



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



comune di
PRATO
Codice Fiscale: 84006890481

Progetto:

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DI CAMPI ESISTENTI :

LOTTO I _ CAMPO DA RUGBY " MONTANO"

LOTTO II _ CAMPO DA CALCIO "MALISETI"

LOTTO III _ CAMPO DA CALCIO "RIBELLI"

LOTTO IV _ CAMPO DA CALCIO " FANTACCINI "

**LOTTO IV _ ADEGUAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE -
CAMPO DA CALCIO " FANTACCINI "**

CUP: C37H21001490001

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA

Fase:

PROGETTO ESECUTIVO

Servizio: **Edilizia Scolastica e Sportiva**
Dirigente del Servizio: **Arch. Laura Magni**
Responsabile Unico del Procedimento: **Arch. Stefano Daddi**

Progettisti:

*Progetto
Architettonico:* Arch. Laura Benfante
Arch. Cecilia Arianna Gelli
Geom. Serena Orlandi

Progetto Impianti: Azeta Progetti Studio Tecnico Associato
Ing. Rossano Nucci

*Coordinatore sicurezza in
fase di progetto ed esecuzione:* Azeta Progetti Studio Tecnico Associato
Geom. Luca Giorgi

Progetto strutturale: Ing. Francesco Sanzo

Relazione geologica: Studio Geologico Focardi
Geol. Gianni Focardi

Elaborato: IV_REL_GEO - Relazione Geologica

Spazio riservato agli uffici:

Data: **Marzo 2023**

COMUNE DI PRATO

TITOLO PROGETTO:

**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE PRESSO IL
POLO SPORTIVO DI IOLO
IMPIANTO ILLUMINAZIONE CAMPO "FANTACCINI"**

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:

06/02/2023

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

Tel.: 0554937392, fax 0550988172, cell. 3486703422;

e mail: info@studiogeologicofocardi.it / pec : giannifocardi@pec.epap.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).....	25
7.2 ART. 13 FATTIBILITÀ IDRAULICA (Fi).....	26
7.3 ART. 14 FATTIBILITÀ SISMICA (Fs).....	26

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. 19 gennaio 2022 n. 1/R "Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n.65. Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico";
- LEGGE REGIONALE 24 luglio 2018, n. 41 *"Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014"*.
- 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.

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 D.C.R. 103/2022 (vedi app. 2) nell'intorno della zona d'intervento; tuttavia al margine meridionale del campo da rugby è presente un fosso (vedi anche l'illustrazione seguente).



Illustrazione 1 – fosso campestre del campo rugby – da google

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 _{SPT}
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	~ 0	< 0,1
Soffice	2 ÷ 4	0 ÷ 0,25	0,1 ÷ 0,25
Plastico	4 ÷ 8	0,25 ÷ 0,5	0,25 ÷ 0,5
Duro	8 ÷ 15	0,5 ÷ 0,75	0,5 ÷ 1,0
Molto duro	15 ÷ 30	0,75 ÷ 1,0	1,0 ÷ 2,0
Durissimo	> 30	> 1,0	> 2,0
<i>Terreno incoerente (sabbie e ghiaie)</i>		Densità relativa D_r	Angolo di attrito φ'
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.

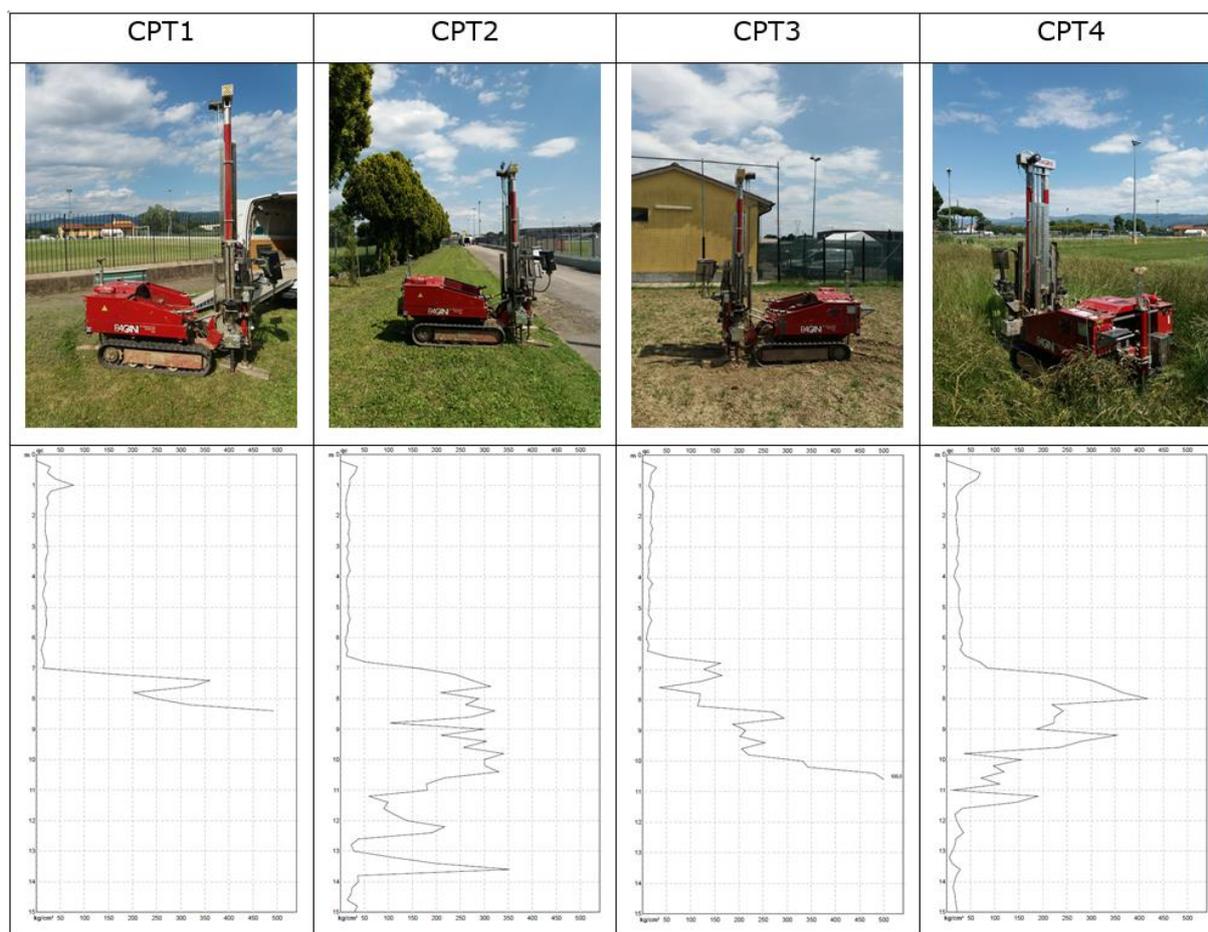
Il certificato di prova con le letture di campagna, i diagrammi di resistenza e litologia e l'elaborazione dei parametri geotecnici è riportato in allegato 2.

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.

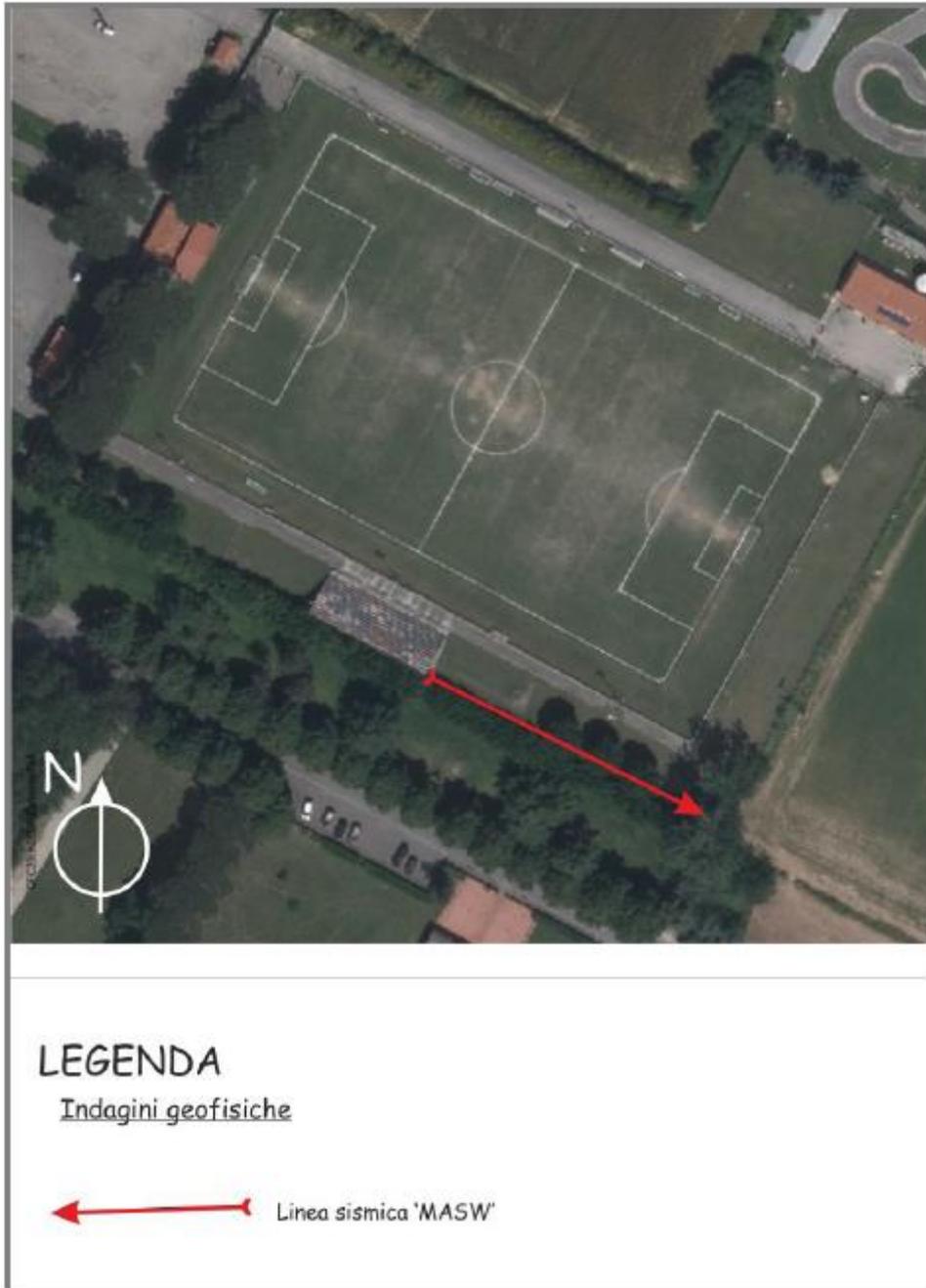
SONDAGGIO	S1	S1
Campione	C1	C2
Profondità prelievo (m)	3,0-3,5	8,5-9,0
Descrizione	Limo argilloso bruno giallastro, compatto	Ghiaia con sabbia limoso argillosa
Contenuto d'acqua (%)	23,5	--
Peso volume γ (kN/mc)	19,9	--
Indice dei vuoti	0,64	--
Coesione non drenata c_u (kPa)	--	--
Angolo d'attrito interno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

6.4 LE PROVE GEOFISICHE

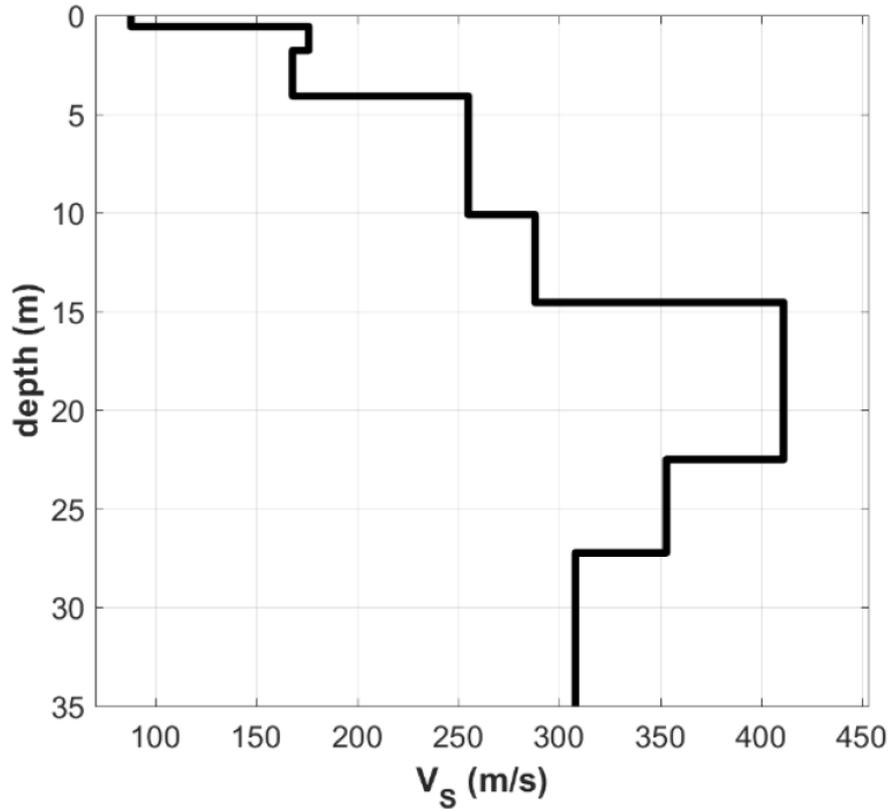
In data 31 maggio 2021 è stata eseguita un'indagine geofisica con prova MASW (acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves).

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'

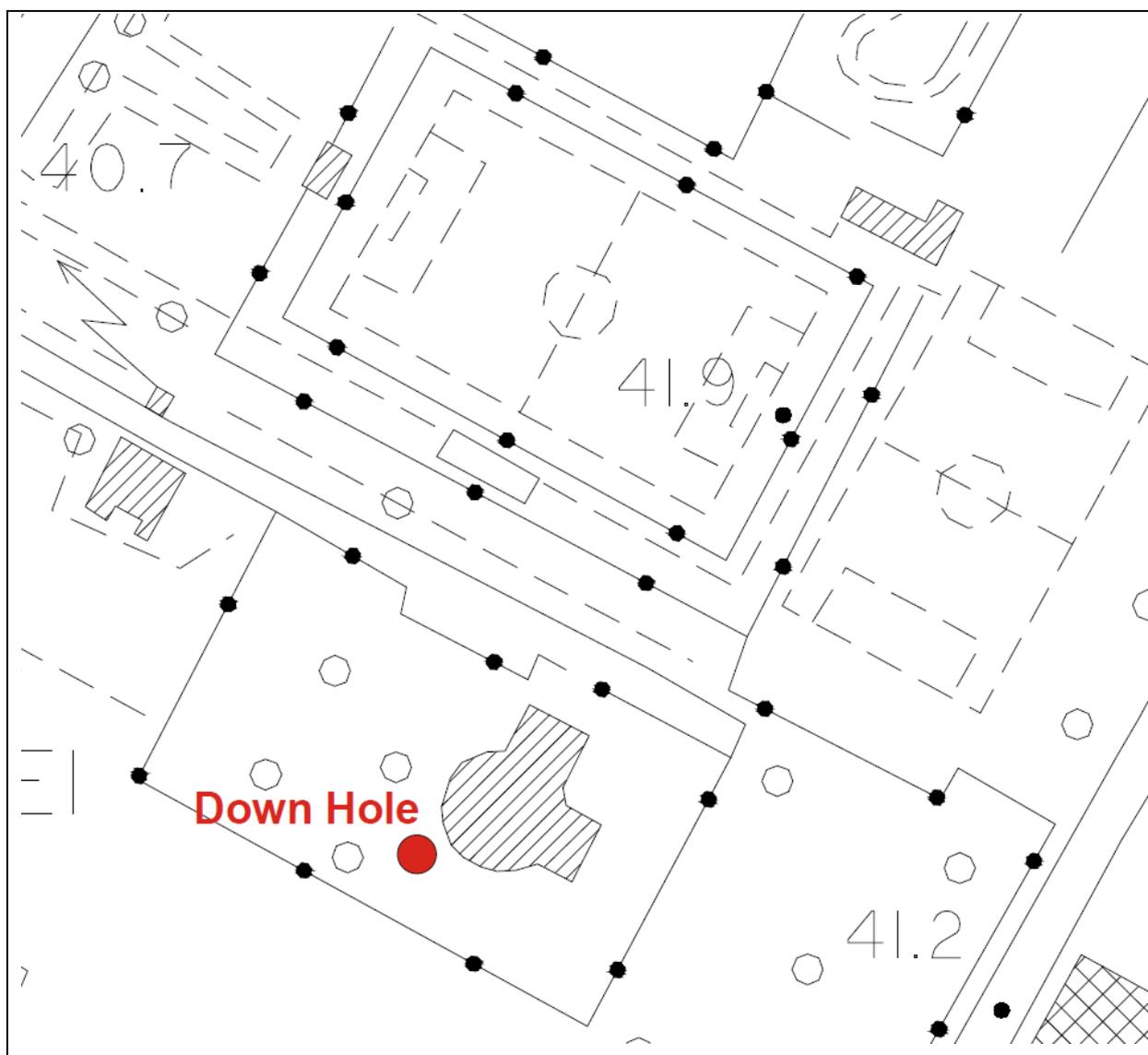
Dalla prova risulta una tendenza delle onde sismiche ad accelerare con la profondità fino a circa 15 m per poi diminuire nuovamente dopo i 20 m. Le velocità massime raggiunte sono comunque molto lontane da quelle attribuibili ad un materiale litoide.

7. I DATI DI ARCHIVIO

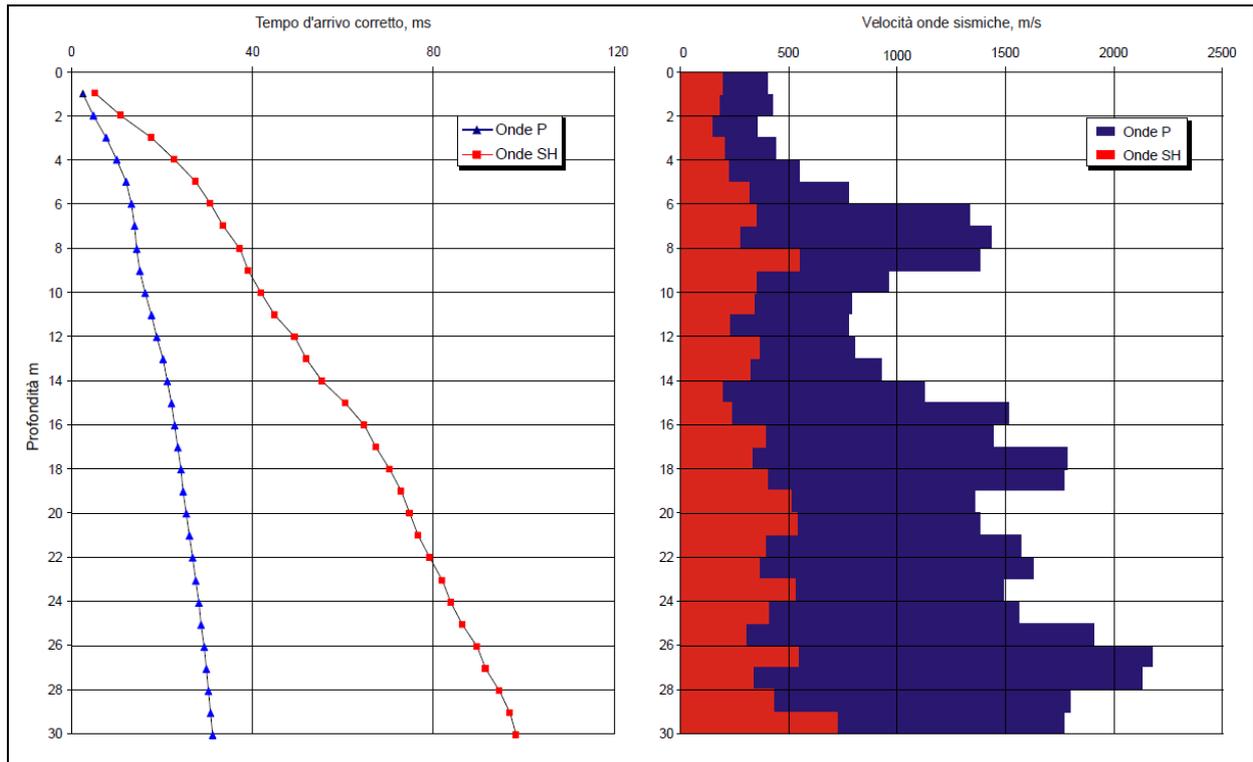
Come accennato in premessa sono stati utilizzati anche dati di archivio relativi ad una prova Down-Hole realizzata dal comune per la redazione dello Strumento Urbanistico.

