



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**comune di  
PRATO**  
Codice Fiscale: 84006890481

*Progetto:*

**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DI CAMPI ESISTENTI  
LOTTO IV \_ REALIZZAZIONE ILLUMINAZIONE E ADEGUAMENTO  
ANTINCENDIO - CAMPO DA CALCIO " FANTACCINI "  
CUP: C37H21001490001**

*Titolo:*

**INDAGINI GEOLOGICHE, SISMICHE E DIAGNOSI ENERGETICHE**

*Fase:*

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**

Servizio:	<b>Edilizia Scolastica e Sportiva</b>
Dirigente del Servizio:	<b>Arch. Laura Magni</b>
Responsabile Unico del Procedimento:	<b>Arch. Stefano Daddi</b>

*Progettisti:*

Progetto  
Architettonico: Arch. Laura Benfante  
Geom. Santino Carioscia  
Geom. Francesca Logli  
Geom. Serena Orlandi

Elaborato: A.01 - Indagini geologiche, sismiche e diagnosi energetiche

Scala:

Spazio riservato agli uffici:

Data: **Maggio 2022**

**COMUNE DI PRATO**

TITOLO PROGETTO:

**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PRESSO IL  
POLO SPORTIVO DI IOLO  
IMPIANTO ILLUMINAZIONE CAMPO "FANTACCINI"  
NUOVI SPOGLIATOI PREFABBRICATI CAMPO RUGBY "CHERSONI"**

UBICAZIONE:

**Via per Iolo n. 101**

---

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

IL GEOLOGO:

**Dr. Geol. Gianni Focardi**  
N. 659 O.d.G. della Toscana



CODIFICA INTERNA:

**06gt21**

DATA DOCUMENTO:

**20 Luglio 2021**

---

Viale della Cristallina n. 48, 50019 - Sesto Fiorentino (FI)

Tel.: 0554937392, fax 0550988172, cell. 3486703422; e mail: info@studiogeologicofocardi.it

www.studiogeologicofocardi.it / pec : giannifocardi@epap.sicurezzapostale.it

Cod. Fisc. : FCRGNN67E03D612U - P. IVA : 05395830481

## INDICE

1. PREMESSA .....	4
2. GLI INTERVENTI DI PROGETTO .....	5
3. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA .....	6
3.1 LA PERICOLOSITÀ' GEOMORFOLOGICA.....	6
3.2 LA PERICOLOSITÀ' IDRAULICA .....	7
3.3 LA PERICOLOSITÀ' SISMICA.....	8
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO .....	9
5. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	10
6. LA CAMPAGNA DI INDAGINI.....	11
6.1 GLI ESITI DEL SONDAGGIO.....	12
6.2 LA PROVE PENETROMETRICHE.....	13
6.3 LE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO .....	14
6.4 LE PROVE GEOFISICHE .....	15
7. I DATI DI ARCHIVIO .....	18
8. . IL MODELLO GEOLOGICO .....	20
9. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI .....	22
9.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	22
9.2 LIQUEFAZIONE .....	23
10. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA' .....	25
7.1 ART. 12 FATTIBILITÀ GEOLOGICA (FG).....	26
7.2 ART. 13 FATTIBILITÀ IDRAULICA (Fi).....	26
7.3 ART. 14 FATTIBILITÀ SISMICA (Fs).....	27

## FIGURE

- Fig. 1 : Carta della Pericolosità Geomorfologica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 2 : Carta della Pericolosità Idraulica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 3 : Carta della Pericolosità Sismica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 4 : Corografia;
- Fig. 5 : Carta Geologica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 6 : Carta Litotecnica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 7 : Carta Idrogeologica da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 8 : Carta delle Problematiche idrogeologiche da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 9 : Carta delle MOPS da Variante al Piano Strutturale;
- Fig. 10 : Carta delle Frequenze Fondamentali dei Depositi da Variante al Piano Strutturale.

## APPENDICI

- App.1 : PGRA
- App.2 : RETICOLO IDROGRAFICO

## ALLEGATO

- All.1 : Stratigrafia sondaggio;
- All.2 : Certificato prove penetrometriche statiche;
- All.3 : Certificato prove geotecniche di laboratorio;
- All.4 : Certificato prova geofisica MASW;
- All.5 : Certificato prova Down-Hole.

## 1. PREMESSA

Il presente lavoro espone i risultati dello studio geologico di supporto agli interventi di riqualificazione presso il Polo Sportivo di Iolo ubicato in via per Iolo, 101 nel Comune di Prato.

Per l'espletamento dell'incarico sono state determinate le caratteristiche geomorfologiche della zona in esame e di un intorno ritenuto significativo tramite sopralluogo. A verifica ed integrazione degli elementi raccolti è stata consultata la cartografia tematica delle Indagini geologico-tecniche di supporto allo Strumento Urbanistico del Comune facendo riferimento alla Variante di supporto al Piano Strutturale approvata nel 2019, e quella di supporto all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (Bacino del Fiume Arno).

Per la caratterizzazione litostratigrafica e sismica locale sono state effettuate le seguenti indagini e prove, in situ e di laboratorio:

- una campagna di indagini geognostiche con sondaggio e prove penetrometriche;
- prove geotecniche di laboratorio;
- prospezione sismica con prova MASW.

Sono stati inoltre consultati i dati relativi ad una prova Down-Hole realizzata nei pressi del campo sportivo ed estratta dallo Strumento Urbanistico del Comune.

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;
- D.P.G.R. 9 Luglio 2009 n. 36/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 03.01.2005 n. 1. Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico";
- Strumento Urbanistico vigente.

### 2. GLI INTERVENTI DI PROGETTO

L'intervento prevede la realizzazione di quattro torri faro per l'illuminazione del campo da calcio "Fantaccini" e poste lungo il suo perimetro. Tali opere saranno realizzate in lamiera e avranno un'altezza di circa 21 metri.

Inoltre, è prevista la realizzazione di nuovi spogliatoi prefabbricati per il vicino campo da rugby "Chersoni".

## 3. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA

Per l'analisi delle condizioni di pericolosità sono state esaminate le relative cartografie di accompagnamento alla Variante di supporto al Piano Strutturale e del PGRA

### 3.1 LA PERICOLOSITÀ' GEOMORFOLOGICA

Come riportato nella Relazione Geologica di supporto allo Strumento Urbanistico del Comune, il territorio comunale è stato suddiviso in 3 classi di pericolosità geomorfologica così descritte:

**"G.4 – Pericolosità molto elevata:** aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto gravitativo attivi e le relative aree di influenza; areali soggetti a soliflusso e le scarpate morfologiche ancora attive.

**G.3 – Pericolosità elevata:** aree in cui sono presenti fenomeni di dissesto quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi.

In classe G.3 sono stati inseriti i seguenti elementi:

- frana quiescente;
- area potenzialmente instabile in base alla giacitura della formazioni litoidi;
- area di potenziale instabilità dovuta alla pendenza del versante:
  - terreni alluvionali con pendenze superiori al 25%;
  - terreni litoidi alterati e fratturati con pendenze maggiori del 50%;
- corpo detritico su versante con pendenza superiore al 25%;
- area soggetta ad intensi fenomeni erosivi dovuti allo scorrimento delle acque superficiali su terreni dotati di scarsa copertura pedologica;
- area di cava abbandonata;
- area interessata da fenomeni carsici (doline);
- zona con elementi antropico a forte impatto quali rilevati delle infrastrutture viarie, dighe e riporti di terreno.

**G.2 - Pericolosità geomorfologica media:** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

Dall'esame della relativa cartografia, la zona in studio ricade in **classe di pericolosità geomorfologica media G.2** in quanto area caratterizzata da bassa propensione al dissesto (vedi fig.1).

### 3.2 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Come riportato nella Relazione Geologica di supporto allo Strumento Urbanistico del Comune, il territorio comunale è stato suddiviso in 4 classi di pericolosità idraulica così caratterizzate:

**I.4 – Pericolosità idraulica molto elevata:** *in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi con tempi di ritorno (Tr) inferiori o uguali a 30 anni, che equivalgono alle aree P3 del PGRA ed alle "aree a pericolosità per alluvioni frequenti" della LR.41/18.*

**I.3 – Pericolosità idraulica elevata:** *in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali con un tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni che equivalgono alle aree P2 del PGRA ed alle "aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti" della LR.41/18.*

**I.2 – Pericolosità idraulica media:** *in questa classe sono rappresentate tutte le aree interessate da allagamenti per eventi alluvionali il cui tempo di ritorno è superiore ai 200 anni e le aree di fondovalle non interessate dagli studi idraulici di dettaglio per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.*

**I.1 – Pericolosità idraulica bassa:** *aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni: non vi sono notizie storiche di inondazioni; sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede".*

Dall'esame della relativa cartografia la zona in studio ricade in **classe di pericolosità idraulica media I.2** (vedi fig.2).

Per quanto riguarda la **pericolosità da P.G.R.A.** (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) l'area di studio risulta ricadere in classe di pericolosità **P.1** (vedi appendice 1).



### 3.3 LA PERICOLOSITÀ' SISMICA

Come riportato nella Relazione Geologica di supporto allo Strumento Urbanistico del Comune, il territorio comunale è stato suddiviso in 4 classi di pericolosità sismica così caratterizzate:

**Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):** zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici.

**Pericolosità sismica locale elevata (S.3):** 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; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; 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.

**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3 quali, nello specifico, le zone di pianura dove il contrasto di impedenza tra le coperture alluvionali e il substrato roccioso si trova a grande profondità.

**Pericolosità sismica locale bassa (S.1):** zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (inferiore ai 15°) e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica”.

Dall'esame della Cartografia di supporto alla Variante del Piano Strutturale, la zona in studio ricade in **classe di pericolosità sismica locale media S.2** in quanto zona stabile suscettibile di amplificazioni locali (vedi fig.3).

#### 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

Il plesso sportivo è ubicato a sud dell'abitato di Iolo ed è inserito in un contesto caratterizzato da ampie superfici coltivate ed aree a verde.

La zona è pianeggiante con quota del piano di campagna di circa 42 m s.l.m. (fig. 4).

Non vi sono elementi morfologici significativi; la zona è stabile.

Con riferimento alle caratteristiche geologiche si ha che i depositi di riempimento della piana di Firenze-Prato-Pistoia, discordanti sul substrato litoide, sono costituiti da:

- Depositi lacustri e lacustro-palustri Villafranchiani, formati da corpi argillosi ed argillo-limosi di chiaro ambiente lacustre e orizzonti clastici di delta a granulometria variabile dal ciottolame ai limi;
- Depositi Alluvionali antichi costituiti da ciottolame e ghiaie in matrice fine con alternanze di livelli sabbioso-limosi (mai affioranti);
- Depositi Alluvionali recenti costituiti da ciottolami e ghiaie in matrice limosa prevalente con livelli e lenti in sabbie; al top della formazione si rinviene una copertura a granulometria fine composta da limi prevalenti con frazioni sabbiose ed argillose talora predominanti.

Non di rado i depositi alluvionali sono coperti da terreni eterogenei di riporto più o meno recente e materiali antropici (terreno rimaneggiato frammisto a frammenti di manufatti) che possono raggiungere lo spessore di qualche metro.

Nell'ambito dei Depositi Alluvionali il passaggio tra i due orizzonti sopra citati non sempre è evidente e pertanto viene indicato sulla base di ricostruzioni stratigrafiche derivanti dallo studio ed interpolazione di abbondanti dati bibliografici. Lo spessore, la composizione granulometrica, la presenza stessa degli strati sopra descritti è tuttavia molto variabile da una zona all'altra della piana in funzione sia della distanza dai corsi d'acqua presenti e passati, che della direzione trasversale o longitudinale al bacino, del regime idraulico e della profondità del substrato litoide.

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche e litotecniche locali (fig. 5-6), l'area rientra all'interno di una conoide di depositi alluvionali recenti.

### 5. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Trattandosi di un'area antropizzata il drenaggio e la regimazione delle acque di scorrimento superficiale sono svolte dall'azione della locale rete fognaria.

Non vi sono corsi d'acqua del reticolo idrografico, di cui al DCR 28/2020 (vedi app. 2) nell'intorno della zona d'intervento; tuttavia al margine meridionale del campo da rugby è presente un fosso limitrofo al sedime di progetto dei nuovi spogliatoi (vedi anche l'illustrazione seguente).



Il fosso si presenta con sezione trapezia e scarpate di sponda in terra ed una profondità d'alveo di circa 1,5 metri.

Dalla carta idrogeologica (fig.7) risulta una permeabilità primaria (per porosità) medio-bassa. La curva isopiezometrica a 35 m s.l.m. evidenzia la presenza della superficie freaticometrica a circa 7 metri di profondità dal p.c..

Dall'esame della Carta delle problematiche idrogeologiche (vedi fig.8) l'area risulta a vulnerabilità bassa; l'area risulta avere anche una disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica. Su entrambe le cartografie è censita la presenza di tre pozzi di approvvigionamento idrico dell'acquedotto nell'intorno dei campi sportivi. Per questo motivo l'intera zona di intervento rientra nell'area di rispetto dei pozzi secondo il D.Lgs. n° 152/06.

### 6. LA CAMPAGNA DI INDAGINI

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

- N. 1 Sondaggio a carotaggio continuo (ditta TECNA srl);
- N.4 prove penetrometriche statiche (ditta TECNA srl);
- Prove geotecniche di laboratorio (ditta ELLE TI Laboratorio Terre srl);
- Prospezione sismica MASW ( Dott. Geol. Daniele Lisi).

L'ubicazione del sondaggio (identificativo S1) e della penetrometrie (identificativo P 1,2,3 e 4 ) sono riportate nell'illustrazione seguente.





## 6.1 GLI ESITI DEL SONDAGGIO

Il sondaggio a carotaggio continuo è stata realizzato in data 27/05/2021. La profondità raggiunta è stata di 15 metri ed il foro di prova è stato allestito con piezometro a tubo aperto del tipo "Norton" opportunamente protetto in testa da una lapide raso terra.

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 circa 7,5 metri vi sono alternanze di litotipi fini argilloso limosi e sabbioso argillosi;
- seguono poi delle ghiaie sabbiose riscontrate fino alla profondità di 13,5 metri;
- chiudono infine la serie delle alternanze di litotipi fini argilloso limosi e sabbioso limosi.

Il livello di falda (misurata in data 31 maggio) è stato riscontrato a 9,9 metri di profondità dalla bocca di foro.

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

		S1	
num. S.P.T.	Profondità m da p.c.	Numero colpi	N <sub>SPT</sub>
SPT 1	da 3,5	3-3-4	7
SPT 2	da 6,5	4-6-7	13
SPT 3	da 10,2	20-36-48	84

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

- "plastico" delle argille limose
- "dura" delle argille
- "molto densa" delle ghiaie sabbiose.

Definizione della consistenza	Numero dei colpi $N$ (S.P.T.)	Indice di consistenza $I_c$	Coesione non drenata $c_u$ (bar)
<i>Terreno coerente</i>			
Molto soffice	< 2	$\sim 0$	< 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
		Densità relativa $D_r$	Angolo di attrito $\varphi'$
<i>Terreno incoerente (sabbie e ghiaie)</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 LA PROVE PENETROMETRICHE

Le penetrometrie sono state eseguite in data 31/05/2021.

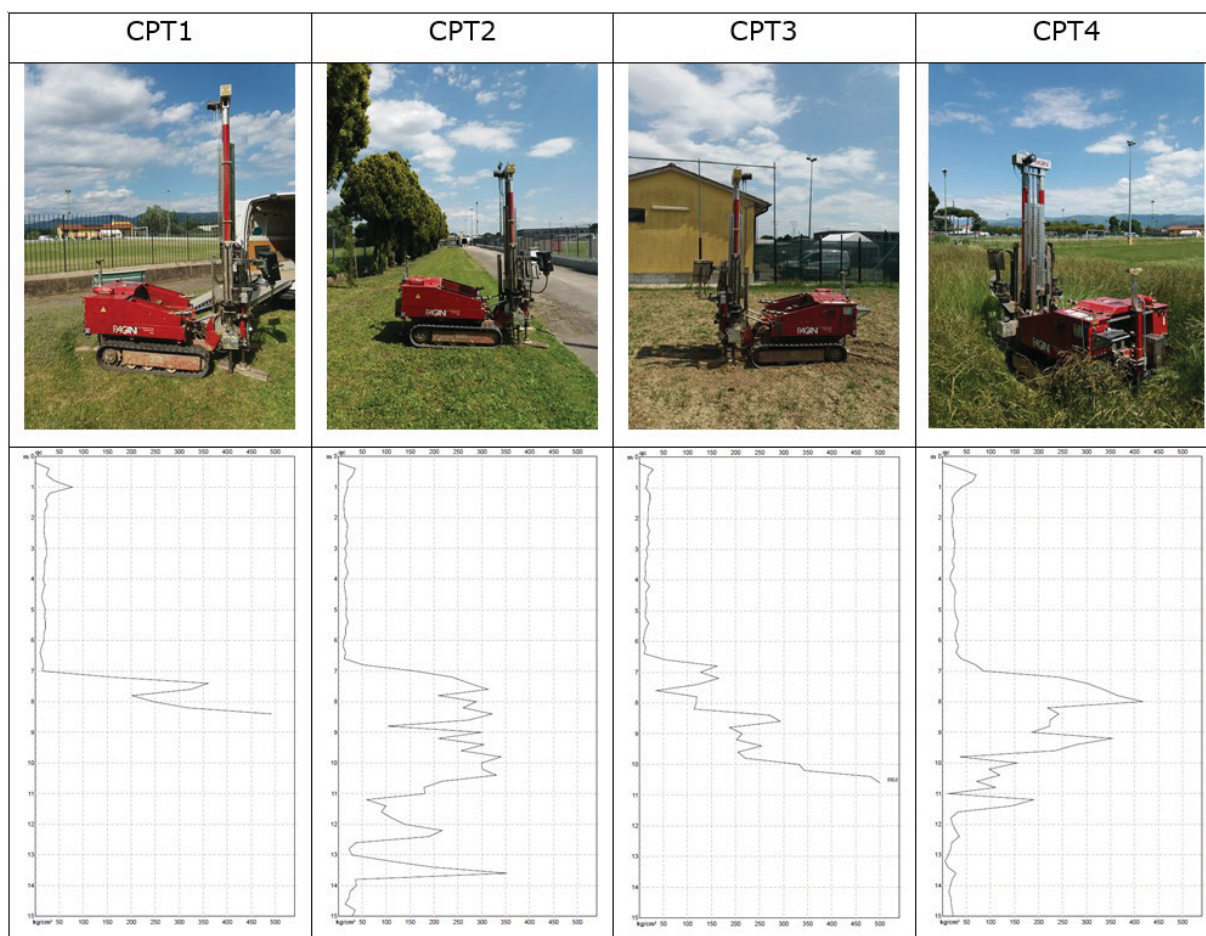
Il certificato di prova con le letture di campagna, i diagrammi di resistenza e litologia e l'elaborazione dei parametri geotecnici è riportato in allegato 2.

Tutte le prospezioni si sono svolte in modalità statica fino al raggiungimento del rifiuto all'avanzamento (P1 e P3) o della profondità di 15 metri (P2 e P4).

Le profondità raggiunte sono state le seguenti

	P1	P2	P3	P4
Profondità	6,6 m	15,0 m	10,6 m	15,0 m

I diagrammi di resistenza della punta sono riassunti nella tabella seguente:



Dall'esame comparato dei valori e dal confronto degli esiti del sondaggio si conferma un quadro stratigrafico piuttosto omogeneo con la presenza di uno strato di riporto o terreno agrario superficiale di spessore medio circa 1 metro, al quale segue un livello limoso argilloso, talvolta sabbioso, di mediocre consistenza; dalla profondità di circa 7 metri vi è uno strato di sabbie e ghiaie che raggiunge la profondità di 12-13 metri.

### 6.3 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 contenuto d'acqua;
- Determinazione del peso di volume;
- Determinazione del peso specifico;
- Analisi granulometrica (setacciatura e sedimentazione) e comparazione con fuso di liquefazione;
- 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. 3); alcuni dei parametri derivano dall'elaborazione dei dati sperimentali.

<b>SONDAGGIO</b>	<b>S1</b>	<b>S1</b>
<b>Campione</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
<b>Profondità prelievo (m)</b>	3,0-3,5	8,5-9,0
<b>Descrizione</b>	Limo argilloso bruno giallastro, compatto	Ghiaia con sabbia limoso argillosa
<b>Contenuto d'acqua (%)</b>	23,5	--
<b>Peso volume <math>\gamma</math> (kN/mc)</b>	19,9	--
<b>Indice dei vuoti</b>	0,64	--
<b>Coesione non drenata <math>c_u</math> (kPa)</b>	--	--
<b>Angolo d'attrito interno <math>\phi'</math> (°)</b>	29	--
<b>Coesione <math>c'</math> (kPa)</b>	8	--
<b>Eed, pressione 98 kPa (kPa)</b>	4791	--
<b>Eed, pressione 196 kPa (kPa)</b>	7312	--
<b>Ciottoli+ghiaia (%)</b>	--	40
<b>Sabbia (%)</b>	--	29
<b>Limo (%)</b>	--	19
<b>Argilla (%)</b>	--	12

#### 6.4 LE PROVE GEOFISICHE

In data 31 maggio 2021 è stata eseguita un'indagine geofisica con prova MASW (acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves).

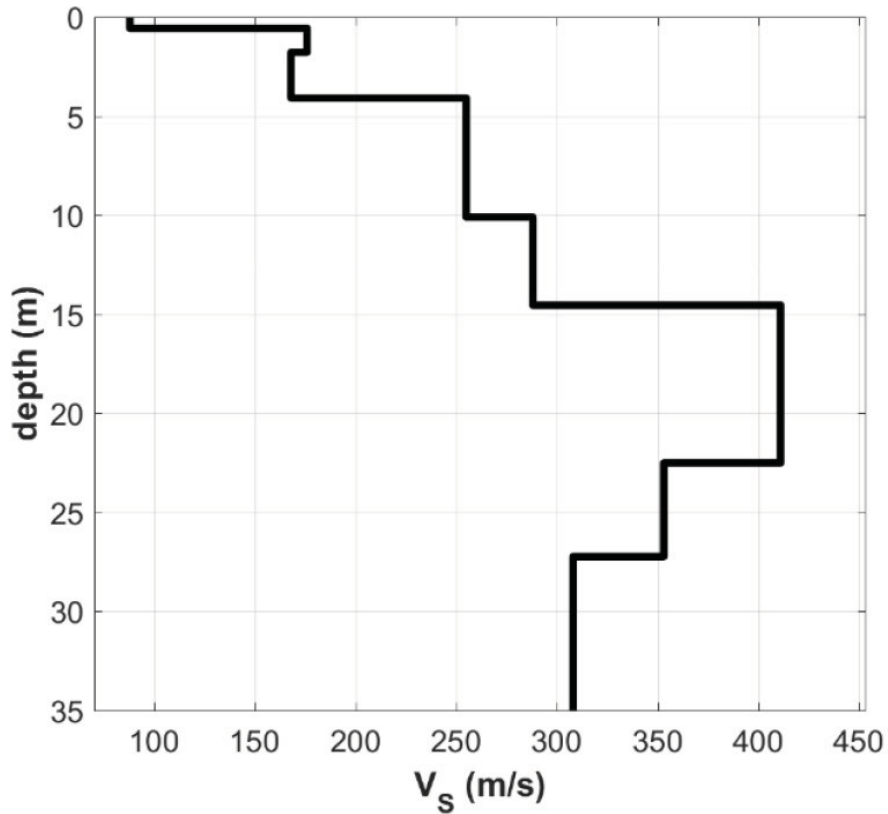
Per il dettaglio delle metodologie d'indagine, dello schema operativo, delle operazioni di campagna, delle strumentazioni e delle modalità di analisi dei dati, ed infine dell'interpretazione dei dati elaborati si rimanda al report di prova in allegato 4.

L'ubicazione e sviluppo dello stendimento è riportato nell'illustrazione seguente estratta direttamente dal report di prova.





Dall'elaborazione dei dati ottenuto sfruttando la componente verticale delle onde di Rayleigh e le onde di Love si ottiene un profilo 1D delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) riportate nella seguente illustrazione e riassunte in tabella.



STRATO	VELOCITA' ONDE 'S' (m/sec)	SPESSORE (m)	PROFONDITA'
1	88	0.56	0.56
2	176	1.21	1.77
3	168	2.32	4.09
4	255	6.01	10.1
5	288	4.45	14.55
6	411	7.97	22.52
7	353	4.73	27.25
8	308	'half space'	'half space'

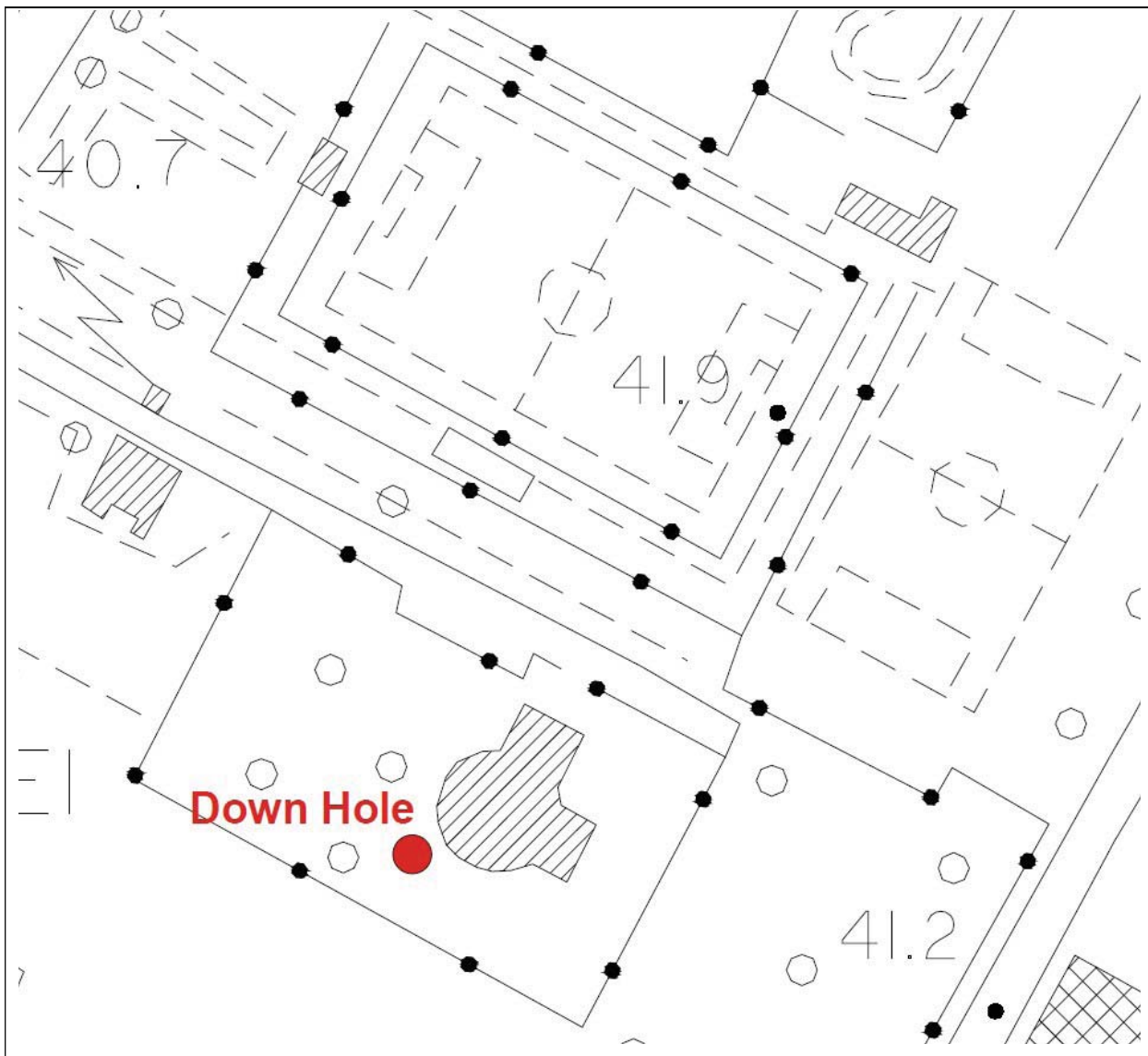
Dalla prova risulta una tendenza delle onde sismiche ad accelerare con la profondità fino a circa 15 m per poi diminuire nuovamente dopo i 20 m. Le velocità massime raggiunte sono comunque molto lontane da quelle attribuibili ad un materiale litoide.

## 7. I DATI DI ARCHIVIO

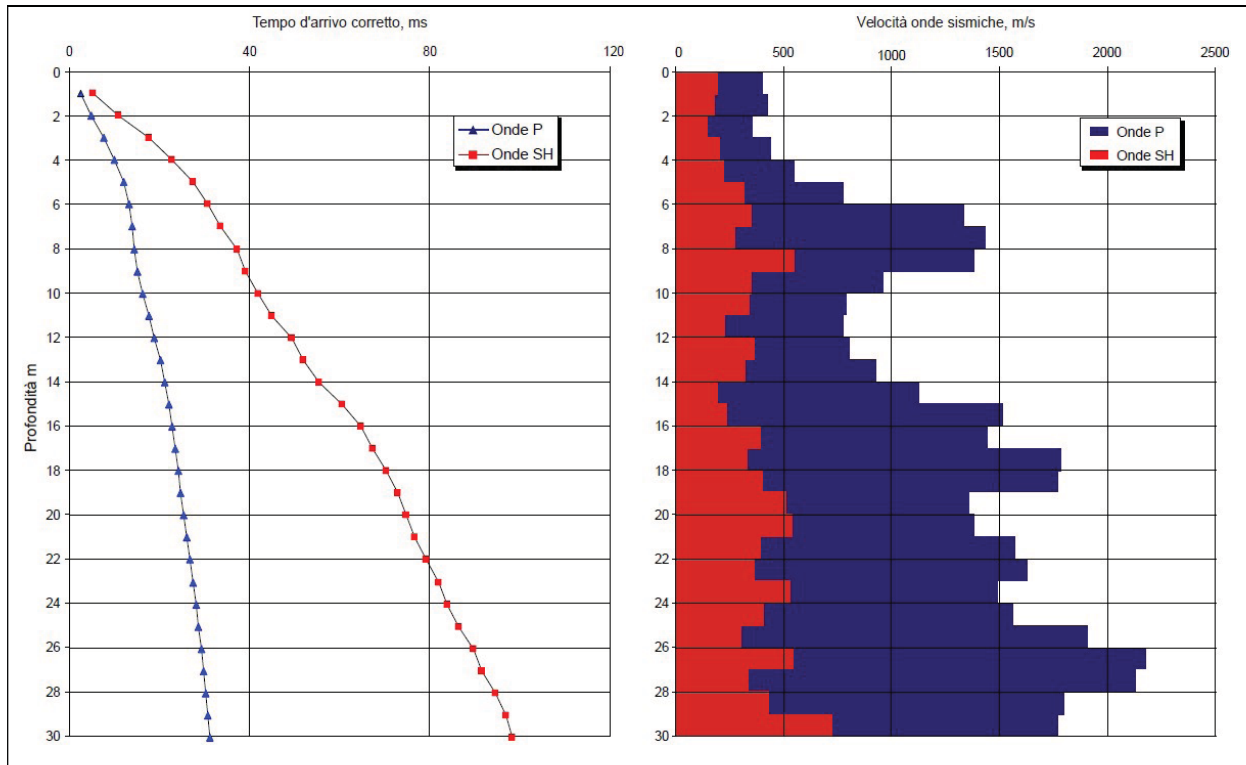
Come accennato in premessa sono stati utilizzati anche dati di archivio relativi ad una prova Down-Hole realizzata dal comune per la redazione dello Strumento Urbanistico.

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 5.

L'ubicazione del punto indagato la prova è riportata nell'illustrazione seguente estratto direttamente dal report di prova.



L'elaborazione dei dati ha consentito di realizzare i seguenti grafici con i tempi di arrivo e le velocità delle onde P e delle onde SH.



