,26

CONTENUTO DI ACQUA

	Prima della prova			Dopo la rottura		
Provino numero	1	2	3	1	2	3
Massa terreno umido g	161,74	161,08	161,18	156,13	155,71	154,95
Massa terreno secco g	126,71	125,71	125,64	126,71	125,71	125,64
Contenuto di acqua %	27,65	28,14	28,29	23,22	23,86	23,33

il Direttore

Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore

Dr. Geol. Alessandro Lugo

RIEPILOGO DEI RISULTATI DI ANALISI DI LABORATORIO

IL PRESENTE DOCUMENTO (AD USO INTERNO) NON SOSTITUISCE IL CERTIFICATO DI PROVA

Committente: **Studio di Ingegneria e Architettura**

Dati del campione:

Provenienza: **Muro di sponda Torrente Mugnone - Firenze**Sondaggio n° **1** Campione n° **1** Prof. m **5,7 - 6,0**CODICE CAMPIONE **21078 01**

Descrizione del campione:

Limo argilloso bruno rossastro con frammenti arenacei alterati.

GRANDEZZE FISICHE DETERMINATE	Contenuto di acqua %	-	
	Peso di volume kN/m^3	18,6	
	Peso specifico dei granuli	-	
GRANDEZZE FISICHE CALCOLATE	Indice dei vuoti	-	
	Porosità	-	
	Grado di saturazione %	-	
	Densità secca kN/m^3	-	
LIMITI DI CONSISTENZA	Limite di liquidità	-	
	Limite di plasticità	-	
	Limite di ritiro	-	
GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA	Passante setaccio 200 %	-	
COMPLETA (SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE)	ciottoli+ghiaia %	-	
	sabbia %	-	
	limo %	-	
	argilla %	-	
CLASSIFICAZIONE AASHO (GRUPPO e SOTTOGRUPPO)	-	-	-
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE SEMPLICE	(kPa)	64	
PROVA DI TAGLIO DIRETTA	angolo di attrito interno (gradi)	26	
	coesione (kPa)	12	
PROVA TRIASSIALE CD	angolo di attrito interno eff. (gradi)	-	
	coesione eff. (kPa)	-	
PROVA TRIASSIALE CUD	angolo di attrito interno eff. (gradi)	-	
	coesione eff. (kPa)	-	
PROVA TRIASSIALE UU	coesione non drenata (kPa)	-	
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE	angolo di attrito di picco (gradi)	-	
	coesione di picco (kPa)	-	
	angolo di attrito residuo (gradi)	-	
	coesione residua (kPa)	-	
PROVA EDOMETRICA	Indice di compressione c_c	-	
	Indice di rigonfiamento c_s	-	
	Pressione di preconsolidazione	-	
PERMEABILITA'	Coeff.di permeabilità k (cm/s)	-	

ELABORAZIONE RISULTATI DATI SPERIMENTALI

PROVA DI TAGLIO

Committente: Studio di Ingegneria e Architettura

Dati del campione:

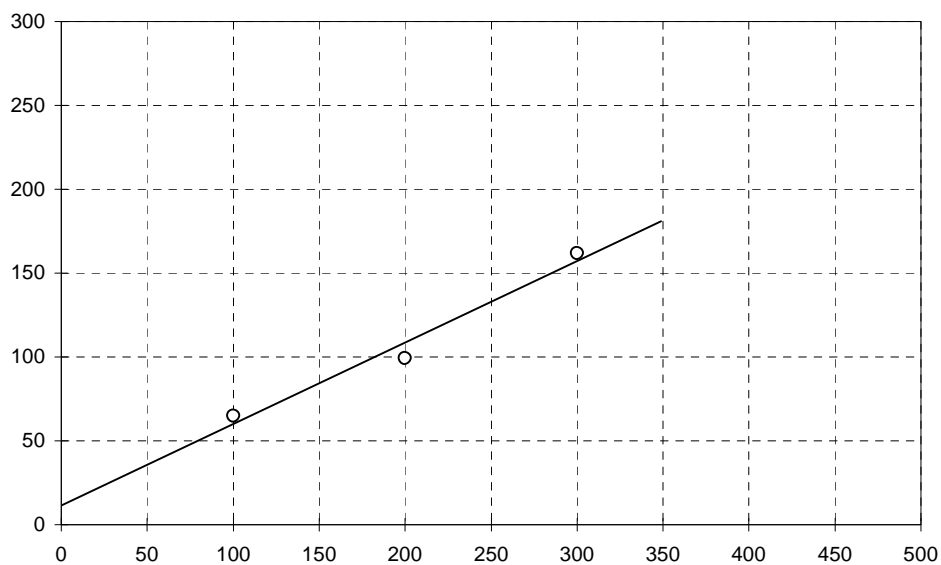
Provenienza: Torrente Mugnone - Firenze

Sondaggio n° 1 Campione n° 1 Prof. m 5,7 - 6,0

STATO TENSIONALE
A ROTTURA

Prova numero		1	2	3	
Pressione normale	kPa	100	200	300	
Resistenza al taglio	kPa	65	99	162	
Deformazione a rottura	mm	6,42	3,60	6,35	

Resistenza al taglio in funzione delle pressioni normali



Coesione = 12 kPa

Angolo di attrito interno 26 °

Coefficiente di correlazione della retta: 0,9936

RIEPILOGO DEI RISULTATI DI ANALISI DI LABORATORIO

IL PRESENTE DOCUMENTO (AD USO INTERNO) NON SOSTITUISCE IL CERTIFICATO DI PROVA

Committente: **Studio di Ingegneria e Architettura**

Dati del campione:

Provenienza: **Muro di sponda Torrente Mugnone - Firenze**Sondaggio n° **1** Campione n° **2** Prof. m **9,4 - 10,0**CODICE CAMPIONE **21078 02**

Descrizione del campione:

Argilla limosa bruno giallastra, compatta. Presenza di inclusi arenacei alterati.

GRANDEZZE FISICHE DETERMINATE	Contenuto di acqua %	-	
	Peso di volume kN/m^3	19,4	
	Peso specifico dei granuli	-	
GRANDEZZE FISICHE CALCOLATE	Indice dei vuoti	-	
	Porosità	-	
	Grado di saturazione %	-	
	Densità secca kN/m^3	-	
LIMITI DI CONSISTENZA	Limite di liquidità	-	
	Limite di plasticità	-	
	Limite di ritiro	-	
GRANULOMETRIA PER SETACCIATURA	Passante setaccio 200 %	-	
COMPLETA (SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE)	ciottoli+ghiaia %	-	
	sabbia %	-	
	limo %	-	
	argilla %	-	
CLASSIFICAZIONE AASHO (GRUPPO e SOTTOGRUPPO)	-	-	-
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE SEMPLICE	(kPa)	211	
PROVA DI TAGLIO DIRETTA	angolo di attrito interno (gradi)	21	
	coesione (kPa)	6	
PROVA TRIASSIALE CD	angolo di attrito interno eff. (gradi)	-	
	coesione eff. (kPa)	-	
PROVA TRIASSIALE CUD	angolo di attrito interno eff. (gradi)	-	
	coesione eff. (kPa)	-	
PROVA TRIASSIALE UU	coesione non drenata (kPa)	-	
PROVA DI TAGLIO TORSIONALE	angolo di attrito di picco (gradi)	-	
	coesione di picco (kPa)	-	
	angolo di attrito residuo (gradi)	-	
	coesione residua (kPa)	-	
PROVA EDOMETRICA	Indice di compressione c_c	-	
	Indice di rigonfiamento c_s	-	
	Pressione di preconsolidazione	-	
PERMEABILITA'	Coeff.di permeabilità k (cm/s)	-	

ELABORAZIONE RISULTATI DATI SPERIMENTALI

PROVA DI TAGLIO

Committente: Studio di Ingegneria e Architettura

Dati del campione:

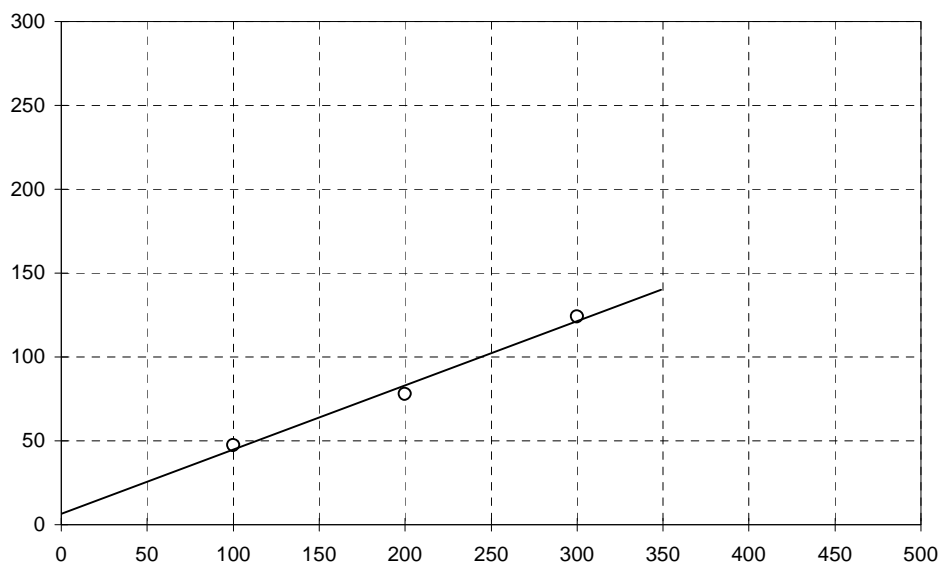
Provenienza: Torrente Mugnone - Firenze

Sondaggio n° 1 Campione n° 2 Prof. m 9,4 - 10,0

STATO TENSIONALE
A ROTTURA

Prova numero		1	2	3	
Pressione normale	kPa	100	200	300	
Resistenza al taglio	kPa	47	78	124	
Deformazione a rottura	mm	1,70	2,10	2,60	

Resistenza al taglio in funzione delle pressioni normali



Coesione = 6 kPa

Angolo di attrito interno 21 °

Coefficiente di correlazione della retta: 0,9967

IBT Prospezioni Srl

C.F. P.IVA 06802820487

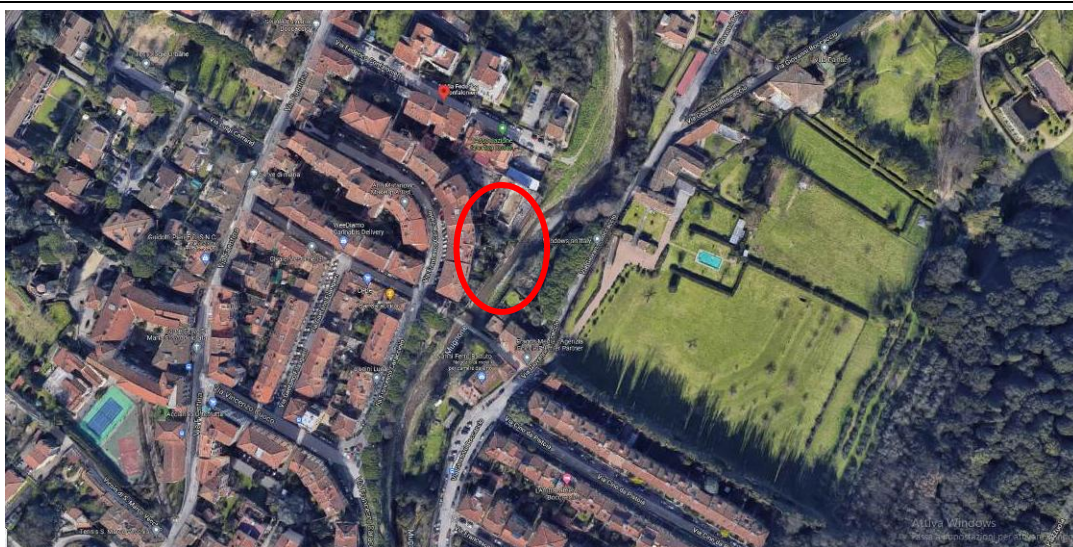
Località Castiglioni 56 Rufina Firenze

Cel 3485844183 e-mail albertoiotti.ai@gmail.com

Comune di Sesto Firenze (Fi)

Località Via Confalonieri

Indagine MASW



Committente:

Dott. Gianni Focardi

FIRENZE, GENNAIO 2022

PREMESSA

Su incarico del Dott. Gianni Focardi è stata condotta una campagna di indagini geognostiche costituita da:

- un'indagine sismica mediante metodo MASW per la valutazione della velocità di propagazione delle onde Vs di taglio finalizzata alla definizione del tipo di suolo presente nell'area ai sensi di quanto previsto dalla vigente normativa
- una misura di microtremori per la valutazione del rapporto H/V per valutare la presenza di fenomeni di risonanza (HVSr)

Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi svolta.