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:

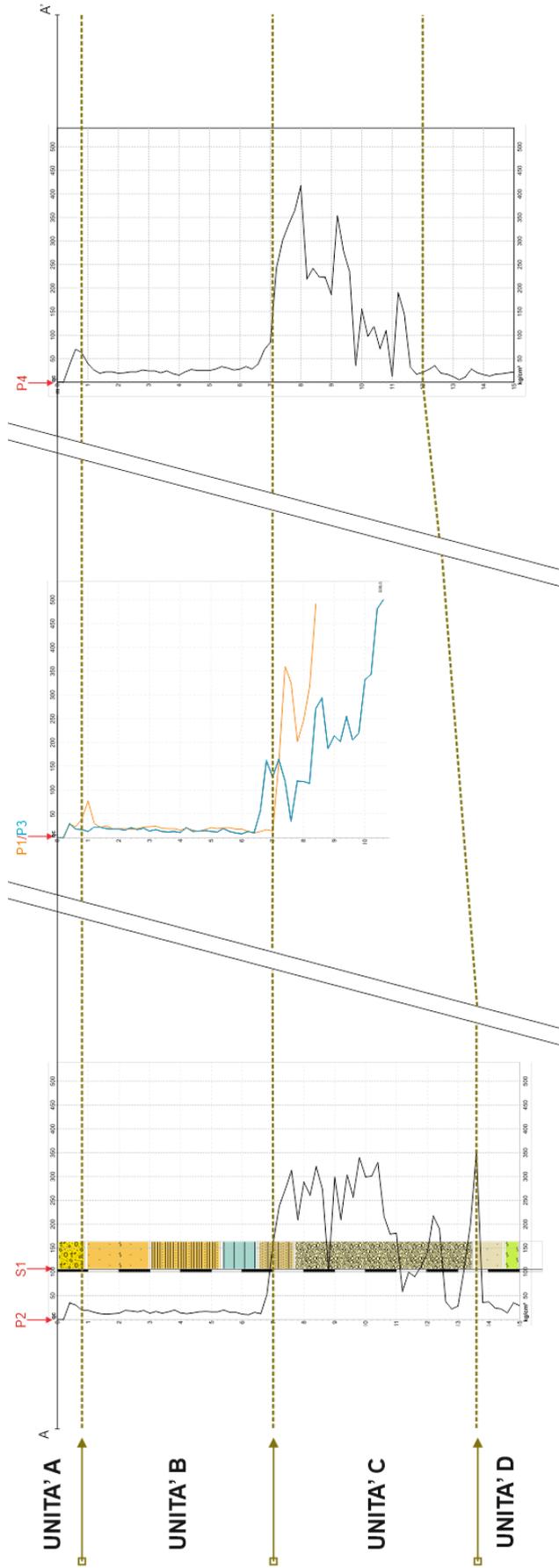
UNITA' A : dal p.c. a circa 1 metro → terreno vegetale e/o locali riporti

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 pianie 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_{SEQ} 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.

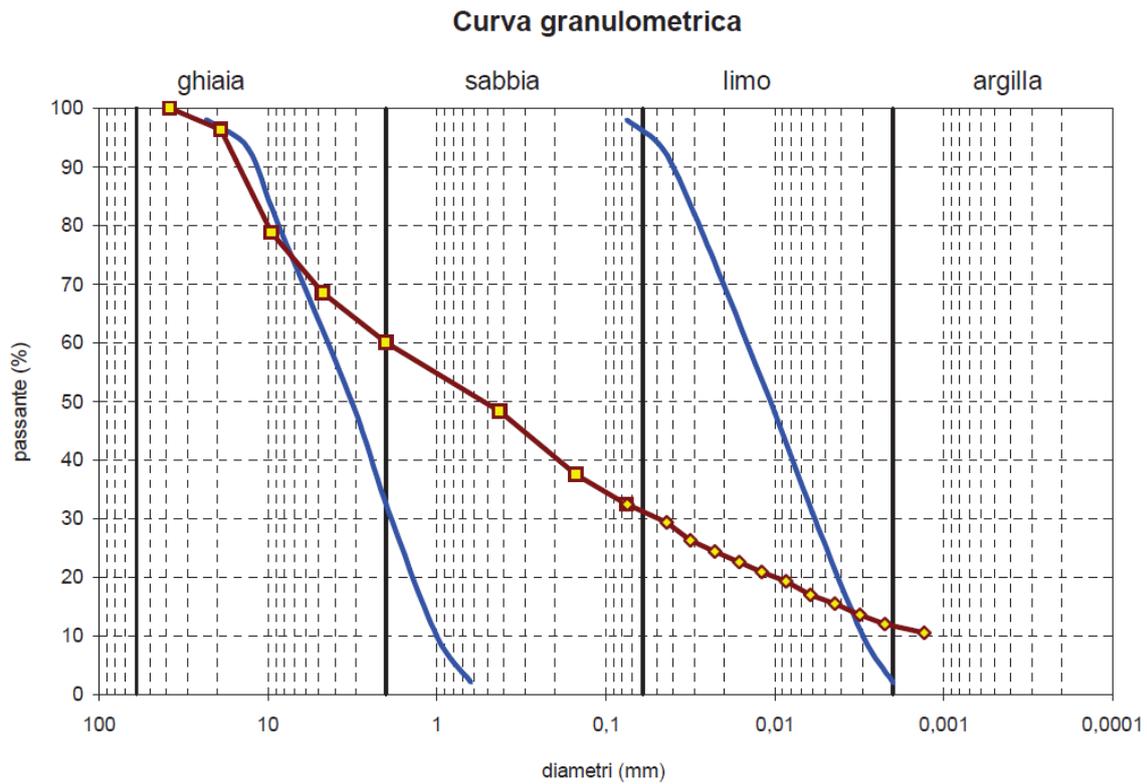
Dai risultati della prova Down-Hole risulta un valore di $V_{SEQ} = V_{S30} = 306$ m/sec. Il calcolo è stato effettuato dal piano di campagna è risulta perfettamente coerente con gli esiti delle prove sismiche puntuali

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
MS manutenzione straordinaria RRC restauro e risanamento conservativo RIC 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

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, 6 Febbraio 2023

Fig. 1 - Carta della Pericolosità Geologica

Estratto non in scala da P.S.

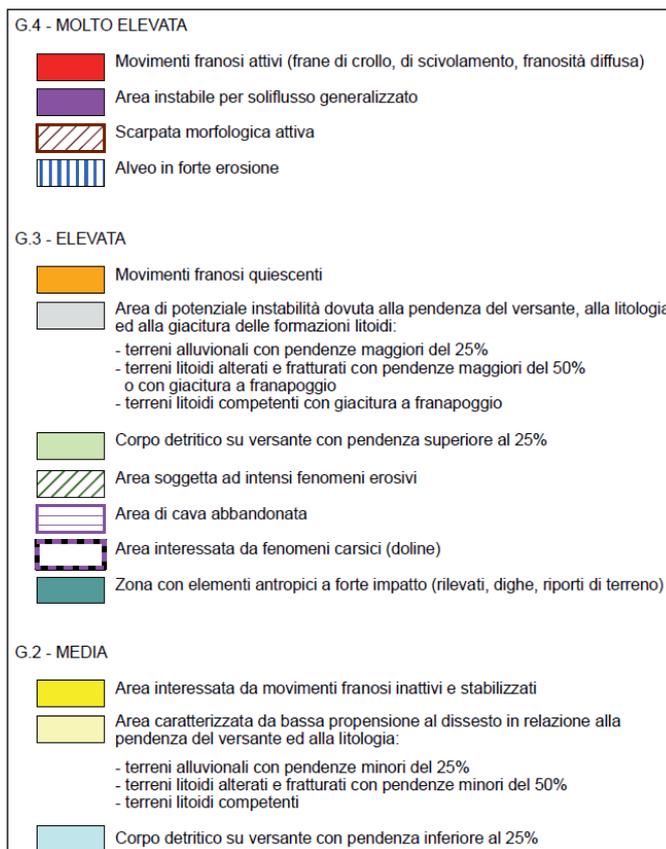
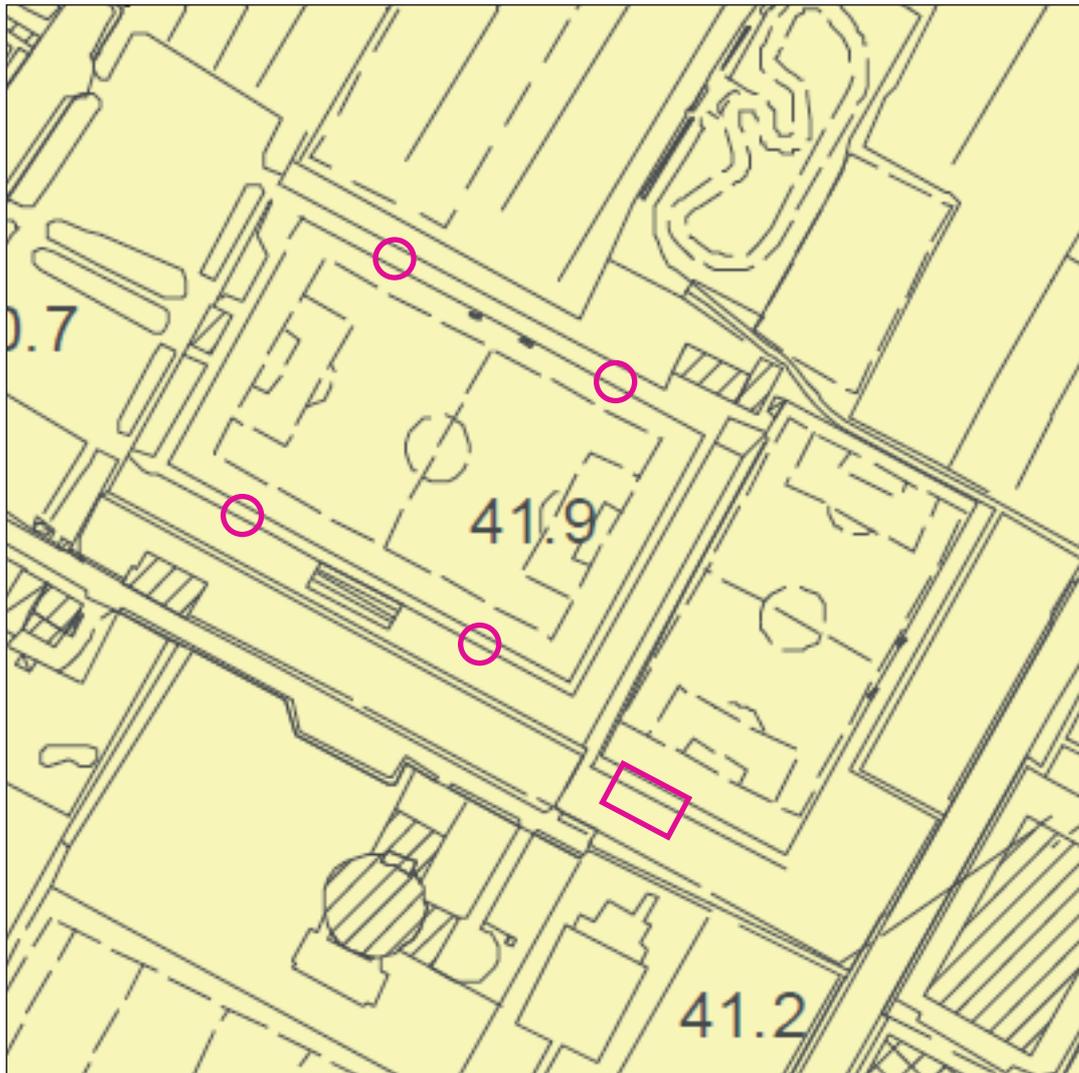
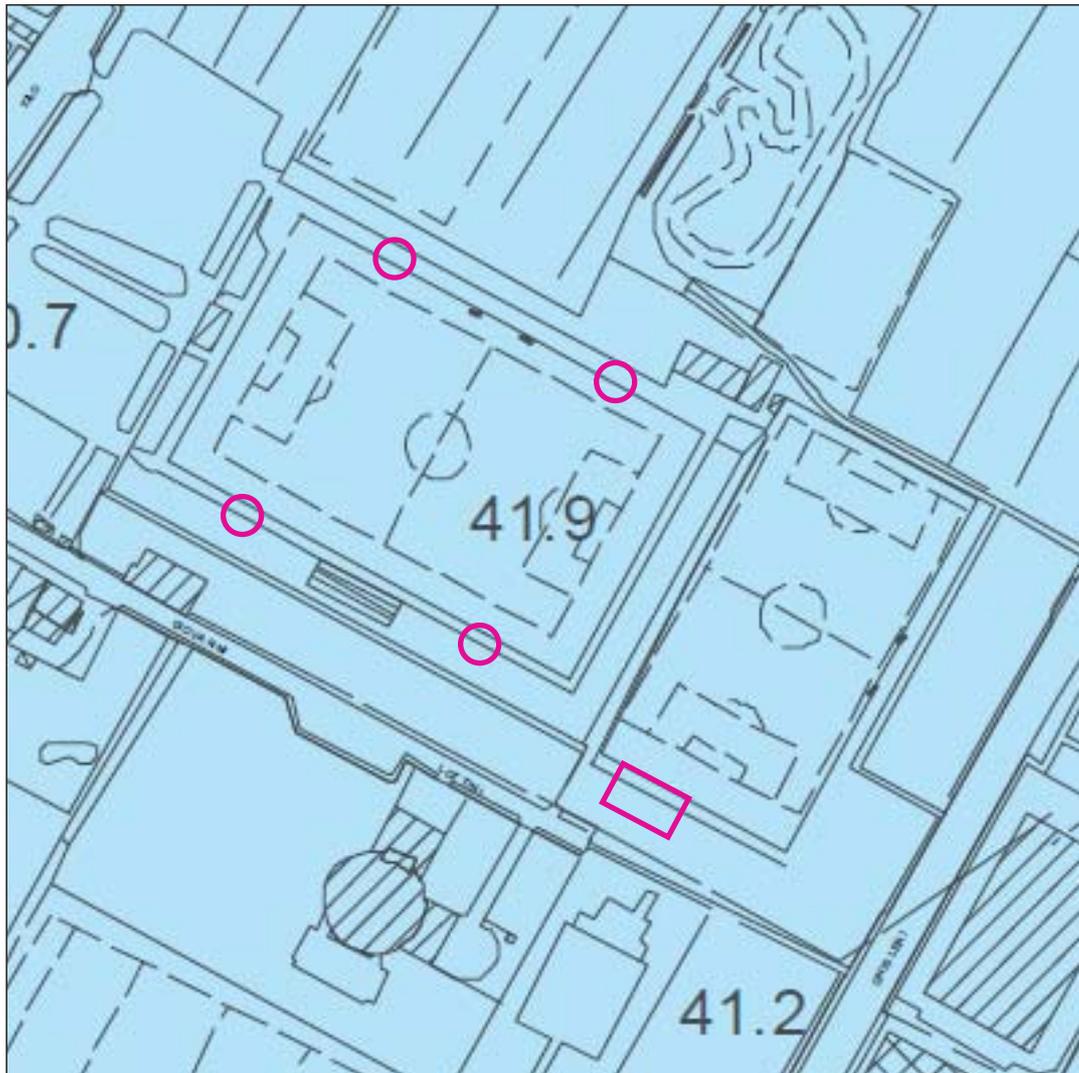


Fig. 2 - Carta della Pericolosità Idraulica

Estratto non in scala da P.S.



Pericolosità per alluvioni frequenti, molto elevata (I.4), da alluvione elevata (P3)



aree interessate da allagamenti per eventi con Tr inferiore o uguale a 30 anni

Pericolosità per alluvioni poco frequenti, elevata (I.3), da alluvione media (P2)



aree interessate da allagamenti per eventi con Tr compreso tra 30 e 200 anni

Pericolosità media (I.2), da alluvione bassa (P1)



aree interessate da allagamenti per eventi con Tr superiore a 200 anni

aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono in condizioni di alto morfologico rispetto alla piana adiacente poste ad una quota superiore di 2 metri rispetto alla quota del piede dell'argine o del ciglio di sponda

Pericolosità idraulica bassa I.1



aree collinari prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- non vi sono notizie storiche di inondazioni
- sono poste in condizioni di alto morfologico rispetto al corso d'acqua



tratto intubato



AREA TORRI FARO



AREA SPOGLIATOIO

Fig. 3 - Carta della Pericolosità Sismica

Estratto non in scala da P.S.