### 8. IL MODELLO GEOLOGICO

Dai dati raccolti sono emerse in sintesi le seguenti indicazioni :

- l'area di progetto presenta una morfologia pianeggiante con quota del p.c. di circa 42 m s.l.m.;
- i terreni naturali sono costituiti da una conoide di depositi alluvionali recenti;
- trascurando il terreno di riporto e/o agricolo superficiale, le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di un primo strato limoso argilloso prevalente di mediocri caratteristiche, seguito da un potente strato di ghiaie sabbiose dello spessore di circa 6 m; alla base si riscontrano nuovamente dei limi argillosi.
- la falda è stata riscontrata alla profondità di circa 10 m (misurazione in periodo di magra); i dati di archivio del comune la rilevano a circa 7,5 metri.

Pertanto si distinguono in sintesi n. 4 principali unità litotecniche a partire dall'alto:

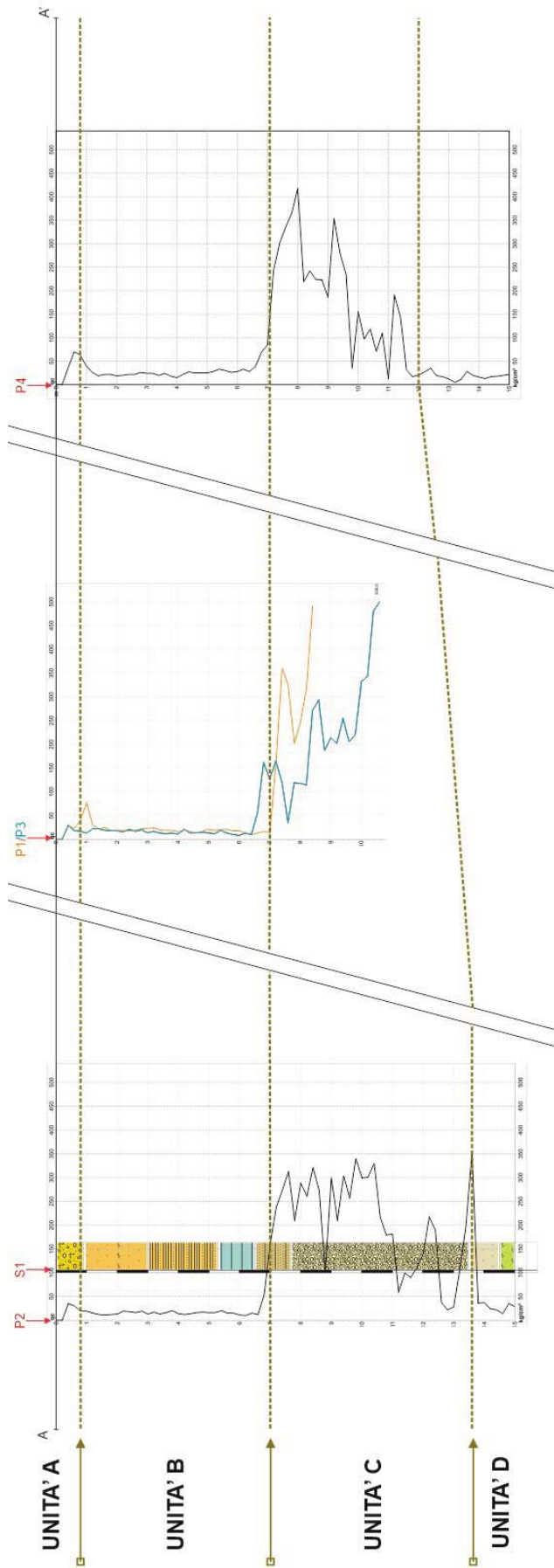
UNITA' A : dal p.c. a circa 1 metro → terreno vegetale e/o locali riporti

UNITA' B : da 1,0 a circa 7 metri → limi argillosi, talvolta sabbiosi, di media consistenza;

UNITA' C : da circa 7 metri a circa 12-13 metri → ghiaie sabbiose

UNITA' D : per profondità maggiori e fino a 15 metri → limi argillosi talvolta sabbiosi.

I rapporti stratigrafici tra le varie unità, come desunti dalle prove eseguite ed interpolando le varie informazioni, sono riportati nell'illustrazione alla pagina seguente:



## 9. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (fig. 9) la zona è classificata come stabile, suscettibile però di amplificazione locale per effetti stratigrafici. La successione stratigrafica "tipo" individua una sequenza con ghiaie argillose o una miscela di ghiaie, sabbie e argille di pianure inondabile per i primi 3-10 metri, seguite da ghiaie e sabbie di conoide alluvionale fino a 30-50 metri e poi argille ghiaiose o sabbiose di origine lacustre; il substrato è collocato ad una profondità superiore ai 100 metri.

Nella Carta delle Frequenze Fondamentali dei Depositi (fig. 10) viene riportata una frequenza compresa tra 0,1 e 0,5 ( $f_0 = 0,31$  Hz) e un fattore di amplificazione  $A_0$  compreso tra 2,0 e 3,0.

### 9.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

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  $V_S$ ' 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 'NTC18'.

La formula che permette il calcolo della velocità equivalente  $V_{S,EQ}$  è data dall'espressione:

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

dove: N = numero di strati, H = profondità del substrato ( $V_S \geq 800$  m/sec),  $h_i$  = spessore dello strato i-esimo del modello sismo-stratigrafico;  $V_{S,i}$  = velocità onde S nello strato i-esimo del modello sismo-stratigrafico.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m ( $H > 30$  m) o ammassi rocciosi affioranti o sub-affioranti (coltre  $< 3$  m), la velocità equivalente

delle onde di taglio ' $V_{SEQ}$ ' è definita dal parametro ' $V_{S30}$ ', ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le velocità degli strati di terreno o ammasso roccioso fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo sono indicate nelle tabelle 3.2.II del D.M. 17/01/2018. In riferimento al modello sismo-stratigrafico della zona di intervento si deduce la presenza di terreni di copertura con spessore maggiore a 30 m.

STRATO	VELOCITA' ONDE 'S' (m/sec)	SPESSORE (m)	PROFONDITA'
1	88	0.56	0.56
2	176	1.21	1.77
3	168	2.32	4.09
4	255	6.01	10.1
5	288	4.45	14.55
6	411	7.97	22.52
7	353	4.73	27.25
8	308	'half space'	'half space'

I terreni di copertura hanno una  $V_{SEQ} = V_{S30} = 294$  m/sec considerando un intradosso di fondazione ubicato entro la profondità di 1 m.

Dai risultati della prova Down-Hole risulta un valore di  $V_{SEQ} = V_{S30} = 306$  m/sec. Il calcolo è stato effettuato dal piano di campagna è risulta perfettamente coerente con gli esiti delle prove sismiche puntuali

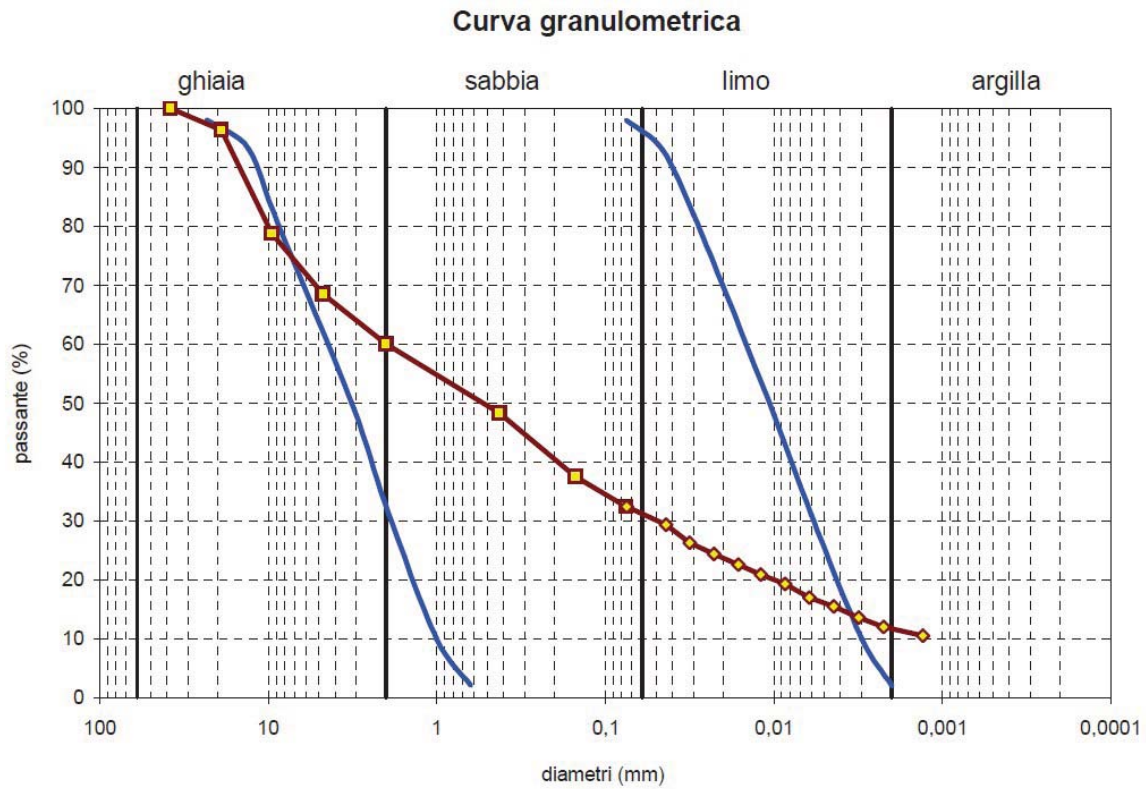
Ai fini della individuazione del tipo di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018 è possibile assegnare al sito una **categoria di sottosuolo C**, in accordo con i risultati di entrambe le prove sismiche.

### 9.2 LIQUEFAZIONE

Si riporta il grafico della distribuzione granulometrica del campione prelevato all'interno dell'unità più sabbiosa (unità C).

Dal certificato di laboratorio risulta il corrispondente grafico:





Vi è quindi una percentuale rilevante sia di contenuto in "fine" (limo e argilla) che grossolano (ghiaie), esterno al fuso di liquefazione per cui si esclude tale verifica.

## 10. LE CONDIZIONI DI FATTIBILITA'

Come riportato nella "Relazione di fattibilità idraulica geologica e sismica" di supporto al Piano Operativo è necessario distinguere la fattibilità dell'intervento in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori: geologici (geologici s.s., geomorfologici), idraulici e sismici.

La classe di fattibilità si determina con uno schema a matrice con la tipologia dell'intervento e le categorie di pericolosità definite nelle rispettive carte tematiche.

Riassumendo le classi di pericolosità dell'area sono le seguenti:

- Pericolosità geologica G2
- Pericolosità idraulica I2
- Pericolosità sismica S2

Si distinguono le relative classi di fattibilità per le due tipologie diverse di opere (torri faro e spogliatoi):

TORRI FARO											
Tipi di intervento	Pericolosità										
	Geologica*			Idraulica*				Sismica*			
	G.2	G.3	G.4	I.1	I.2	I.3	I.4	S.1	S.2	S.3	S.4
<b>MS</b> manutenzione straordinaria <b>RRC</b> restauro e risanamento conservativo <b>RIC</b> ristrutturazione edilizia conservativa <i>che comporti, in tutti e tre i casi, aumento di carico urbanistico</i>	Fg.2	Fg.3	Fg.4	Fi.1	Fi.2	Fi.3	Fi.4	Fs.1	Fs.2	Fs.3	Fs.4
fattibilità geologica classe Fg2 fattibilità idraulica classe Fi2 fattibilità sismica classe Fs2											

SPOGLIATOI											
Tipi di intervento	G.2	G.3	G.4	I.1	I.2	I.3	I.4	S.1	S.2	S.3	S.4
<b>AV.2</b> addizioni volumetriche fuori sagoma del manufatto preesistente	Fg.2	Fg.3	Fg.4	Fi.1	Fi.2	Fi.3	Fi.4	Fs.1	Fs.2	Fs.3	Fs.4
fattibilità geologica classe Fg2 fattibilità idraulica classe Fi2 fattibilità sismica classe Fs2											

Le norme di attuazione derivano dagli artt. 11-21 del Titolo III delle NTA del Piano Operativo, in particolare:

### 7.1 ART. 12 FATTIBILITÀ GEOLOGICA (FG)

Fattibilità con normali vincoli (Fg.2):

*Le previsioni soggette a fattibilità geologica con normali vincoli sono attuabili a seguito della effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico-tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.P.G.R. n. 36/R/09 e il D.M. 17.01.2018 (NTC 2018), finalizzati anche alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici eventualmente presenti nell'area di intervento.*

Relativamente alle torri faro, in considerazione del quadro geomorfologico e litostratigrafico non vi sono controindicazioni di carattere geologico se non di oltrepassare lo strato più superficiale (di spessore circa 1 metro nei punti indagati) di terreno vegetale o riporto; sotto il profilo geotecnico il terreno naturale al piano di posa presenta mediocri caratteristiche.

Nel caso degli spogliatoi bisognerà prestare particolare attenzione alla esatta ubicazione del fabbricato rispetto al fosso campestre limitrofo al campo da rugby, con le eventuali implicazioni conseguenti nel caso di interferenza (mantenimento del funzionamento del reticolo, studio del piano di posa della fondazione rispetto al fondo del fosso).

In fase esecutiva per la predisposizione delle opere fondali si raccomanda un controllo geologico per la verifica della natura e consistenza dei terreni .

### 7.2 ART. 13 FATTIBILITÀ IDRAULICA (FI)

Fattibilità con normali vincoli (Fi.2):

*Per l'attuazione degli interventi urbanistico-edilizi ed infrastrutturali previsti dal Piano Operativo è necessario rispettare quanto prescritto al successivo art. 19 delle presenti norme relativamente alla mitigazione degli effetti indotti dalle nuove realizzazioni al regime dei suoli. Nel caso in cui gli interventi ricadano all'interno delle aree soggette a ristagni dovuti alla difficoltà di drenaggio delle acque meteoriche individuate nella tavola del Piano Strutturale DRA10 "Carta dei ristagni con Tempi di ritorno 200 anni relativa al reticolo di drenaggio delle acque basse" per la realizzazione degli interventi si dovranno adottare le misure di cui al punto 6 del presente articolo.*

Dall'esame della "Carta dei Ristagni con Tr200 anni relativa al reticolo di drenaggio delle acque basse del Comune di Prato", l'area non risulta soggetta ai fenomeni di ristagno.

In conclusione non vi sono particolari prescrizioni

### 7.3 ART. 14 FATTIBILITÀ SISMICA (FS)

Fattibilità con normali vincoli (Fs.2):

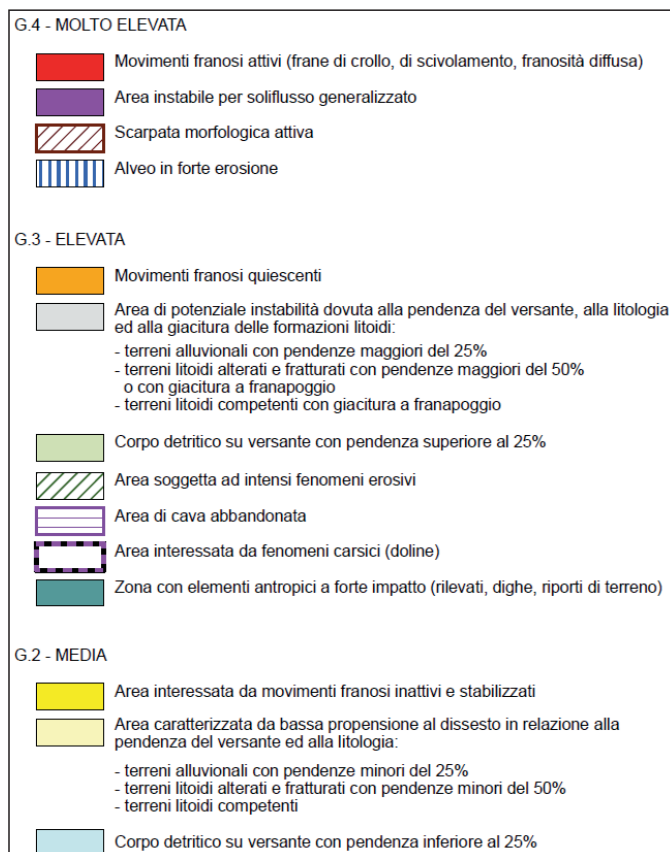
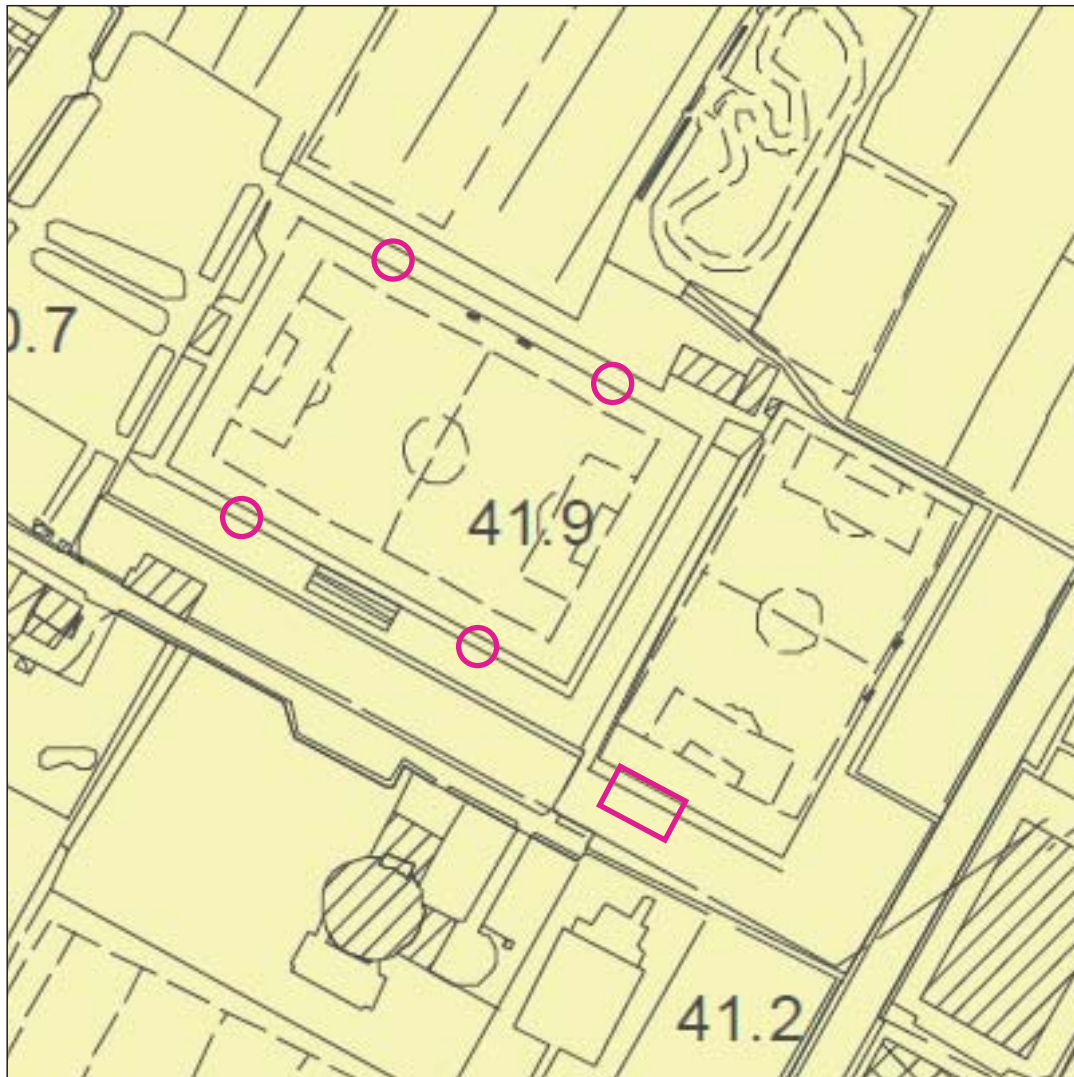
*Le previsioni soggette a fattibilità sismica con normali vincoli sono attuabili previa realizzazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico-tecnici e sismici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il DPGR.n.36/R/09 e il DM.17.01.2018 (NTC 2018).*

Le indagini utilizzate (eseguite e di archivio) ottemperano ai requisiti richiesti dalla norma

Sesto Fiorentino, 20 Luglio 2021

# Fig. 1 - Carta della Pericolosità Geologica

Estratto non in scala da P.S.

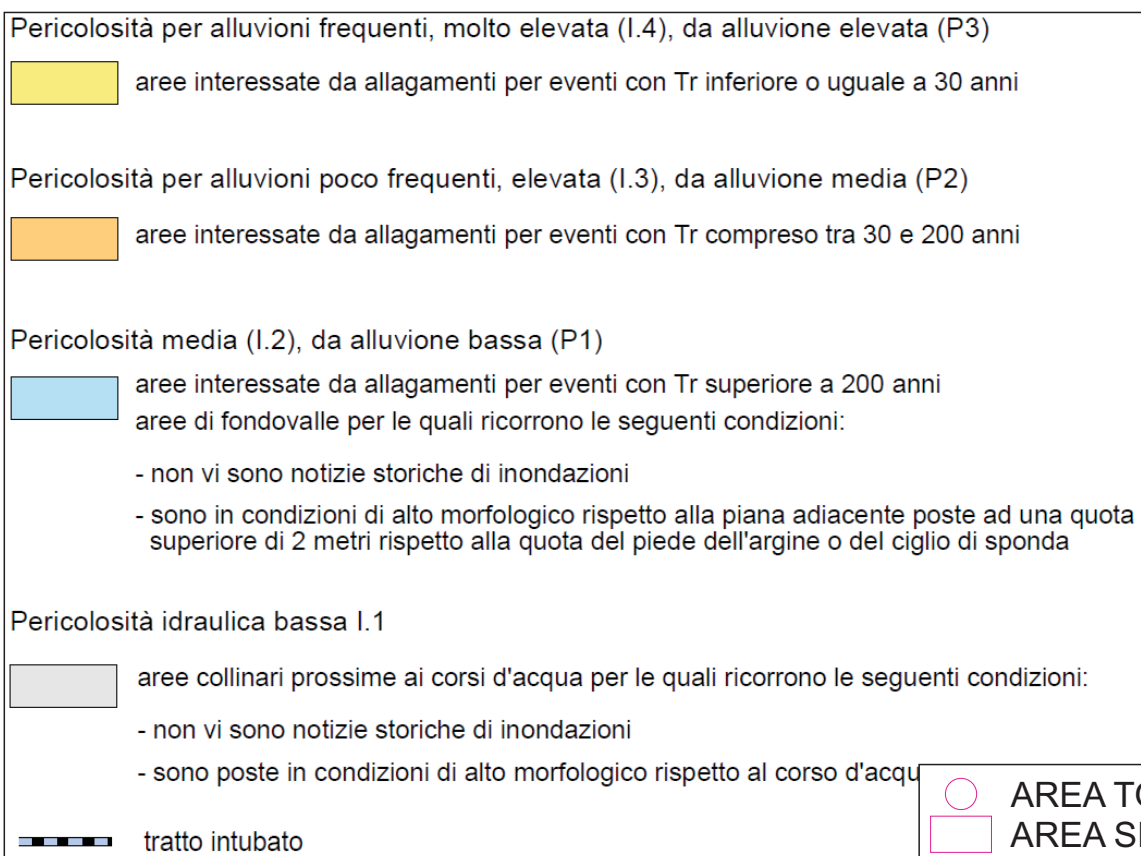
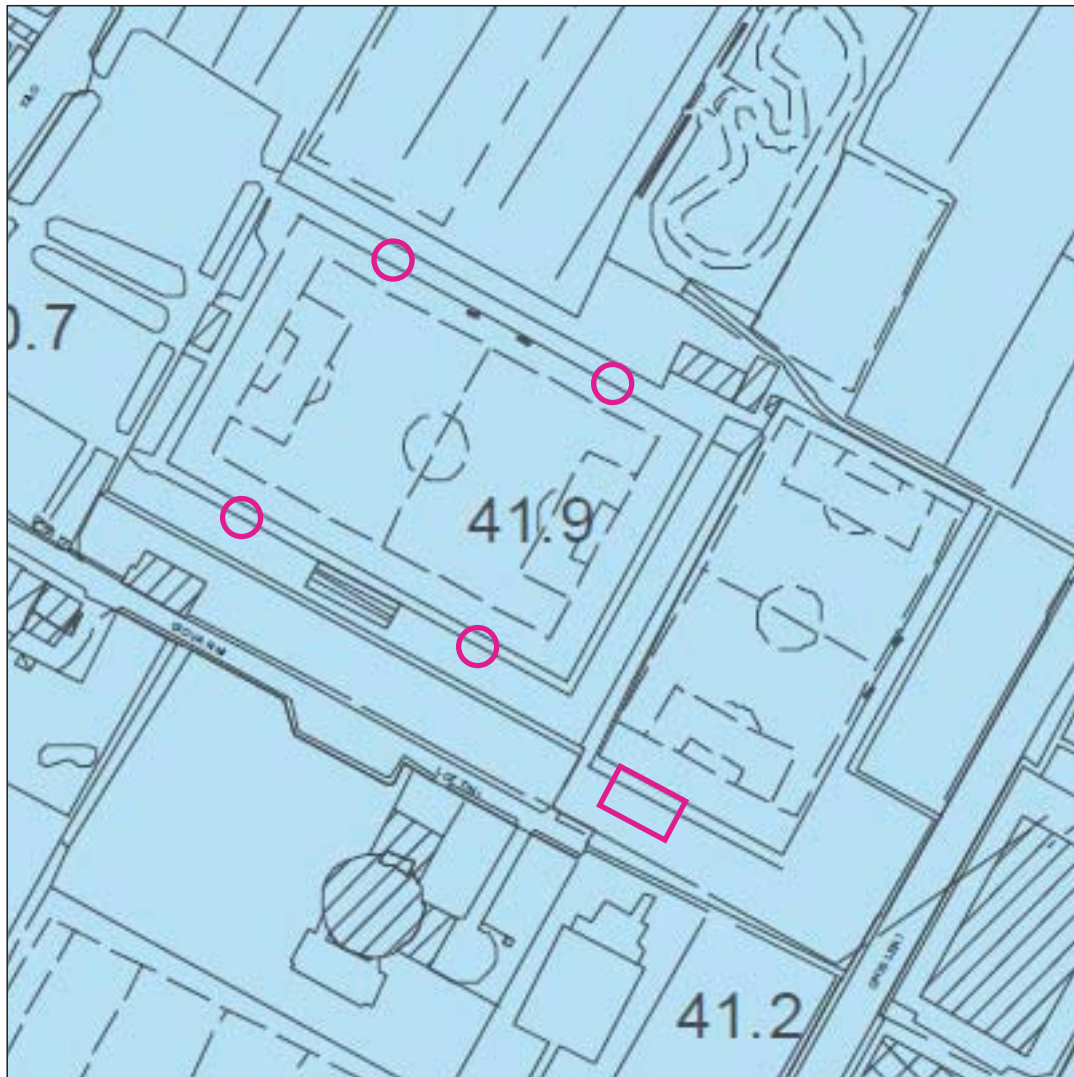


AREA TORRI FARO  
 AREA SPOGLIATOIO



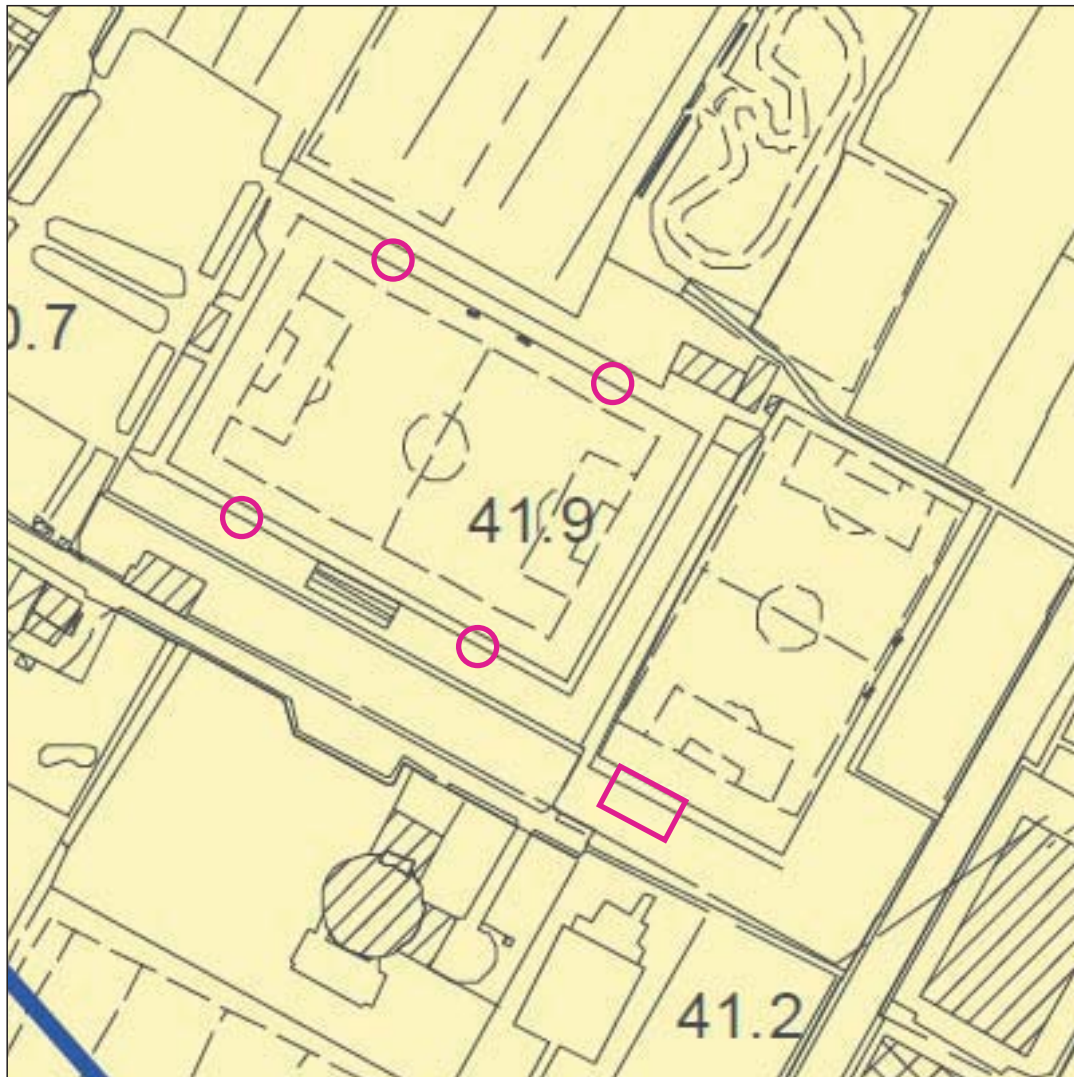
# Fig. 2 - Carta della Pericolosità Idraulica

Estratto non in scala da P.S.




# Fig. 3 - Carta della Pericolosità Sismica


Estratto non in scala da P.S.