L'area in esame si trova nel Comune di Firenze (FI) località Via Confalonieri lungo il corso del fiume Mugnone. La Figura 2 riporta un'immagine recante l'ubicazione dello stendimento realizzato.



Fig - 2 –Ubicazione delle indagini realizzate

1 Indagine MASW

È stato eseguito uno stendimento per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30. È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi prevedono del procedimento applicato prevedono:

1. calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali vs per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
4. calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
5. Riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2008.

1.1 Acquisizione dei dati

I dati sono stati acquisiti con un sismografo Daq Link III 24 bit 24 canali lungo una linea sismica con interasse geofonico pari a 2 m, intervallo di campionamento di 2 ms e finestra di campionamento pari a 3 s. La Figura 2 riporta le tracce registrate dei dati acquisiti.

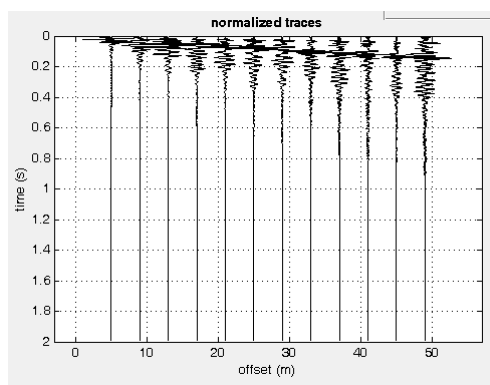


Figura 3 - Tracce dei dati acquisiti

1.2 Ricostruzione della curva di dispersione

A partire dalla rappresentazione delle velocità verticali dell'intero campo di moto nel dominio frequenza numero d'onda (Figura 4) viene estratta la curva di dispersione apparente sperimentale nell'intervallo di frequenza compreso tra 2 e 70 Hz che come detto caratterizza gli strati più superficiali (30 m).

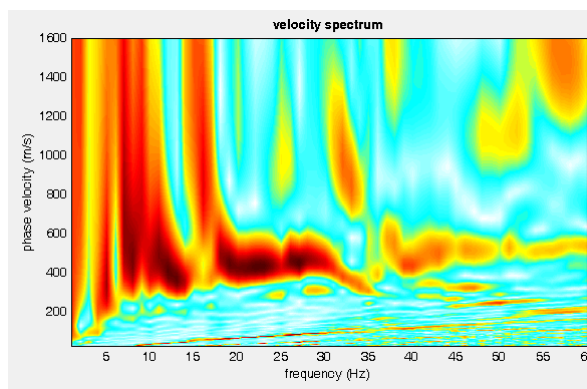


Figura 4 - Spettro delle velocità dell'intero campo di moto

1.3 Confronto tra la curva sperimentale e quelle calcolata

Una volta ricostruita e discretizzata la curva di dispersione sperimentale ne viene generata una calcolata e sovrapposta a quella sperimentale modificando la curva calcolata fino ad avere una buona sovrapposizione con quella sperimentale (Figura 5).

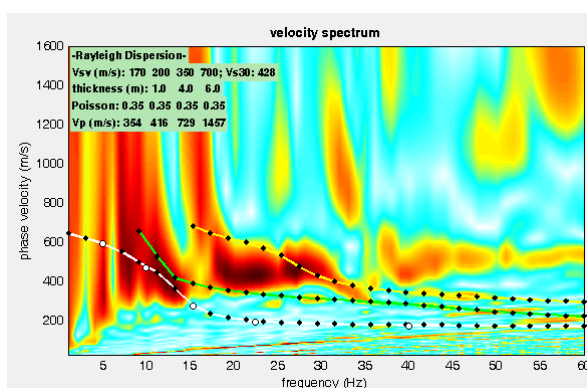


Figura 5 - Confronto tra la curva sperimentale e quella calcolata

È a questo punto possibile passare a definire un profilo di velocità del substrato sul quale calcolare la Vs 30 (Figura 6).