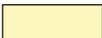
S.4 Pericolosità sismica locale molto elevata

 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

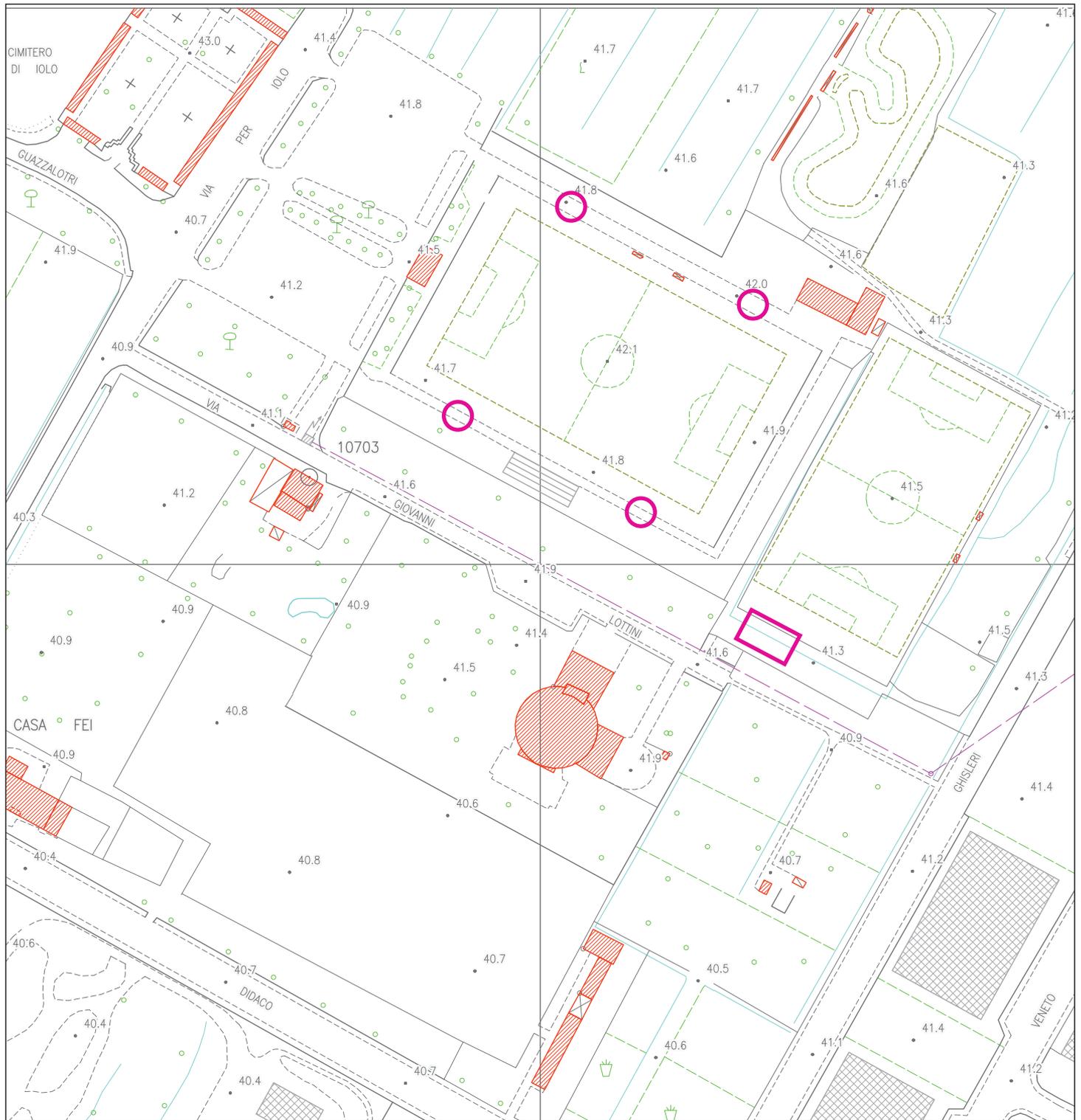
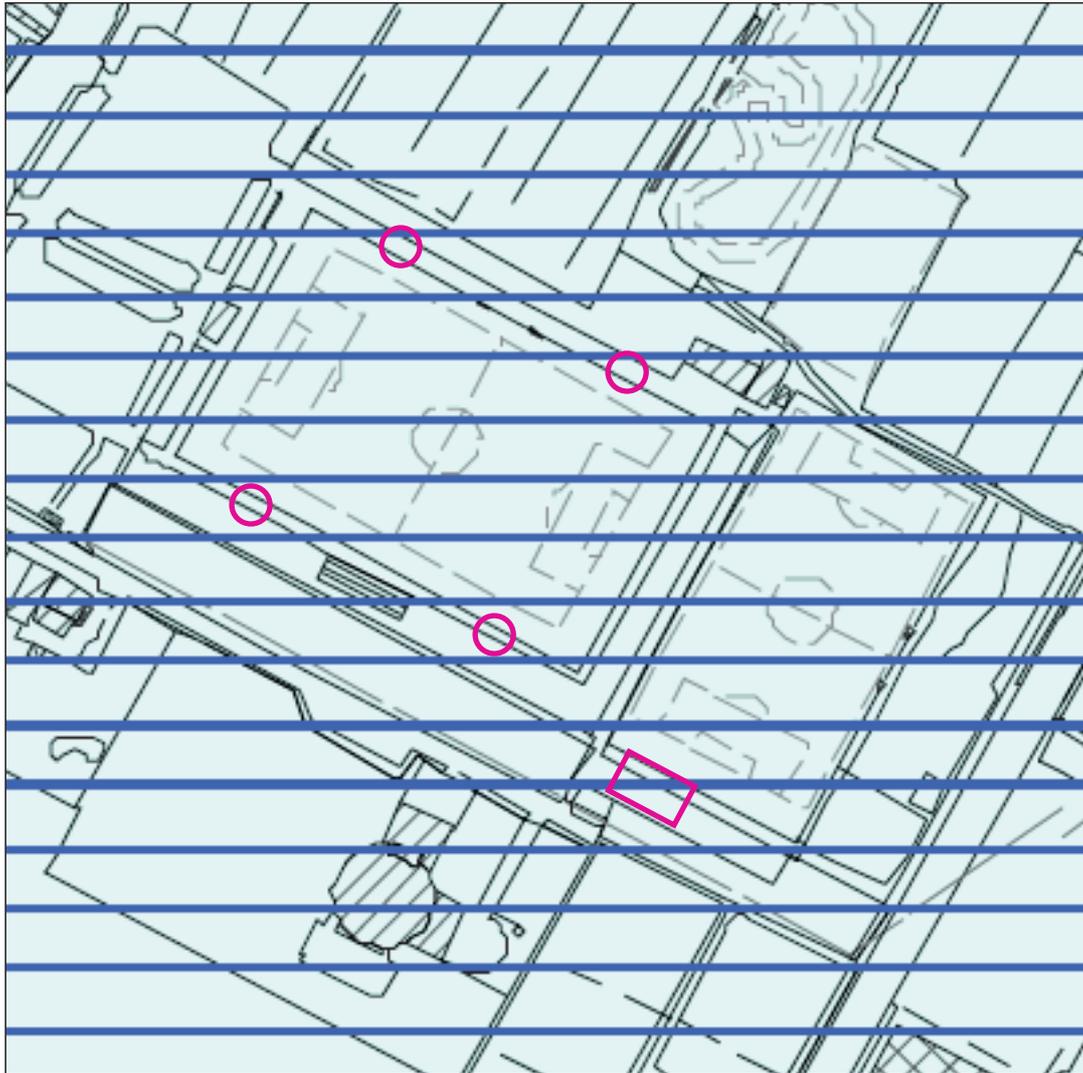


Fig. 5 - Carta Geologica

Estratto non in scala da P.S.



DEPOSITI ALLUVIONALI

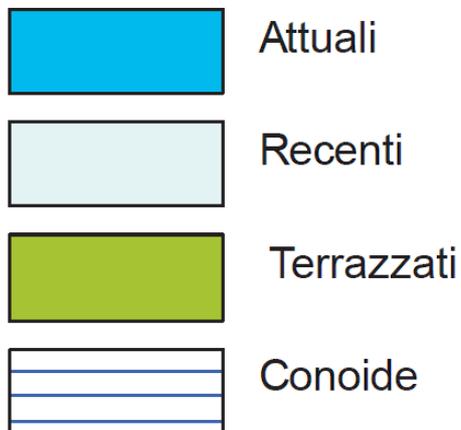
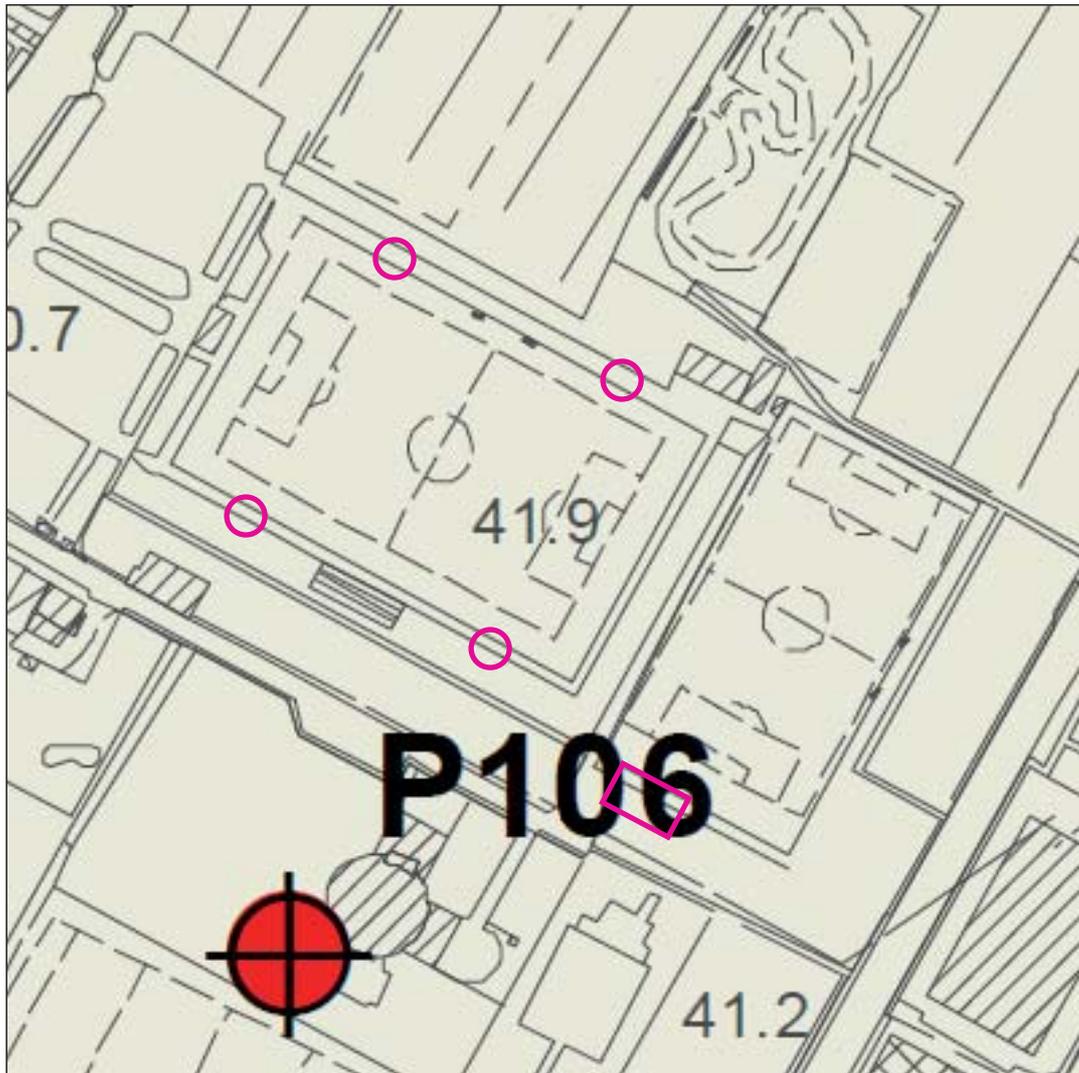


Fig. 6 - Carta Litotecnica

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

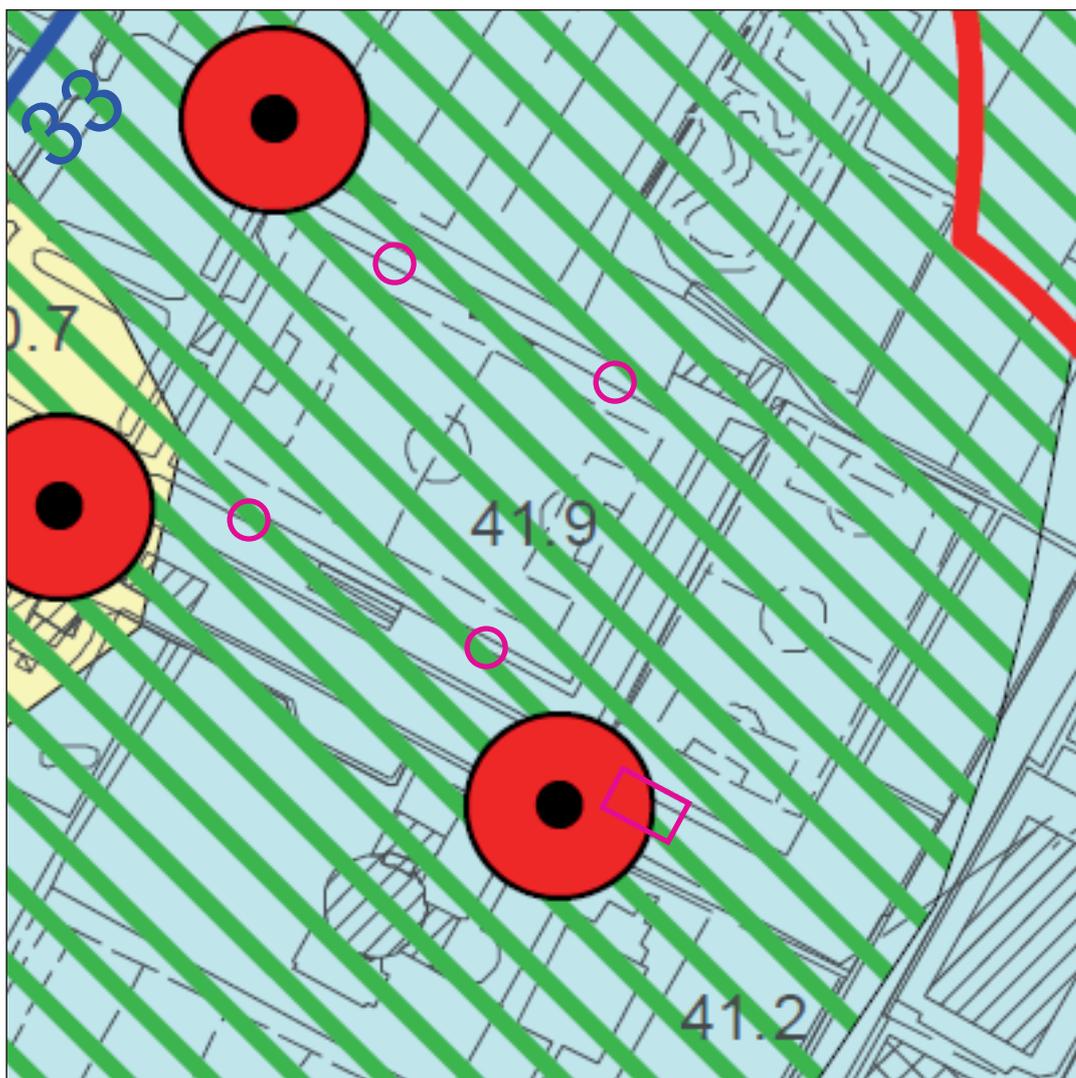
Estratto non in scala da P.S.



 AREA TORRI FARO
 AREA SPOGLIATOIO

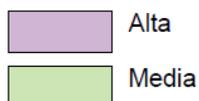
Fig. 8 - Carta delle Problematiche Idrogeologiche

Estratto non in scala da P.S.

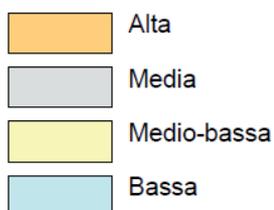


VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

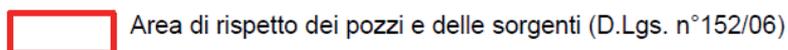
Formazioni litoidi



Terreni sciolti



APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO



DISPONIBILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

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

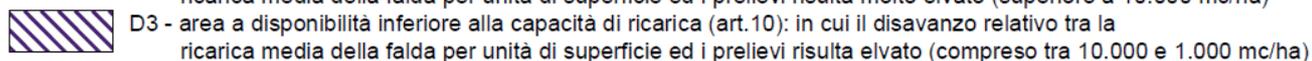
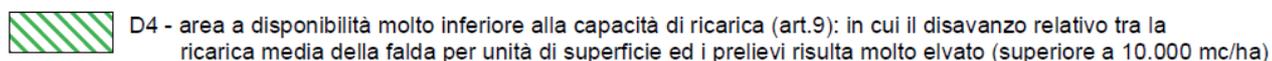
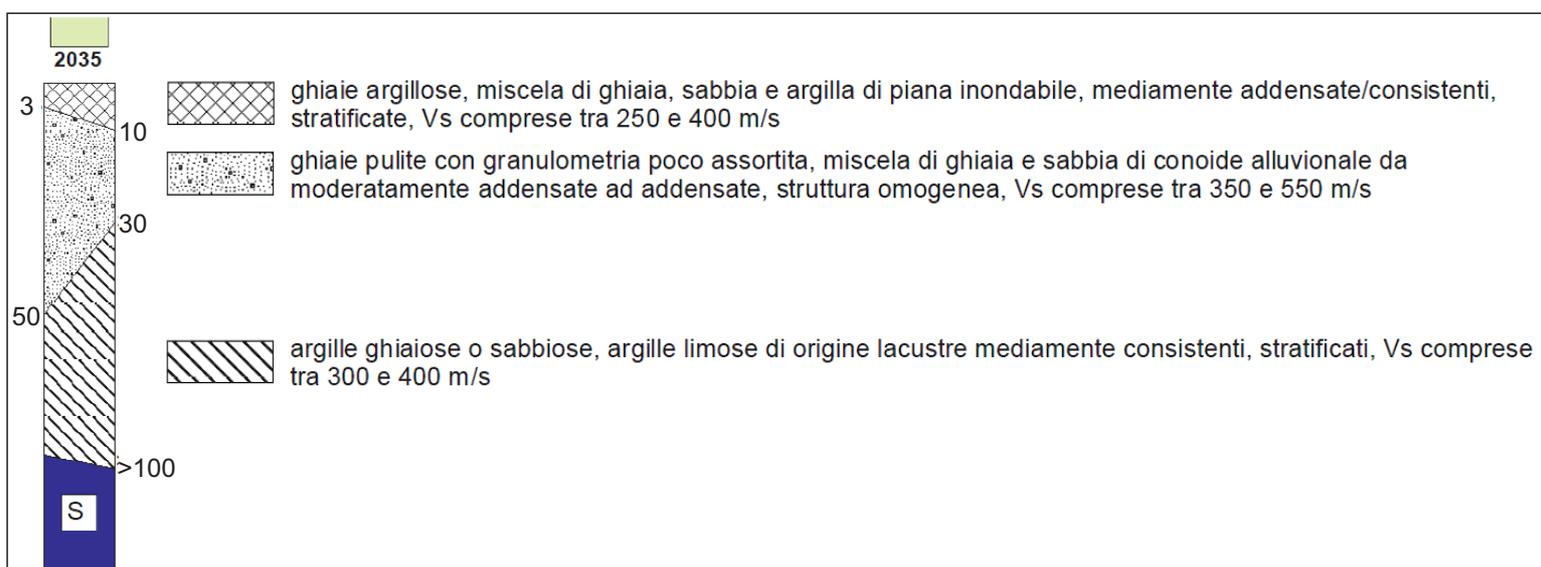
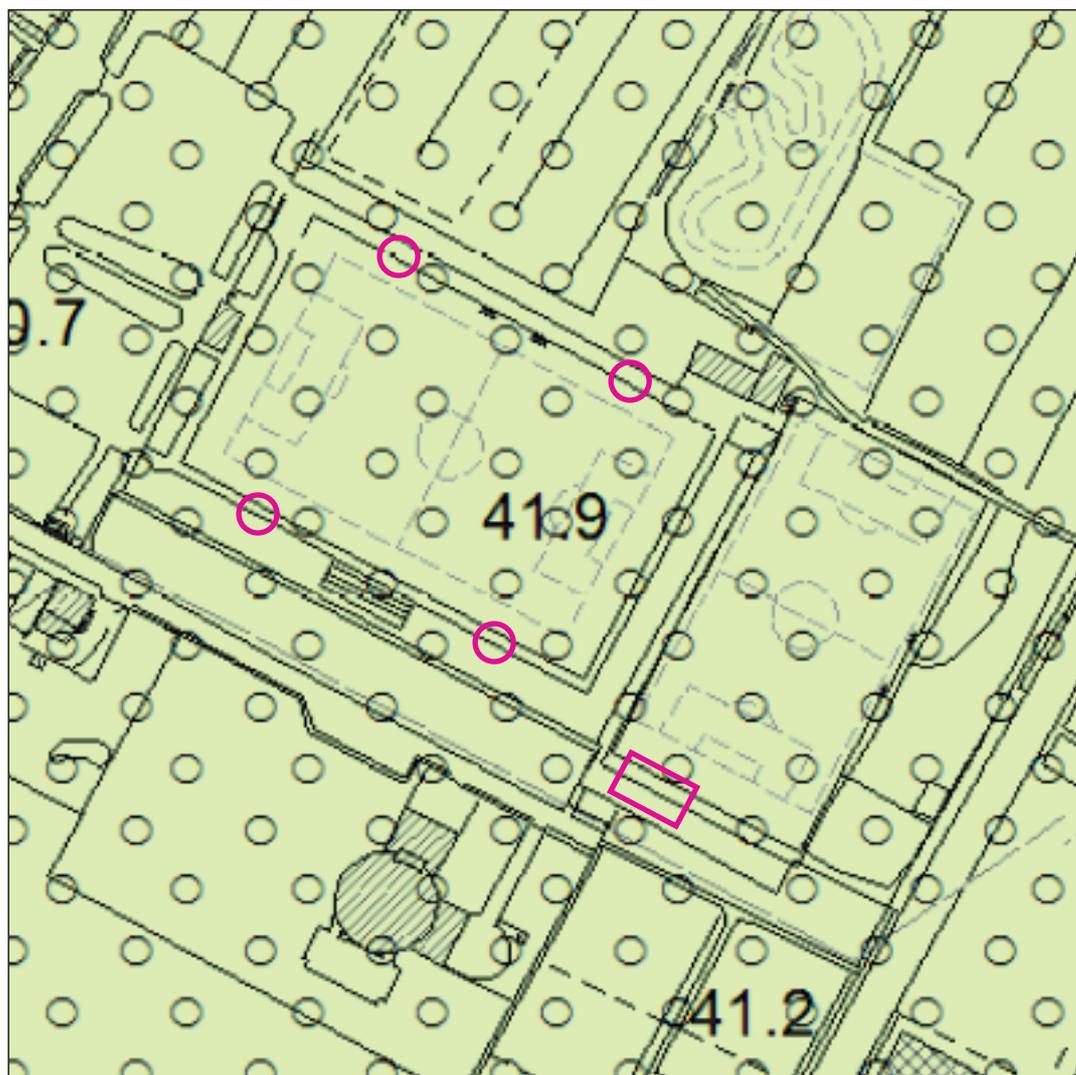