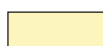
## S.4 Pericolosità sismica locale molto elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi attivi


## S.3 Pericolosità sismica locale elevata

 Zona caratterizzata da fenomeni franosi quiescenti  
Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto differenti  
Zona caratterizzata da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato

## S.2 Pericolosità sismica locale media

 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali  
Zone dove affiora il substrato roccioso con pendenze superiori ai 15°  
Zone dove affiora il substrato roccioso fratturato

## S.1 Pericolosità sismica locale bassa

 Zone stabili dove affiora il substrato roccioso assimilabile al "bedrock sismico"  
dove le velocità delle onde Vs superano gli 800 m/sec

100

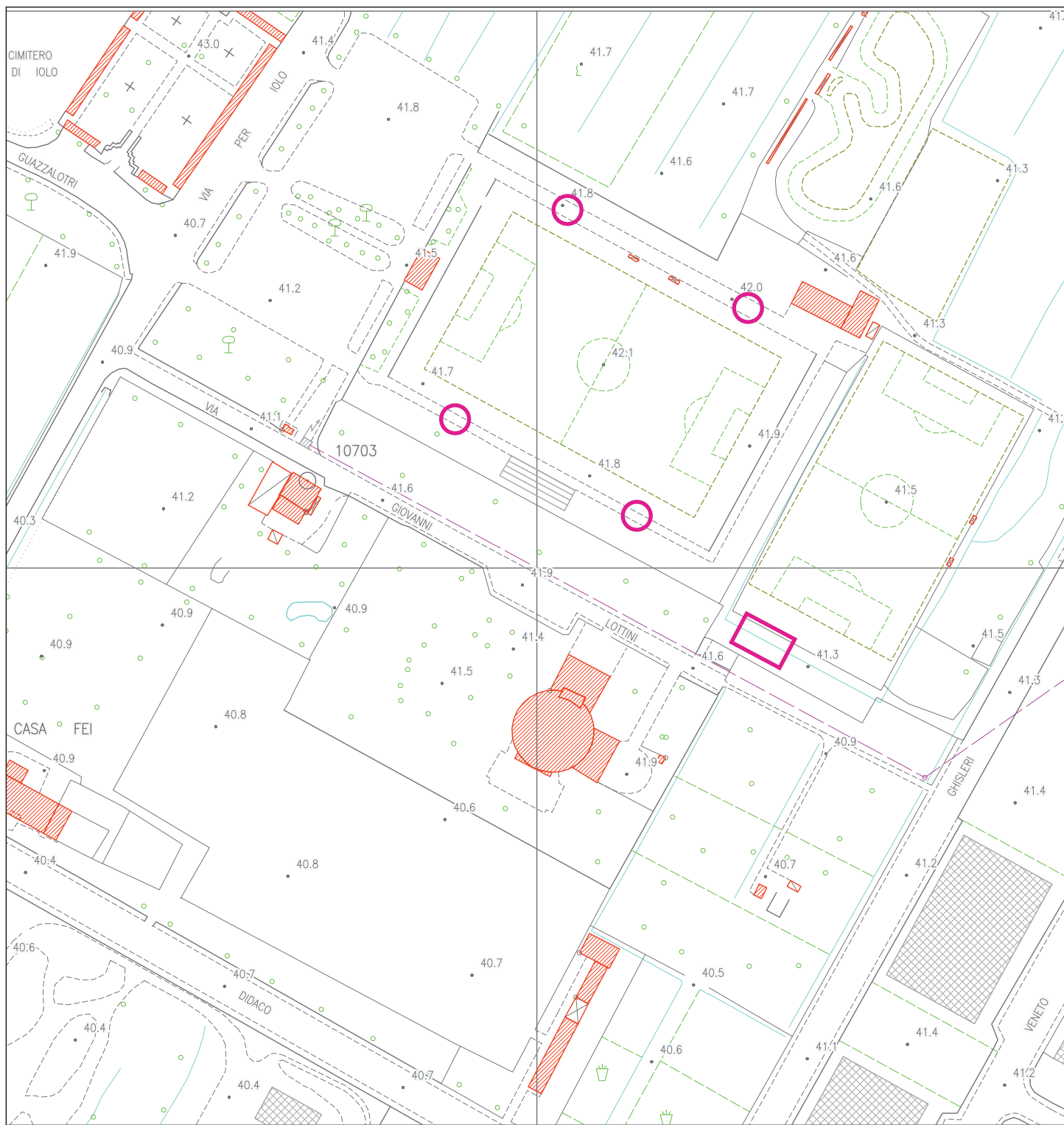
Isobate del substrato roccioso (profondità in metri rispetto al piano di c

 AREA TORRI FARO  
 AREA SPOGLIATOIO



# Fig. 4 - Corografia

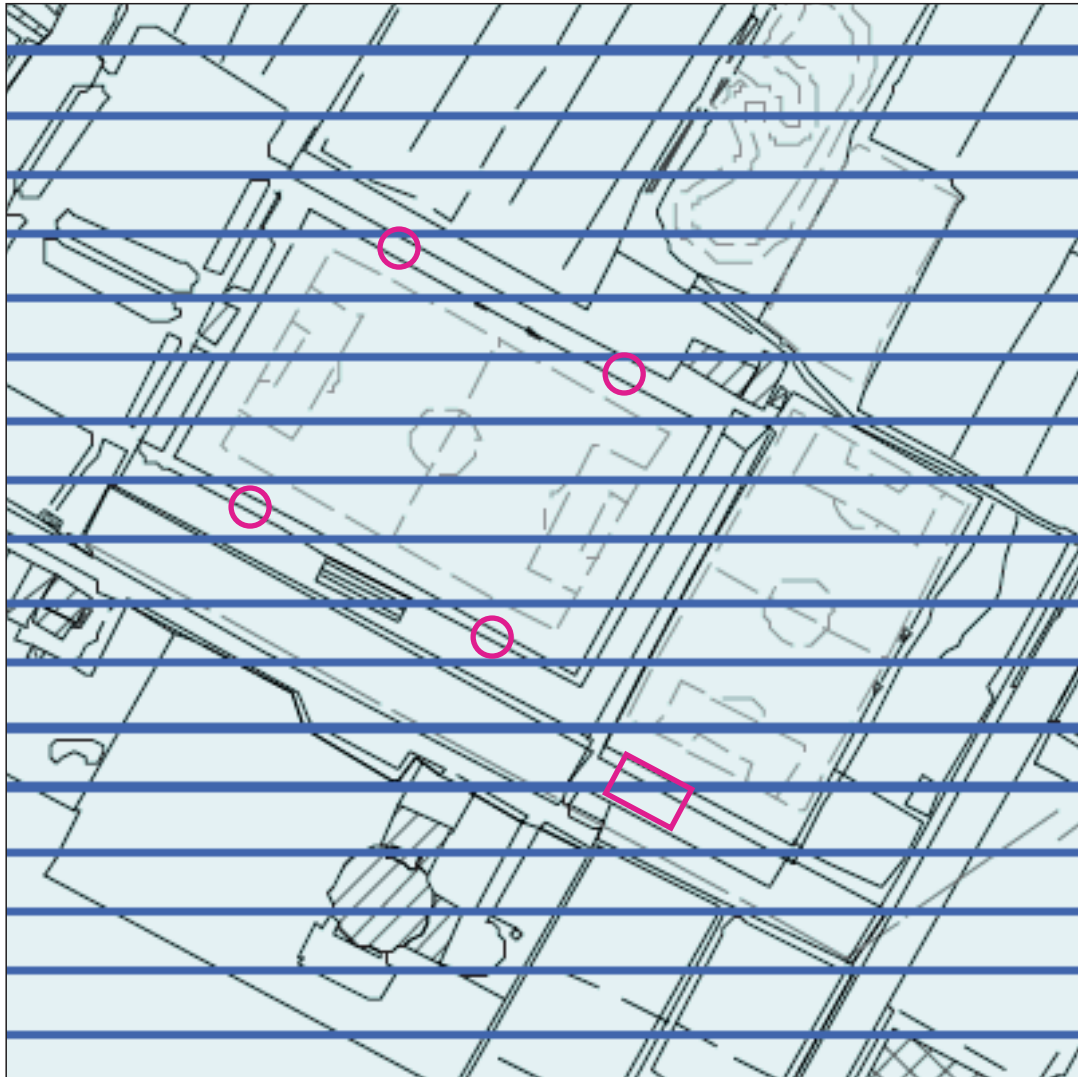
Estratto in scala 1:2000 da CTR





# Fig. 5 - Carta Geologica

Estratto non in scala da P.S.



## DEPOSITI ALLUVIONALI



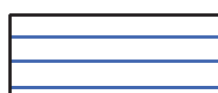
Attuali



Recenti



Terrazzati



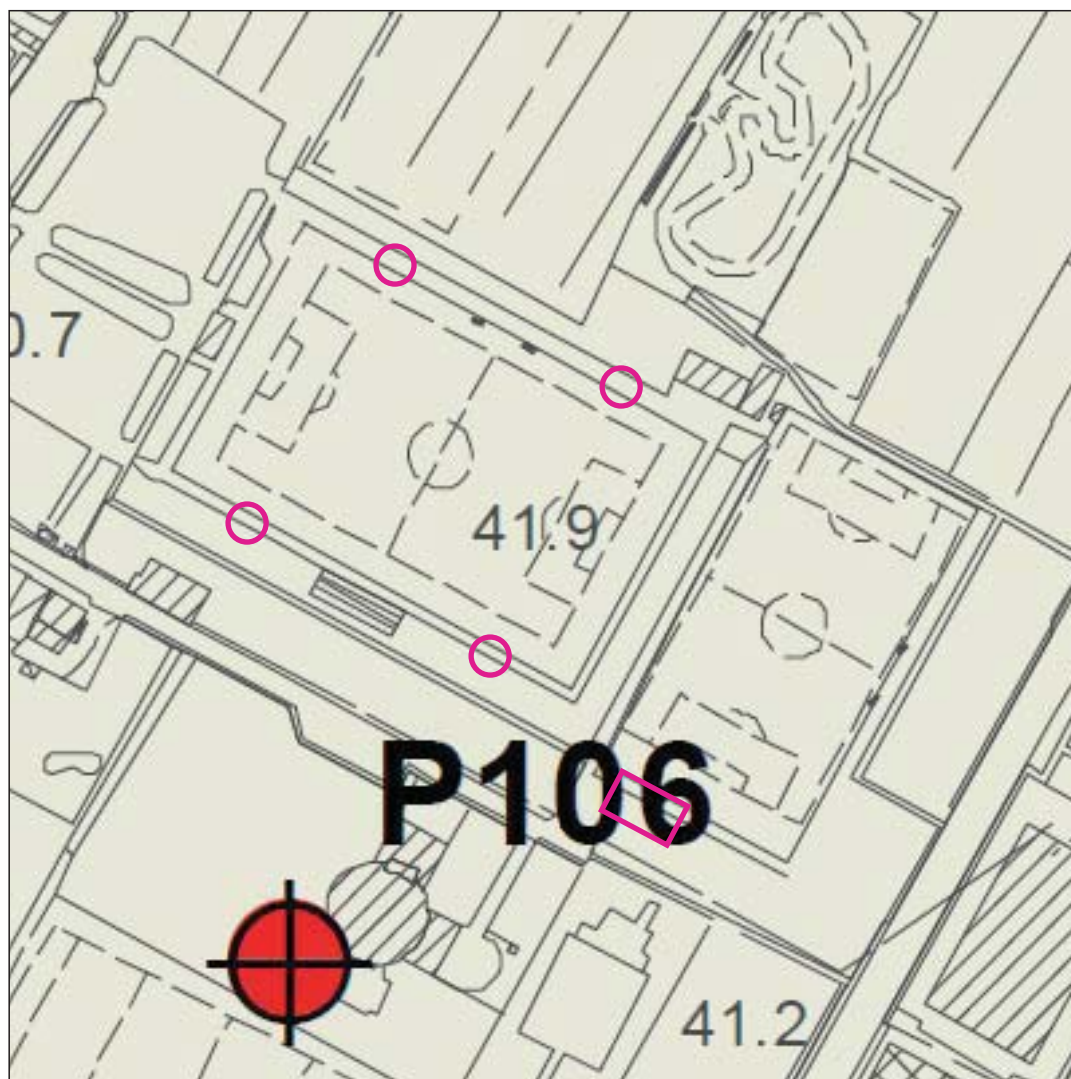
Conoide



AREA TORRI FARO  
AREA SPOGLIATOIO

# Fig. 6 - Carta Litotecnica

Estratto non in scala da P.S.



## TERRENI SCIOLTI



Depositi alluvionali della pianura



Deposito eluvio-residuale



Detrito di versante e colluviale



Terreno di riporto e rilevati



Down-hole in foro di sondaggio



AREA TORRI FARO



AREA SPOGLIATOIO

# Fig. 7 - Carta Idrogeologica

Estratto non in scala da P.S.

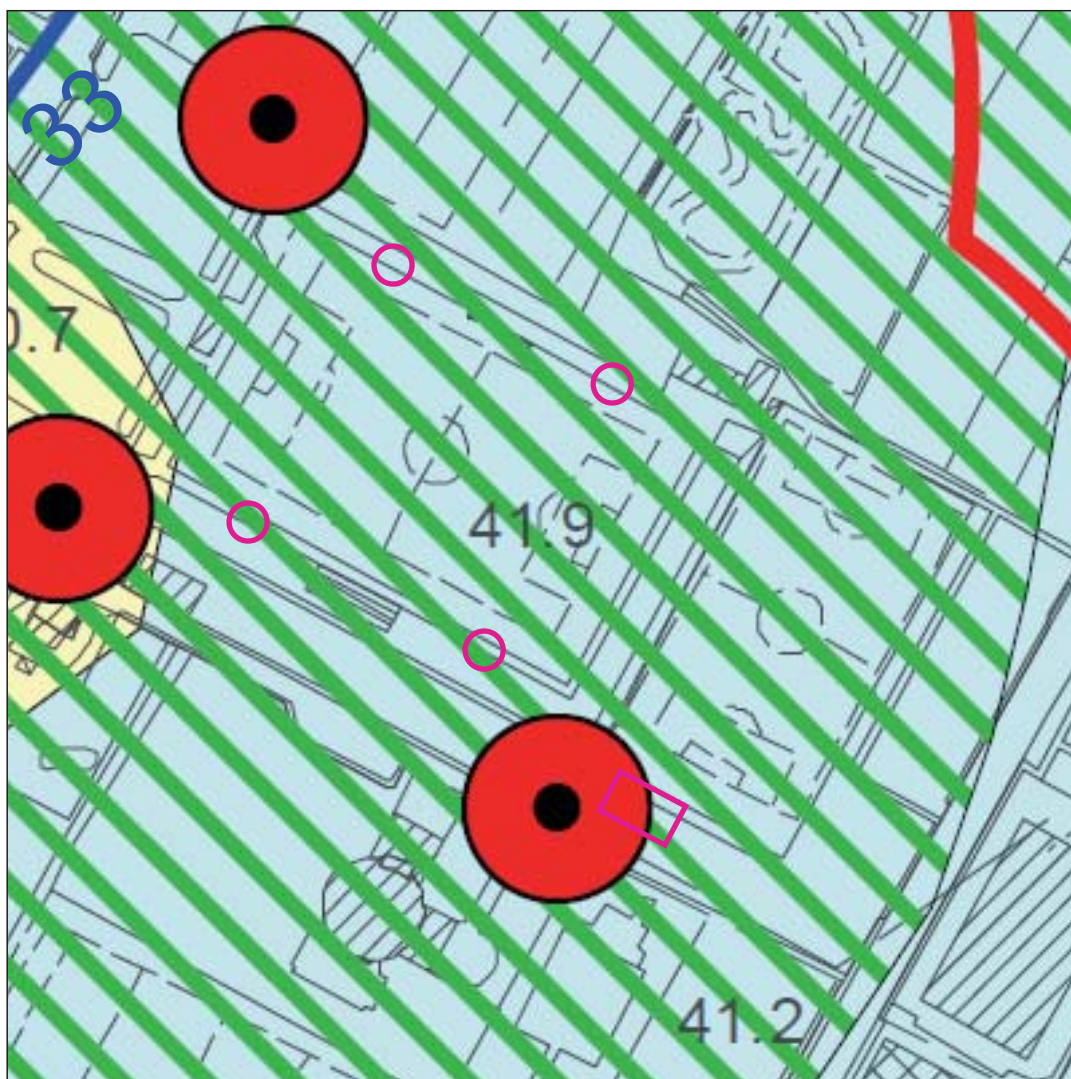


 AREA TORRI FARO  
 AREA SPOGLIATOIO



# Fig. 8 - Carta delle Problematiche Idrogeologiche

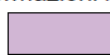

Estratto non in scala da P.S.





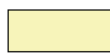

## VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

## APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO

### Formazioni litoidi

-  Alta
-  Media

### Terreni sciolti

-  Alta
-  Media
-  Medio-bassa
-  Bassa



Pozzo



Sorgente



Area di rispetto dei pozzi e delle sorgenti (D.Lgs. n°152/06)



Area di ricarica delle sorgenti



Curva isopiezometrica della falda (in metri sul livello del mare)  
rilievo relativo a giugno 2015

## DISPONIBILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Progetto di Piano di Bacino Stralcio "Bilancio Idrico" (Del.C.I. n.24 del 28 Febbraio 2008)



D4 - area a disponibilità molto inferiore alla capacità di ricarica (art.9): in cui il disavanzo relativo tra la ricarica media della falda per unità di superficie ed i prelievi risulta molto elevato (superiore a 10.000 mc/ha)



D3 - area a disponibilità inferiore alla capacità di ricarica (art.10): in cui il disavanzo relativo tra la ricarica media della falda per unità di superficie ed i prelievi risulta elevato (compreso tra 10.000 e 1.000 mc/ha)



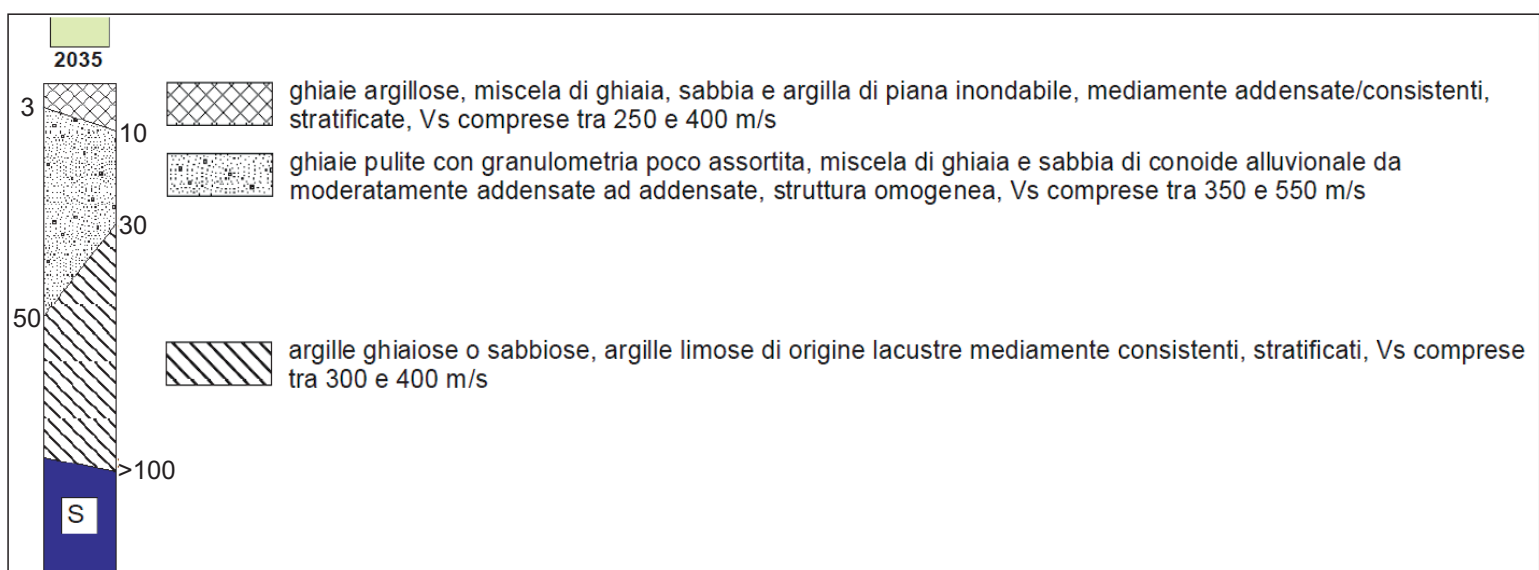
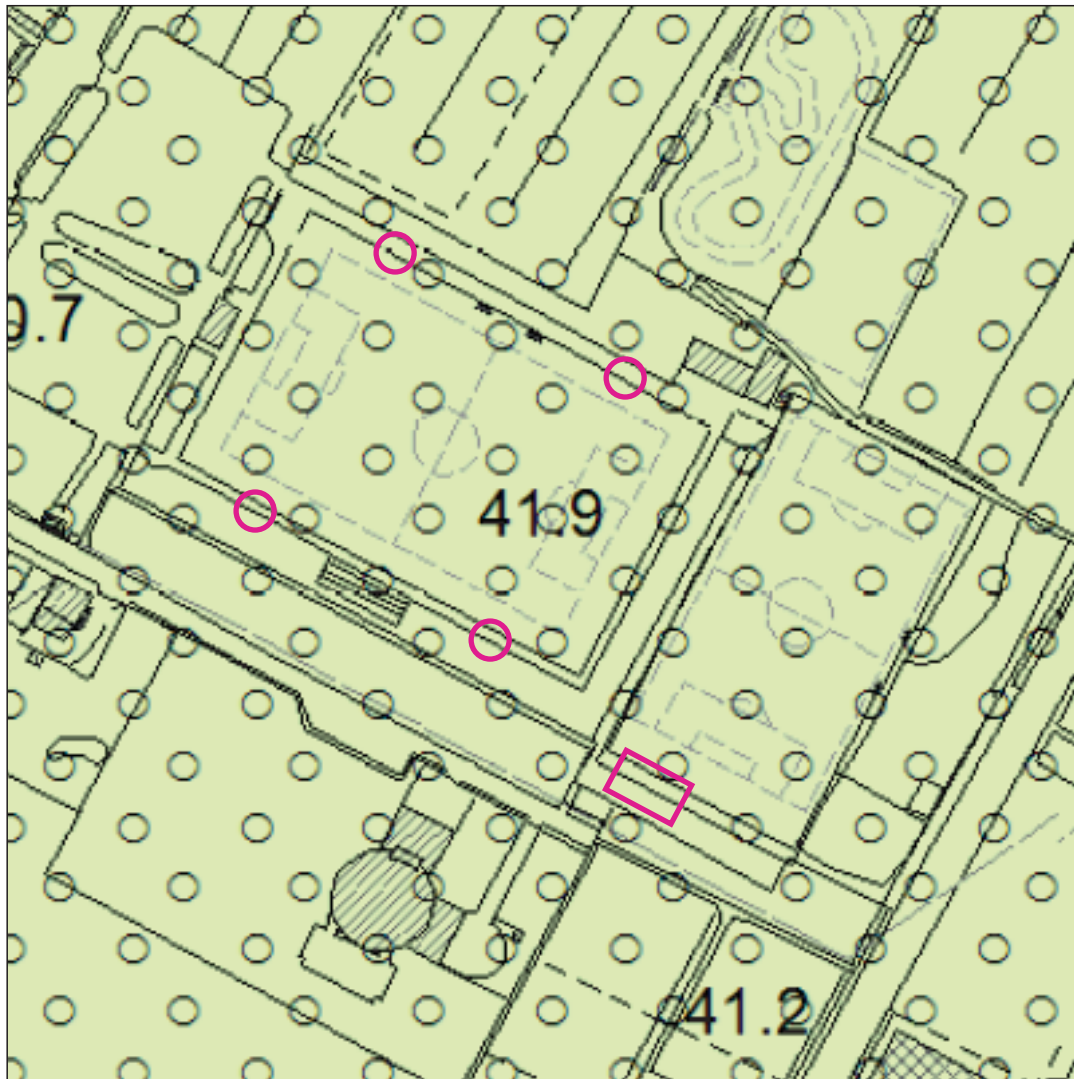
AREA TORRI FARO



AREA SPOGLIATOIO

# Fig. 9 - Carta delle MOPS

Estratto non in scala da P.S.

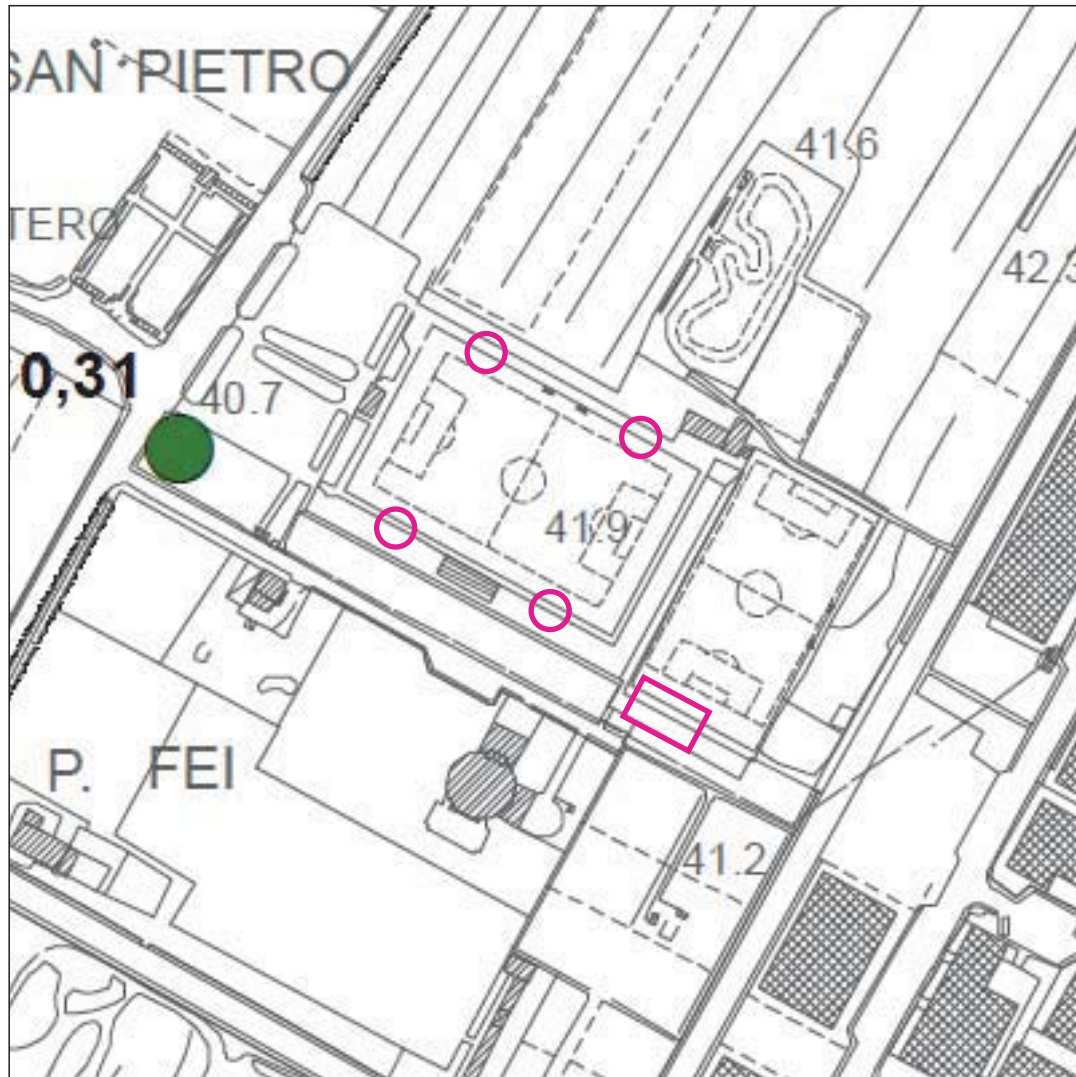


○ AREA TORRI FARO  
□ AREA SPOGLIATOIO



# Fig. 10 - Carta delle Frequenze Fondamentali dei Depositi

Estratto non in scala da P.S.



## FREQUENZE FONDAMENTALI

$f_0$ (hz)
● nessuna risonanza
● $0.1 < f_0 < 0.5$
● $0.5 < f_0 < 1.0$
● $1.0 < f_0 < 2.5$
● $2.5 < f_0 < 5.0$
● $5.0 < f_0 < 7.5$
● $7.5 < f_0 < 10.0$
● $10.0 < f_0 < 15.0$
● $15.0 < f_0 < 20.0$
● $20.0 < f_0$

$f_0$ (hz)=frequenza di picco

A0
● nessuna risonanza
○ $1.1 < A_0 < 2.0$
○ $2.0 < A_0 < 3.0$
○ $3.0 < A_0 < 5.0$
○ $5.0 < A_0$

A0=ampiezza di picco

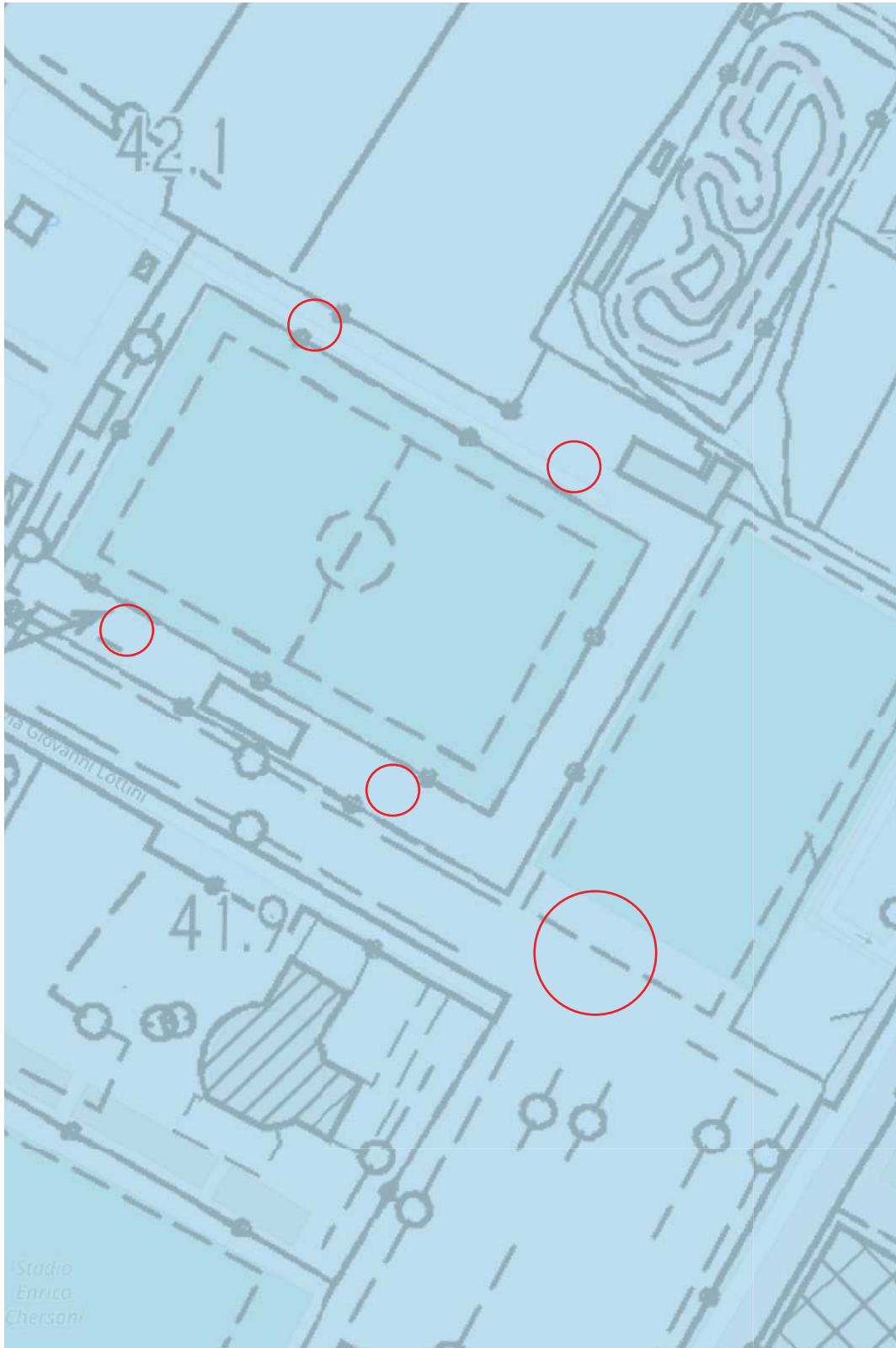
in nero sono individuati i valori di  $f_0$

in rosso sono individuati i valori di  $f_1$

in blu sono individuati i valori di  $f_2$




○ AREA TORRI FARO  
□ AREA SPOGLIATOIO

## PGRA Pericolosità Alluvione Vigente




CTR10K. Dataset coordinato

PGRA Pericolosità fluviale ba

-  1
-  2
-  3

Limiti UoM Distretto







**Regione Toscana**

**RETICOLO IDROGRAFICO**







Ret. idrografico aggiornato con DCR 28/2020

-  SI
-  NO (ALTRO RETICOLO)
-  TOMBATO
-  CASO PARTICOLARE

Ret. gestione aggiornato con DCR 28/2020

-  Tratto in gestione
-  Tratto non in gestione

Interventi Areali



OFC 2019 20cm - 32 bit colore - RGB



TECNA S.r.l - Cod. fiscale e Part. IVA: 01358250510 - SDI : KGVVJ2H

Sede Legale : Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO - E-mail: - [tecna@geognostica.it](mailto:tecna@geognostica.it)