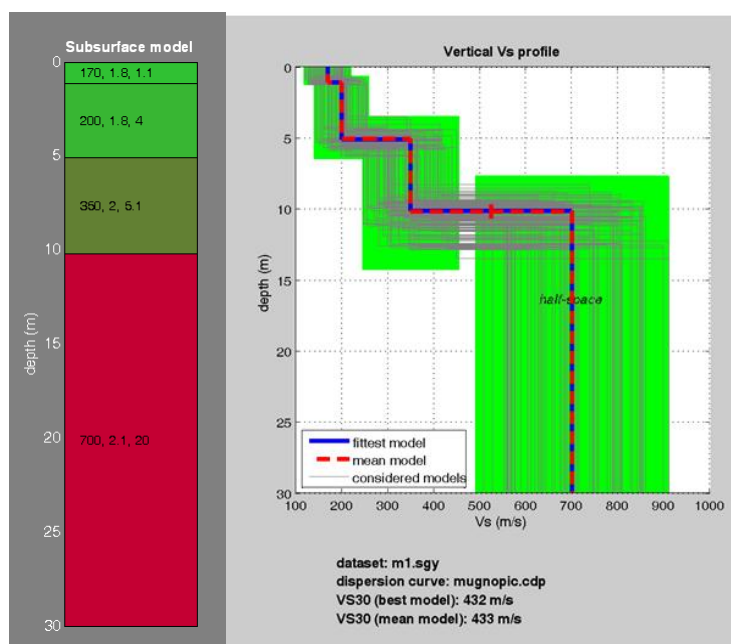


Figura 6 – Andamento della velocità Vs con la profondità

2 Riconoscimento dei picchi di risonanza

La figura 7 riporta un'immagine relativa ai dati registrati per le tre componenti di misura

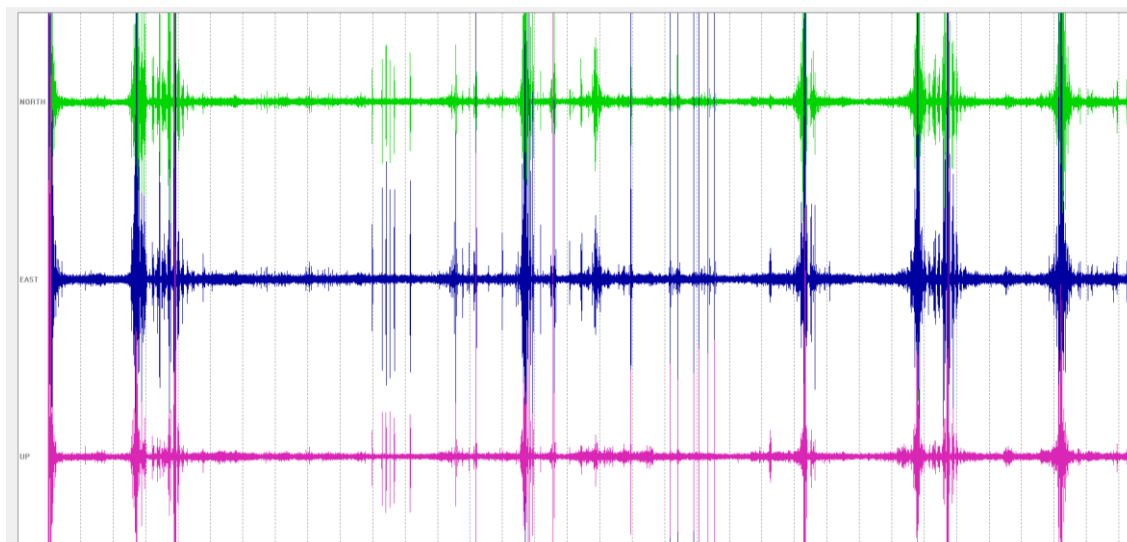


Fig. 7 - Andamento delle registrazioni delle tre componenti di microtremore nel punto di misura

Da segnale misurato è possibile per ogni componente ottenere lo spettro di risposta frequenza contro velocità su frequenza sintetizzato per le tre componenti nella figura 8

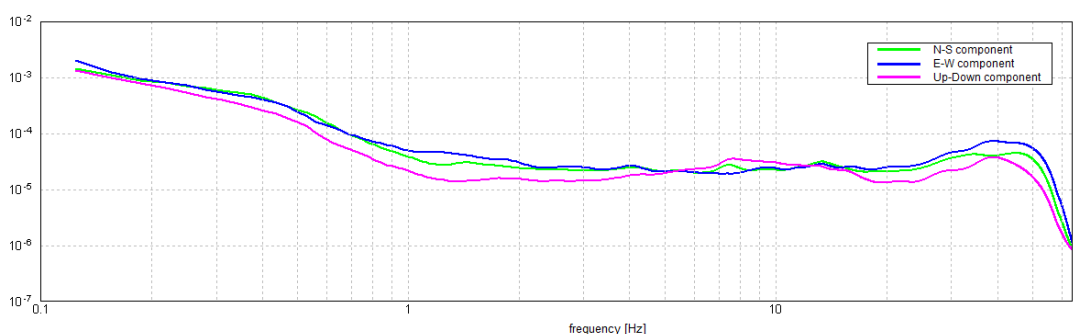


Fig. 8 - Andamento degli spettri $f-v/f$ nelle tre componenti nel punto di misura.