Fig. 9 - Carta delle MOPS

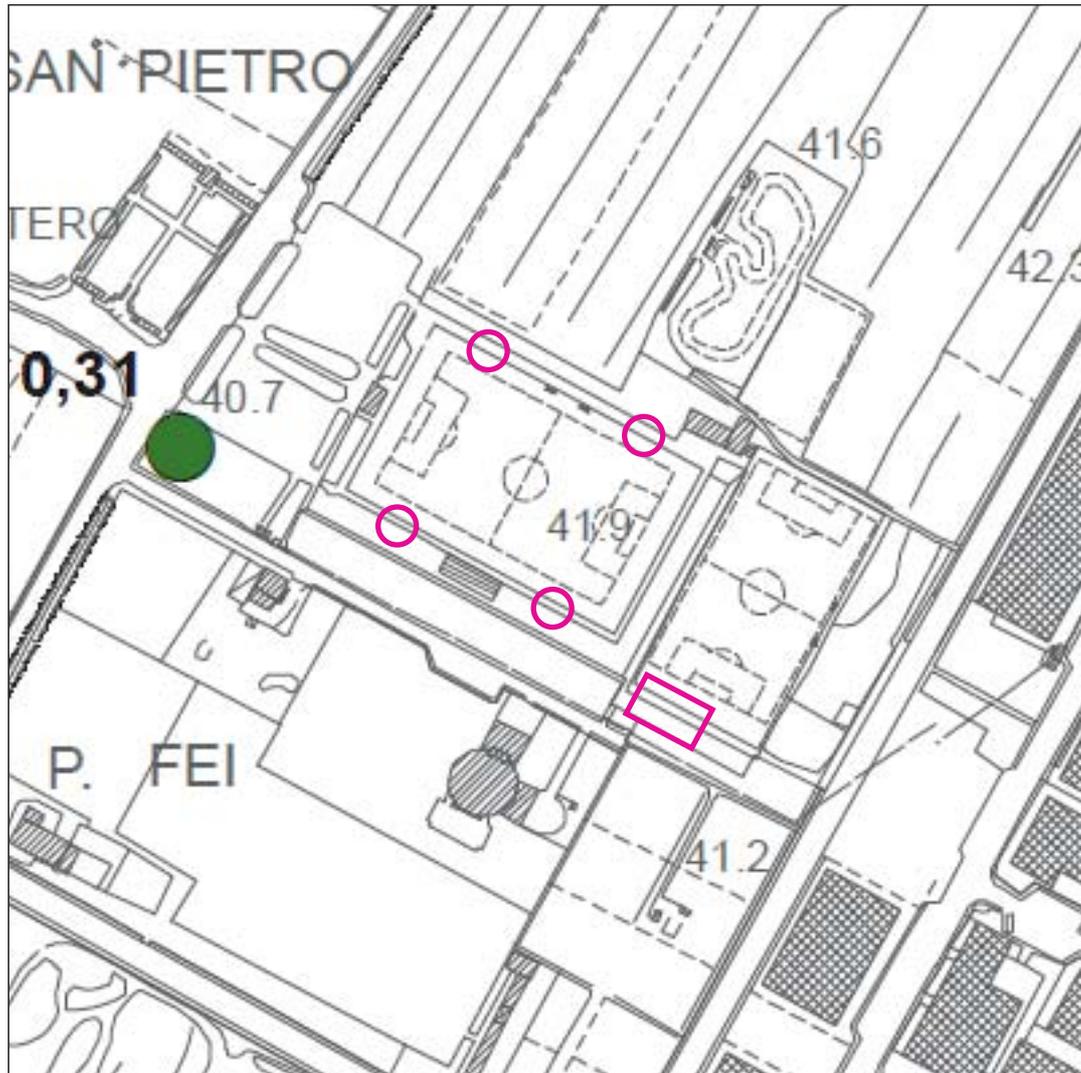
Estratto non in scala da P.S.



○ 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

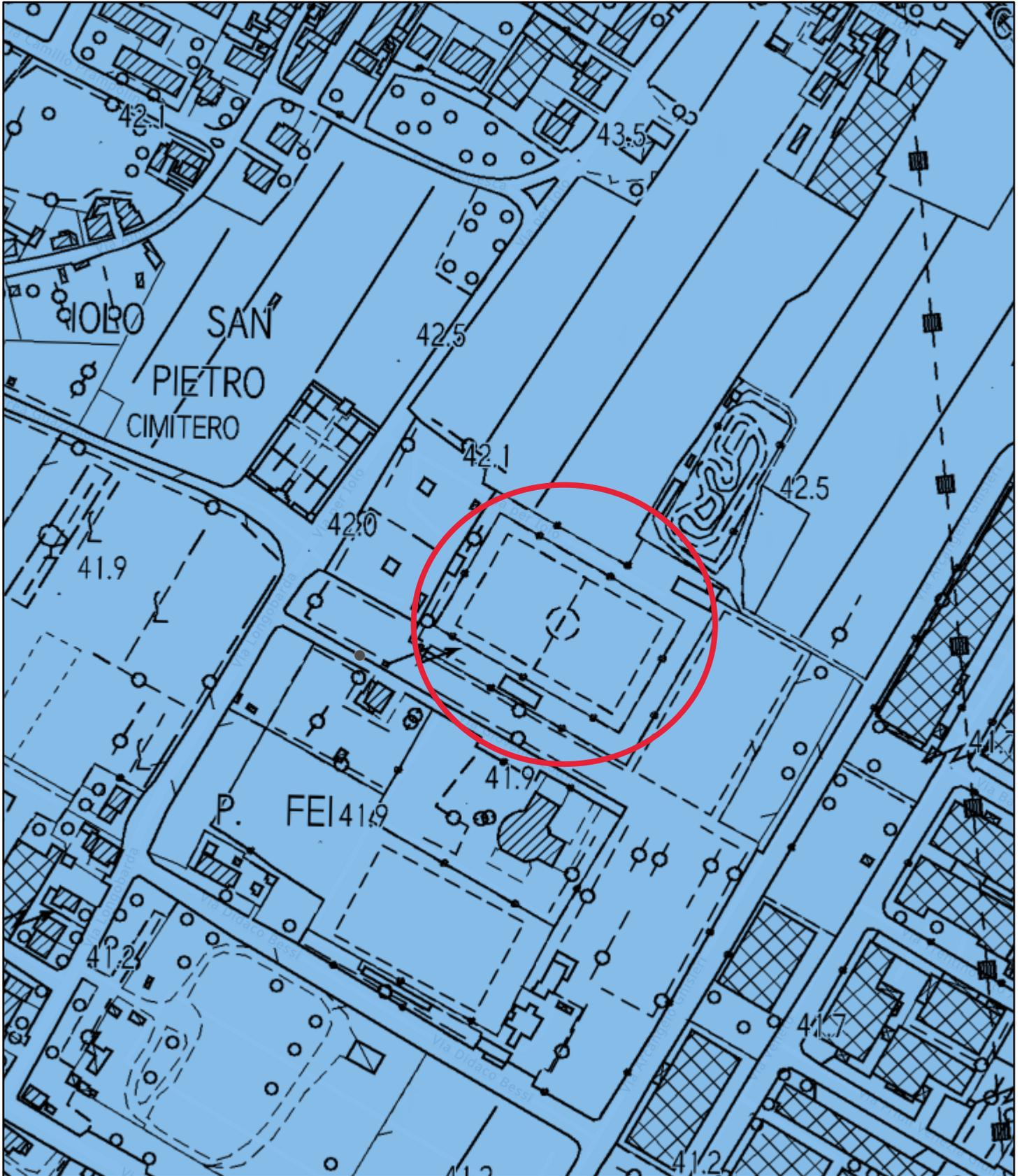
in rosso sono individuati i valori di f_1

in blu sono individuati i valori di f_2

○ AREA TORRI FARO
□ AREA SPOGLIATOIO

MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE

APPENDICE 1



6/2/2023, 09:13:34

CTR 1:10000 - II Edizione

CTR_10K_WGS84

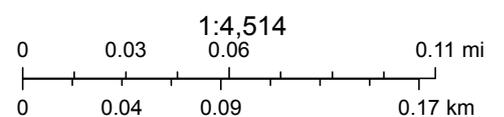
Reticolo_principale

Pericolosità Dominio Fluviale

- P1
- P2
- P3

Pericolosità Dominio Costiero

- P2
- P3



Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS

AdB Distretto Appennino Settentrionale

Esri, CGIAR, USGS | Esri, HERE, Garmin, Foursquare, METI/NASA, USGS | Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale |



Regione Toscana

RETICOLO IDROGRAFICO



Ret. idrografico aggiornato con DCR 103/2022

 SI

 TOMBATO

 TRATTO DA APPROFONDIRE

Infrastruttura Idrica



OFC 2019 20cm - 32 bit colore - RGB



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

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm²	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 ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
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								
1,00	77,0	190,0		77,0	2,47	31	3,2								
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								
2,00	19,0	48,0		19,0	1,33	14	7,0								
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								
3,00	23,0	48,0		23,0	1,73	13	7,5								
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								
4,00	16,0	29,0		16,0	0,80	20	5,0								
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								
5,00	21,0	31,0		21,0	0,73	29	3,5								
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								
6,00	18,0	21,0		18,0	0,87	21	4,8								
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								
7,00	14,0	27,0		14,0	8,80	2	62,9								
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								
8,00	246,0	345,0		246,0	5,93	41	2,4								
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

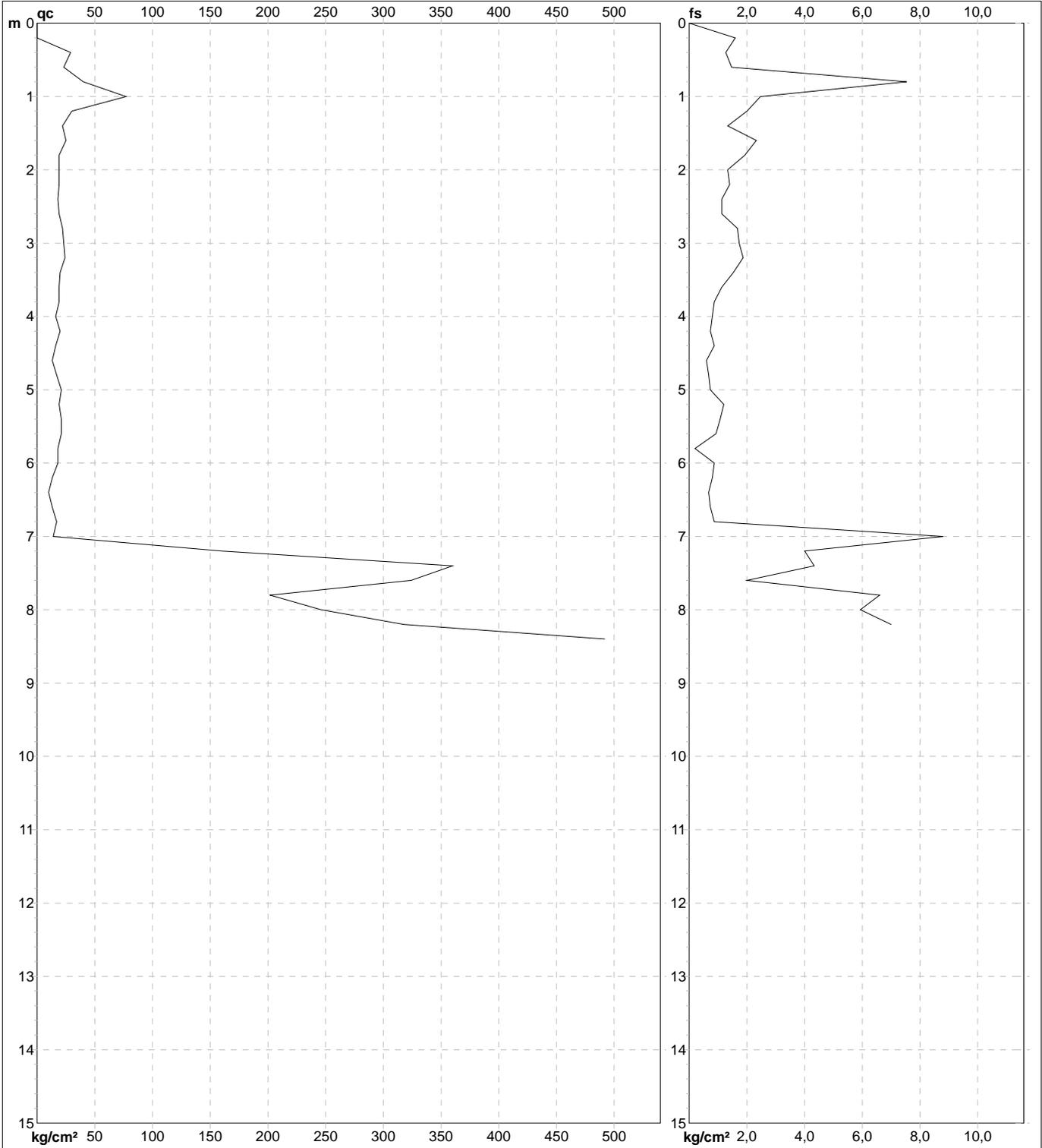
nota: MASW

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	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	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	Falda
		Elaborato		Assente	



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

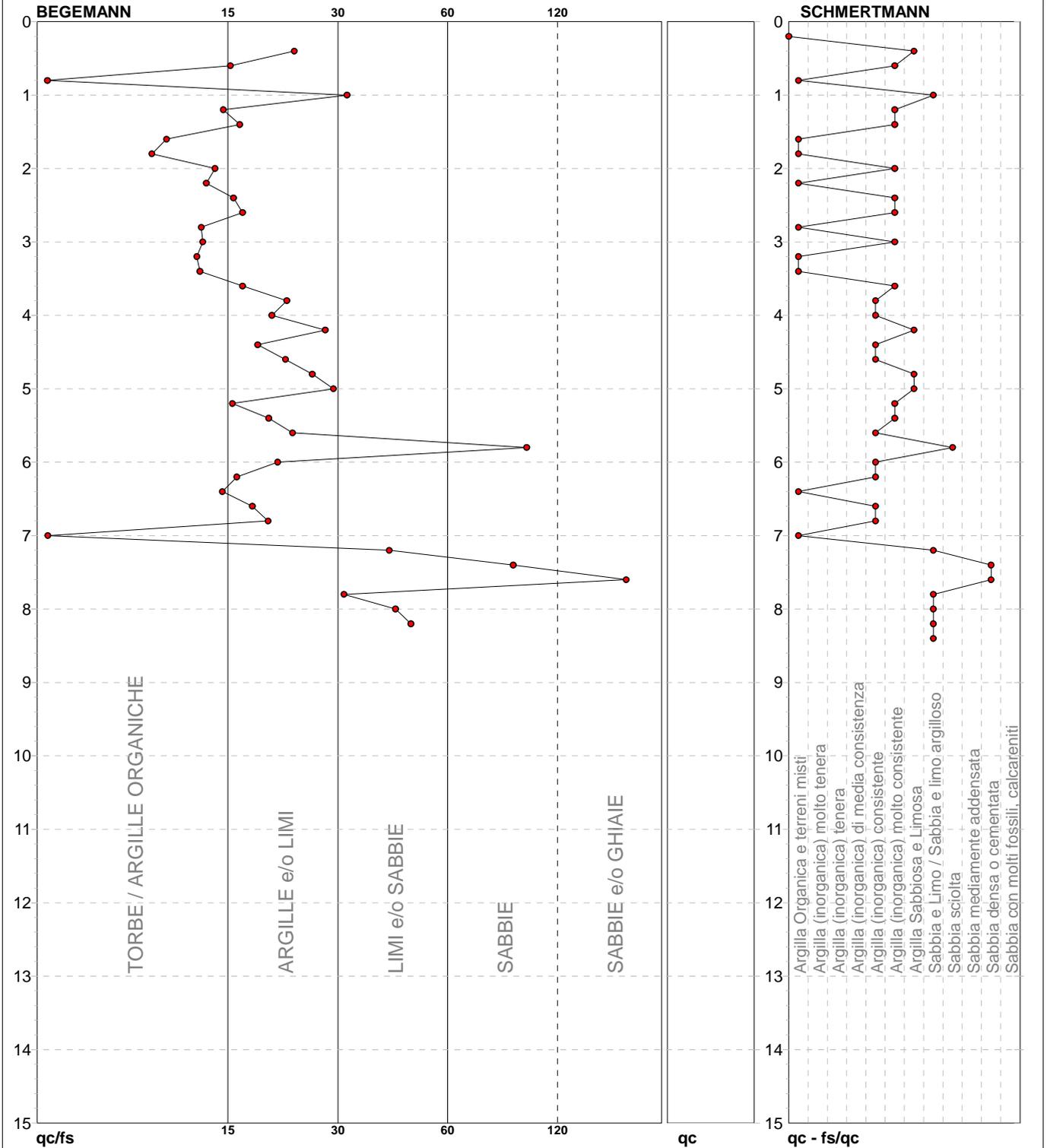
note: MASW

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI 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/cm²** 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

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

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm²	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 ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
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								
1,00	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								
2,00	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								
3,00	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								
4,00	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								
5,00	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								
6,00	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								
7,00	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								
8,00	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								
9,00	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								
10,00	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								
11,00	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								
12,00	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								
13,00	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								
14,00	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								
15,00	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