Uffici e Deposito : Via A. Grandi, 51 - 52100 AREZZO - tel: 0575 - 323501 - fax e tel: 0575 - 1979797

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

Committente Comune di Prato		Località c/o centro sportivo Iolo (PO)		Certificato n° / Data 317 del 30/06/21	
Cantiere CIG: Z712FE97BF CUP: C38H20000140005		Sondaggio n. S1	Inizio / Fine Esecuzione 27-05-21		Commessa n° / Data 4 del 04-01-2021
Responsabile di sito Farini Luigi	Operatore Paolo	Tipo Carotaggio Continuo		Tipo Sonda Beretta T41	Diametro perforazione / Diametro rivestimento 101 mm - 127 mm

Scala (cm)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Piezometro	I - (1)
		Terreno vegetale e di riporto.									
1		Sabbia fine limosa.	0.90								
2											
3		Argilla limosa debolmente sabbiosa.	3.00	3-3-4	S	3.00					
4				3.50 PC		3.50					
5		Argilla.	5.30					#1			
6						6.00					
7		Sabbia argillosa.	6.50	4-6-7	S	6.50					
8				6.50 PC							
9		Ghiaia sabbiosa.	7.70			8.50					
10						9.00					
11				20-36-48	R	9.80		#2			
12				10.20 PC		10.20			9.90		
13		Sabbia debolmente limosa.	13.50								
14											
		Limo argilloso.	14.50				(RM)	#3			
			15.00			(CS)					
						15.00					
							15.00				
										A	15.00

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

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

Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici

Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Carotaggio:Continuo Campioni prelevati n° (data prelievo)

(01-02-03-04 del 27/05/21)

Sonda:Beretta T41

Responsabile di sito  
Geol. Luigi Farini

Direttore laboratorio  
Dr. Moretti Giuliano







<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	Riferimento	<b>095-2021</b>
	Certificato	238/2021
	n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data esec.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Pagina	1/17	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Elaborato		Falda	Assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0,0	0,0		0,0	1,60	0									
0,40	29,0	53,0		29,0	1,27	23	4,4								
0,60	23,0	42,0		23,0	1,47	16	6,4								
0,80	40,0	62,0		40,0	7,53	5	18,8								
<b>1,00</b>	<b>77,0</b>	<b>190,0</b>		<b>77,0</b>	<b>2,47</b>	<b>31</b>	<b>3,2</b>								
1,20	30,0	67,0		30,0	2,00	15	6,7								
1,40	22,0	52,0		22,0	1,33	17	6,0								
1,60	25,0	45,0		25,0	2,33	11	9,3								
1,80	19,0	54,0		19,0	1,93	10	10,2								
<b>2,00</b>	<b>19,0</b>	<b>48,0</b>		<b>19,0</b>	<b>1,33</b>	<b>14</b>	<b>7,0</b>								
2,20	19,0	39,0		19,0	1,40	14	7,4								
2,40	18,0	39,0		18,0	1,13	16	6,3								
2,60	19,0	36,0		19,0	1,13	17	5,9								
2,80	22,0	39,0		22,0	1,67	13	7,6								
<b>3,00</b>	<b>23,0</b>	<b>48,0</b>		<b>23,0</b>	<b>1,73</b>	<b>13</b>	<b>7,5</b>								
3,20	24,0	50,0		24,0	1,87	13	7,8								
3,40	20,0	48,0		20,0	1,53	13	7,7								
3,60	19,0	42,0		19,0	1,13	17	5,9								
3,80	19,0	36,0		19,0	0,87	22	4,6								
<b>4,00</b>	<b>16,0</b>	<b>29,0</b>		<b>16,0</b>	<b>0,80</b>	<b>20</b>	<b>5,0</b>								
4,20	20,0	32,0		20,0	0,73	27	3,7								
4,40	16,0	27,0		16,0	0,87	18	5,4								
4,60	13,0	26,0		13,0	0,60	22	4,6								
4,80	17,0	26,0		17,0	0,67	25	3,9								
<b>5,00</b>	<b>21,0</b>	<b>31,0</b>		<b>21,0</b>	<b>0,73</b>	<b>29</b>	<b>3,5</b>								
5,20	19,0	30,0		19,0	1,20	16	6,3								
5,40	21,0	39,0		21,0	1,07	20	5,1								
5,60	21,0	37,0		21,0	0,93	23	4,4								
5,80	18,0	32,0		18,0	0,20	90	1,1								
<b>6,00</b>	<b>18,0</b>	<b>21,0</b>		<b>18,0</b>	<b>0,87</b>	<b>21</b>	<b>4,8</b>								
6,20	13,0	26,0		13,0	0,80	16	6,2								
6,40	10,0	22,0		10,0	0,67	15	6,7								
6,60	13,0	23,0		13,0	0,73	18	5,6								
6,80	17,0	28,0		17,0	0,87	20	5,1								
<b>7,00</b>	<b>14,0</b>	<b>27,0</b>		<b>14,0</b>	<b>8,80</b>	<b>2</b>	<b>62,9</b>								
7,20	160,0	292,0		160,0	4,00	40	2,5								
7,40	360,0	420,0		360,0	4,33	83	1,2								
7,60	324,0	389,0		324,0	2,00	162	0,6								
7,80	202,0	232,0		202,0	6,60	31	3,3								
<b>8,00</b>	<b>246,0</b>	<b>345,0</b>		<b>246,0</b>	<b>5,93</b>	<b>41</b>	<b>2,4</b>								
8,20	318,0	407,0		318,0	7,00	45	2,2								
8,40	492,0	597,0		492,0											

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

nota: MASW

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
 DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

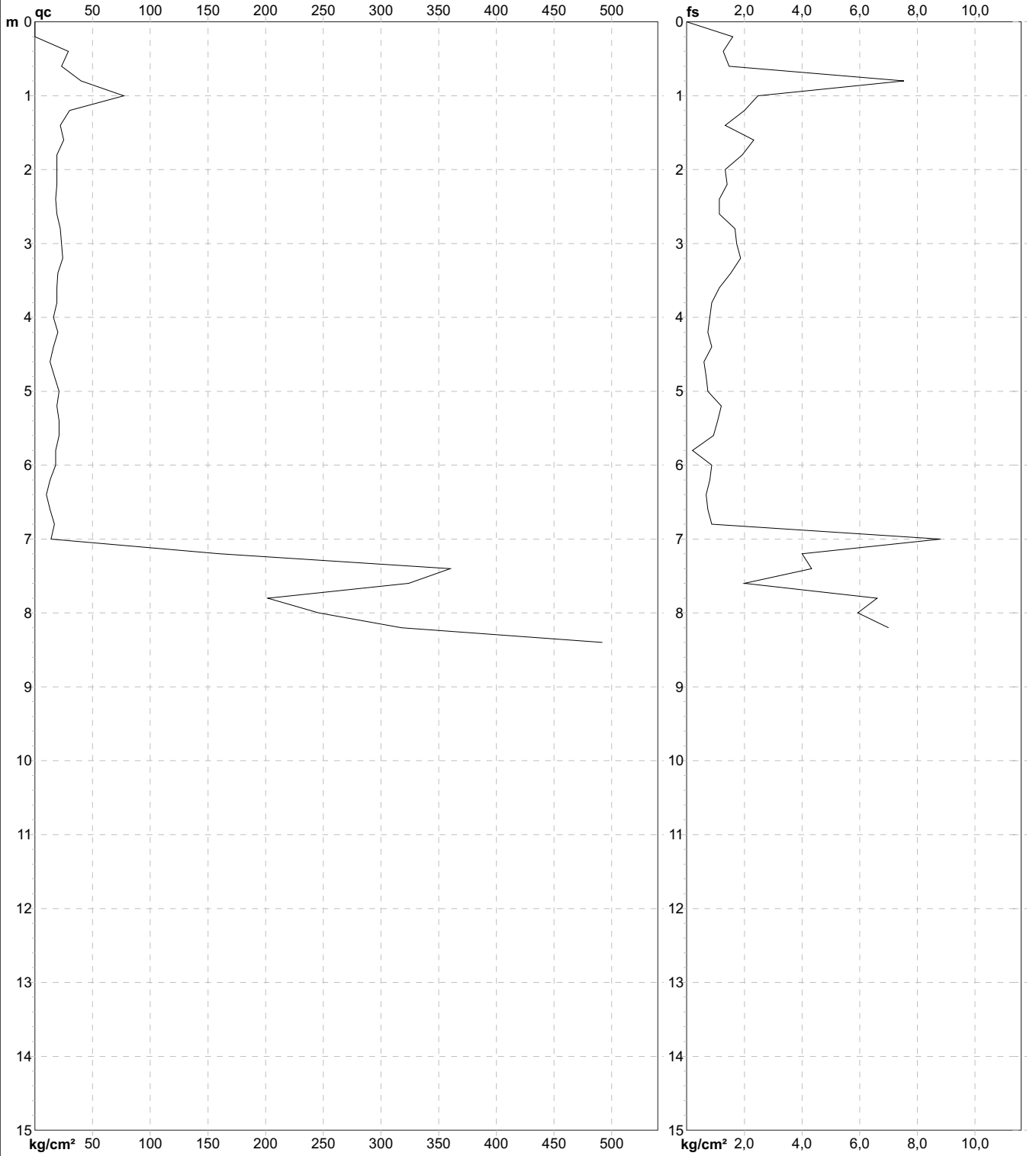
**CPT**

**1**

Riferimento **095-2021**  
 Certificato 238/2021  
 n verb. acct. 004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
 Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
 Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg. 31/05/2021  
 Scala: 1:75 Data certificato 01/06/2021  
 Pagina 2/17 Quota inizio: Piano Campagna  
 Elaborato Falda Assente



		Penetrometro: TG63-200 Responsabile: Assistente:	preforo m Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT: 100005 Cod. tip:
--	--	--	---

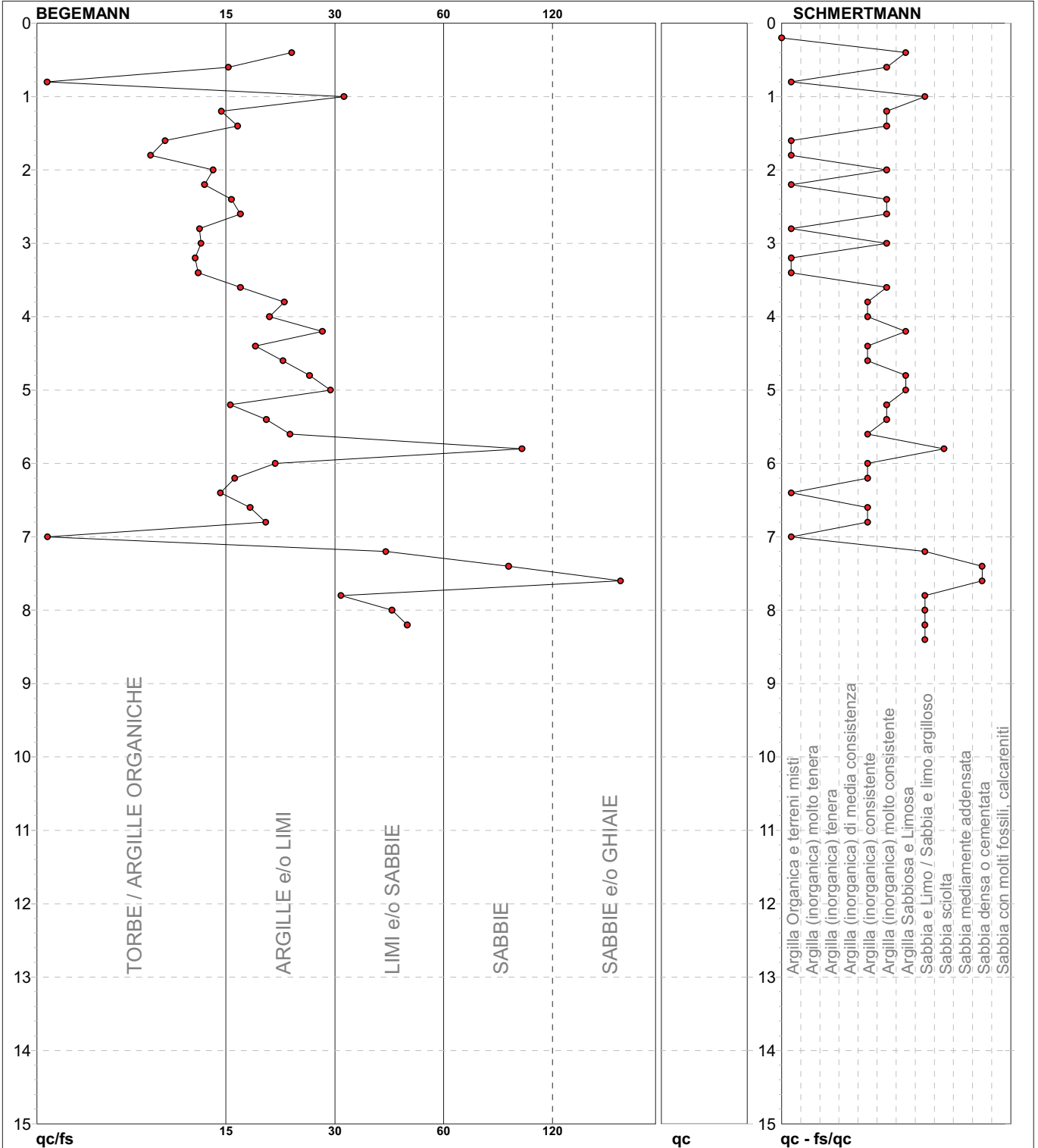
note: MASW

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>1</b>
Riferimento	<b>095-2021</b>
Certificato	238/2021
n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
 Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
 Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. 31/05/2021  
 Scala: 1:75    Data certificato 01/06/2021  
 Pagina 3/17  
 Elaborato Falda Assente



● 095-2021 [1] : 8,40 m

note: MASW

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820





<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>2</b>
	Riferimento	<b>095-2021</b>
	Certificato	239/2021
	n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data esec.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Pagina	1/17	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Elaborato		Falda	Assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0,0	0,0	-	0,0	1,20	0									
0,40	35,0	53,0	-	35,0	0,60	58	1,7								
0,60	30,0	39,0	-	30,0	1,13	27	3,8								
0,80	19,0	36,0	-	19,0	0,80	24	4,2								
<b>1,00</b>	19,0	31,0	-	19,0	1,33	14	7,0								
1,20	15,0	35,0	-	15,0	0,80	19	5,3								
1,40	12,0	24,0	-	12,0	1,00	12	8,3								
1,60	11,0	26,0	-	11,0	0,53	21	4,8								
1,80	12,0	20,0	-	12,0	0,53	23	4,4								
<b>2,00</b>	13,0	21,0	-	13,0	0,60	22	4,6								
2,20	19,0	28,0	-	19,0	0,20	95	1,1								
2,40	18,0	21,0	-	18,0	1,07	17	5,9								
2,60	16,0	32,0	-	16,0	0,60	27	3,8								
2,80	19,0	28,0	-	19,0	0,93	20	4,9								
<b>3,00</b>	13,0	27,0	-	13,0	0,60	22	4,6								
3,20	17,0	26,0	-	17,0	0,47	36	2,8								
3,40	13,0	20,0	-	13,0	0,40	33	3,1								
3,60	16,0	22,0	-	16,0	0,67	24	4,2								
3,80	20,0	30,0	-	20,0	0,47	43	2,4								
<b>4,00</b>	14,0	21,0	-	14,0	0,53	26	3,8								
4,20	12,0	20,0	-	12,0	0,40	30	3,3								
4,40	14,0	20,0	-	14,0	0,40	35	2,9								
4,60	16,0	22,0	-	16,0	0,67	24	4,2								
4,80	17,0	27,0	-	17,0	0,80	21	4,7								
<b>5,00</b>	16,0	28,0	-	16,0	0,93	17	5,8								
5,20	16,0	30,0	-	16,0	0,80	20	5,0								
5,40	20,0	32,0	-	20,0	1,13	18	5,7								
5,60	15,0	32,0	-	15,0	0,80	19	5,3								
5,80	15,0	27,0	-	15,0	0,20	75	1,3								
<b>6,00</b>	11,0	14,0	-	11,0	0,53	21	4,8								
6,20	10,0	18,0	-	10,0	0,40	25	4,0								
6,40	15,0	21,0	-	15,0	0,67	22	4,5								
6,60	12,0	22,0	-	12,0	1,20	10	10,0								
6,80	52,0	70,0	-	52,0	3,80	14	7,3								
<b>7,00</b>	160,0	217,0	-	160,0	1,53	105	1,0								
7,20	238,0	261,0	-	238,0	2,73	87	1,1								
7,40	274,0	315,0	-	274,0	2,60	105	0,9								
7,60	313,0	352,0	-	313,0	2,00	157	0,6								
7,80	210,0	240,0	-	210,0	4,13	51	2,0								
<b>8,00</b>	288,0	350,0	-	288,0	6,53	44	2,3								
8,20	261,0	359,0	-	261,0	3,27	80	1,3								
8,40	321,0	370,0	-	321,0	1,27	253	0,4								
8,60	273,0	292,0	-	273,0	5,13	53	1,9								
8,80	103,0	180,0	-	103,0	0,47	219	0,5								
<b>9,00</b>	299,0	306,0	-	299,0	8,80	34	2,9								
9,20	210,0	342,0	-	210,0	3,93	53	1,9								
9,40	304,0	363,0	-	304,0	6,07	50	2,0								
9,60	257,0	348,0	-	257,0	7,80	33	3,0								
9,80	340,0	457,0	-	340,0	7,80	44	2,3								
<b>10,00</b>	299,0	416,0	-	299,0	3,27	91	1,1								
10,20	301,0	350,0	-	301,0	4,13	73	1,4								
10,40	330,0	392,0	-	330,0	1,33	248	0,4								
10,60	216,0	236,0	-	216,0	1,80	120	0,8								
10,80	179,0	206,0	-	179,0	1,73	103	1,0								
<b>11,00</b>	181,0	207,0	-	181,0	5,07	36	2,8								
11,20	59,0	135,0	-	59,0	0,87	68	1,5								
11,40	99,0	112,0	-	99,0	1,67	59	1,7								
11,60	90,0	115,0	-	90,0	3,20	28	3,6								
11,80	112,0	160,0	-	112,0	8,13	14	7,3								
<b>12,00</b>	139,0	261,0	-	139,0	3,00	46	2,2								
12,20	217,0	262,0	-	217,0	6,20	35	2,9								
12,40	190,0	283,0	-	190,0	3,60	53	1,9								
12,60	37,0	91,0	-	37,0	2,60	14	7,0								
12,80	22,0	61,0	-	22,0	0,80	28	3,6								
<b>13,00</b>	28,0	40,0	-	28,0	1,67	17	6,0								
13,20	106,0	131,0	-	106,0	6,93	15	6,5								
13,40	198,0	302,0	-	198,0	2,60	76	1,3								
13,60	353,0	392,0	-	353,0	3,80	93	1,1								
13,80	36,0	93,0	-	36,0	3,20	11	8,9								
<b>14,00</b>	37,0	85,0	-	37,0	0,93	40	2,5								
14,20	24,0	38,0	-	24,0	1,33	18	5,5								
14,40	22,0	42,0	-	22,0	0,80	28	3,6								
14,60	14,0	26,0	-	14,0	1,33	11	9,5								
14,80	35,0	55,0	-	35,0	1,53	23	4,4								
<b>15,00</b>	29,0	52,0	-	29,0											

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
 DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

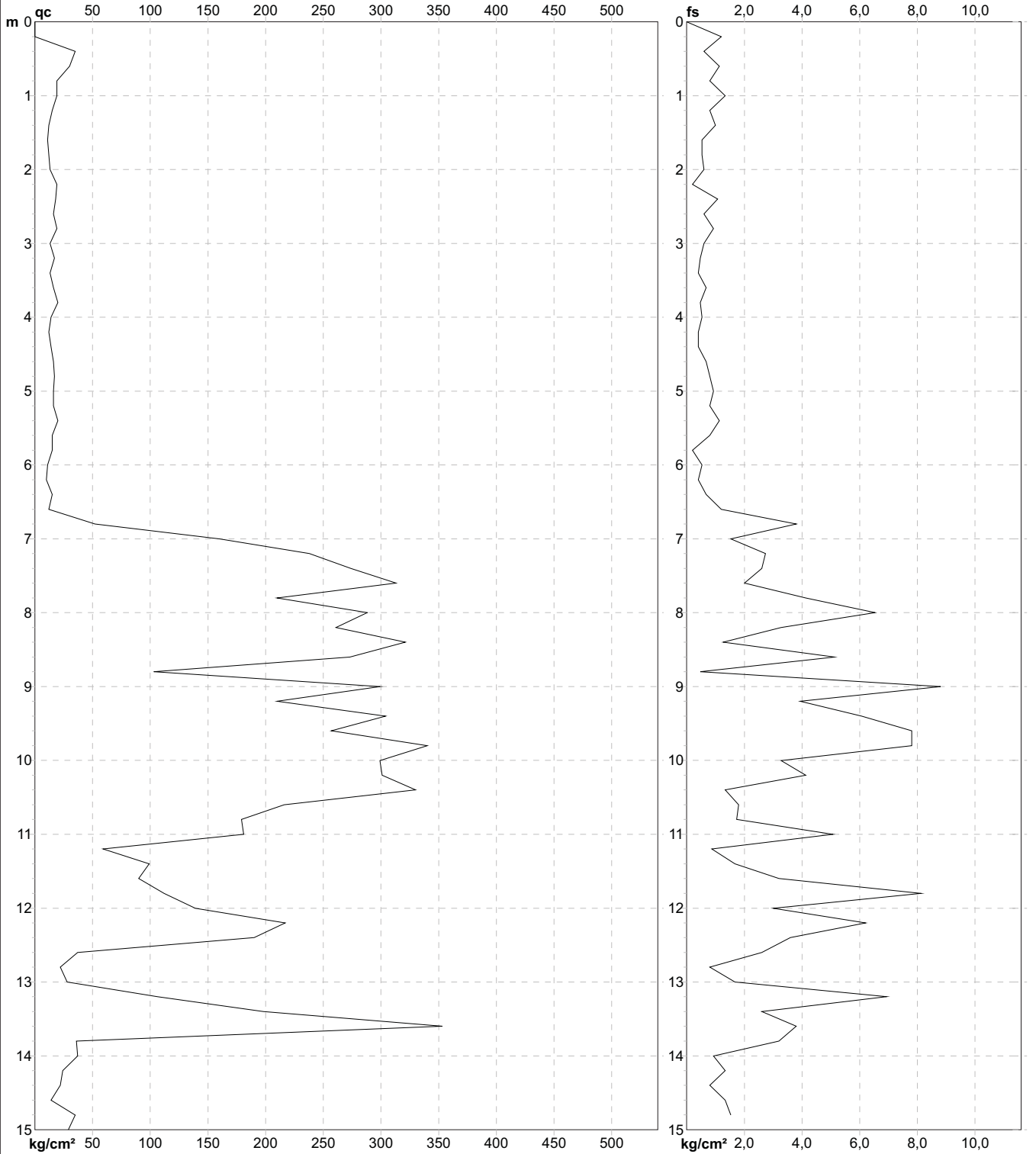
**CPT**

**2**

Riferimento **095-2021**  
 Certificato 239/2021  
 n verb. acct. 004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
 Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
 Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data eseg. 31/05/2021  
 Scala: 1:75 Data certificato 01/06/2021  
 Pagina 2/17 Quota inizio: Piano Campagna  
 Elaborato Falda Assente



	Penetrometro: TG63-200 Responsabile: Assistente:	preforo m Corr.astine: kg/ml Cod.ISTAT: 100005 Cod. tip:
--	--	---

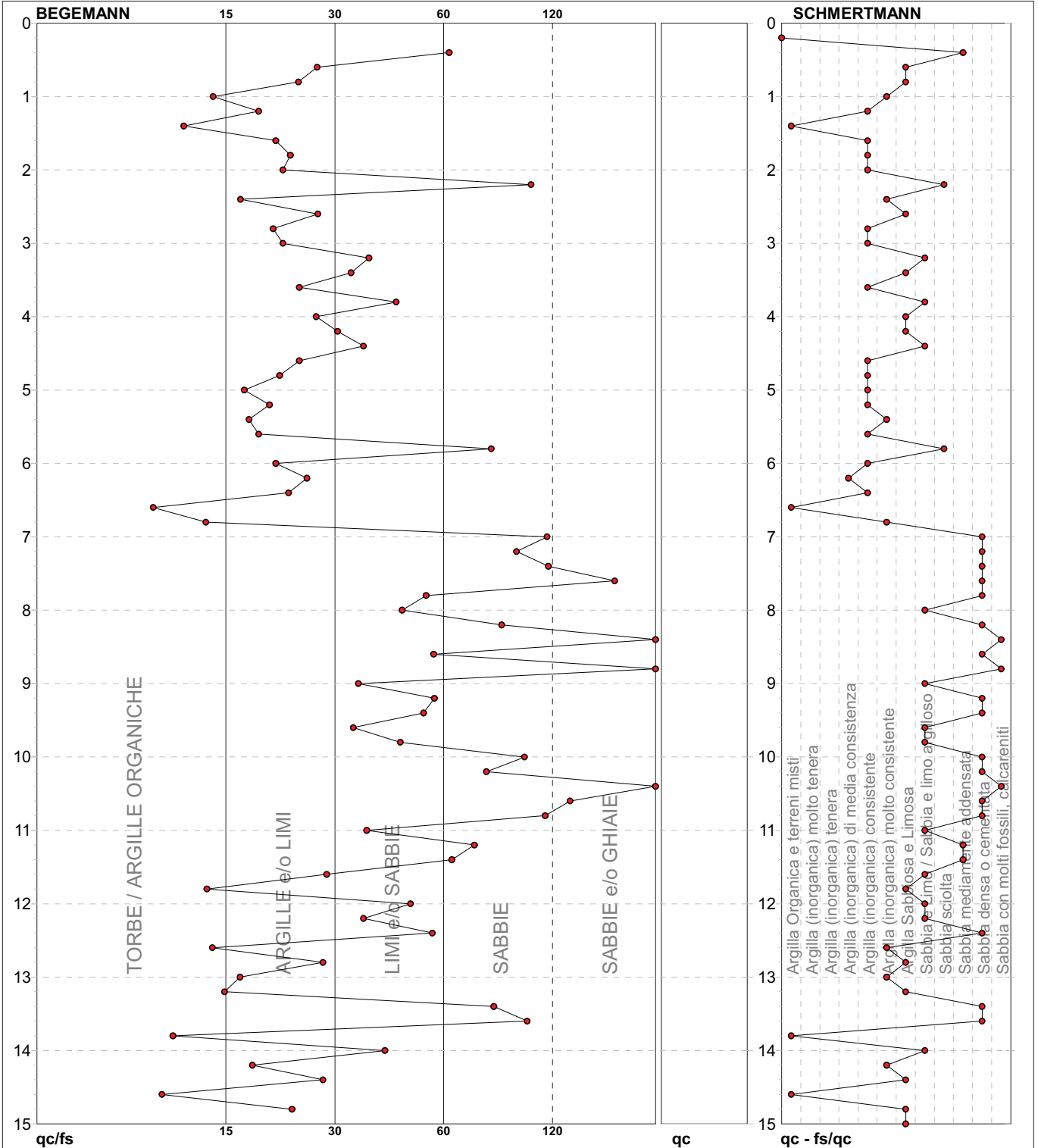
note: FON049

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>2</b>
Riferimento	<b>095-2021</b>
Certificato	239/2021
n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. 31/05/2021  
Scala: 1:75    Data certificato 01/06/2021  
Pagina 3/17  
Elaborato Falda Assente



● 095-2021 [2] : 15,00 m

note:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>3</b>
	Riferimento	<b>095-2021</b>
	Certificato	240/2021
	n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data esec.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Pagina	1/17	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Elaborato		Falda	Assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0,0	0,0	-	0,0	0,47	0									
0,40	29,0	36,0	-	29,0	1,47	20	5,1								
0,60	18,0	40,0	-	18,0	0,80	23	4,4								
0,80	17,0	29,0	-	17,0	0,73	23	4,3								
<b>1,00</b>	13,0	24,0	-	13,0	0,67	19	5,2								
1,20	22,0	32,0	-	22,0	1,07	21	4,9								
1,40	22,0	38,0	-	22,0	0,60	37	2,7								
1,60	19,0	28,0	-	19,0	0,93	20	4,9								
1,80	18,0	32,0	-	18,0	0,93	19	5,2								
<b>2,00</b>	18,0	32,0	-	18,0	0,93	19	5,2								
2,20	16,0	30,0	-	16,0	0,67	24	4,2								
2,40	21,0	31,0	-	21,0	0,73	29	3,5								
2,60	17,0	28,0	-	17,0	0,93	18	5,5								
2,80	20,0	34,0	-	20,0	0,73	27	3,7								
<b>3,00</b>	14,0	25,0	-	14,0	0,53	26	3,8								
3,20	17,0	25,0	-	17,0	0,53	32	3,1								
3,40	13,0	21,0	-	13,0	0,53	25	4,1								
3,60	12,0	20,0	-	12,0	0,53	23	4,4								
3,80	13,0	21,0	-	13,0	0,47	28	3,6								
<b>4,00</b>	11,0	18,0	-	11,0	0,33	33	3,0								
4,20	21,0	26,0	-	21,0	0,73	29	3,5								
4,40	13,0	24,0	-	13,0	0,40	33	3,1								
4,60	14,0	20,0	-	14,0	0,67	21	4,8								
4,80	15,0	25,0	-	15,0	0,67	22	4,5								
<b>5,00</b>	13,0	23,0	-	13,0	0,53	25	4,1								
5,20	12,0	20,0	-	12,0	0,27	44	2,3								
5,40	19,0	23,0	-	19,0	0,73	26	3,8								
5,60	13,0	24,0	-	13,0	0,53	25	4,1								
5,80	10,0	18,0	-	10,0	0,47	21	4,7								
<b>6,00</b>	8,0	15,0	-	8,0	0,33	24	4,1								
6,20	13,0	18,0	-	13,0	0,53	25	4,1								
6,40	10,0	18,0	-	10,0	0,47	21	4,7								
6,60	56,0	63,0	-	56,0	1,73	32	3,1								
6,80	162,0	188,0	-	162,0	4,13	39	2,5								
<b>7,00</b>	127,0	189,0	-	127,0	4,07	31	3,2								
7,20	165,0	226,0	-	165,0	2,33	71	1,4								
7,40	120,0	155,0	-	120,0	1,40	86	1,2								
7,60	35,0	56,0	-	35,0	2,13	16	6,1								
7,80	119,0	151,0	-	119,0	2,13	56	1,8								
<b>8,00</b>	118,0	150,0	-	118,0	2,47	48	2,1								
8,20	114,0	151,0	-	114,0	3,80	30	3,3								
8,40	271,0	328,0	-	271,0	2,07	131	0,8								
8,60	293,0	324,0	-	293,0	3,27	90	1,1								
8,80	187,0	236,0	-	187,0	0,73	256	0,4								
<b>9,00</b>	214,0	225,0	-	214,0	8,13	26	3,8								
9,20	202,0	324,0	-	202,0	4,40	46	2,2								
9,40	254,0	320,0	-	254,0	3,33	76	1,3								
9,60	205,0	255,0	-	205,0	5,87	35	2,9								
9,80	220,0	308,0	-	220,0	6,87	32	3,1								
<b>10,00</b>	332,0	435,0	-	332,0	3,40	98	1,0								
10,20	343,0	394,0	-	343,0	10,93	31	3,2								
10,40	481,0	645,0	-	481,0	8,67	55	1,8								
10,60	530,0	660,0	-	530,0											

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

nota:

FON049

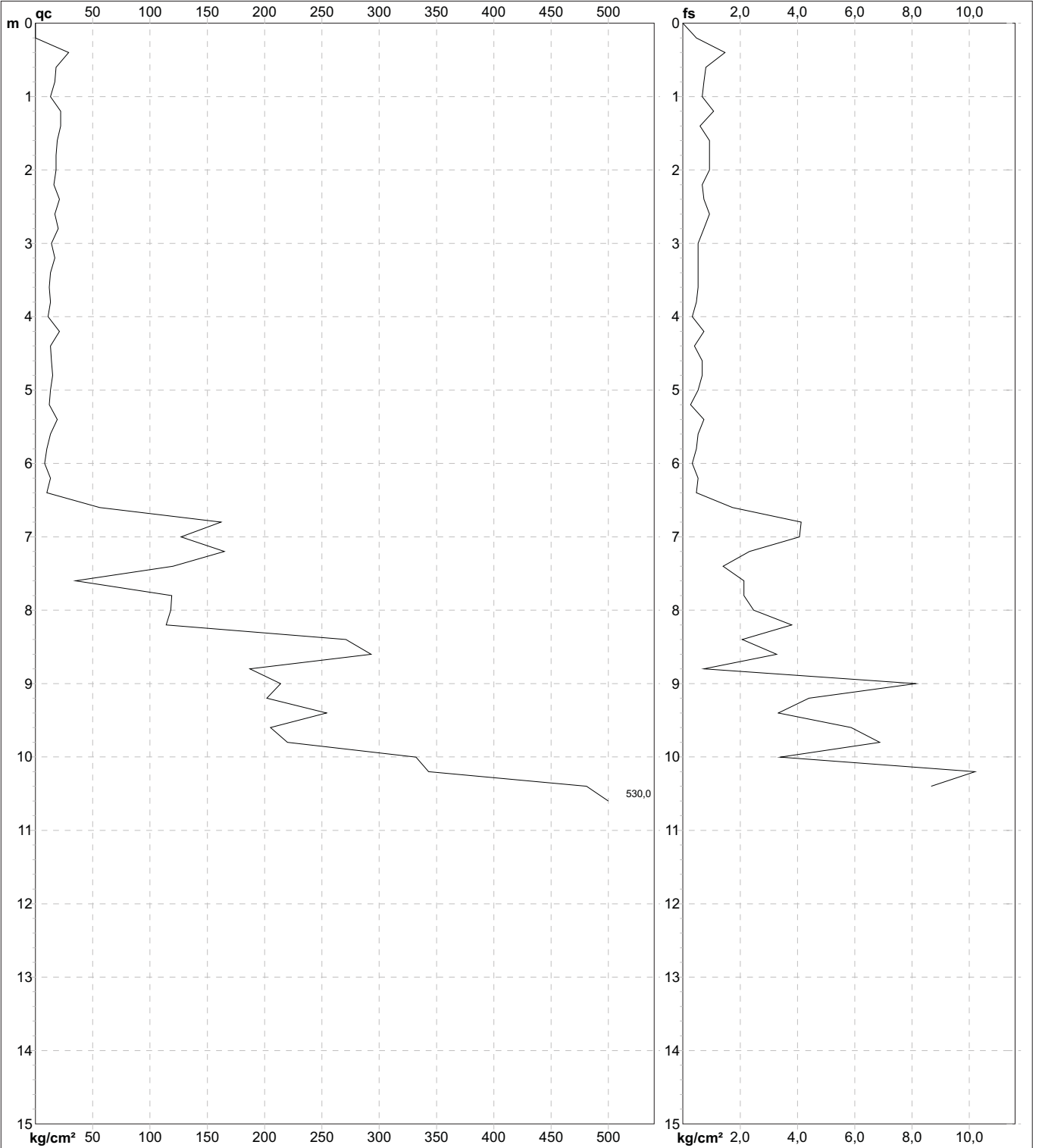
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820



**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
 DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>095-2021</b>
Certificato	240/2021
n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data eseg.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Scala:	1:75	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Pagina	2/17	Quota inizio: Piano Campagna	
		Elaborato		Falda	Assente



	Penetrometro: TG63-200	preforo	m
	Responsabile:	Corr.astine:	kg/ml
	Assistente:	Cod.ISTAT:	100005
		Cod. tip:	

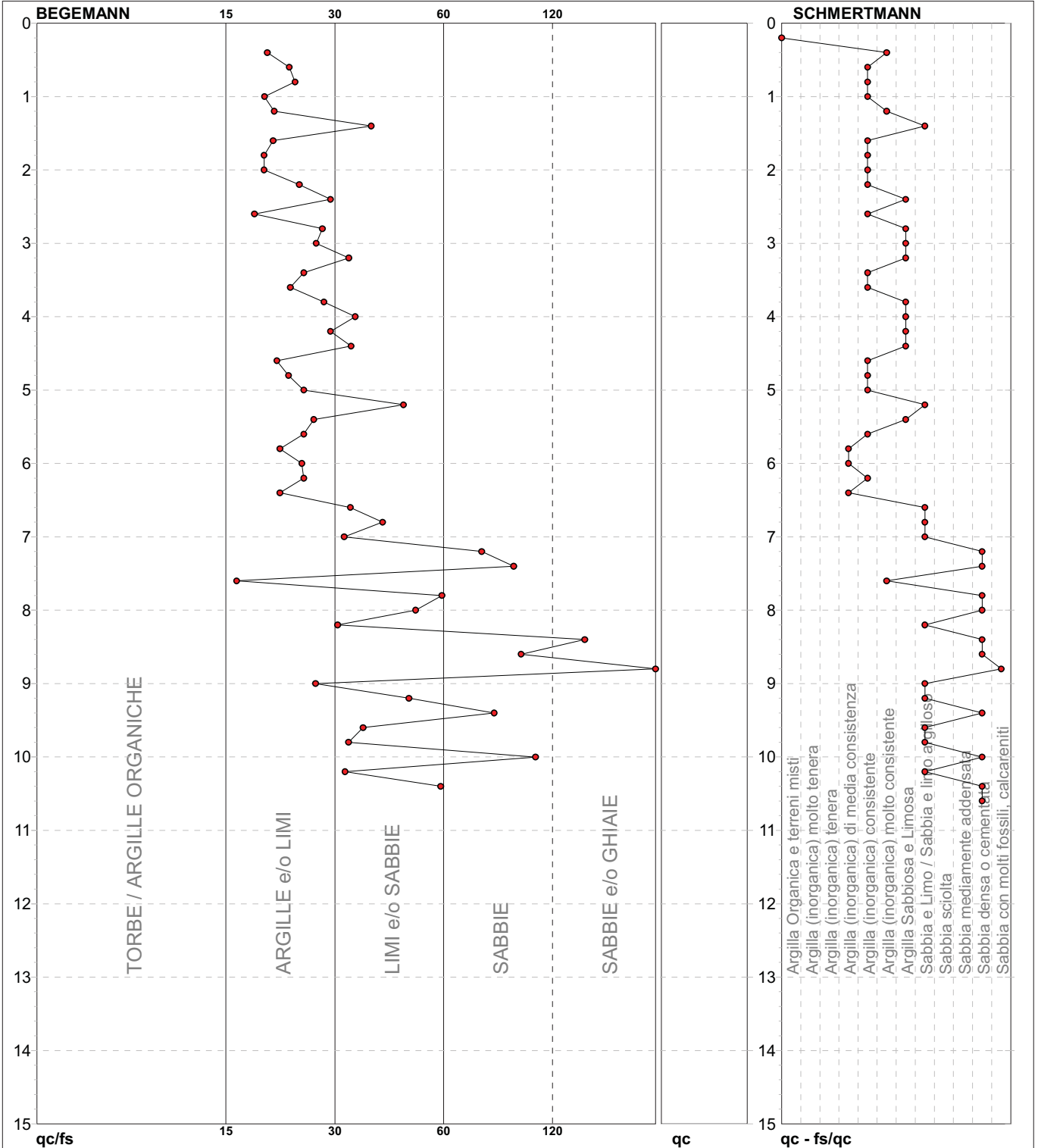
note: FON049

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>3</b>
Riferimento	<b>095-2021</b>
Certificato	240/2021
n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
 Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
 Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. 31/05/2021  
 Scala: 1:75    Data certificato 01/06/2021  
 Pagina 3/17  
 Elaborato Falda Assente



● 095-2021 [3] : 10,60 m

note:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b>		<b>CPT</b>	<b>3</b>
<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>		Riferimento	<b>095-2021</b>
		Certificato	240/2021
		n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data esec.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Pagina	4/17	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Elaborato		Falda	Assente

								NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE												
H	qc	qc/fs	zone	$\gamma'$	$\sigma'_{vo}$	Vs		Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2	
m	U.M.			t/m <sup>3</sup>	U.M.	m/s		U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.			
0.20	--	--	1	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	29.0	19.7	4	1.85	0.07	197	0.98	99.9	167.1	250.7	87.0	93	42	39	37	34	43	29	48.3	72.5	87.0	--	--	--	
0.60	18.0	22.5	2	1.85	0.11	164	0.75	68.4	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.80	17.0	23.3	2	1.85	0.15	161	0.72	45.6	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.00	13.0	19.4	2	1.85	0.19	145	0.60	27.6	102.8	154.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.20	22.0	20.6	4	1.85	0.22	177	0.85	33.4	143.8	215.8	66.0	57	38	33	30	28	37	28	36.7	55.0	66.0	--	--	--	
1.40	22.0	36.7	3	1.85	0.26	177	--	--	--	--	--	53	38	32	29	27	36	28	36.7	55.0	66.0	--	--	--	
1.60	19.0	20.4	2	1.85	0.30	168	0.78	20.9	131.8	197.8	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.80	18.0	19.4	2	1.85	0.33	164	0.75	17.3	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.00	18.0	19.4	2	1.85	0.37	164	0.75	15.2	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.20	16.0	23.9	2	1.85	0.41	157	0.70	12.3	118.3	177.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.40	21.0	28.8	4	1.85	0.44	174	0.82	13.6	140.0	210.0	63.0	38	36	29	26	24	33	27	35.0	52.5	63.0	--	--	--	
2.60	17.0	18.3	2	1.85	0.48	161	0.72	10.5	123.0	184.5	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.80	20.0	27.4	4	1.85	0.52	171	0.80	10.8	136.0	204.0	60.0	33	35	28	25	23	32	27	33.3	50.0	60.0	--	--	--	
3.00	14.0	26.4	2	1.85	0.56	150	0.64	7.4	136.2	204.3	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.20	17.0	32.1	4	1.85	0.59	161	0.72	8.1	141.8	212.8	54.1	24	34	26	23	22	30	27	28.3	42.5	51.0	--	--	--	
3.40	13.0	24.5	2	1.85	0.63	145	0.60	6.0	166.7	250.0	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.60	12.0	22.6	2	1.85	0.67	141	0.57	5.2	182.7	274.1	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	13.0	27.7	2	1.85	0.70	145	0.60	5.2	192.8	289.1	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.00	11.0	33.3	4	1.85	0.74	137	0.54	4.2	206.7	310.0	42.5	3	32	23	20	19	26	26	18.3	27.5	33.0	--	--	--	
4.20	21.0	28.8	4	1.85	0.78	174	0.82	6.8	197.6	296.3	63.0	25	34	26	23	22	30	27	35.0	52.5	63.0	--	--	--	
4.40	13.0	32.5	4	1.85	0.81	145	0.60	4.3	227.3	341.0	46.5	7	32	24	20	19	27	26	21.7	32.5	39.0	--	--	--	
4.60	14.0	20.9	2	1.85	0.85	150	0.64	4.4	237.6	356.4	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	15.0	22.4	2	1.85	0.89	154	0.67	4.4	247.9	371.9	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.00	13.0	24.5	2	1.85	0.93	145	0.60	3.7	261.1	391.6	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.20	12.0	44.4	4	1.85	0.96	141	0.57	3.3	268.8	403.2	44.6	--	31	22	19	18	25	26	20.0	30.0	36.0	--	--	--	
5.40	19.0	26.0	2	1.85	1.00	168	0.78	4.6	278.3	417.5	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	13.0	24.5	2	1.85	1.04	145	0.60	3.2	288.2	432.2	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.80	10.0	21.3	2	1.85	1.07	132	0.50	2.4	267.7	401.6	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	8.0	24.2	2	1.85	1.11	121	0.40	1.8	228.9	343.4	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	13.0	24.5	2	1.85	1.15	145	0.60	2.8	306.7	460.1	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	10.0	21.3	2	1.85	1.18	132	0.50	2.1	276.2	414.3	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	56.0	32.4	3	1.85	1.22	252	--	--	--	--	--	47	37	29	26	24	33	31	93.3	140.0	168.0	--	--	--	
6.80	162.0	39.2	3	1.85	1.26	376	--	--	--	--	--	83	41	34	31	29	38	36	270.0	405.0	486.0	--	--	--	
7.00	127.0	31.2	3	1.85	1.30	343	--	--	--	--	--	74	40	33	30	28	37	35	211.7	317.5	381.0	--	--	--	
7.20	165.0	70.8	3	1.85	1.33	379	--	--	--	--	--	82	41	34	31	29	38	37	275.0	412.5	495.0	--	--	--	
7.40	120.0	65.7	3	1.85	1.37	336	--	--	--	--	--	71	40	32	29	27	36	35	200.0	300.0	360.0	--	--	--	
7.60	35.0	16.4	4	1.85	1.41	211	1.17	5.0	388.3	582.5	105.0	28	35	26	23	21	29	29	58.3	87.5	105.0	--	--	--	
7.80	119.0	55.9	3	1.85	1.44	335	--	--	--	--	--	69	40	32	29	27	36	35	198.3	297.5	357.0	--	--	--	
8.00	118.0	47.8	3	1.85	1.48	334	--	--	--	--	--	68	39	32	29	27	36	35	196.7	295.0	354.0	--	--	--	
8.20	114.0	30.0	4	1.85	1.52	330	3.80	19.8	646.0	969.0	342.0	66	39	31	28	26	35	34	190.0	285.0	342.0	--	--	--	
8.40	271.0	130.9	3	1.85	1.55	457	--	--	--	--	--	95	43	35	33	30	40	40	451.7	677.5	813.0	--	--	--	
8.60	293.0	89.6	3	1.85	1.59	471	--	--	--	--	--	98	43	36	33	31	40	40	488.3	732.5	879.0	--	--	--	
8.80	187.0	256.2	3	1.85	1.63	397	--	--	--	--	--	82	41	33	30	28	38	37	311.7	467.5	561.0	--	--	--	
9.00	214.0	26.3	4	1.85	1.67	418	7.13	38.7	1212.7	1819.0	642.0	86	42	34	31	29	38	38	356.7	535.0	642.0	--	--	--	
9.20	202.0	45.9	3	1.85	1.70	409	--	--	--	--	--	83	41	33	31	29	38	38	336.7	505.0	606.0	--	--	--	
9.40	254.0	76.3	3	1.85	1.74	446	--	--	--	--	--	91	42	35	32	30	39	39	423.3	635.0	762.0	--	--	--	
9.60	205.0	34.9	3	1.85	1.78	411	--	--	--	--	--	83	41	33	30	29	38	38	341.7	512.5	615.0	--	--	--	
9.80	220.0	32.0	3	1.85	1.81	422	--	--	--	--	--	85	41	34	31	29	38	38	366.7	550.0	660.0	--	--	--	
10.00	332.0	97.6	3	1.85	1.85	493	--	--	--	--	--	98	43	36	33	31	40	40	553.3	830.0	996.0	--	--	--	
10.20	343.0	31.4	3	1.85	1.89	499	--	--	--	--	--	99	43	36	33	31	40	40	571.7	857.5	1029.0	--	--	--	
10.40	481.0	55.5	3	1.85	1.92	567	--	--	--	--	--	100	43	37	35	32	41	40	801.7	1202.5	1443.0	--	--	--	
10.60	530.0	--	3	1.85	1.96	589	--	--	--	--	--	100	43	38	35	33	41	40	883.3	1325.0	1590.0	--	--	--	

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>4</b>
	Riferimento	<b>095-2021</b>
	Certificato	241/2021
	n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm <sup>2</sup>	Data esec.	31/05/2021
Cantiere	Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini	Pagina	1/17	Data certificato	01/06/2021
Località	Iolo (PO)	Elaborato		Falda	Assente

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%	m	-	-	-	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	-	%
0,20	0,0	0,0		0,0	1,07	0									
0,40	36,0	52,0		36,0	2,13	17	5,9								
0,60	70,0	102,0		70,0	2,00	35	2,9								
0,80	63,0	93,0		63,0	2,87	22	4,6								
<b>1,00</b>	40,0	83,0		40,0	1,80	22	4,5								
1,20	26,0	53,0		26,0	2,07	13	8,0								
1,40	19,0	50,0		19,0	1,80	11	9,5								
1,60	22,0	49,0		22,0	2,27	10	10,3								
1,80	22,0	56,0		22,0	2,13	10	9,7								
<b>2,00</b>	19,0	51,0		19,0	1,73	11	9,1								
2,20	20,0	46,0		20,0	1,53	13	7,7								
2,40	22,0	45,0		22,0	1,60	14	7,3								
2,60	22,0	46,0		22,0	1,73	13	7,9								
2,80	26,0	52,0		26,0	1,60	16	6,2								
<b>3,00</b>	24,0	48,0		24,0	1,20	20	5,0								
3,20	24,0	42,0		24,0	1,47	16	6,1								
3,40	20,0	42,0		20,0	1,07	19	5,4								
3,60	24,0	40,0		24,0	0,40	60	1,7								
3,80	18,0	24,0		18,0	0,20	90	1,1								
<b>4,00</b>	15,0	18,0		15,0	0,60	25	4,0								
4,20	22,0	31,0		22,0	0,73	30	3,3								
4,40	27,0	38,0		27,0	1,40	19	5,2								
4,60	25,0	46,0		25,0	1,40	18	5,6								
4,80	25,0	46,0		25,0	1,33	19	5,3								
<b>5,00</b>	25,0	45,0		25,0	1,33	19	5,3								
5,20	28,0	48,0		28,0	1,33	21	4,8								
5,40	33,0	53,0		33,0	2,00	17	6,1								
5,60	30,0	60,0		30,0	1,60	19	5,3								
5,80	26,0	50,0		26,0	1,33	20	5,1								
<b>6,00</b>	28,0	48,0		28,0	1,40	20	5,0								
6,20	33,0	54,0		33,0	1,47	22	4,5								
6,40	28,0	50,0		28,0	1,87	15	6,7								
6,60	39,0	67,0		39,0	1,80	22	4,6								
6,80	69,0	96,0		69,0	4,80	14	7,0								
<b>7,00</b>	85,0	157,0		85,0	1,73	49	2,0								
7,20	243,0	269,0		243,0	6,33	38	2,6								
7,40	301,0	396,0		301,0	6,07	50	2,0								
7,60	335,0	426,0		335,0	5,67	59	1,7								
7,80	365,0	450,0		365,0	4,47	82	1,2								
<b>8,00</b>	417,0	484,0		417,0	8,00	52	1,9								
8,20	219,0	339,0		219,0	3,87	57	1,8								
8,40	242,0	300,0		242,0	8,60	28	3,6								
8,60	224,0	353,0		224,0	5,20	43	2,3								
8,80	223,0	301,0		223,0	2,53	88	1,1								
<b>9,00</b>	186,0	224,0		186,0	3,07	61	1,7								
9,20	354,0	400,0		354,0	3,40	104	1,0								
9,40	279,0	330,0		279,0	4,07	69	1,5								
9,60	235,0	296,0		235,0	1,73	136	0,7								
9,80	36,0	62,0		36,0	0,87	41	2,4								
<b>10,00</b>	155,0	168,0		155,0	3,07	50	2,0								
10,20	97,0	143,0		97,0	3,40	29	3,5								
10,40	119,0	170,0		119,0	10,47	11	8,8								
10,60	71,0	228,0		71,0	0,53	134	0,7								
10,80	110,0	118,0		110,0	1,73	64	1,6								
<b>11,00</b>	12,0	38,0		12,0	2,53	5	21,1								
11,20	190,0	228,0		190,0	2,73	70	1,4								
11,40	144,0	185,0		144,0	4,27	34	3,0								
11,60	32,0	96,0		32,0	1,13	28	3,5								
11,80	17,0	34,0		17,0	0,67	25	3,9								
<b>12,00</b>	21,0	31,0		21,0	0,60	35	2,9								
12,20	27,0	36,0		27,0	1,00	27	3,7								
12,40	35,0	50,0		35,0	1,20	29	3,4								
12,60	19,0	37,0		19,0	1,20	16	6,3								
12,80	17,0	35,0		17,0	0,73	23	4,3								
<b>13,00</b>	12,0	23,0		12,0	0,53	23	4,4								
13,20	5,0	13,0		5,0	0,20	25	4,0								
13,40	11,0	14,0		11,0	0,27	41	2,5								
13,60	28,0	32,0		28,0	1,00	28	3,6								
13,80	20,0	35,0		20,0	0,93	22	4,7								
<b>14,00</b>	16,0	30,0		16,0	0,40	40	2,5								
14,20	13,0	19,0		13,0	0,40	33	3,1								
14,40	17,0	23,0		17,0	0,47	36	2,8								
14,60	18,0	25,0		18,0	0,47	38	2,6								
14,80	20,0	27,0		20,0	0,87	23	4,4								
<b>15,00</b>	22,0	35,0		22,0											

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta  
fs = resistenza laterale  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

nota:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA  
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA**

**CPT**

**4**

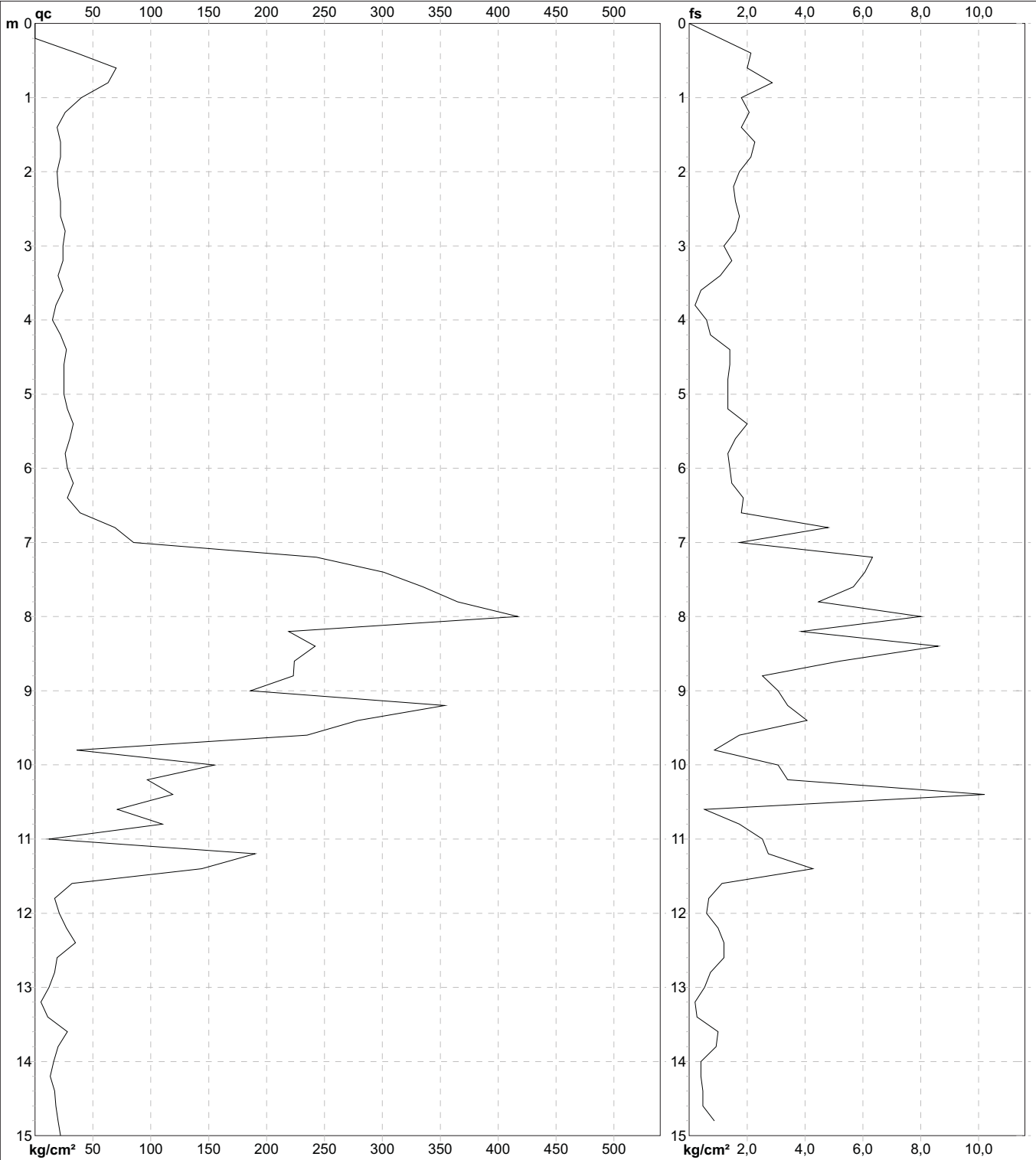
Riferimento **095-2021**

Certificato 241/2021

n verb. acct. 004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>** Data esec. 31/05/2021  
Scala: 1:75 Data certificato 01/06/2021  
Pagina 2/17 Quota inizio: Piano Campagna  
Elaborato Falda Assente



Penetrometro: TG63-200  
Responsabile:  
Assistente:

preforo m  
Corr.astine: kg/ml  
Cod.ISTAT: 100005  
Cod. tip:

note:

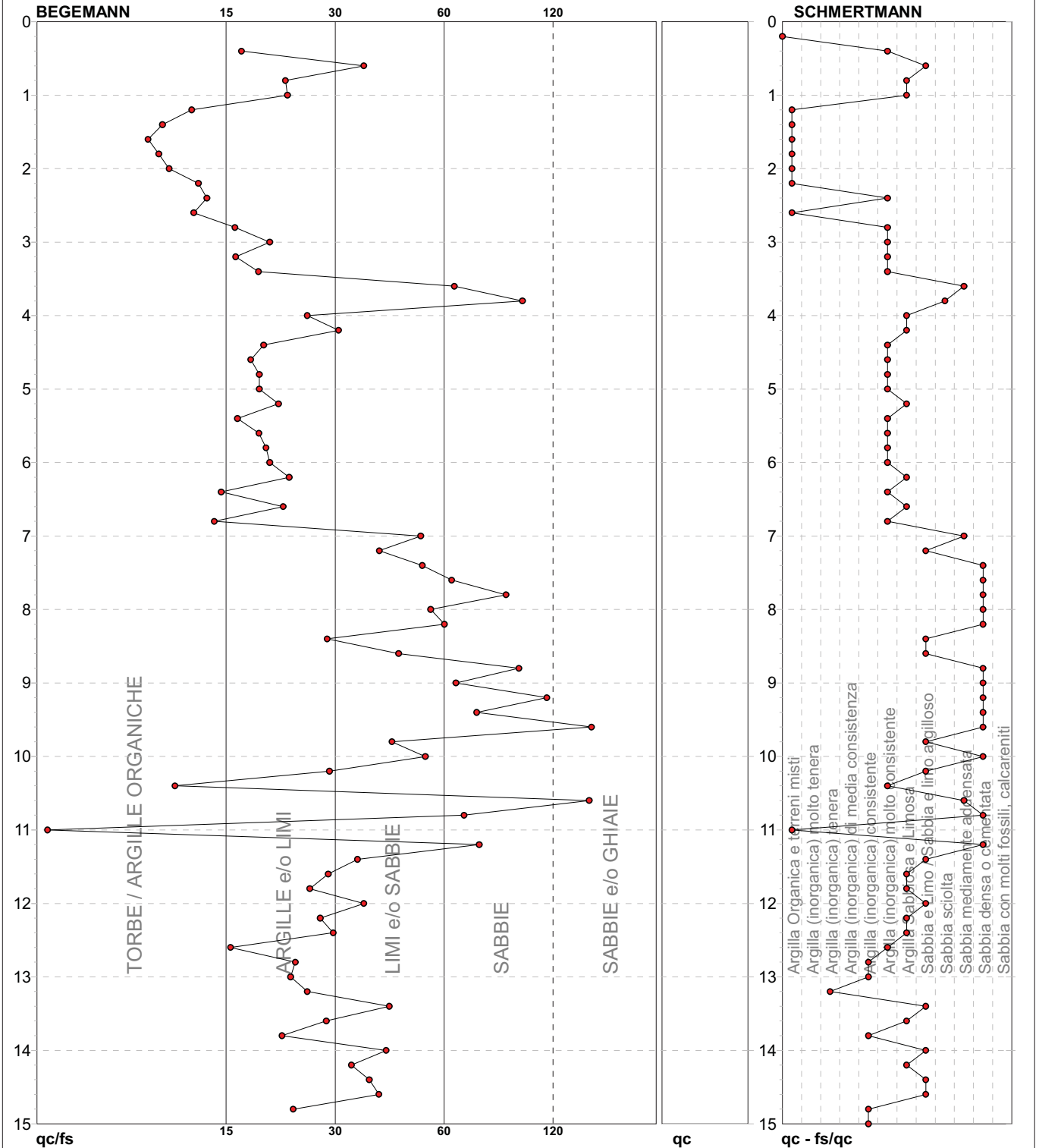
FON049

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>4</b>
Riferimento	<b>095-2021</b>
Certificato	241/2021
n verb. acct.	004 DEL 04/01/21

Committente **Comune di Prato**  
 Cantiere **Indagine geognostica c/o campo sportivo Fantaccini**  
 Località **Iolo (PO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec. 31/05/2021  
 Scala: 1:75    Data certificato 01/06/2021  
 Pagina 3/17  
 Elaborato Falda Assente



● 095-2021 [4] : 15,00 m

note:

FON049

Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820







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](http://www.laboratorioelleti.it) - [laboratorio.elleti@tiscali.it](mailto:laboratorio.elleti@tiscali.it)

CERTIFICATO N° **038-21** DATA **25/06/21** PAGINA **1 / 21**

VERBALE DI ACCETTAZIONE: **21037** DATA **04/06/21**

COMMITTENTE **Tecna**  
**Via Ser Gorello**  
**Arezzo**

RICHIEDENTE **Geol. Gianni Focardi**  
PROVENIENZA (dichiarata) **Campo Sportivo Fantaccini - Loc. Iolo - Prato**  
NUMERO CAMPIONI **2**

ELENCO PROVE ESEGUITE

Contrassegno			Codice campione		Codici delle prove eseguite, oggetto del certificato														
Sond.	Camp.	Prof.			w	G	Gs	-	-	-	-	ELL	TG	ED	-	-	-	-	-
1	1	3,0-3,5	21037	01	w	G	Gs	-	-	-	-	ELL	TG	ED	-	-	-	-	-
1	3	8,5-9,0	21037	02	-	-	Gs	Gr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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= compres- sione 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  
*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°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>2 / 21</b>
Committente	<b>Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo</b>				
Richiedente	<b>Geol. Gianni Focardi</b>				
Provenienza	<b>Campo Sportivo Fantaccini - Loc. Iolo - Prato</b>				
Contenitore	<b>Fustella acciaio</b>	Diametro (mm)	<b>85</b>	Lunghezza (cm)	<b>53</b>
Contrassegno	Sond. <b>1</b>	Camp. <b>1</b>	Profondità (m)	<b>3,0 - 3,5</b>	

#### DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

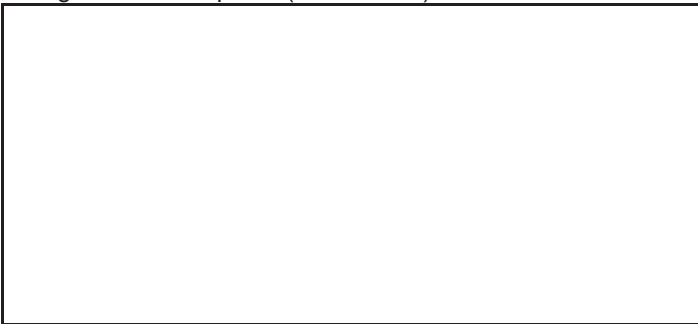
Data di apertura del campione **10/6/21**

Descrizione del campione:

**Limo argilloso bruno giallastro, compatto.**

Classe di qualità **Q5**

Fotografia del campione (se richiesta)