Dall'analisi degli spettri è possibile ottenere per le varie frequenze il rapporto H/V che indica la presenza di fenomeni di risonanza. L'analisi del rapporto deve considerare la direzionalità del picco. Un picco strutturale e non influenzato ad esempio da una sorgente esterna si mostrerà costante nelle diverse direzioni. La figura 9 mostra il valore del rapporto H/V in un diagramma Azimuth-Frequenza. La presenza di un picco costante nelle varie direzioni si manifesta con una linea orizzontale continua, una fascia stretta indica una frequenza precisa di risonanza, una fascia di colore più alta indica una dispersione nel valore della frequenza.

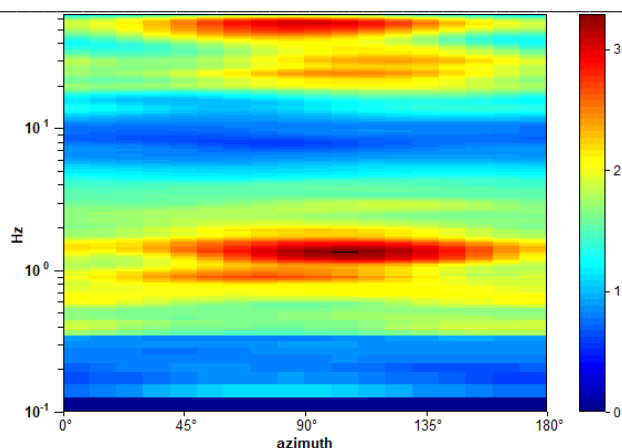


Fig. 9 - Andamento del rapporto H/V in un diagramma Azimuth - Frequenza

La figura 10 riporta L'andamento del rapporto H/V in funzione della Frequenza.

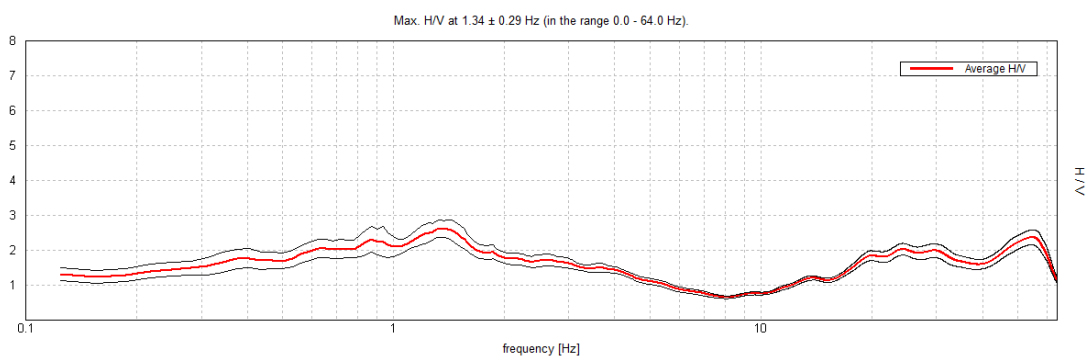


Fig. 10 - Andamento del rapporto H/V alle varie frequenze nel punto di misura

In letteratura si ritengono significativi picchi con ampiezza maggiore di 2. Dall'analisi dei dati relativi nell'area in esame appare che è presente un picco con frequenza 1.5 Hz. ed ampiezza 2.6.

3 Riconoscimento della V_e (NTC 2018) e del profilo di appartenenza

In base a quanto definito nelle NTC 2018 la categoria di suolo deve essere definita in funzione della velocità equivalente calcolata secondo l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

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.

La tabella 3 riporta le categorie di suolo come definite nelle NTC 2018.

Categoria	Caratteristiche della stratigrafia
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3 - Categorie di suolo NTC 2018

La velocità V_e per il terreno in esame è pari a 432 m/s. La categoria di suolo da attribuire al sito in esame è B.

Firenze, '21

Dott. Alberto Iotti

IBT Prospezioni Srl