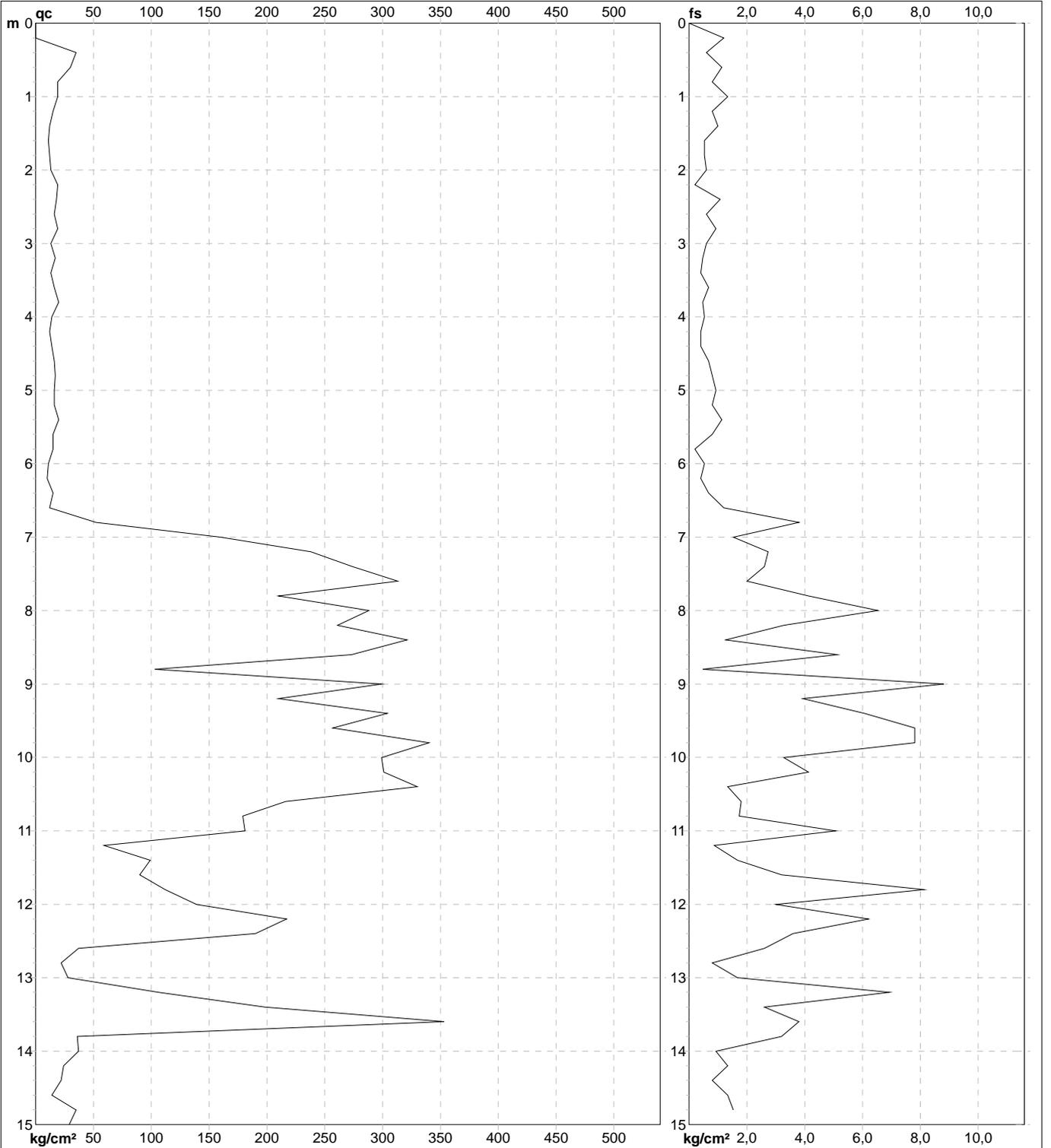
Software by dott. Geol. Diego Merlin +39 0425-840820

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/cm²** 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	preforo m
	Responsabile:	Corr.astine: kg/ml
	Assistente:	Cod.ISTAT: 100005
		Cod. tip:

note:

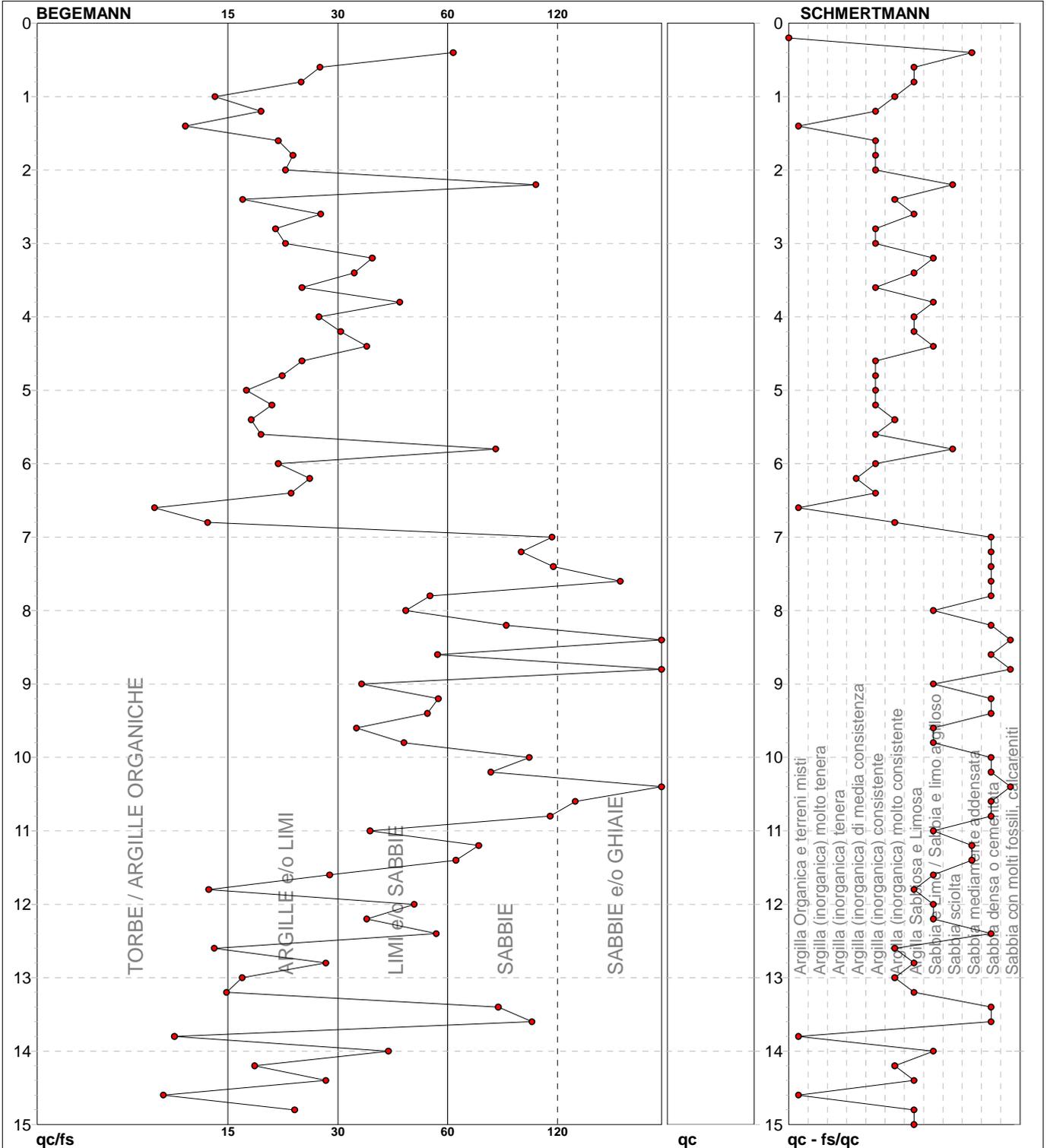
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI 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/cm²** 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

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

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm²	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 ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
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								
1,00	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								
2,00	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								
3,00	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								
4,00	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								
5,00	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								
6,00	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								
7,00	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								
8,00	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								
9,00	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								
10,00	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**

CPT

3

Riferimento **095-2021**

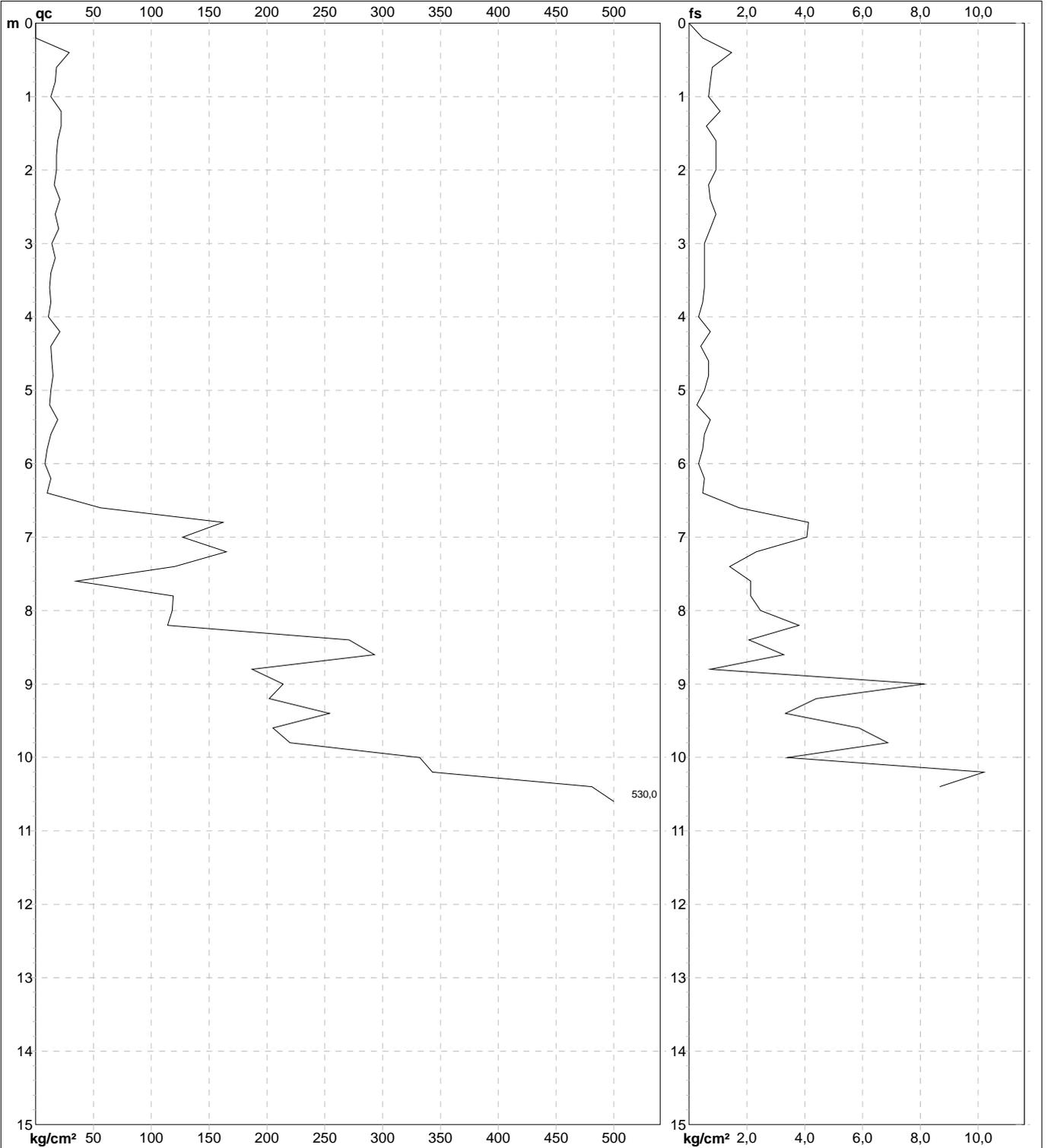
Certificato **240/2021**

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/cm²**
 Scala: **1:75**
 Pagina **2/17**
 Elaborato

Data esec. **31/05/2021**
 Data certificato **01/06/2021**
 Quota inizio: **Piano Campagna**
 Falda **Assente**



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

note:

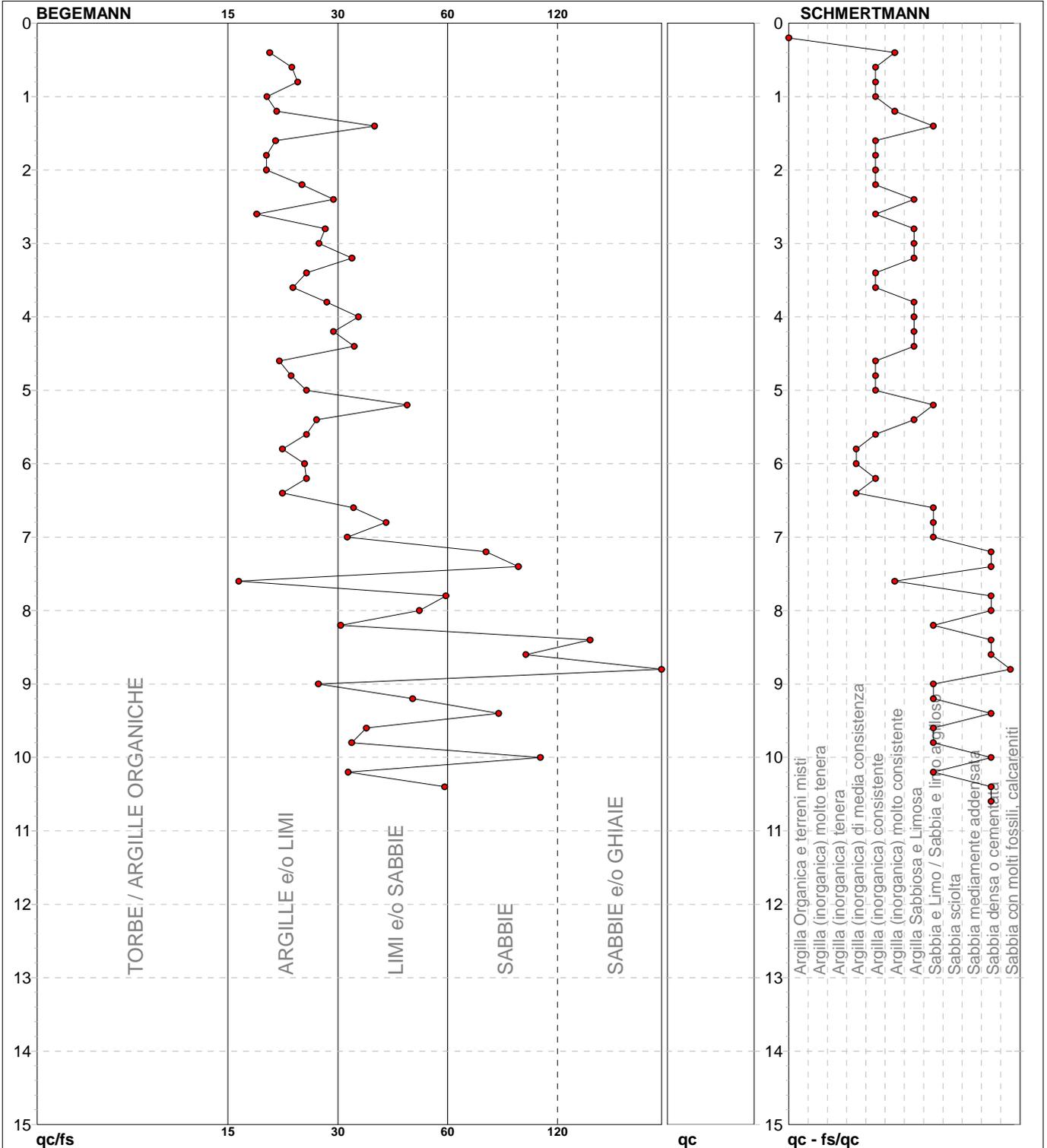
FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
Riferimento	095-2021
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/cm²** 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

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

Committente	Comune di Prato	U.M.:	kg/cm²	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 ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
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								
1,00	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								
2,00	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								
3,00	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								
4,00	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								
5,00	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								
6,00	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								
7,00	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								
8,00	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								
9,00	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								
10,00	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								
11,00	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								
12,00	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								
13,00	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								
14,00	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								
15,00	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:

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

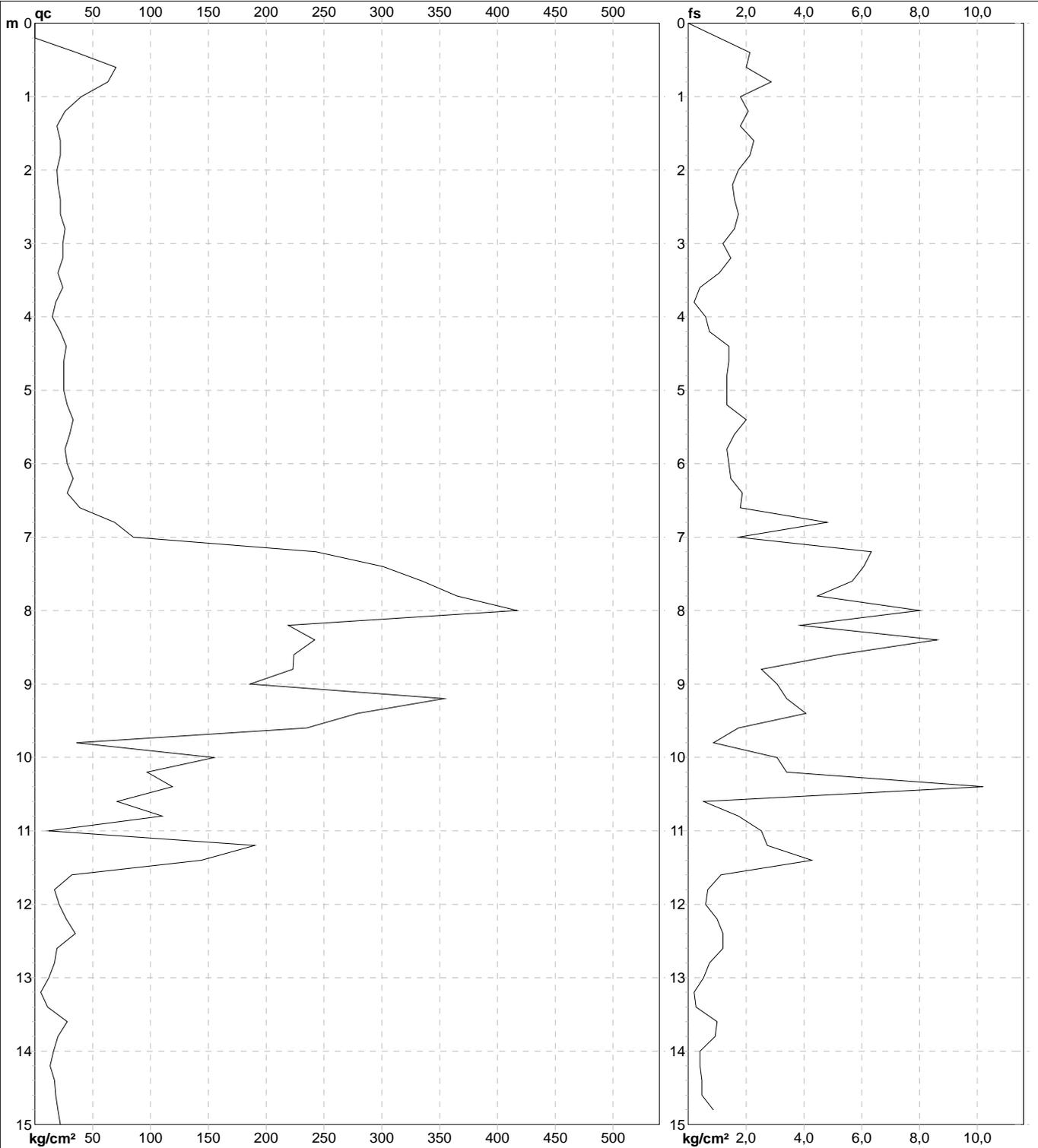
CPT

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/cm²	Data esec.	31/05/2021
Scala:	1:75	Data certificato	01/06/2021
Pagina	2/17	Quota inizio: Piano Campagna	Falda
Elaborato		Assente	