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

		P.P.	V.T.	P.P. = Pocket penetrometer (kPa)							
Alto	<table border="1"> <tr><td>TG</td></tr> <tr><td>ELL</td></tr> <tr><td>ED</td></tr> </table>	TG	ELL	ED	<table border="1"> <tr><td>350</td></tr> <tr><td>300</td></tr> </table>	350	300	<table border="1"> <tr><td>100</td></tr> <tr><td>80</td></tr> </table>	100	80	V.T. = Vane test (kPa)
TG											
ELL											
ED											
350											
300											
100											
80											
Basso				<table border="1"> <tr><td>OSSERVAZIONI:</td></tr> </table>	OSSERVAZIONI:						
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](http://www.laboratorioelleti.it) - [laboratorio.elleti@tiscali.it](mailto:laboratorio.elleti@tiscali.it)

Certificato n° **038-21** Data **25/06/21** Pagina **3 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **04/06/21** Prova numero **2103701 -w**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

### CONTENUTO NATURALE DI ACQUA

(UNI CEN ISO/TS 17892/1)

Data di prova: inizio **10/6/21** fine **11/6/21**

Tara	g	276,46
Massa terreno umido + tara	g	590,3
Massa terreno secco + tara	g	530,59
<b>Contenuto di acqua</b>	<b>%</b>	<b>23,5</b>

*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](http://www.laboratorioelleti.it) - [laboratorio.elleti@tiscali.it](mailto:laboratorio.elleti@tiscali.it)

Certificato n° **038-21** Data **25/6/21** Pagina **4 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103701 -G**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

### PESO DI VOLUME

(UNI CEN ISO/TS 17892/2)

Data di prova: **10/06/2021**

Peso del terreno	g	6065,0
Volume del terreno	cm <sup>3</sup>	2984,8
Massa specifica	g/cm <sup>3</sup>	2,03
<b>Peso di volume</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	<b>19,9</b>

*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](http://www.laboratorioelleti.it) - [laboratorio.elleti@tiscali.it](mailto:laboratorio.elleti@tiscali.it)

Certificato n° **038-21** Data **25/06/21** Pagina **5 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103701 - Gs**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

### PESO SPECIFICO DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892/3)

Data di prova inizio **11/6/21** termine **12/6/21**

Picnometro	g	39,39
Campione + picnometro	g	65,92
Camp. + picnometro + acqua	g	157,40
Picnometro + acqua	g	140,68
Temperatura °C	°C	26,0
Peso specifico dell'acqua (alla temperatura di prova)	-	0,99857
<b>Peso specifico dei grani</b>	-	<b>2,70</b>
<b>Peso di volume dei grani</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	<b>26,5</b>

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° **038-21** Data **25/6/21** Pagina **6 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103701 -ELL**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

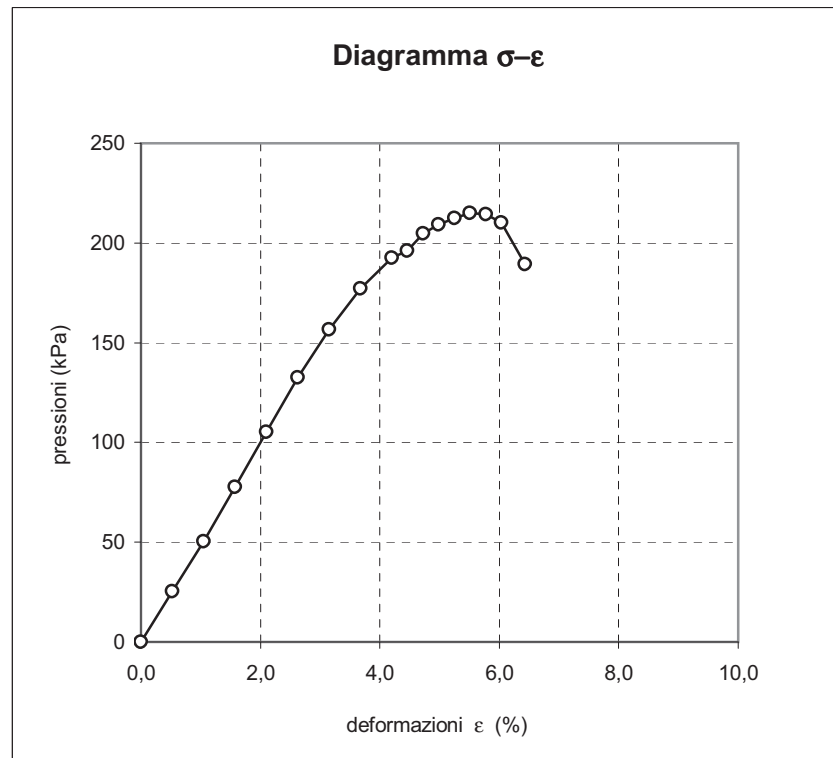
**PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE**

(UNI CEN 17892-7)

Inizio prova **11/6/13**

Dimensioni iniziali altezza cm 7,62 VELOCITA' DI PROVA  
 sezione cm<sup>2</sup> 11,40 0,500 mm/min  
 Contenuto di acqua % 25,1  
 Peso di volume kN/m<sup>3</sup> 19,5

Def. mm	Area cm <sup>2</sup>	e %	s kPa
0,00	11,40	0,0	0
0,40	11,46	0,5	26
0,80	11,52	1,0	50
1,20	11,58	1,6	78
1,60	11,64	2,1	105
2,00	11,70	2,6	132
2,40	11,77	3,1	157
2,80	11,83	3,7	177
3,20	11,89	4,2	192
3,40	11,93	4,5	196
3,60	11,96	4,7	205
3,80	11,99	5,0	209
4,00	12,03	5,2	212
4,20	12,06	5,5	215
4,40	12,09	5,8	214
4,60	12,13	6,0	210
4,90	12,18	6,4	189



STATO TENSIONALE A ROTTURA

Resistenza alla compressione **kPa 215**  
 Deformazione a rottura **% 5,5**

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  
*Piero Focardi*

lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  
*Alessandro Lugo*

Certificato n° **038-21** Data **25/6/21** Pagina **7 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **04/06/21** Prova numero **2103701 -TG/1**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

(UNI CEN 17892-10)

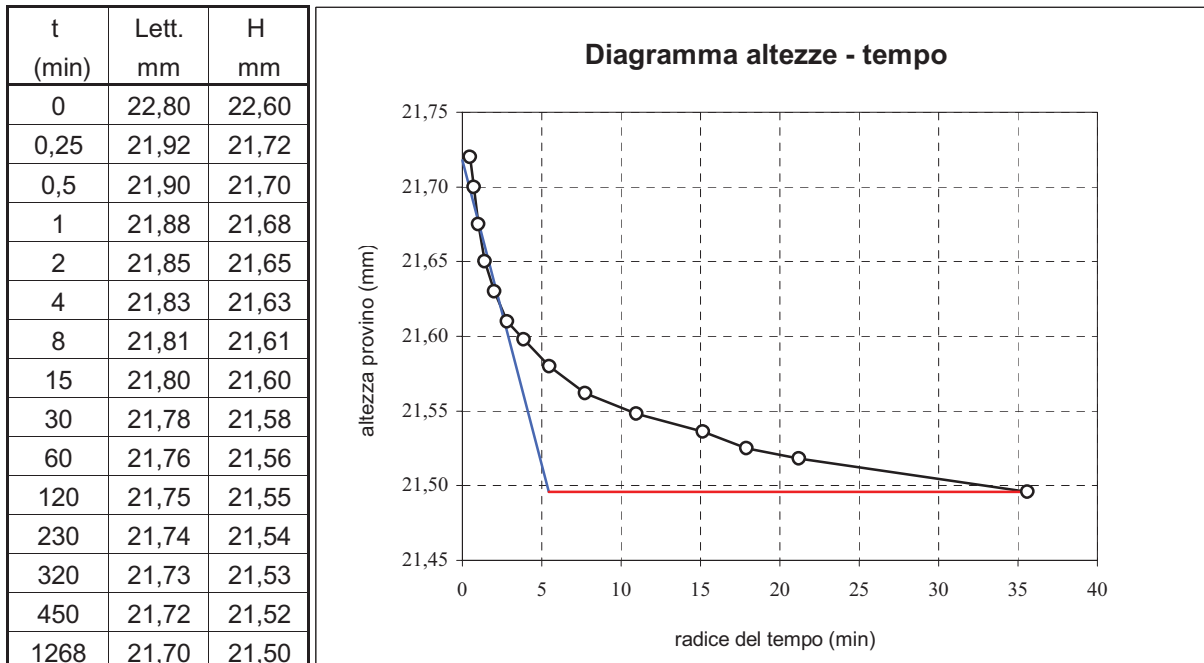
Data di prova inizio **10/6/21** termine **14/6/21**

TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali altezza mm **22,60**  
 sezione cm<sup>2</sup> **36,00**

Pressione normale: kPa **100**

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.





Tempo di consolidazione  $t_{100}$

30 min

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

0,016 mm/min

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  


Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>8 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/2</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

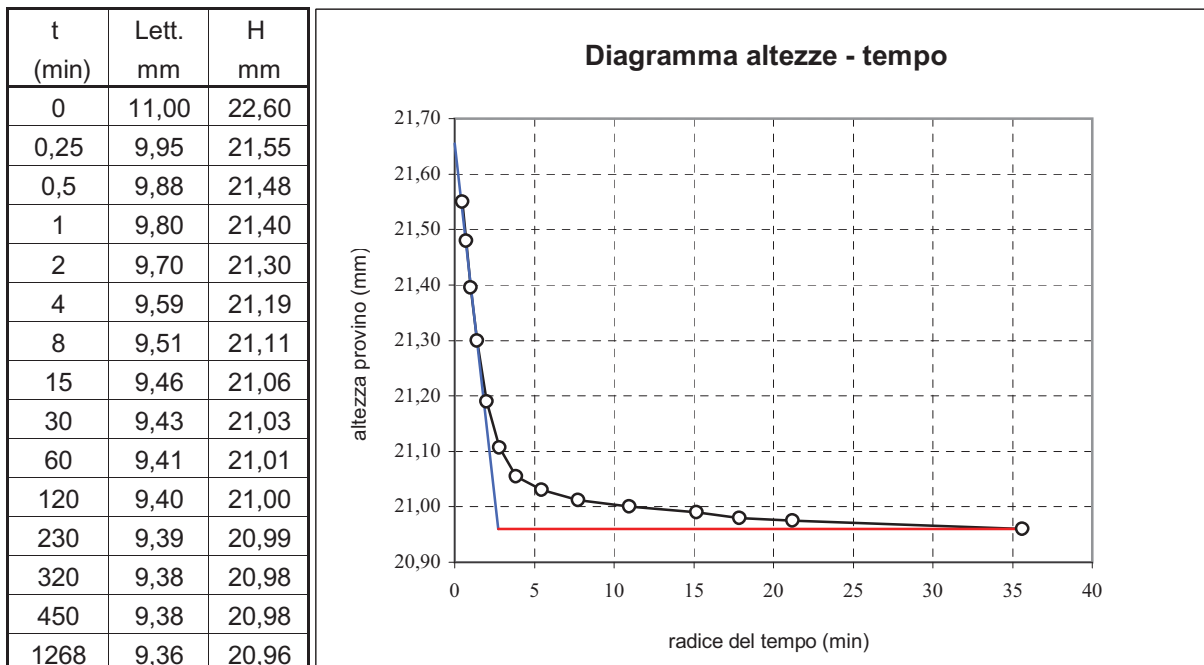
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

TEST 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  $t_{100}$

8 min

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

0,0626 mm/min

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  


Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>9 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/3</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

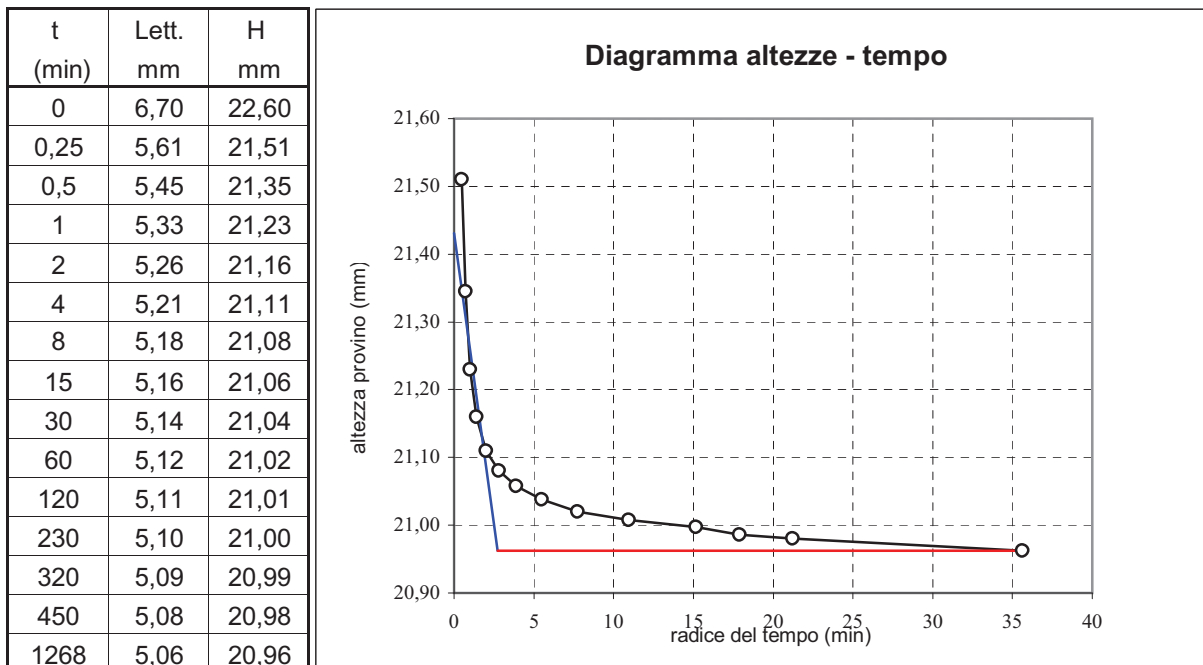
### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

TEST 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  $t_{100}$

7 min

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

0,0632 mm/min

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  




Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>10 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/4</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

 PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **1**

Pressione di consolidazione	kPa	100
Tempo di consolidazione	ore	21
Pressione normale	kPa	100
Resistenza al taglio	kPa	64
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,00

s mm	Din. mm	DH mm	t kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,067	0,00	10
0,50	0,140	-0,01	21
1,00	0,214	-0,04	33
1,50	0,304	-0,07	47
2,00	0,371	-0,09	57
2,50	0,402	-0,11	62
3,00	0,419	-0,11	64
3,60	0,417	-0,12	64
4,30	0,394	-0,13	60
5,00	0,387	-0,14	59
5,70	0,384	-0,14	59
6,38	0,380	-0,15	58

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

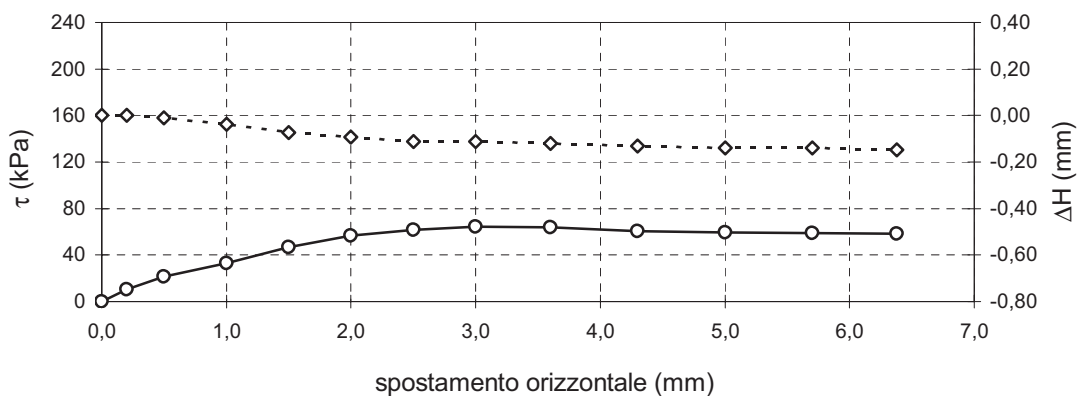

s = spostamento (mm)

e = deformazione provino (%)

Din = lettura dinamometro (mm)

DH = variazione di altezza del provino (mm)

t = resistenza al taglio (kPa)

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

 il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


 lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  


Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/2021</b>	Pagina	<b>11 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/5</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

 PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **2**

Pressione di consolidazione	kPa	200
Tempo di consolidazione	ore	21
Pressione normale	kPa	200
Resistenza al taglio	kPa	116
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,00

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

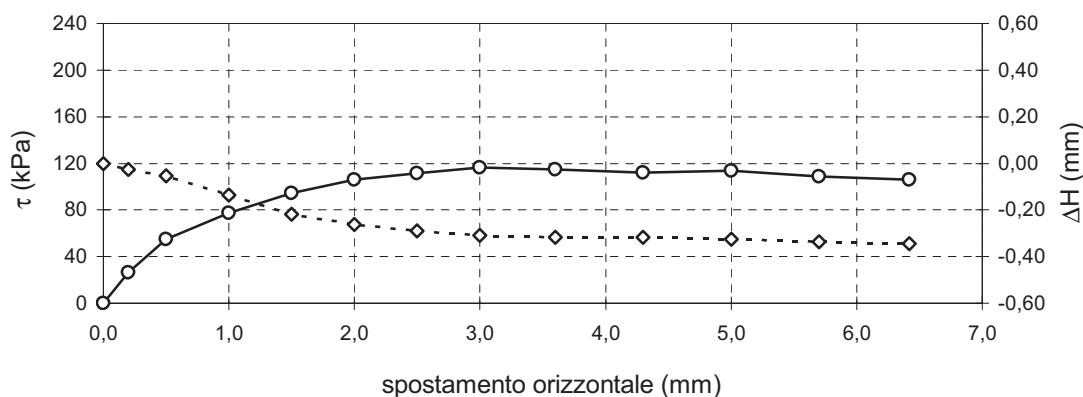

Din = lettura dinamometro (mm)


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	0,103	-0,03	26
0,50	0,215	-0,05	55
1,00	0,305	-0,14	78
1,50	0,372	-0,22	95
2,00	0,417	-0,26	106
2,50	0,439	-0,29	112
3,00	0,457	-0,31	116
3,60	0,452	-0,32	115
4,30	0,44	-0,32	112
5,00	0,447	-0,33	114
5,70	0,428	-0,34	109
6,42	0,417	-0,34	106

#### 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  


Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>12 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/6</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

 PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **3**

Pressione di consolidazione	kPa	300
Tempo di consolidazione	ore	21
Pressione normale	kPa	300
Resistenza al taglio	kPa	175
Spostamento orizz. a rottura	mm	6,38

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

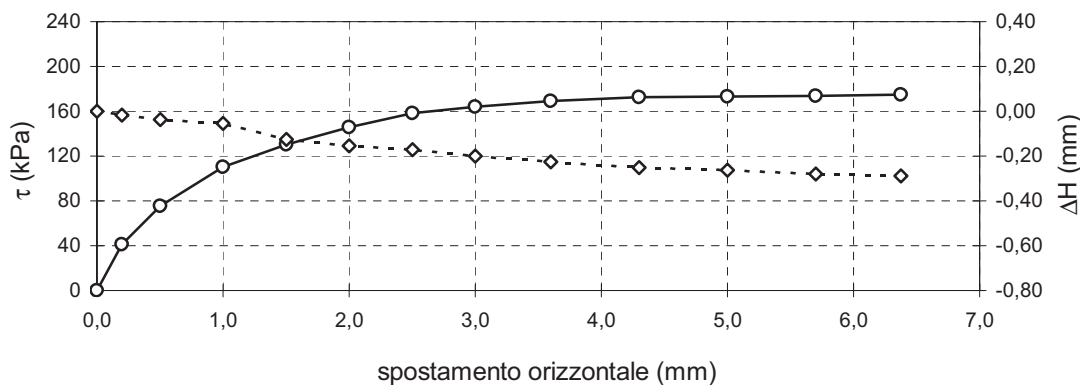

Din = lettura dinamometro (mm)

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	0,089	-0,02	41
0,50	0,162	-0,04	75
1,00	0,238	-0,05	110
1,50	0,281	-0,13	130
2,00	0,314	-0,15	146
2,50	0,341	-0,17	158
3,00	0,353	-0,20	164
3,60	0,365	-0,23	169
4,30	0,372	-0,25	173
5,00	0,373	-0,26	173
5,70	0,374	-0,28	174
6,38	0,377	-0,29	175

#### 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](http://www.laboratorioelleti.it) - [laboratorio.elleti@tiscali.it](mailto:laboratorio.elleti@tiscali.it)

Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>13 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>		Prova numero / pagina prova	<b>2103701 -TG/7</b>
Committente	<b>Tecna</b>		Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>	
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)


Dimensioni iniziali :                      altezza    2,26    cm                      sezione    36,00    cm<sup>2</sup>

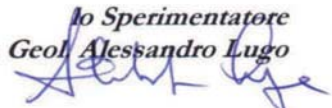
### PESO DI VOLUME

	Prima della prova			Dopo la rottura			
	1	2	3	1	2	3	
Provino numero							
Massa del terreno	g	164,91	165,29	164,71	160,87	158,31	157,87
Volume del terreno	cm <sup>3</sup>	81,36	81,36	81,36	76,81	74,09	74,31
Massa specifica	g/cm <sup>3</sup>	2,03	2,03	2,02	2,09	2,14	2,12
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	19,88	19,92	19,85	20,54	20,96	20,83

### CONTENUTO DI ACQUA

	Prima della prova			Dopo la rottura			
	1	2	3	1	2	3	
Provino numero							
Massa terreno umido	g	164,91	165,29	164,71	160,87	158,31	157,87
Massa terreno secco	g	133,43	133,76	132,74	133,43	133,76	132,74
Contenuto di acqua	%	23,59	23,57	24,08	20,57	18,35	18,93

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  


Certificato n° **038-21** Data **25/06/21** Pagina **14 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** Prova numero / pagina prova **2103701 - ED/1**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **53**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,5**

**PROVA EDOMETRICA**

(UNI CEN 17892-5)

 Data di prova inizio **10/6/21** termine **24/6/21**

Dimensioni iniziali del provino

sezione	cm <sup>2</sup>	20
altezza	cm	2,00
volume iniziale	cm <sup>3</sup>	40,00

Parametri fisici iniziali e dopo la prova.


		iniziale	finale
umidità	%	25,04	19,51
peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	19,5	20,7
indice dei vuoti		0,699	0,527

Peso specifico dei grani Gs = 2,70

Cedimenti (DH) e indice dei vuoti (e) relativi alle pressioni indicate con permanenza del carico di 24 ore.

Press kPa	DH mm	e	mv kPa <sup>-1</sup>	E ed kPa
0	0,000	0,699	*	*
12,3	0,050	0,695	2,04E-04	4903
25	0,116	0,689	2,70E-04	3705
49	0,263	0,677	3,02E-04	3316
98	0,465	0,660	2,09E-04	4791
196	0,727	0,637	1,37E-04	7312
392	1,099	0,606	9,84E-05	10161
785	1,615	0,562	6,96E-05	14369
1569	2,296	0,504	4,72E-05	21180
3138	3,097	0,436	2,88E-05	34680
785	2,944	0,449	*	*
196	2,671	0,472	*	*
49	2,335	0,501	*	*
12,3	2,029	0,527	*	*

Coefficiente di compressibilità volumetrica (mv) e modulo edometrico (Eed) relativi al campo di pressione compreso tra il valo- re indicato in tabella e quello precedente.

 il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  


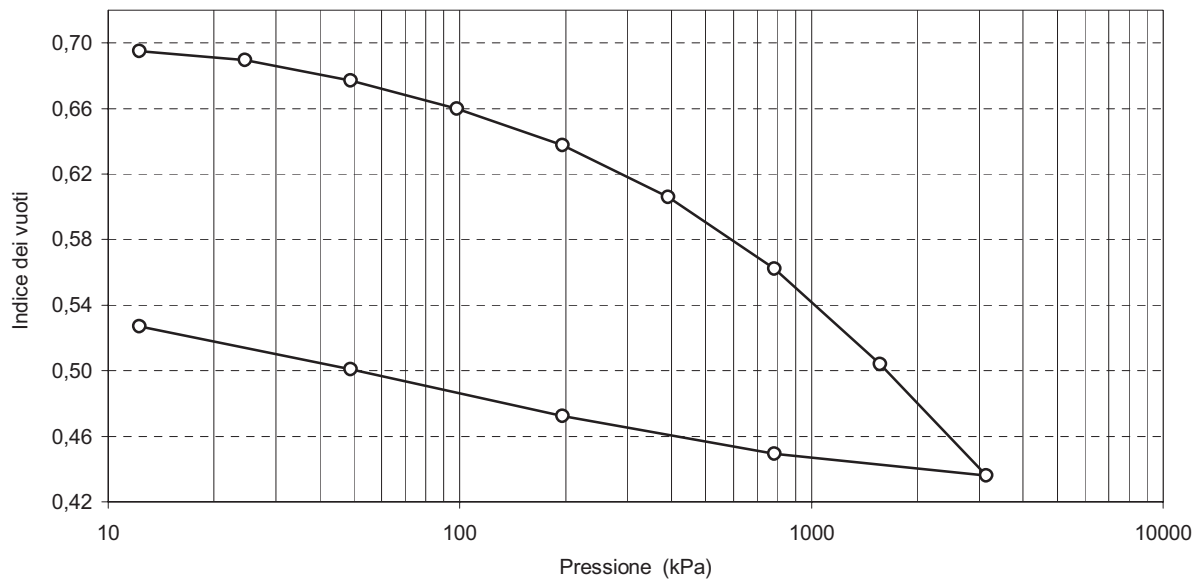
 lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  



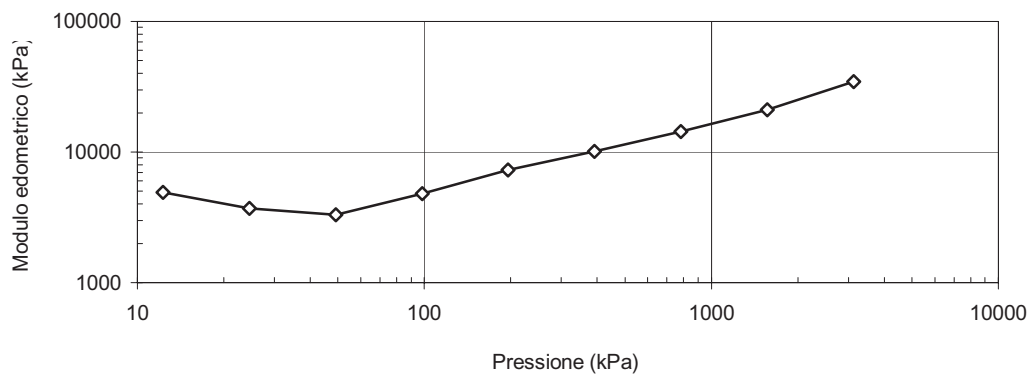

Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>15 / 21</b>
Verbale di accettazione n°	<b>21037</b>	Prova numero / pagina prova	<b>2103701 - ED/2</b>		
Committente	<b>Tecna</b>	Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>		
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

### PROVA EDOMETRICA

**Diagramma indice dei vuoti - pressioni (scala logaritmica)**



**Diagramma modulo edometrico- pressioni**



il Direttore  
Prof. Geol. Piero Focardi  
*Piero Focardi*

lo Sperimentatore  
Dr. Geol. Alessandro Lugo  
*Alessandro Lugo*

Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>16 / 21</b>
Verbale di accettazione n°		<b>21037</b>	Prova numero / pagina prova	<b>2103701 - ED/3</b>	
Committente	<b>Tecna</b>	Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>		
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

**PROVA EDOMETRICA**

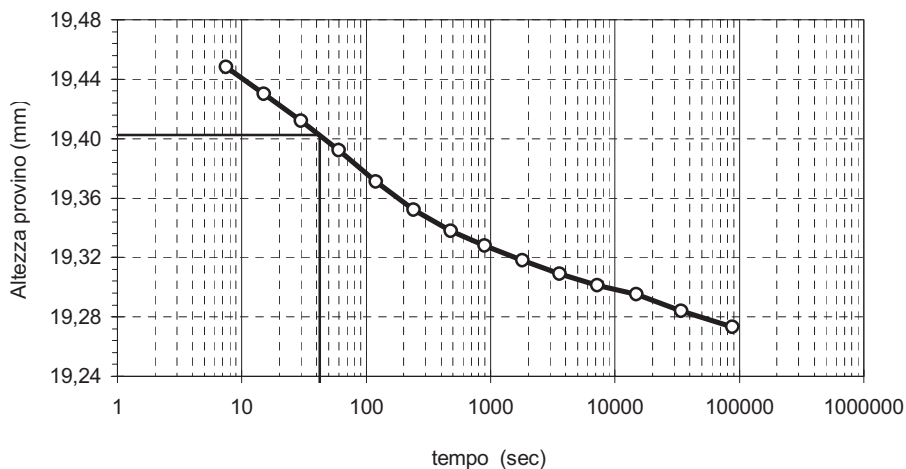
## DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

Pressione iniziale 98 kPa  
 Pressione durante la prova 196 kPa

Tempo di consolidazione  $t_{50} = 42$  sec  
 Altezza media del provino  $H_M = 19,40$  mm

Coefficiente di consolidazione  $c_v = 4,38E-03$  cm<sup>2</sup>/sec  
 Coefficiente di permeabilità  $k = 5,87E-08$  cm/sec

tempo sec	Lett. mm	H mm
0	3,755	19,54
7,5	3,668	19,45
15	3,650	19,43
30	3,632	19,41
60	3,612	19,39
120	3,591	19,37
240	3,572	19,35
480	3,558	19,34
900	3,548	19,33
1800	3,538	19,32
3600	3,529	19,31
7200	3,521	19,30
14940	3,515	19,30
34140	3,504	19,28
87840	3,493	19,27

**Diagramma cedimento - tempo**

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  
*Piero Focardi*

lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  
*Alessandro Lugo*

Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>17 / 21</b>
Verbale di accettazione n°	<b>21037</b>	Prova numero / pagina prova	<b>2103701 - ED/4</b>		
Committente	<b>Tecna</b>	Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>		
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>1</b>	Prof. (metri)	<b>3,0 - 3,5</b>

### PROVA EDOMETRICA

#### DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

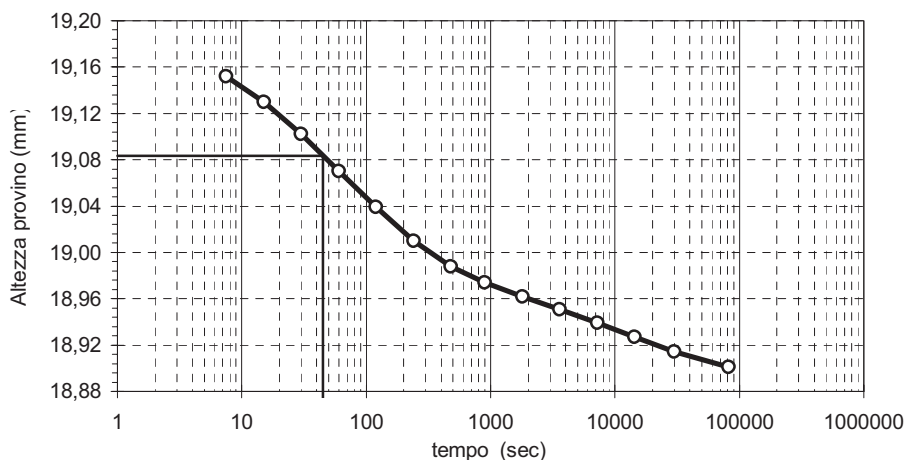
Pressione iniziale 196 kPa  
 Pressione durante la prova 392 kPa

Tempo di consolidazione  $t_{50} = 45$  sec  
 Altezza media del provino  $H_M = 19,08$  mm

Coefficiente di consolidazione  $c_v = 3,99E-03$  cm<sup>2</sup>/sec  
 Coefficiente di permeabilità  $k = 3,85E-08$  cm/sec

tempo sec	Lett. mm	H mm
0	3,493	19,27
7,5	3,372	19,15
15	3,350	19,13
30	3,322	19,10
60	3,290	19,07
120	3,259	19,04
240	3,230	19,01
480	3,208	18,99
900	3,194	18,97
1800	3,182	18,96
3600	3,171	18,95
7200	3,159	18,94
14400	3,147	18,93
29940	3,134	18,91
82200	3,121	18,90