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

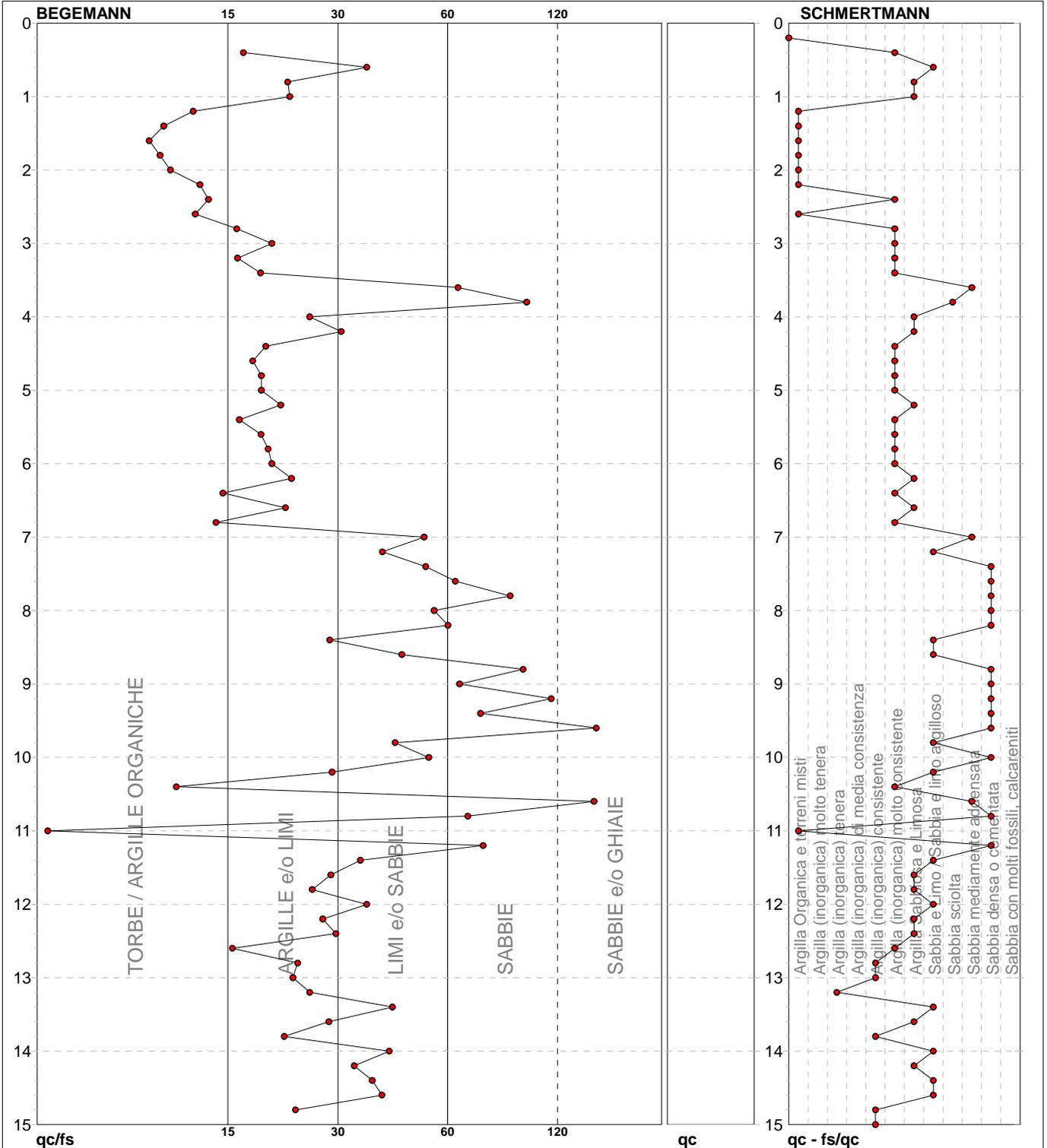
note: FON049

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

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/cm²** 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 - 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°	038-21	Data	25/06/21	Pagina	2 / 21
Committente	Tecna - Via Ser Gorello - Arezzo				
Richiedente	Geol. Gianni Focardi				
Provenienza	Campo Sportivo Fantaccini - Loc. Iolo - Prato				
Contenitore	Fustella acciaio	Diametro (mm)	85	Lunghezza (cm)	53
Contrassegno	Sond. 1	Camp. 1	Profondità (m)	3,0 - 3,5	

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

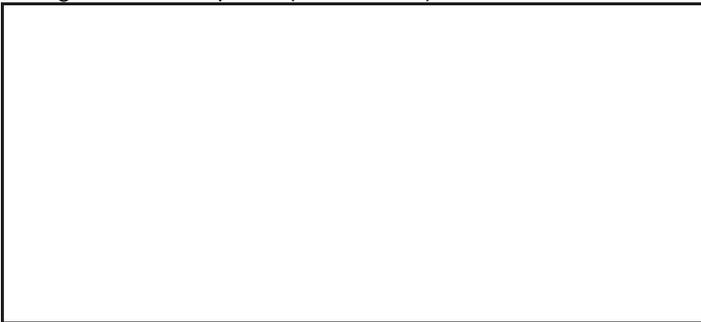
Data di apertura del campione **10/6/21**

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.				
Alto	<table border="1"> <tr><td>TG</td></tr> <tr><td>ELL</td></tr> <tr><td>ED</td></tr> </table>	TG	ELL	ED	350	100	P.P. = Pocket penetrometer (kPa) V.T. = Vane test (kPa)
TG							
ELL							
ED							
	300	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 - 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
Contenuto di acqua	%	23,5

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 **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 ³	2984,8
Massa specifica	g/cm ³	2,03
Peso di volume	kN/m³	19,9

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 **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
Peso specifico dei grani	-	2,70
Peso di volume dei grani	kN/m³	26,5

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

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**

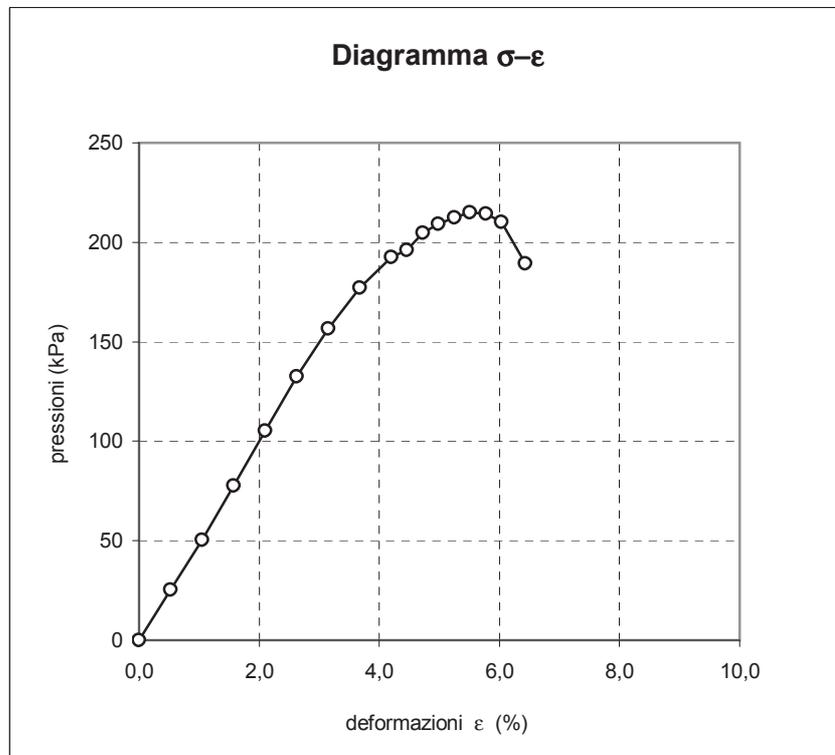
PROVA DI COMPRESSIONE SEMPLICE

(UNI CEN 17892-7)

 Inizio prova **11/6/13**

Dimensioni iniziali altezza cm 7,62 VELOCITA' DI PROVA
 sezione cm² 11,40 0,500 mm/min
 Contenuto di acqua % 25,1
 Peso di volume kN/m³ 19,5

Def. mm	Area cm ²	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


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 **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)

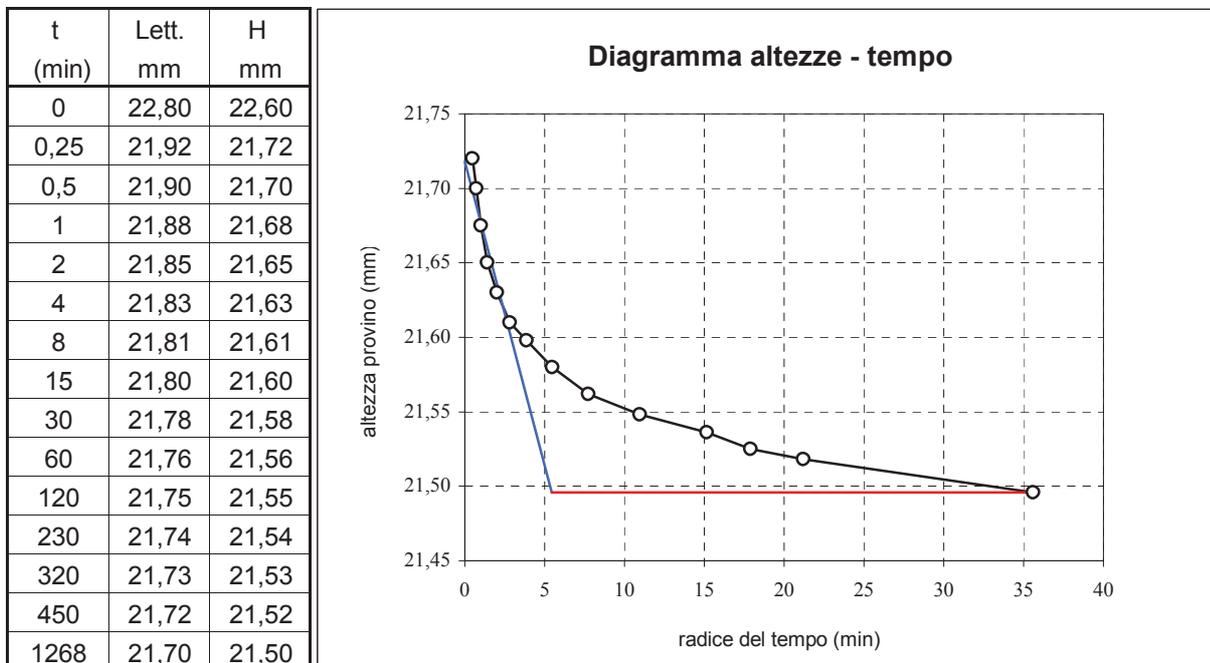
Data di prova inizio **10/6/21** termine **14/6/21**

TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali altezza mm **22,60**
 sezione cm² **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
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

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

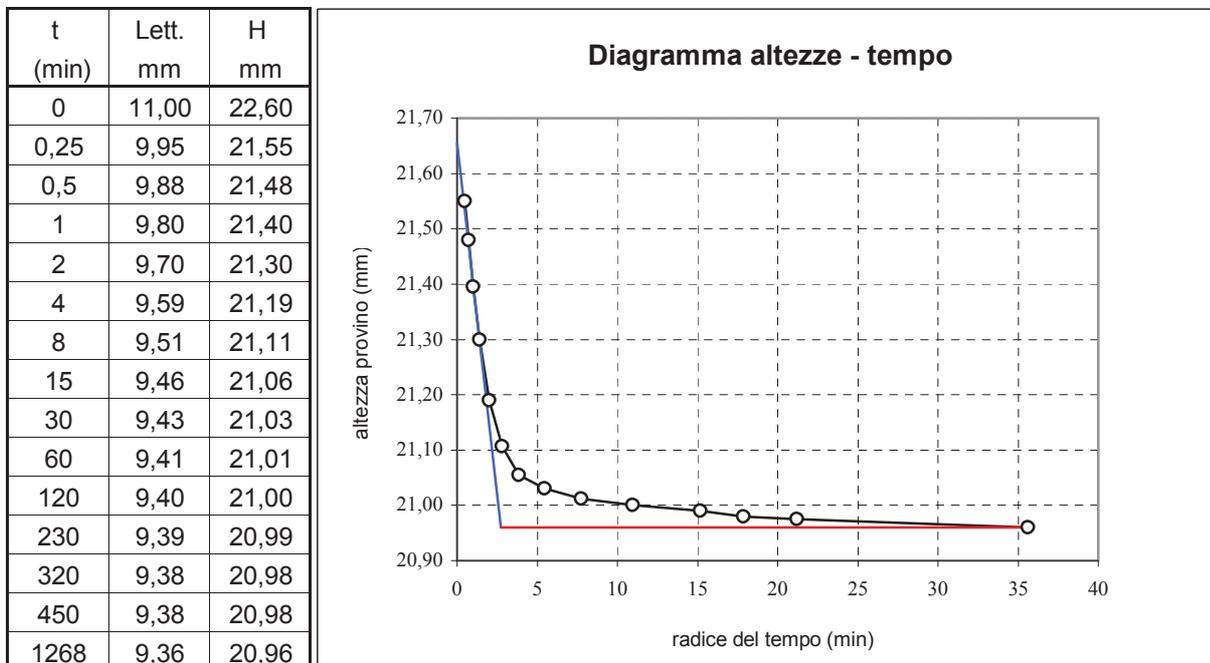
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

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

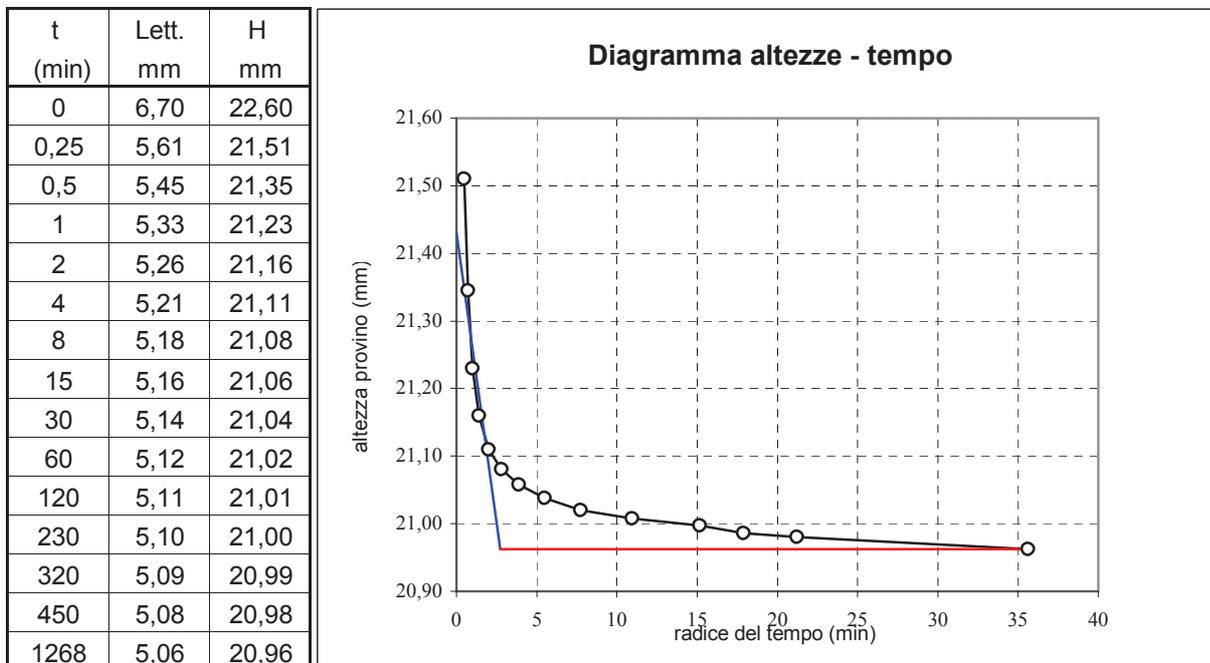
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

 TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **3**

Dimensioni iniziali	altezza	mm	22,60
	sez.	cm ²	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




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 **10 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21037** Prova numero / pagina prova **2103701 -TG/4**
 Committente **Tecna** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **1** Prof. (metri) **3,0 - 3,5**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **1**

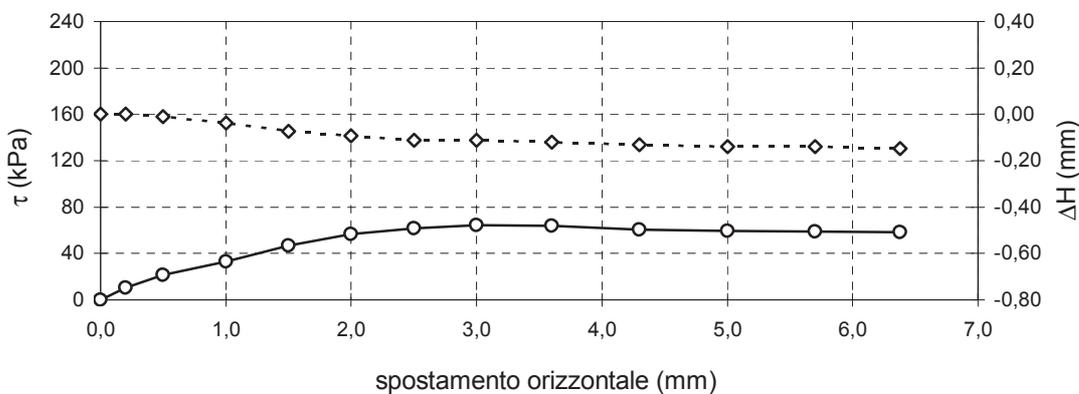
Pressione di consolidazione	kPa	100
Tempo di consolidazione	ore	21
Pressione normale	kPa	100
Resistenza al taglio	kPa	64
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,00

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
Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

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

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)

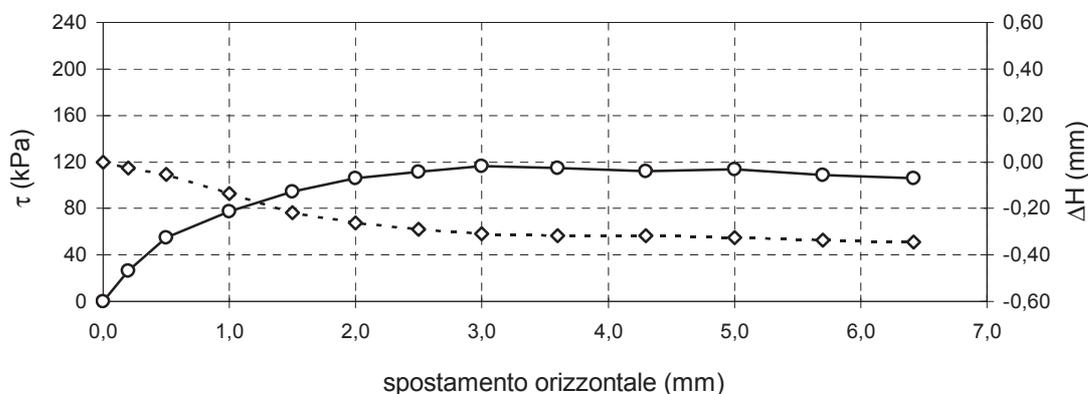
Din = lettura dinamometro (mm)