#### Diagramma cedimento - tempo



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°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>18 / 21</b>
Committente	<b>Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo</b>				
Richiedente	<b>Geol. Gianni Focardi</b>				
Provenienza	<b>Campo Sportivo Fantaccini - Loc. Iolo - Prato</b>				
Contenitore	<b>Fustella PVC</b>	Diametro (mm)	<b>100</b>	Lunghezza (cm)	<b>25</b>
Contrassegno	Sond. <b>1</b>	Camp. <b>3</b>	Profondità (m)	<b>8,5 - 9,0</b>	

#### DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

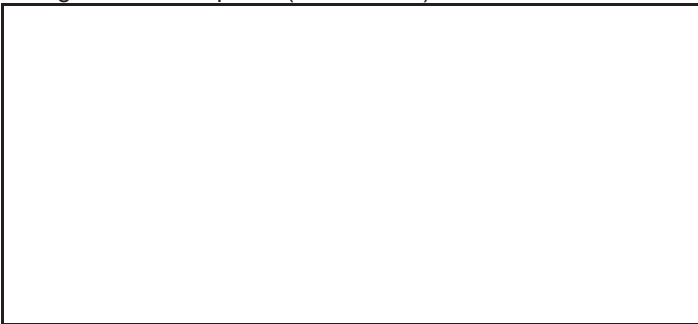
Data di apertura del campione **11/6/21**

Descrizione del campione:

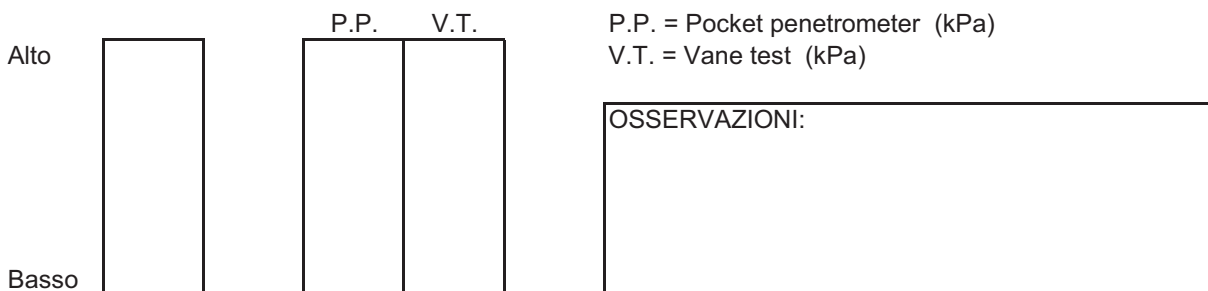
**Sabbia limosa debolmente argillosa bruna con ghiaia eterogenea.**

Classe di qualità **Q4**

Fotografia del campione (se richiesta)



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



P.P. = Pocket penetrometer (kPa)  
 V.T. = Vane test (kPa)

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° **038-21** Data **25/06/21** Pagina **19 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103703 - Gs**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **100** Lunghezza (cm) **25**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **3** Profondità (m) **8,5 - 9,0**

### PESO SPECIFICO DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892/3)

Data di prova inizio **17/6/21** termine **18/6/21**

Picnometro	g	39,39
Campione + picnometro	g	75,37
Camp. + picnometro + acqua	g	163,93
Picnometro + acqua	g	141,29
Temperatura °C	°C	26,0
Peso specifico dell'acqua (alla temperatura di prova)	-	0,99857
<b>Peso specifico dei grani</b>	-	<b>2,69</b>
<b>Peso di volume dei grani</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	<b>26,4</b>

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° **038-21** Data **25/6/21** Pagina **20 / 21**  
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103703 - GR 1**  
 Committente **Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo**  
 Richiedente **Geol. Gianni Focardi** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**  
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **100** Lunghezza (cm) **25**  
 Contrassegno Sond. **1** Camp. **3** Profondità (m) **8,5 - 9,0**

### ANALISI GRANULOMETRICA

Date di prova: inizio **11/6/21** termine **23/6/21**

Analisi granulometrica per setacciatura  
 (via umida) (CNR-UNI A. V. N.23)

Massa del materiale g = 528,66

Set. ASTM	Diam. mm	Peso %	Tratt. %	Pass. %
3"	76,2	0,00	0,00	100,0
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1,5"	38,1	0,00	0,00	100,0
3/4"	19	3,72	3,72	96,3
3/8"	9,5	17,54	21,27	78,7
4	4,75	10,25	31,52	68,5
10	2,00	8,50	40,02	60,0
40	0,425	11,73	51,75	48,3
100	0,150	10,80	62,55	37,4
200	0,075	5,05	67,60	32,4

Analisi granulometrica per sedimentazione  
 (AASHTO T 88-72)

Agente disperdente: esametafosfato di sodio 45,70 g/l

Idrometro: tipo 151 H

Massa del materiale g = 50,00

Materiale passante al setaccio ASTM 40  
 Peso specifico dei grani: 2,69

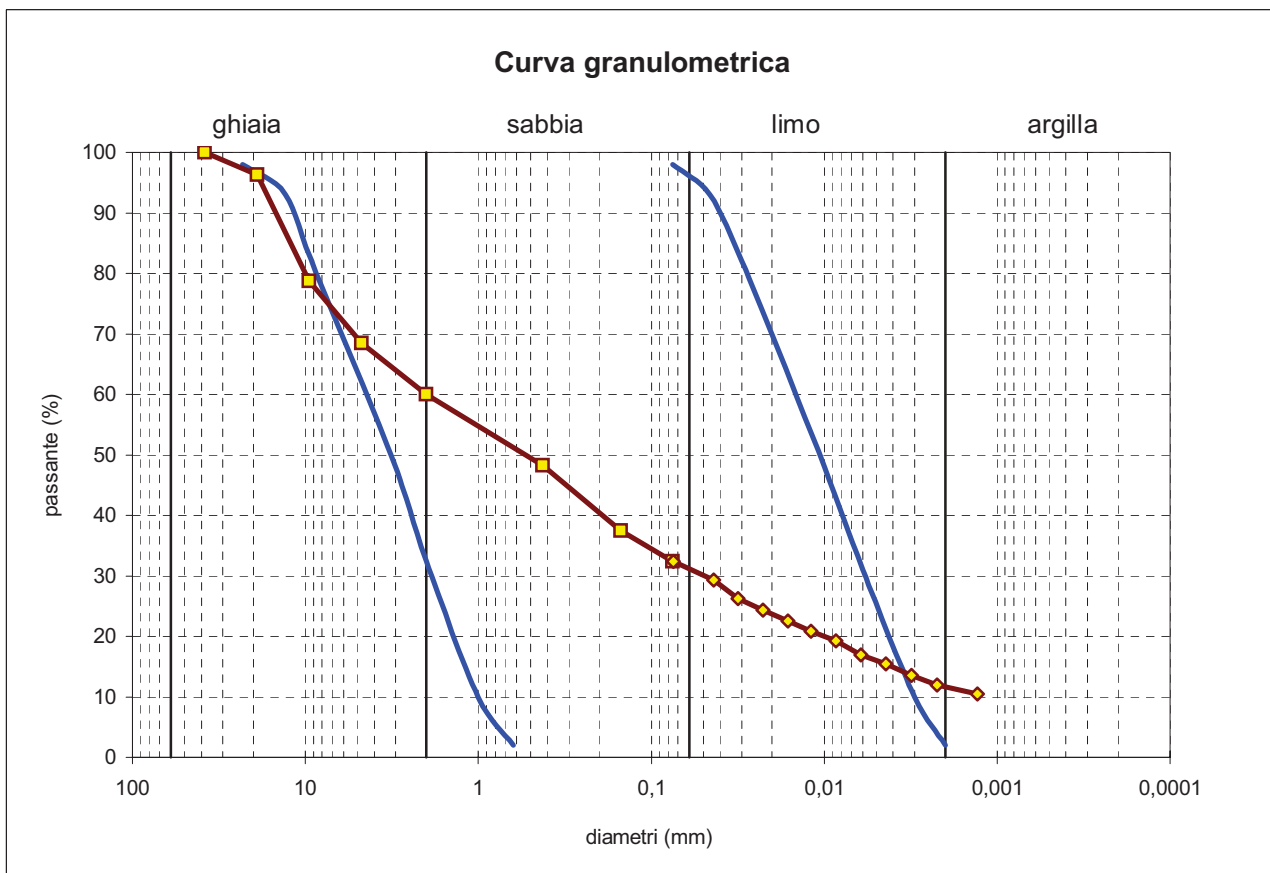
Temp. °C	Tempo min	Letture densim.	Dimen. mm	Pass. %
24,5	0,33	1,0210	0,074	32,4
24,5	1	1,0190	0,044	29,3
24,5	2	1,0170	0,032	26,2
24,5	4	1,0158	0,023	24,4
24,5	8	1,0146	0,016	22,5
24,5	15	1,0135	0,012	20,8
24,5	30	1,0125	0,009	19,3
24,5	60	1,0110	0,006	17,0
24,5	120	1,0100	0,004	15,4
24,5	240	1,0088	0,003	13,6
24,5	485	1,0077	0,002	11,9
24,3	1468	1,0068	0,001	10,5

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

Certificato n°	<b>038-21</b>	Data	<b>25/06/21</b>	Pagina	<b>21 / 21</b>
Verbale di accettazione n°	<b>21037</b>	del	<b>4/6/21</b>	Prova numero	<b>2103703 - GR 2</b>
Committente	<b>Tecna</b>	Provenienza	<b>Loc. Iolo - Prato</b>		
Sondaggio n°	<b>1</b>	Campione n°	<b>3</b>	Prof. (metri)	<b>8,5 - 9,0</b>

### CURVA GRANULOMETRICA



Riepilogo dei risultati

<b>Ciottoli</b>	( > 60mm )	%	<b>0</b>
<b>Ghiaia</b>	( 60 - 2 mm )	%	<b>40</b>
<b>Sabbia</b>	( 2 - 0,060 mm )	%	<b>29</b>
<b>Limo</b>	( 0,060-0,002 mm )	%	<b>19</b>
<b>Argilla</b>	( < 0,002 mm )	%	<b>12</b>

Coefficiente di uniformità :  $U ( D_{60}/D_{10} ) =$  non determinabile

il Direttore  
 Prof. Geol. Piero Focardi  
*Piero Focardi*

lo Sperimentatore  
 Dr. Geol. Alessandro Lugo  
*Alessandro Lugo*

# RELAZIONE TECNICA

INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE MEDIANTE METODOLOGIA MASW (MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES).

---

REGIONE:

TOSCANA

COMUNE:

PRATO

PRESSO:

A.S.D. JOLO CALCIO  
VIA PER IOLO, 101 - PRATO  
(Po)

---

COMMITTENTE:

TECNA SNC  
PER A.S.D. JOLO CALCIO

---

AREZZO, 23 GIUGNO 2021

Dott. Geol. Daniele Lisi



INDICE TESTO

1. PREMESSA .....	2
2. INDAGINE MASW .....	3
3. ALLEGATI .....	9

## 1. PREMESSA

La stesura della presente relazione tecnica è realizzata in merito alla esecuzione di indagini di carattere geofisico su di un sito ubicato in **Via per Iolo, 101** a **Prato (PO)** nel resede dell'impianto sportivo del **'A.S.D. Jolo Calcio'** [Tavola Unica e figura 1].

Le indagini sono state svolte applicando la tecnica geofisica denominate **MASW** (acronimo di **Multi-channel Analysis of Surface Waves**) con lo scopo di definire il profilo '1D' delle velocità di propagazione delle onde S ( $V_s$ ) nel sottosuolo.

Tali informazioni possono essere finalizzate alla verifica della presenza o meno di **amplificazione sismica di carattere stratigrafico** nel sito di indagine.

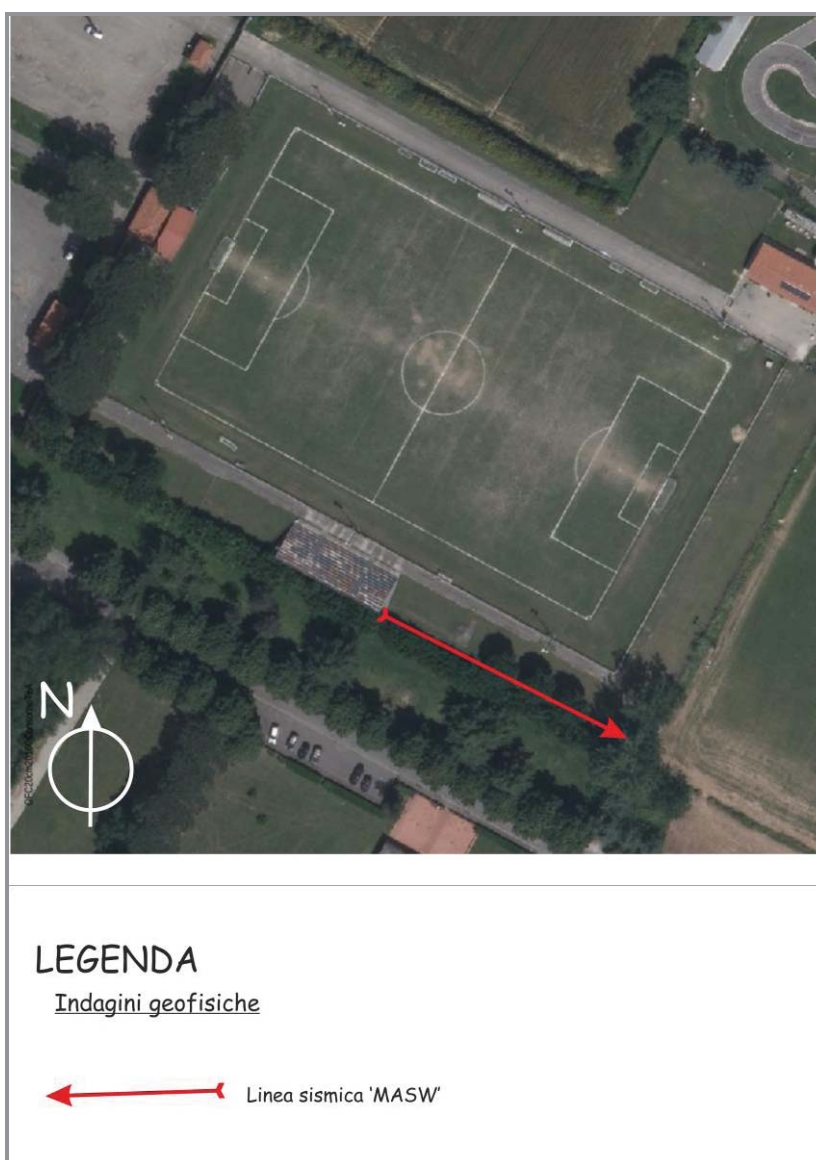


Figura 1 - Ubicazioni indagini geofisiche nel sito di interesse.



---

## 2. INDAGINE MASW

---

La velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde 'S' in corrispondenza dell'array realizzato nell'area di studio è stata definita utilizzando la metodologia di indagine geofisica denominata MASW (acronimo di 'Multichannel Analysis of Surface Waves'). Tale metodologia studia la propagazione di onde di superficie (onde di Rayleigh e di Love) attraverso misure di sismica attiva in un semispazio definito (sottosuolo). Di seguito sono indicati alcuni dei caratteri essenziali del metodo (per una trattazione più completa si rimanda alla letteratura scientifica di pertinenza):

- le varie componenti (frequenze) del segnale sismico si propagano ad una velocità che dipende dalle proprietà elastiche del mezzo e caratteristiche litostratigrafiche (spessore  $h_i$ , coefficiente di Poisson  $\nu_i$  e densità  $\rho_i$  dello strato);

- in un mezzo stratificato le onde sismiche sono sottoposta al fenomeno della dispersione;

- le onde di superficie con lunghezze d'onda più ampie (frequenze più basse) sono controllate dalla parte più profonda del sottosuolo, mentre le lunghezze d'onda più piccole (frequenze più alte) dalla parte più superficiale;

- in genere (ad eccezione dei casi in cui sono presenti inversioni di velocità) la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, quindi le frequenze più basse delle onde di superficie viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto alle frequenze più alte;

- attraverso lo studio della propagazione delle onde di Rayleigh e Love è possibile risalire alla velocità delle onde di taglio 'S' in quanto le velocità nel terreno di queste ultime corrisponde a circa il 90% delle velocità delle onde di superficie (correlazione di tipo lineare);

- il modello di propagazione delle velocità delle onde 'S' è di tipo 1D (il modello non evidenzia eventuali variazioni laterali nelle velocità).

La strumentazione utilizzata durante l'acquisizione dei dati in campagna è:

- sismografo DoReMi acquistato presso la Società Sara E.I. SRL di Perugia;
- geofoni verticali ed orizzontali da 4.5 Hz,
- massa battente da 5 kg (energizzazione per 'shot' sismico metodo attivo),

- notebook Asus e software di acquisizione DoReMi.

L'ubicazione dello stendimento geofisico (array) realizzato in data 31/05/2021 è indicata in [figura 1].

L'acquisizione dei dati in campagna è stata effettuata disponendo sul terreno 12 geofoni con distanza intergeofonica pari a 4 m realizzando uno stendimento di lunghezza complessiva pari a 44 m (ns. config. L1) in funzione degli spazi a disposizione.

L'acquisizione è stata effettuata per la componente verticale delle onde di 'Rayleigh' e per le onde di 'Love' producendo più 'shot' sismici (stacking media) ad una distanza di 5 m (offset minimo) dal primo geofono ed acquisendo i dati con software 'DoReMi'.

Durante la registrazione è stato adottato un tempo di acquisizione di 1 secondo, una frequenza di campionamento 2000 Hz e di conseguenza un periodo di 0.5 ms.

I dati acquisiti sono stati poi elaborati attraverso una tecnica di analisi congiunta utilizzando il 'software' 'WinMasw Academy 2019' prodotto dalla società 'Eliosoft'.

In figura 4 e 5 sono mostrati i 'datasets' acquisiti; attraverso l'elaborazione dei dati è stato definito lo spettro di velocità (dominio f-V) per la componente verticale delle onde di 'Rayleigh' e per le onde di 'Love', poi attraverso un procedimento di inversione in analisi congiunta sono stati definiti gli spettri sintetici ed il modello di 'Vs' del sottosuolo del sito [figura 6, 7 e 8].



Figura 2 - Acquisizione onde di 'Rayleigh'.



Figura 3 - Acquisizione onde di 'Love'

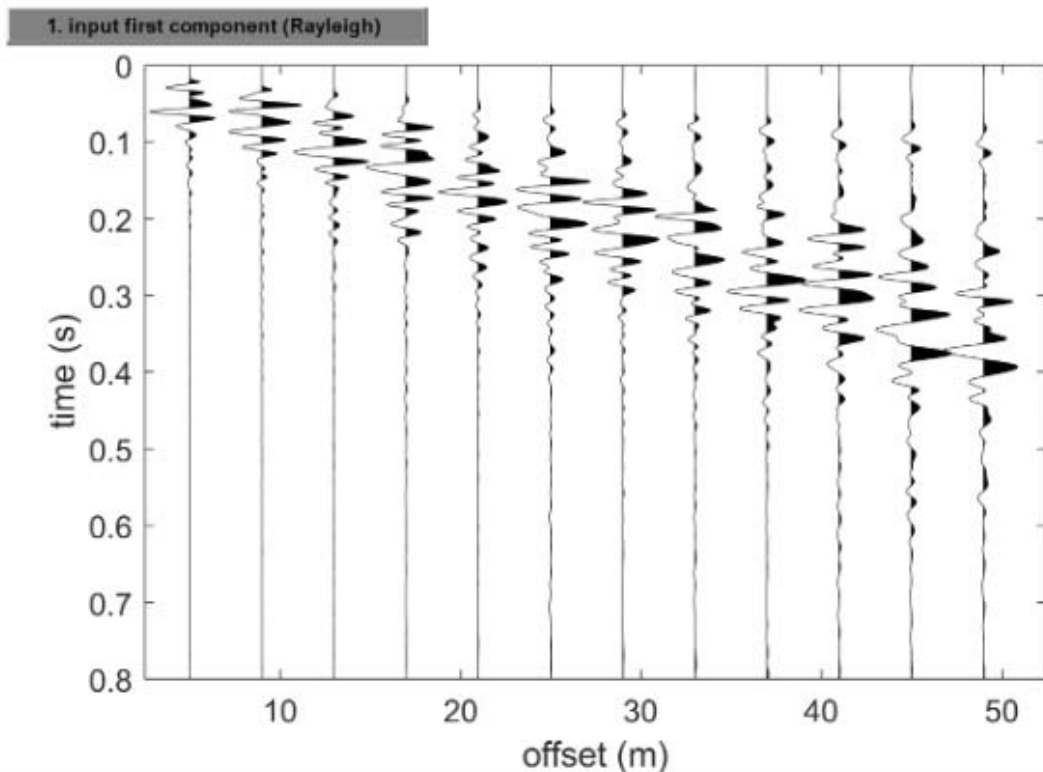


Figura 4 - 'Dataset' acquisito componente verticale onde di Rayleigh (componente ZVF).

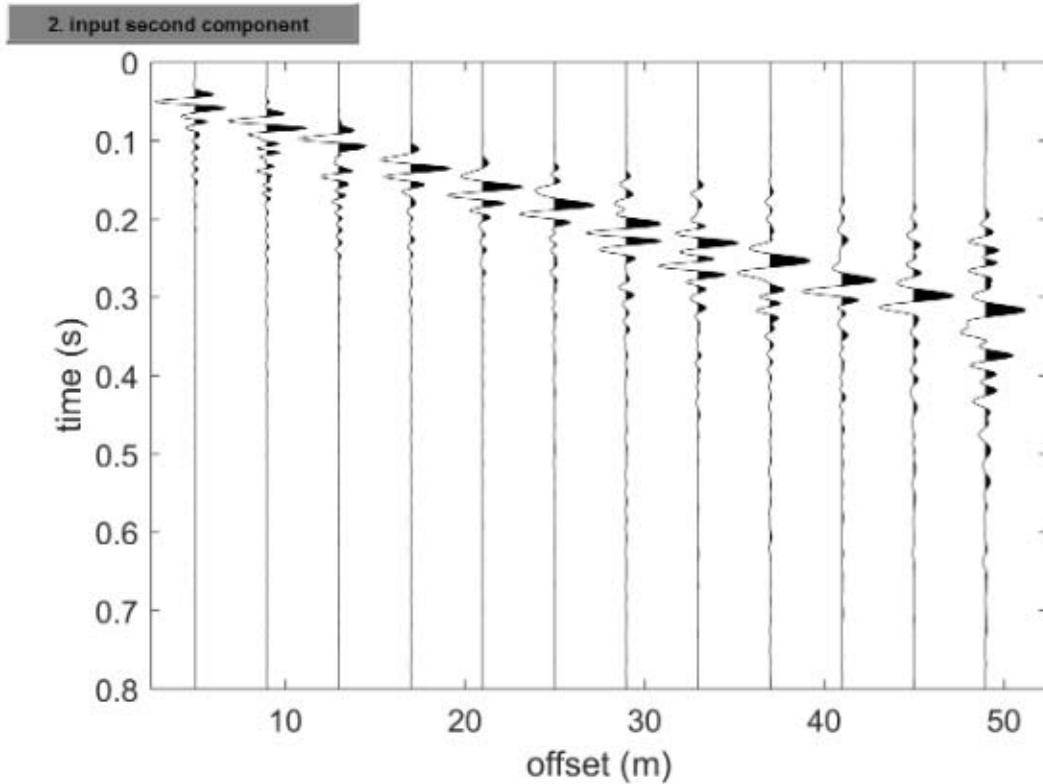


Figura 5 - 'Dataset' acquisito onde di Love (componente THF).

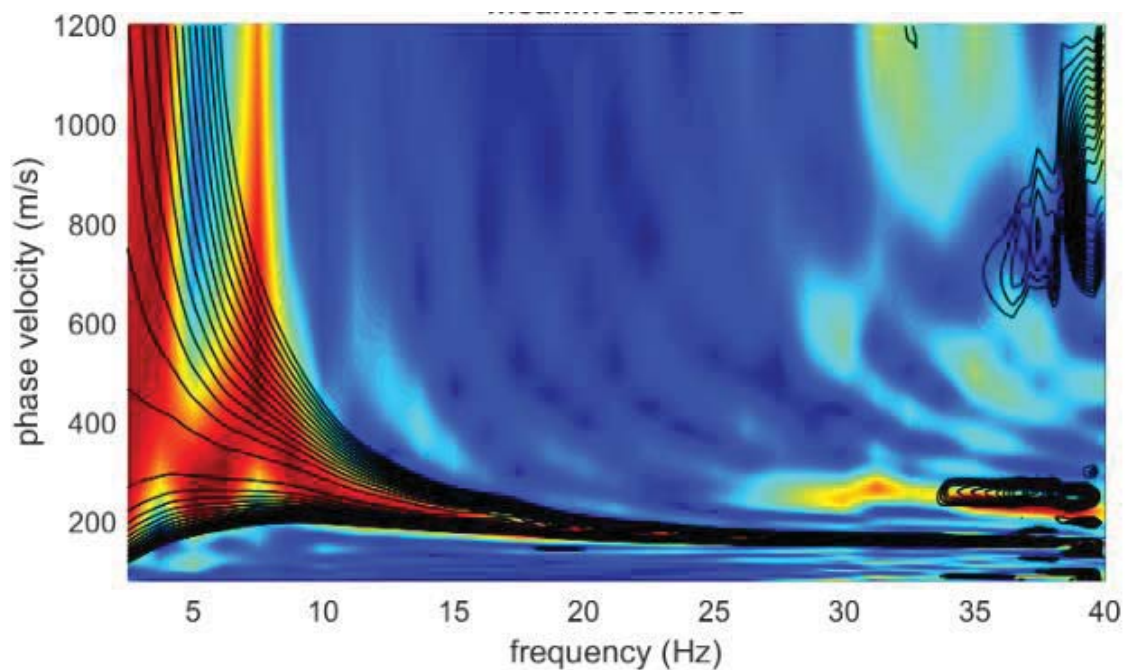


Figura 6 - Spettro di velocità sperimentale e sintetico componente verticale onde di 'Rayleigh'.



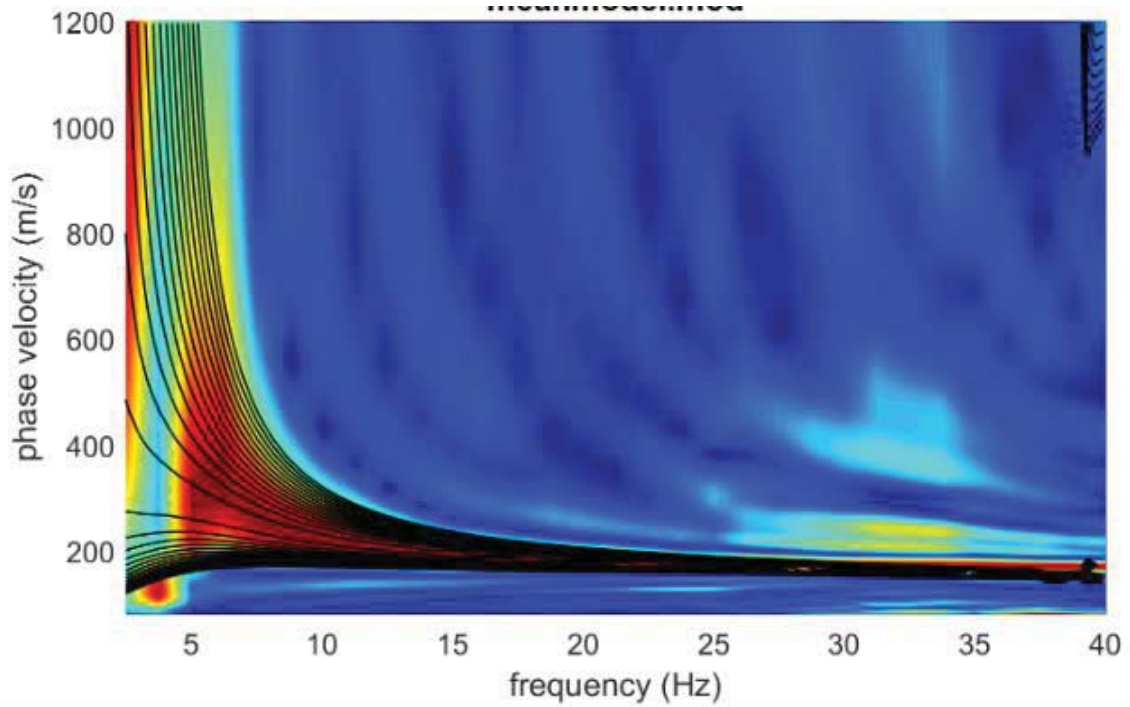


Figura 7 - Spettro di velocità sperimentale e sintetico onde di 'Love'

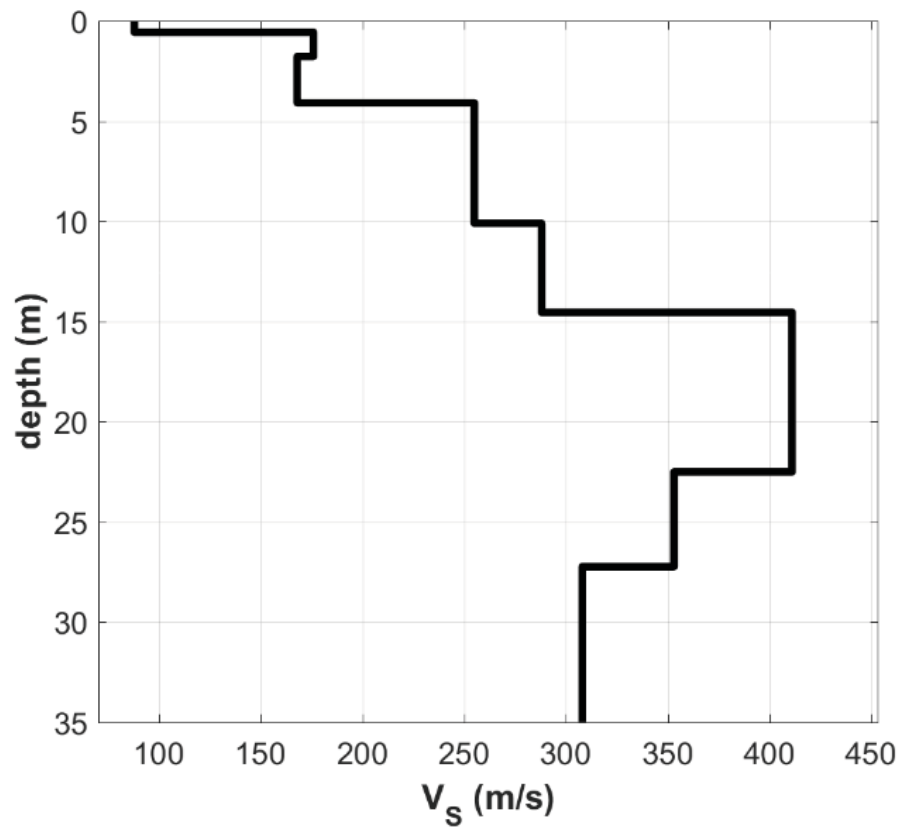


Figura 8 - Modello 1D delle velocità delle onde 'S'.



Il risultato dell'elaborazione dei dati sfruttando la componente verticale delle onde di 'Rayleigh' e le onde di Love è un profilo 1D delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) come mostrato in [figura 8] ed in tabella 2.

STRATO	VELOCITA' ONDE 'S' (m/sec)	SPESSORE (m)	PROFONDITA'
1	88	0.56	0.56
2	176	1.21	1.77
3	168	2.32	4.09
4	255	6.01	10.1
5	288	4.45	14.55
6	411	7.97	22.52
7	353	4.73	27.25
8	308	'half space'	'half space'

Tabella 2 - Modello sismo-stratigrafico '1D' (minimum distance model).