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

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)

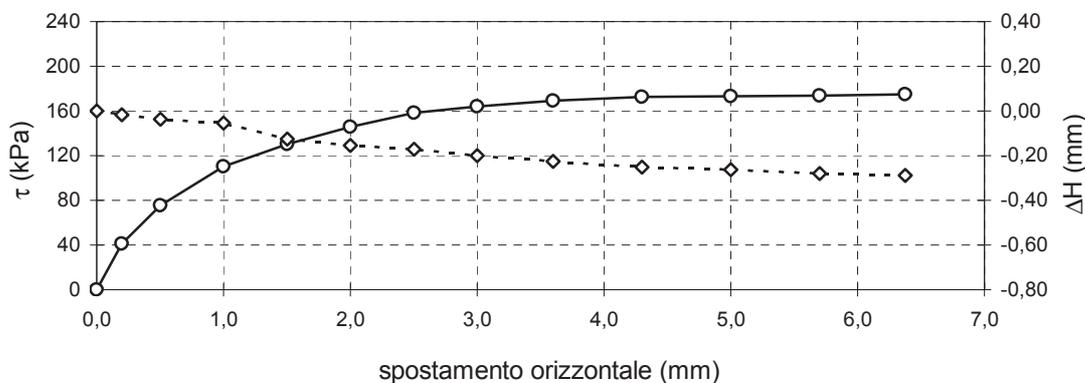
Din = lettura dinamometro (mm)

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 - laboratorio.elleti@tiscali.it

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

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

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

PESO DI VOLUME

		Prima della prova			Dopo la rottura		
		1	2	3	1	2	3
Provino numero		1	2	3	1	2	3
Massa del terreno	g	164,91	165,29	164,71	160,87	158,31	157,87
Volume del terreno	cm ³	81,36	81,36	81,36	76,81	74,09	74,31
Massa specifica	g/cm ³	2,03	2,03	2,02	2,09	2,14	2,12
Peso di volume	kN/m ³	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		1	2	3	1	2	3
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 ²	20
altezza	cm	2,00
volume iniziale	cm ³	40,00

Parametri fisici iniziali e dopo la prova.

		iniziale	finale
umidità	%	25,04	19,51
peso di volume	kN/m ³	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 ⁻¹	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°	038-21	Data	25/06/21	Pagina	15 / 21
Verbale di accettazione n°	21037	Prova numero / pagina prova	2103701 - ED/2		
Committente	Tecna	Provenienza	Loc. Iolo - Prato		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	3,0 - 3,5

PROVA EDOMETRICA

Diagramma indice dei vuoti - pressioni (scala logaritmica)

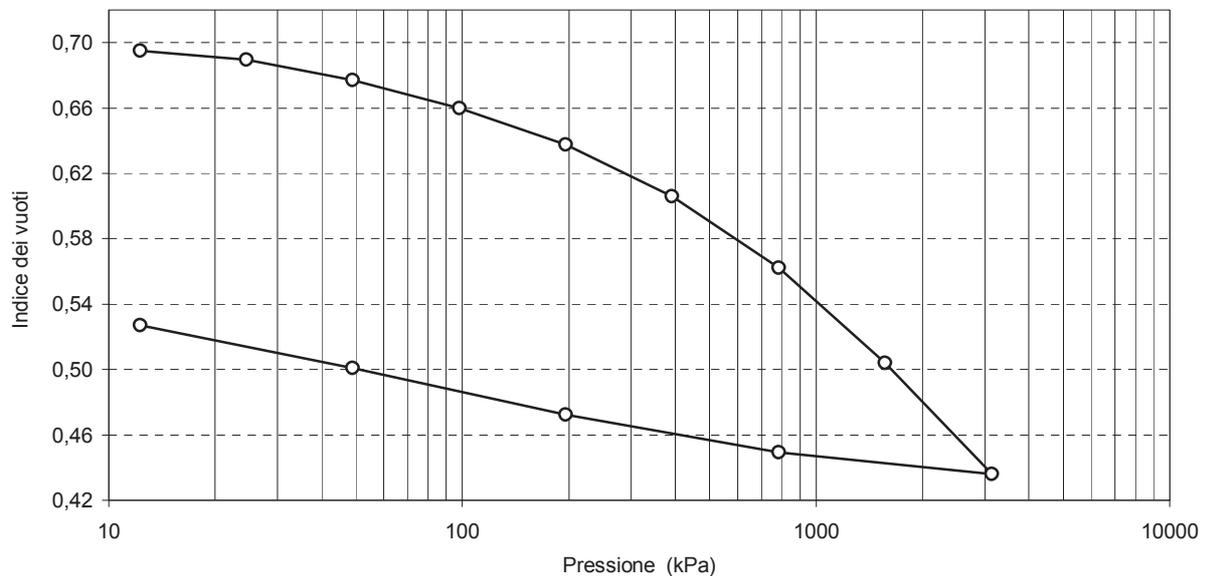
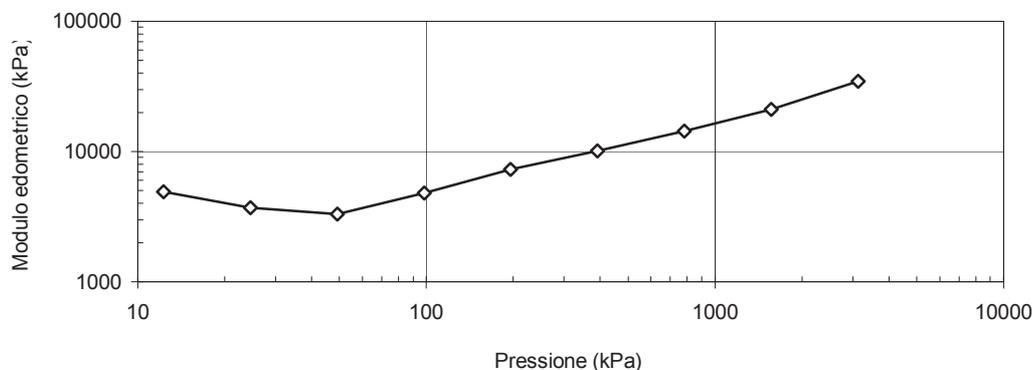


Diagramma modulo edometrico- pressioni



il Direttore
Prof. Geol. Piero Focardi
Piero Focardi

lo Sperimentatore
Dr. Geol. Alessandro Lugo
Alessandro Lugo

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

PROVA EDOMETRICA

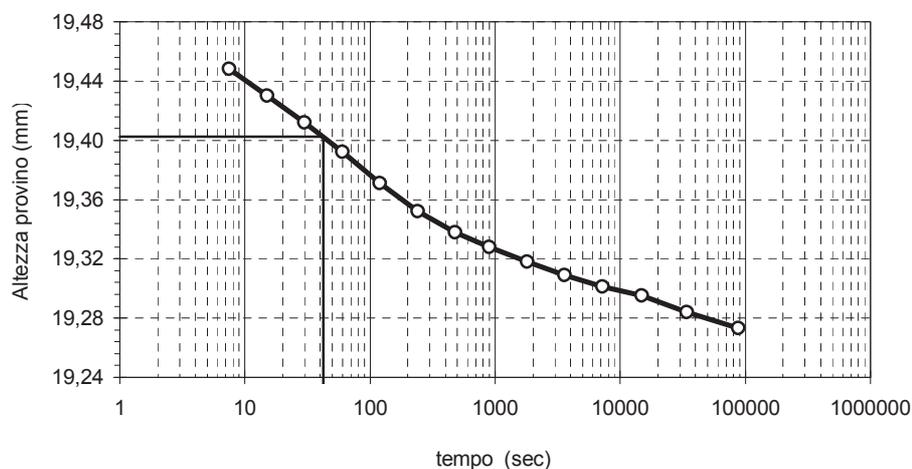
DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

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 $c_v = 4,38E-03$ cm²/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°	038-21	Data	25/06/21	Pagina	17 / 21
Verbale di accettazione n°	21037	Prova numero / pagina prova	2103701 - ED/4		
Committente	Tecna	Provenienza	Loc. Iolo - Prato		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Prof. (metri)	3,0 - 3,5

PROVA EDOMETRICA

DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

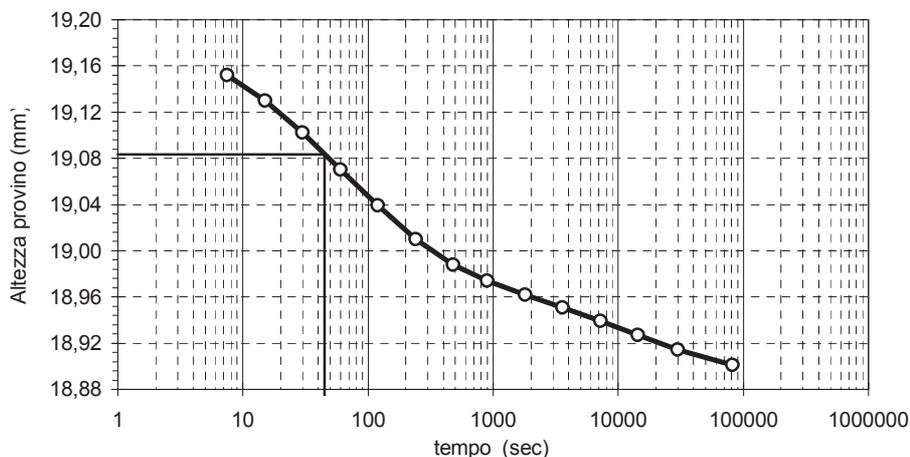
Pressione iniziale 196 kPa
 Pressione durante la prova 392 kPa

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

Coefficiente di consolidazione $c_v = 3,99E-03$ cm²/sec
 Coefficiente di permeabilità $k = 3,85E-08$ cm/sec

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

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

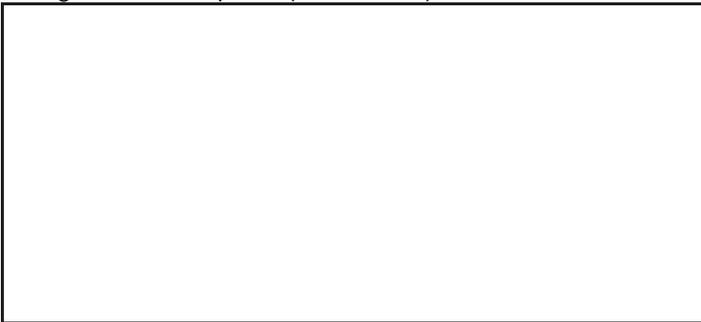
Data di apertura del campione **11/6/21**

Descrizione del campione:

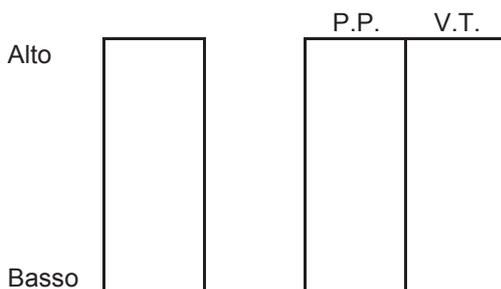
Sabbia limosa debolmente argillosa bruna con ghiaia eterogenea.

Classe di qualità **Q4**

Fotografia del campione (se richiesta)

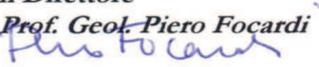


Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)



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

OSSERVAZIONI:

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi


lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo




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

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

Certificato n° **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
Peso specifico dei grani	-	2,69
Peso di volume dei grani	kN/m³	26,4

il Direttore
 Prof. Geol. Piero Focardi

lo Sperimentatore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo



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

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

Certificato n° **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

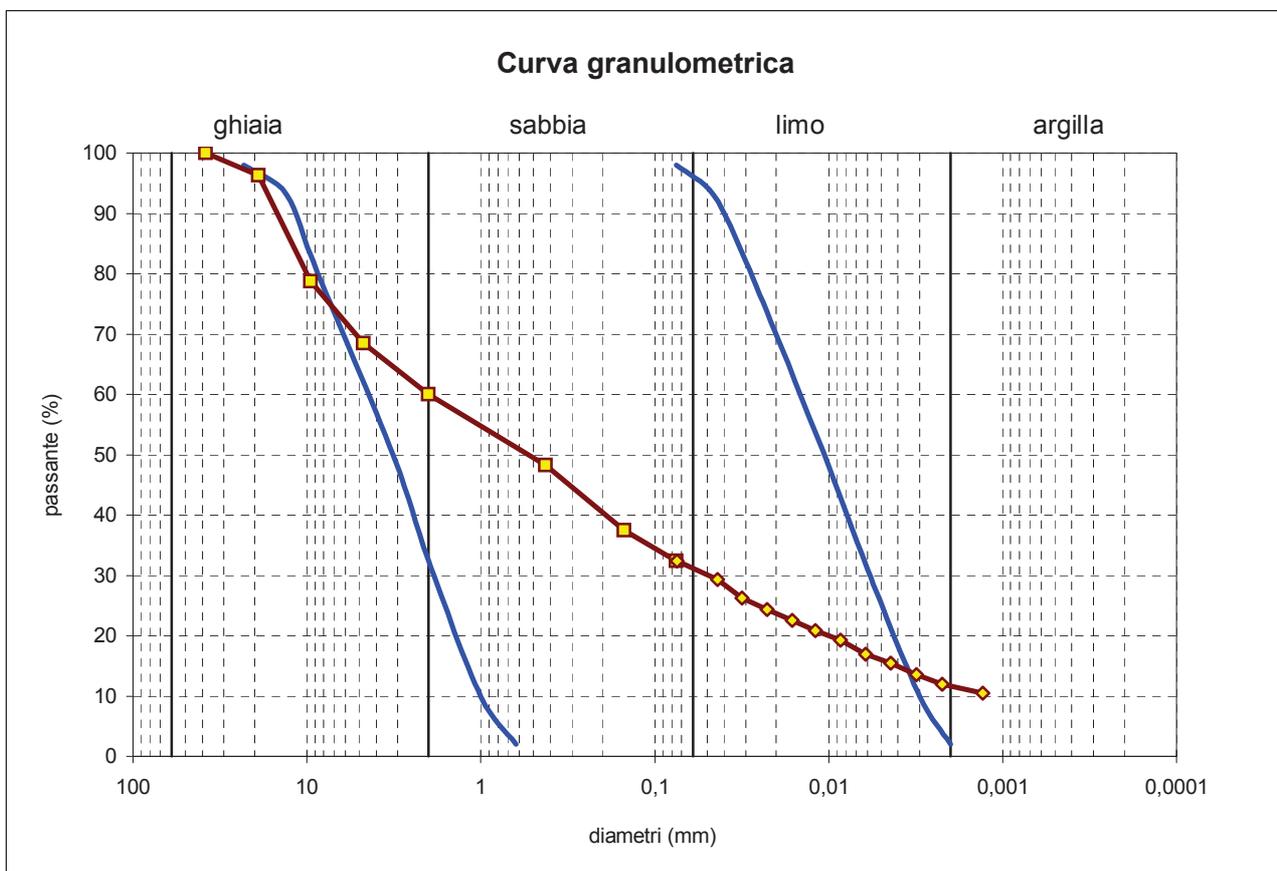
Temp. °C	Tempo min	Letture densim.	Dimen. mm	Pass. %
24,5	0,33	1,0210	0,074	32,4
24,5	1	1,0190	0,044	29,3
24,5	2	1,0170	0,032	26,2
24,5	4	1,0158	0,023	24,4
24,5	8	1,0146	0,016	22,5
24,5	15	1,0135	0,012	20,8
24,5	30	1,0125	0,009	19,3
24,5	60	1,0110	0,006	17,0
24,5	120	1,0100	0,004	15,4
24,5	240	1,0088	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° **038-21** Data **25/06/21** Pagina **21 / 21**
 Verbale di accettazione n° **21037** del **4/6/21** Prova numero **2103703 - GR 2**
 Committente **Tecna** Provenienza **Loc. Iolo - Prato**
 Sondaggio n° **1** Campione n° **3** Prof. (metri) **8,5 - 9,0**

CURVA GRANULOMETRICA



Le linee blu delimitano il fuso granulometrico suscettibile di liquefazione.

Riepilogo dei risultati

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

Coefficiente di uniformità : U (D60/D10) = 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.

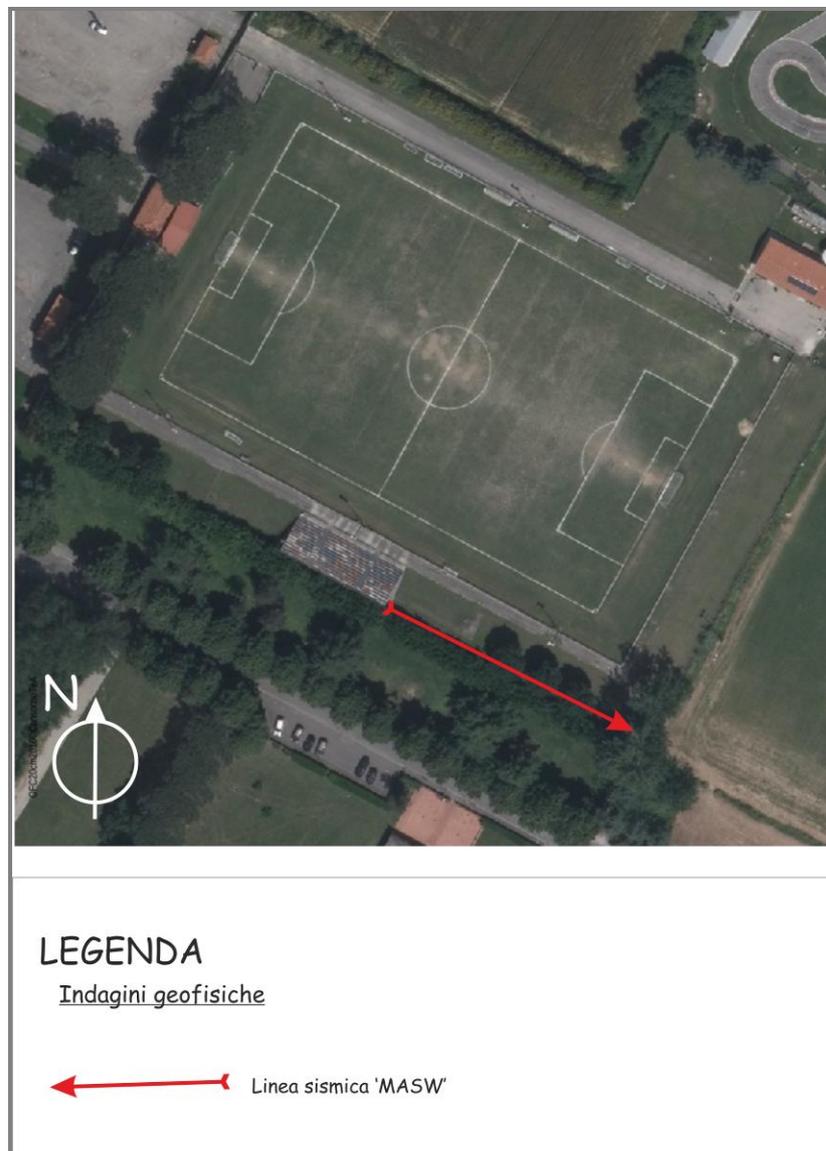


Figura 1 - Ubicazioni indagini geofisiche nel sito di interesse.