Arezzo, 23/06/2021.

dott. geol. Daniele Lisi



---

### 3. ALLEGATI

---

- Allegato 1 - Estratto di carta tecnica regionale con indicazione sito di indagine.



### Allegato 1 – Estratto ‘CTR’ con sito di indagine

Scala 1 : 10,000

665,368.5



4,859,537

4,857,667

663,550.8

EPSG:25832



**IGETECMA s.a.s. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali**

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

## Rapporto di Prova n°56/12/S

Montelupo Fiorentino 5/3/2012

**SETTORE:** Geofisica – sismica down-hole

**COMMITTENTE:** IT ENERGY S.r.l.

**CANTIERE:** Campo di rugby, Iolo (PO)

**D.L.:** Geol. A. Tomei

**RIFERIMENTO:** R.P.E. n°69/12

### Indice:

Premessa

- 1 Correlazione tra velocità delle onde sismiche e parametri elastici e geomeccanici
- 2 Procedure di campagna
- 3 Metodo di elaborazione dei dati
- 4 Presentazione dei dati
- 5 Risultati dell'indagine
- 6 Calcolo del parametro Vs30
- 7 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. F. Politi

Il Tecnico  
Geol. L. Gambassi

**Premessa**

Su incarico della IT ENERGY S.r.l. e con la D.L. del Geol. A. Tomei è stata eseguita una prospezione sismica in foro, con onde P ed SH, all'interno di un sondaggio spinto fino alla profondità di 30 m, presso il campo di rugby a Iolo (PO). Scopo dell'indagine è stato il calcolo dei parametri elastico dinamici e del parametro Vs30.

**1 Correlazione fra velocità delle onde sismiche e parametri elastico-dinamici**

Secondo i principi dell'elasticità dei materiali e le leggi che associano le deformazioni subite da un corpo agli sforzi ad esso applicati, è possibile stabilire relazione che forniscono i parametri elastici di un materiale conoscendo i valori di velocità delle onde sismiche di compressione P e di taglio S.

Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano sotto l'azione del campo d'onda sismico sono di modesta entità, anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerati in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici, ed è quindi applicabile la legge di Hook (proporzionalità tra lo sforzo applicato  $\sigma_{ij}$  e la deformazione prodotta  $\epsilon_{kl}$ ) espressa come:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \epsilon_{kl}$$

nella quale le costanti di proporzionalità  $C_{ijkl}$  sono dette Moduli Elastici. Tali costanti definiscono le proprietà dei materiali, ed assumendo materiali isotropi ed elastici, diminuiscono da 81 a 5, di cui quattro hanno un preciso significato fisico ( $G$ ,  $E$ ,  $K$ ,  $\nu$ ), mentre  $\lambda$  rappresenta una semplificazione nelle formule.

In senso più generale possono essere definite le costanti di Lamè  $\lambda$  e  $\mu$  come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono applicate le tensioni o lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$\lambda = (\nu E) / [(1 + \nu)(1 - 2\nu)] \quad \mu = E / 2(1 + \nu)$$

Analogamente i due moduli  $E$  e  $\nu$  possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè:

$$E = \mu(3\lambda + 2\nu) / (\lambda + \nu) \quad \nu = \lambda / 2(\lambda + \nu)$$

Dimensionalmente i moduli elastici  $G$ ,  $E$ ,  $K$  e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie e sono quindi delle pressioni, mentre il rapporto di Poisson è adimensionale.

La costante  $E$  viene definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale rappresenta il modulo elastico del materiale (Modulo di Young). E' importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico, non statico, proprio perché tale modulo è ricavato dalle velocità delle onde sismiche.



La misura della resistenza del materiale al taglio viene definita come il rapporto tra deformazione e sforzo applicato, ed è chiamata Modulo di Taglio, **G**.

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica definisce il Modulo di compressione volumetrica o Bulk, **k**. Il Modulo di Poisson  $\nu$  è definito come rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale. Un'ultima costante entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità, la densità  $\rho$  del materiale.

Le velocità sismiche possono essere espresse tramite le costanti elastiche con le seguenti relazioni:

$$V_p = ((\lambda + 2\nu) / \rho)^{1/2}$$

$$V_s = (\nu / \rho)^{1/2}$$

Pertanto avendo determinato i valori di  $V_p$  e  $V_s$  ed il valore  $\rho$  della densità del materiale attraversato, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche dinamiche che caratterizzano i terreni esaminati con le seguenti relazioni.

$$\nu = (V_p^2 - 2 V_s^2) / (2 (V_p^2 - V_s^2))$$

$$G = \rho V_s^2$$

$$E = 2 \rho V_s^2 (1 + \nu)$$

$$K = (2 \rho V_s^2 (1 + \nu)) / (3 (1 - 2 \nu))$$

Merita di essere ricordato infine che i parametri ricavati da misure dinamiche, cioè mediante l'utilizzo delle velocità delle onde sismiche, hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche di laboratorio proprio per il diverso campo di sforzo applicato e deformazione raggiunta: le intense ma brevi sollecitazioni provocate dalla propagazione delle onde sismiche si mantengono, infatti, nel campo elastico delle deformazioni del materiale, per cui sebbene in teoria il modulo di Poisson sia considerato stress-indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei porous-media esso risulta stress-dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare, secondo GREGORY (1976), a valori negativi.

I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.50

Il rapporto fra  $V_p$  e  $V_s$  non è costante e dipende dallo stato di saturazione e dalla pressione interstiziale dei pori, in Tabella I sono riportati valori medi delle  $V_p$  per i principali litotipi e il range di  $V_s$  relative comprese fra i rapporti di  $V_p/V_s$  di 3.5 e 1.9; questi valori sono da ritenere indicativi in quanto in particolari condizioni il rapporto  $V_p/V_s$  può aumentare.

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec.	
		VP/VSH 3.5-1.9	VP/VSH 3.5-1.9
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Acqua salata	1460 - 1530	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calccare	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità delle onde sismiche nei principali materiali.

## 2 Procedure di campagna

Per la registrazione delle onde di compressione e delle onde di taglio in profondità viene utilizzato un geofono da pozzo munito di un ricevitore costituito da tre sensori sensibili alle componenti del moto lungo tre direzioni: uno verticale e due orizzontali ortogonali fra loro.

Il geofono da pozzo, munito di un sistema teleguidato di orientazione azimutale e di ancoraggio meccanico alle pareti del rivestimento, viene calato all'interno del foro di sondaggio, preventivamente attrezzato con un tubo di rivestimento, e ad intervalli determinati vengono registrati i treni d'onda prodotti dalle energizzazioni poste in superficie.

L'orientazione è garantita da una bussola posta all'interno del geofono che posiziona la terna con il 1° sensore orizzontale disposto secondo il Nord.

Energizzando su una piastra posta a diretto contatto con il terreno vengono generate predominanti onde P di compressione, mentre per le onde SH di taglio si utilizza una trave di legno posta a diretto contatto col terreno, gravata dal peso di un automezzo, che viene colpita lateralmente: le battute destra e sinistra vengono sommate con polarità scambiata in modo da migliorare l'individuazione dell'onda di taglio polarizzata in senso orizzontale che viene generata; orientando la sorgente di energizzazione in superficie a 45° rispetto ad punto cardinale, si può così avere un completo controllo nell'analisi del treno d'onda che attraversa i terreni da investigare. In questo modo per ogni punto di energizzazione si hanno due treni d'onda diversi: uno per le onde P e l'altro per le onde SH.

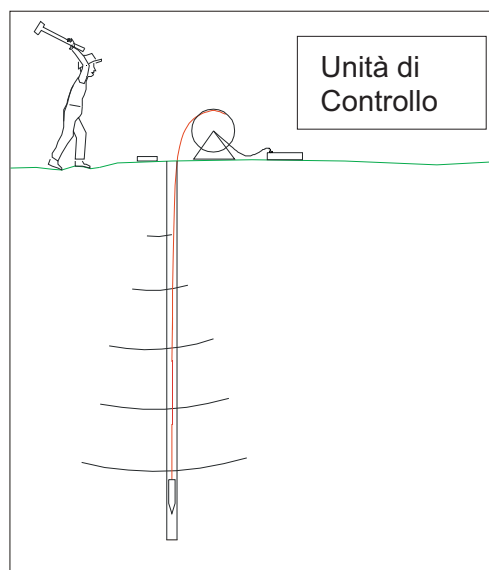


Fig. 1 – Schema del sistema d'acquisizione

Un'unità esterna di controllo gestisce le fasi di ancoraggio e registrazione del geofono da pozzo, mentre le tracce sismiche relative ad ogni intervallo di profondità vengono registrate mediante un sismografo digitale per la loro successiva elaborazione. La distanza sorgente-boccaforo è stata fissata in 3 m e il passo delle registrazioni è stato di 1 m.

In Allegato sono riportate le registrazioni di campagna separate per onde P e SH, per le prove down-hole.

### 3 Metodo di elaborazione dei dati

Questa tecnica di prospezione sismica prevede la misura dei tempi di propagazione delle onde di compressione P e di taglio SH tra il punto di energizzazione posto in superficie ed il punto di ricezione situato in profondità nel foro di sondaggio.

I tempi letti sui sismogrammi devono poi essere corretti poiché le onde sismiche non percorrono tragitti verticali tra la sorgente in superficie ed il sensore nel foro, ma inclinati rispetto alla verticale: indicando con  $t_z$  il tempo d'arrivo, con  $d$  la distanza orizzontale tra sorgente ed il boccaforo e con  $z$  la profondità del sensore, il tempo di arrivo corretto  $t_c$  alla profondità  $z$  sarà dato dalla relazione:

$$t_c = t_z * \cos (\alpha z)$$

$$\alpha z = \arctang ( d / z )$$

La velocità delle onde P e delle onde SH viene calcolata mediante la pendenza della dromocrona.

Tali valori di velocità vengono quindi diagrammati per visualizzare le variazioni di velocità con la profondità, ed utilizzati per ricavare i moduli dinamici, secondo le formule di paragrafo 1. Dalla

variazione delle velocità e dei parametri elastici con la profondità si risale al tipo di materiale in cui sta passando il treno d'onda a quella profondità.

In Allegato sono riportati i grafici delle dromocrone corrette e delle velocità delle onde P e delle onde SH rispetto alla profondità, e le Tabelle numeriche con i moduli elastici dinamici (rapporto di Poisson  $\nu$ , modulo di Taglio G, di Young E, di rigidità volumetrica K espressi in MPa); i valori di peso di volume utilizzati nei calcoli sono stimati sulla base delle litologie.

#### 4 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- tabulati numerici dei tempi d'arrivo, delle velocità sismiche e dei parametri geofisici
- grafici delle dromocrone dei tempi di arrivo e delle velocità Vp e Vsh
- registrazioni di campagna effettuate e rimontate separatamente per le onde P ed SH

#### 5 Risultati dell'indagine

S1 (30 m): le variazioni di velocità sono riferibili a variazioni di granulometria, grado di addensamento e consistenza dei depositi sedimentari. Il diverso comportamento fra le velocità delle onde di compressione e quelle di taglio è riferibile ad una diversa resistenza dei materiali alla compressione ed al taglio e alle variazioni delle pressioni interstiziali dei fluidi.

#### 6 Calcolo del parametro Vs30

In riferimento all'Ordinanza P.C.M. n°3274/04 il calcolo del parametro Vs30 è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove  $h_i$  è lo spessore dello strato  $i$ -esimo e  $V_i$  è la velocità in m/sec. dello strato  $i$ -esimo.

Il valore del parametro  $V_{s30}$  calcolato è 306 m/s. Per le velocità calcolate ed i rapporti stratigrafici presenti, la zona in esame rientra nella Categoria C dei suoli di fondazione. I calcoli sono stati effettuati dal piano campagna e un'eventuale asportazione dei materiali superficiali tenderebbe a modificare il valore del parametro Vs30.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/s	$N_{spt} - C_u$
<b>A</b> Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$	
<b>B</b> Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250 \text{ kPa}$

compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine)		
<b>C</b> Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{spt} < 50$ $70 < C_u < 250$ kPa
<b>D</b> Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/sec (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fina)	$V_{s30} < 180$	$N_{spt} < 15$ $C_u < 70$ kPa
<b>E</b> Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec.	$V_{s30} < 360$	
<b>S1</b> Depositi costituiti da $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{s30} < 100$	$10 < C_u < 20$ kPa
<b>S2</b> Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		

Tabella II – Categorie di suolo di fondazione

## 7 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- Risoluzione segnale A/D 24 bit
- Escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms
- Passo di campionamento da 0.02 a 16 msec indipendente dal tempo d'acquisizione
- Fino a 64.000 campioni per traccia
- Distorsione 0.0005% a 2 msec, 1.75 – 208 Hz
- Amplificazione del segnale da 0 a 36 dB
- Filtri analogici anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist
- Filtri digitali low-cut, high-cut, notch a 24 o 48 dB/oct
- Precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento
- Pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 10000 msec
- Salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato
- Sistema di starter mediante accelerometro

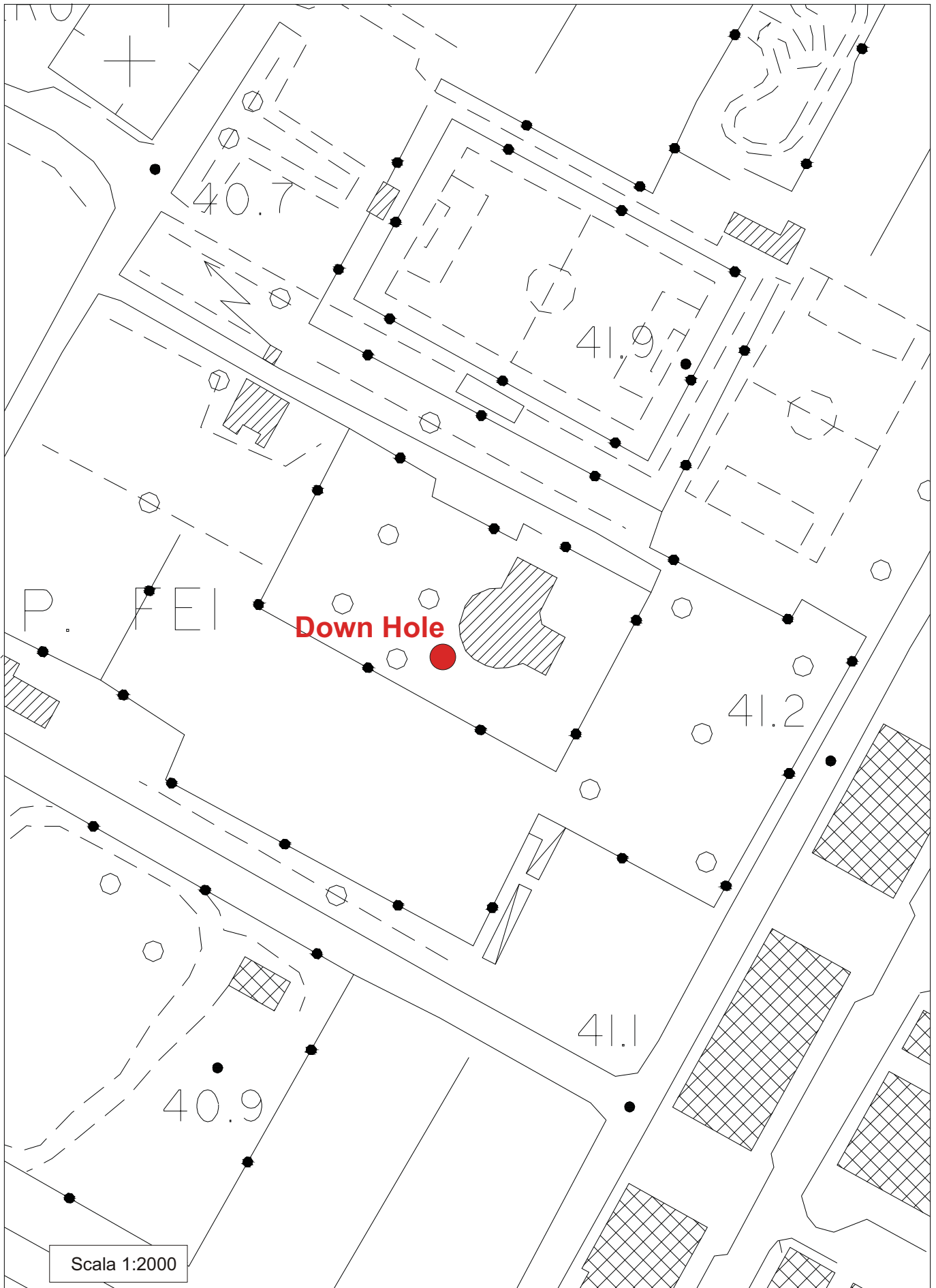


Rapporto di prova n°56/12

---

- Mazza da 5 Kg
  - Modulo di controllo GEOSTUFF mod. BHGC-1
  - Geofono da pozzo a con 2 terne di geofoni con frequenza propria di 10 Hz e spaziatura 1 m
- 
-

Ubicazione delle indagini

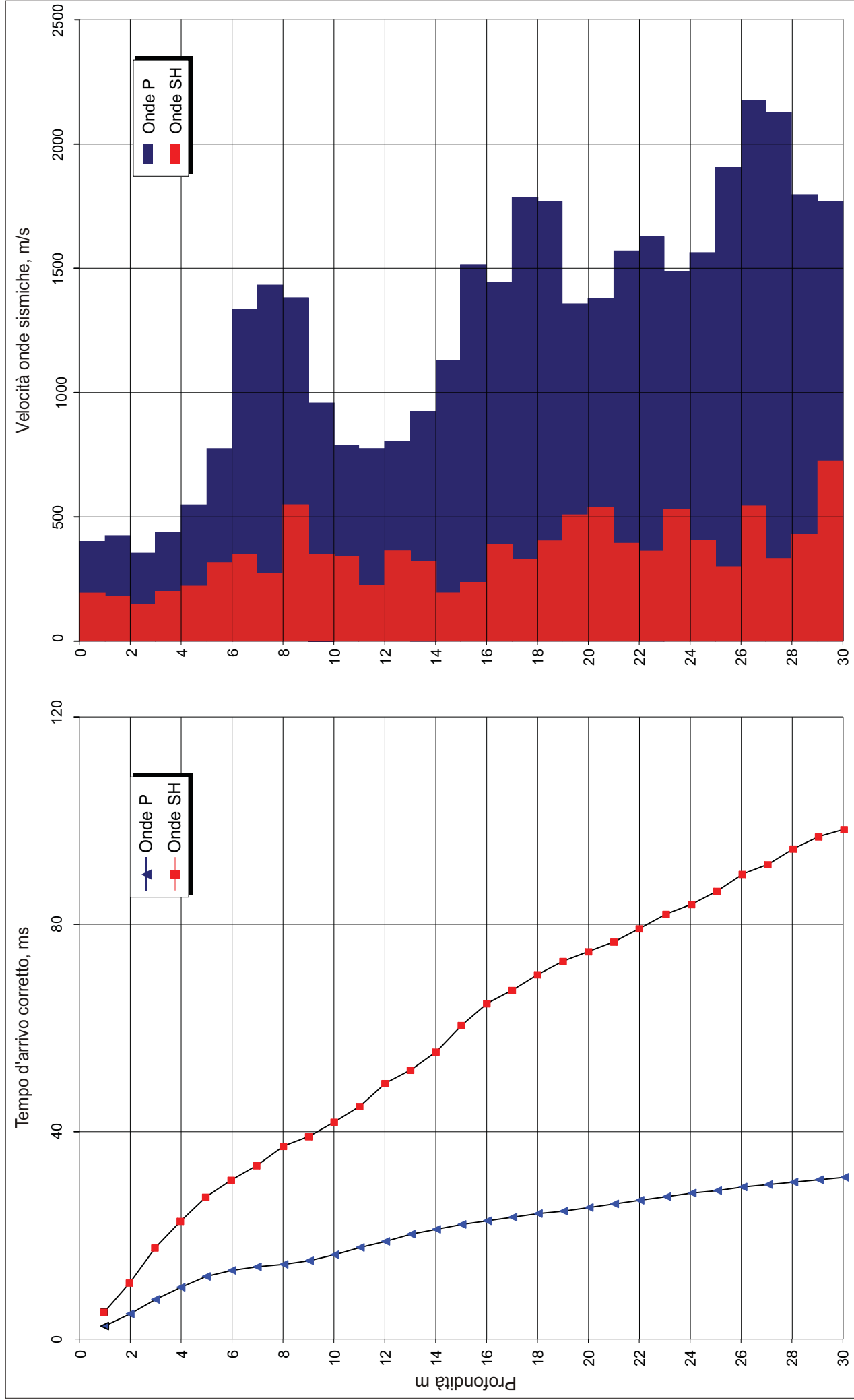


## Campo Rugby Iolo (PO) - S1

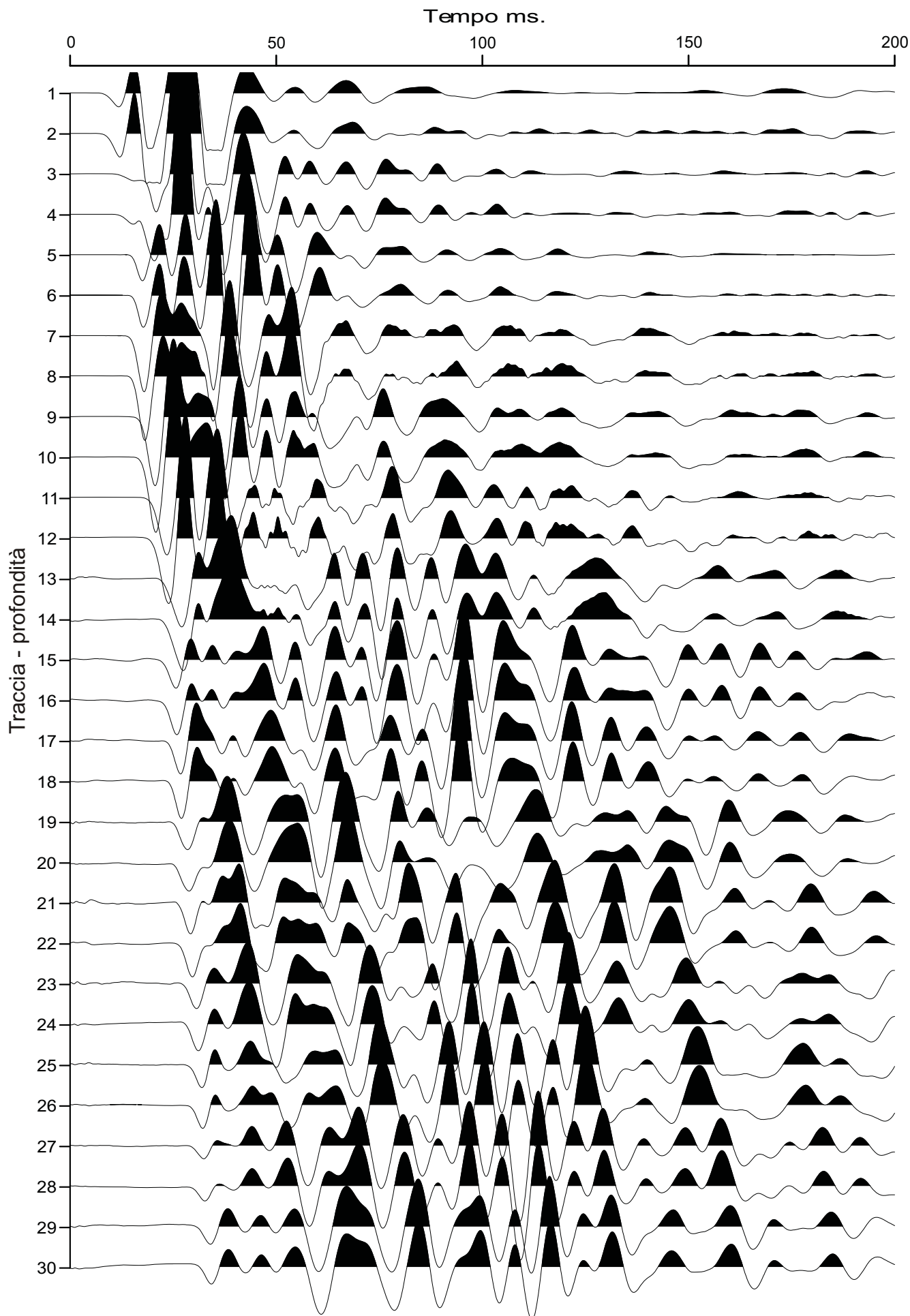
Z m	Tp ms	Ts ms	Tp Corr. ms	Ts Corr. ms	VP m/sec.	VS m/sec.	t / m <sup>3</sup>	-	G MPa	E MPa	K MPa
1	7.90	16.60	2.50	5.25	400	190	1.5	0.35	54	147	168
2	8.75	19.80	4.85	10.98	425	174	1.5	0.40	46	128	210
3	10.88	25.10	7.69	17.75	352	148	1.5	0.39	33	91	142
4	12.50	28.60	10.00	22.88	434	195	1.5	0.37	57	156	206
5	13.79	32.10	11.82	27.53	548	215	1.0	0.41	46	131	239
6	14.68	34.30	13.13	30.68	766	317	1.7	0.40	171	478	770
7	15.10	36.50	13.88	33.55	1335	348	1.9	0.46	231	675	3080
8	15.57	39.80	14.58	37.27	1429	269	1.9	0.48	138	407	3699
9	16.12	41.20	15.29	39.09	1400	549	1.9	0.41	574	1617	2961
10	17.06	43.80	16.34	41.95	954	349	1.9	0.42	231	658	1423
11	18.27	46.50	17.63	44.86	778	344	1.9	0.38	225	619	850
12	19.50	50.90	18.92	49.38	774	221	1.9	0.46	93	271	1015
13	20.70	53.50	20.17	52.13	799	364	1.9	0.37	251	688	877
14	21.75	56.50	21.27	55.25	911	321	1.9	0.43	196	559	1317
15	22.60	61.60	22.16	60.40	1119	194	1.9	0.48	71	212	2282
16	23.22	65.80	22.82	64.67	1512	234	2.0	0.49	110	326	4429
17	23.88	68.30	23.52	67.26	1440	386	2.0	0.46	299	873	3750
18	24.41	71.30	24.08	70.33	1782	326	2.0	0.48	212	630	6066
19	24.95	73.70	24.64	72.80	1764	405	2.0	0.47	328	967	5788
20	25.67	75.60	25.39	74.76	1349	509	2.0	0.42	518	1467	2949
21	26.38	77.40	26.11	76.62	1372	538	2.0	0.41	579	1632	2993
22	27.00	79.90	26.75	79.17	1569	393	2.0	0.47	309	906	4509
23	27.60	82.60	27.37	81.91	1624	365	2.0	0.47	267	786	4919
24	28.26	84.45	28.04	83.80	1485	529	2.0	0.43	559	1596	3663
25	28.89	86.88	28.68	86.26	1557	406	2.0	0.46	330	965	4406
26	29.40	90.20	29.21	89.61	1916	299	2.0	0.49	179	532	7101
27	29.85	92.00	29.67	91.44	2168	546	2.0	0.47	596	1748	8608
28	30.31	95.00	30.14	94.46	2127	331	2.0	0.49	219	652	8759
29	30.86	97.30	30.70	96.78	1790	430	2.0	0.47	370	1088	5914
30	31.42	98.65	31.26	98.16	1761	726	2.0	0.40	1055	2949	4795

<b>Z</b>	<b>Profondità</b>
<b>Tp</b>	<b>Tempo di arrivo onde di compressione</b>
<b>Ts</b>	<b>Tempo di arrivo onde di taglio</b>
<b>Tp Corr.</b>	<b>Tempo di arrivo corretto onde di compressione</b>
<b>Ts Corr.</b>	<b>Tempo di arrivo corretto onde di taglio</b>
	<b>Densità</b>
	<b>Modulo di Poisson</b>
<b>G</b>	<b>Modulo taglio</b>
<b>E</b>	<b>Modulo di Young</b>
<b>K</b>	<b>Modulo di rigidità volumetrica</b>
Distanza sorgente-boccaforo: 3.0 m	

Campo Rugby Iolo (PO) - S1

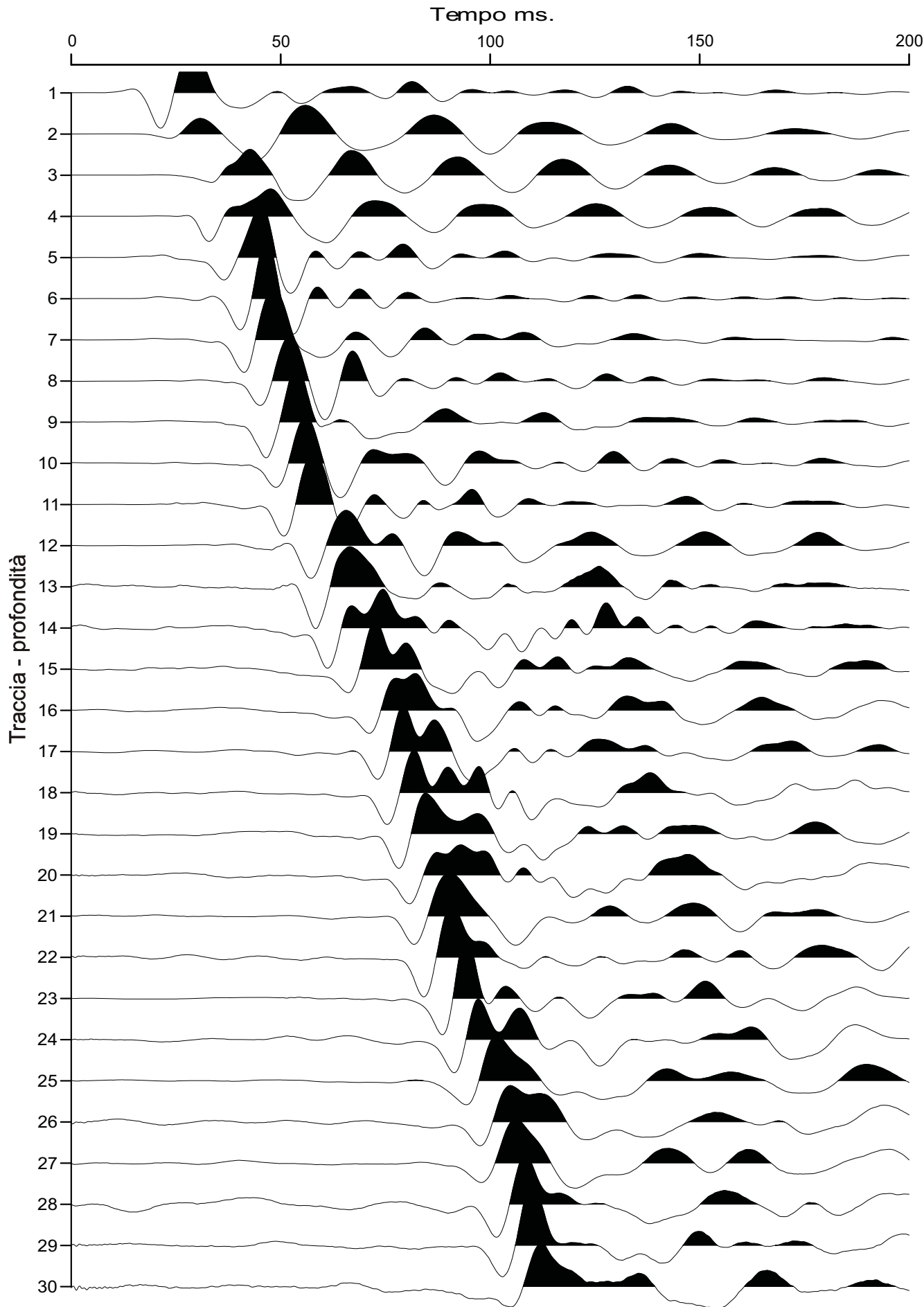


Campo Rugby Iolo (PO) - S1 - Onde P - geofono verticale





Campo Rugby Iolo (PO) - S1 - Onde SH - Somma geofoni orizzontali



Documentazione fotografica



Firmato da:

**STEFANO DADDI**

codice fiscale DDDSFN88P21G999U

num.serie: 7821134345223172413

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 03/06/2020 al 03/06/2023