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 ν_i e densità ρ_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'.

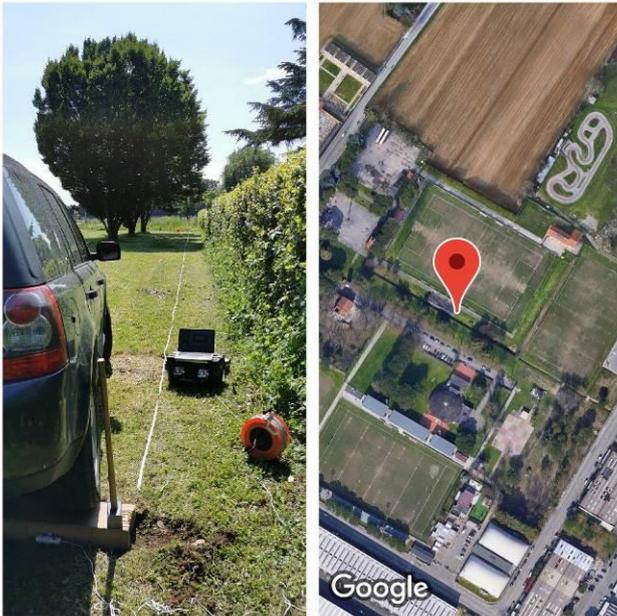


Figura 3 - Acquisizione onde di 'Love'

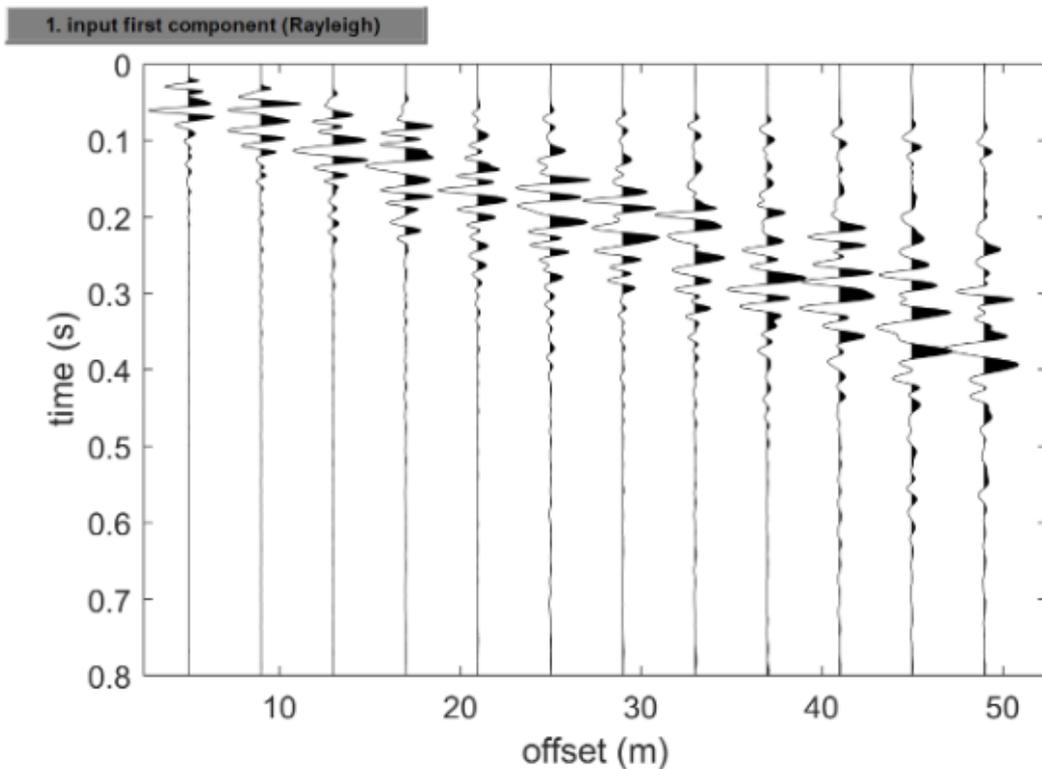


Figura 4 - 'Dataset' acquisito componente verticale onde di Rayleigh (componente ZVF).

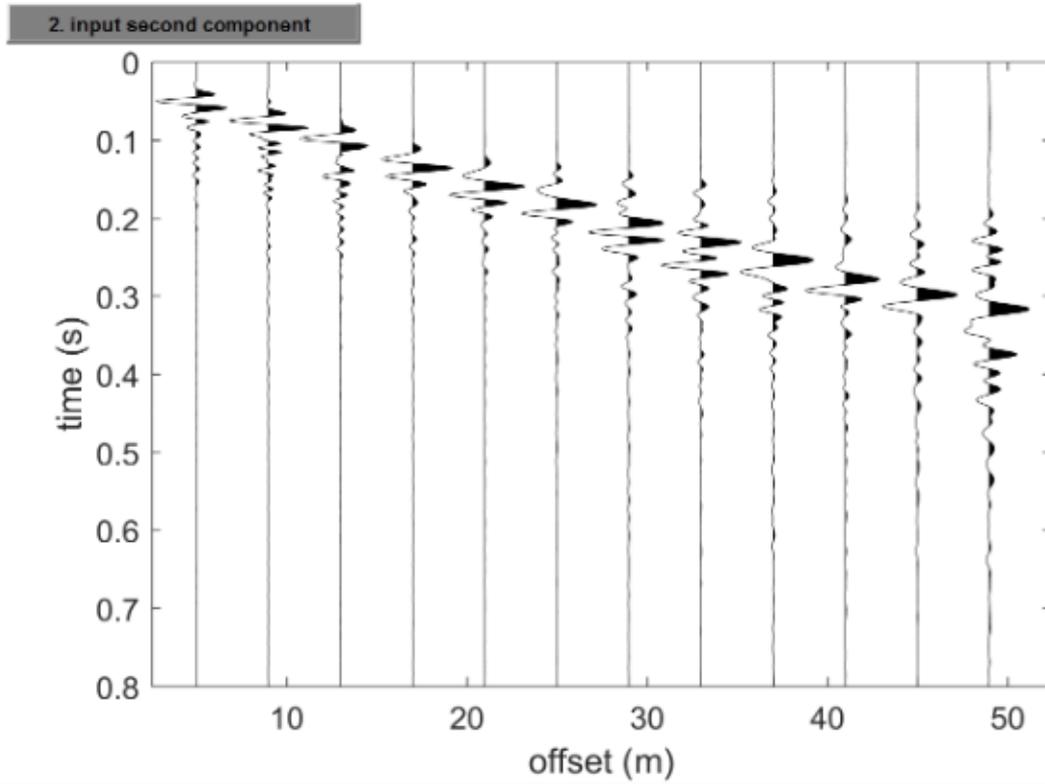


Figura 5 - 'Dataset' acquisito onde di Love (componente THF).

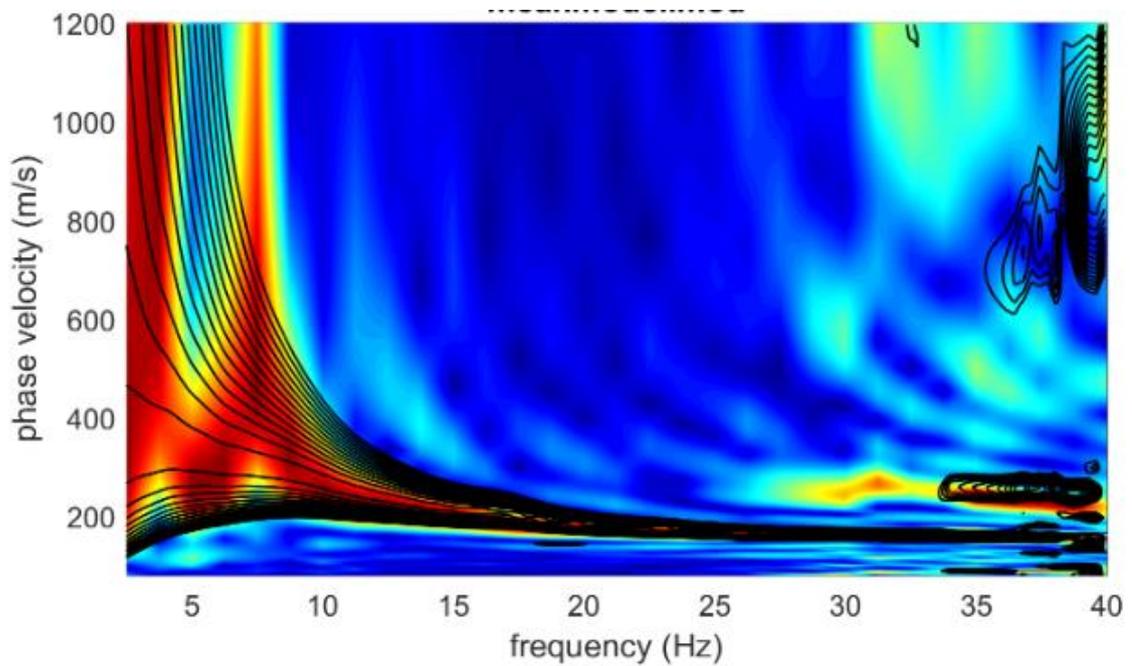


Figura 6 - Spettro di velocità sperimentale e sintetico componente verticale onde di 'Rayleigh'.

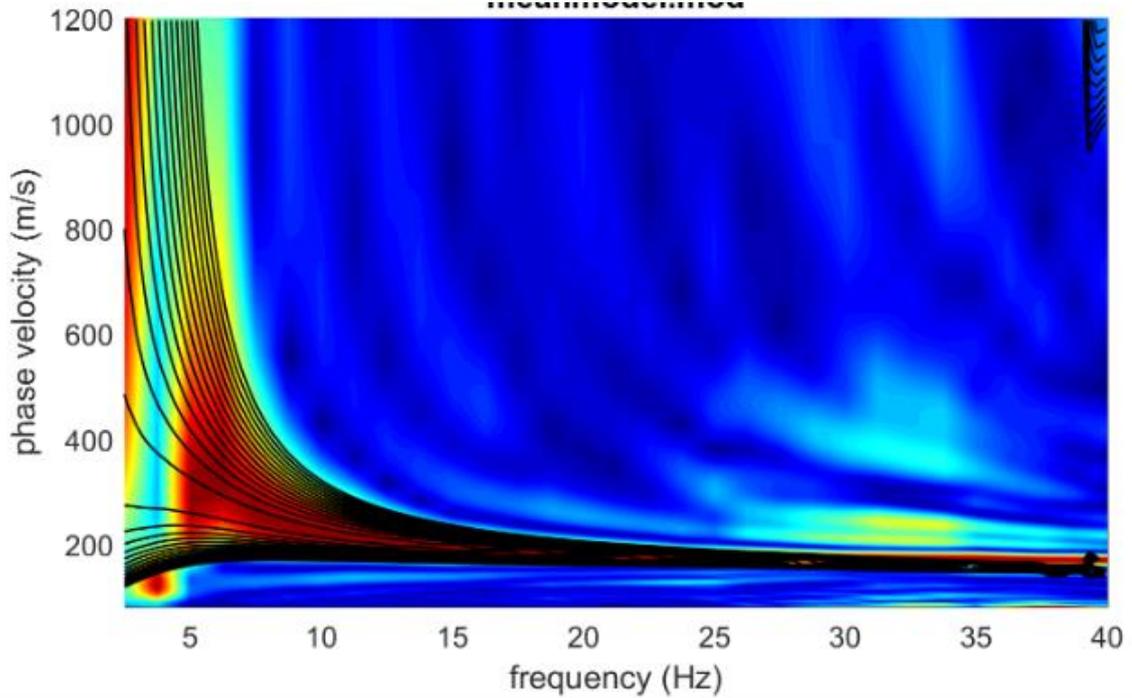


Figura 7 - Spettro di velocità sperimentale e sintetico onde di 'Love'

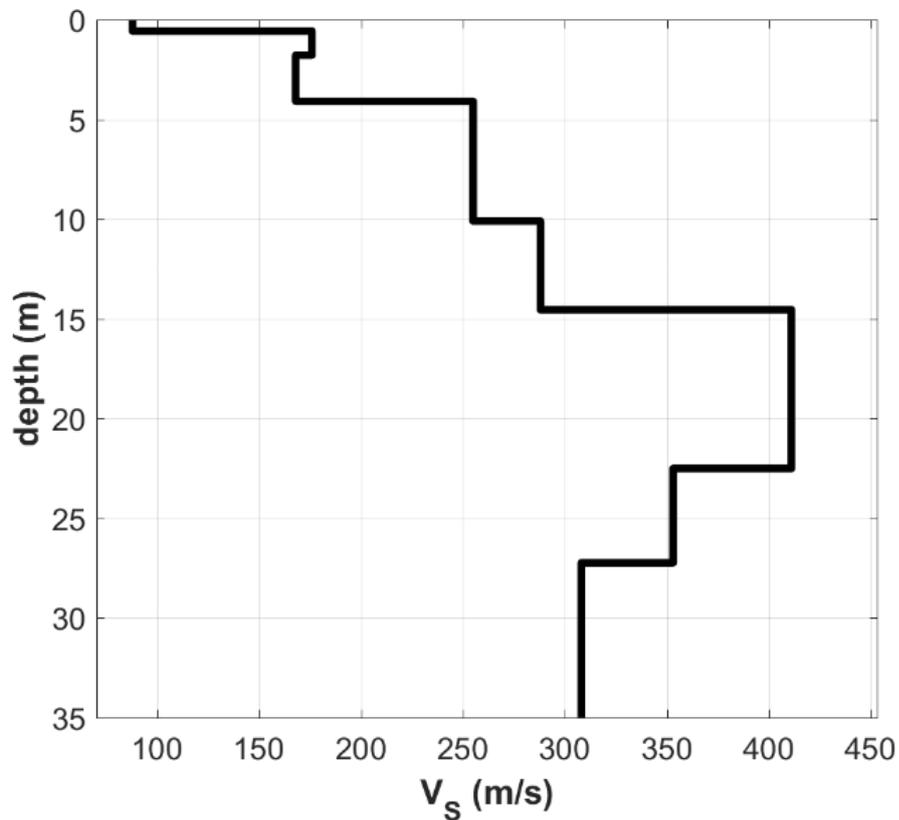


Figura 8 - Modello 1D delle velocità delle onde 'S'.

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 σ_{ij} e la deformazione prodotta ϵ_{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 , ν), mentre λ rappresenta una semplificazione nelle formule.

In senso più generale possono essere definite le costanti di Lamè λ e μ 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 ν 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 ν 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 ρ 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 ρ 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
Calcere	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.

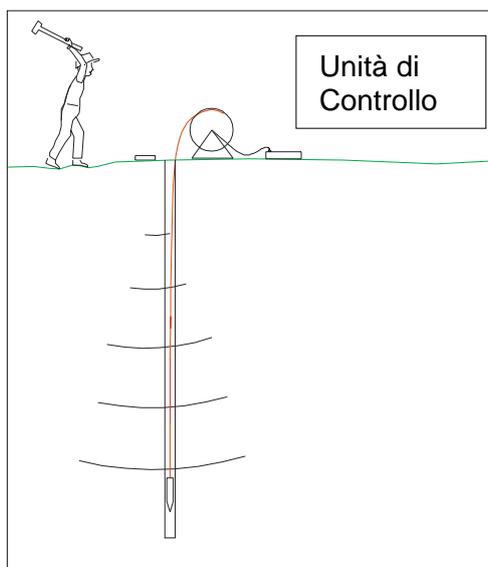


Fig. 1 – Schema del sistema d'acquisizione

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 ν , 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	$N_{spt} - C_u$
A 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 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)		
C 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
D 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
E 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.	$V_{s30} < 360$	
S1 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
S2 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:

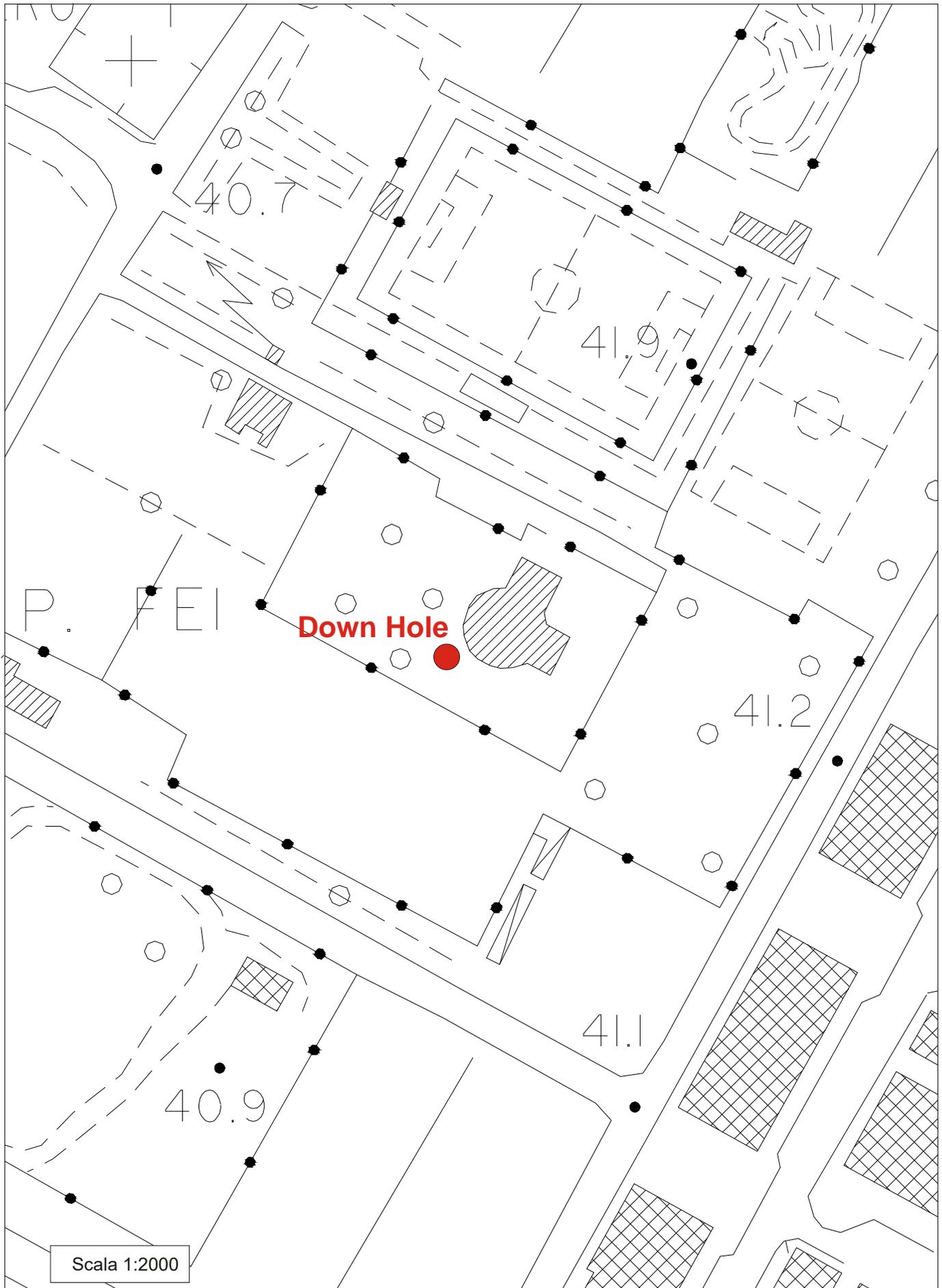
Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- 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

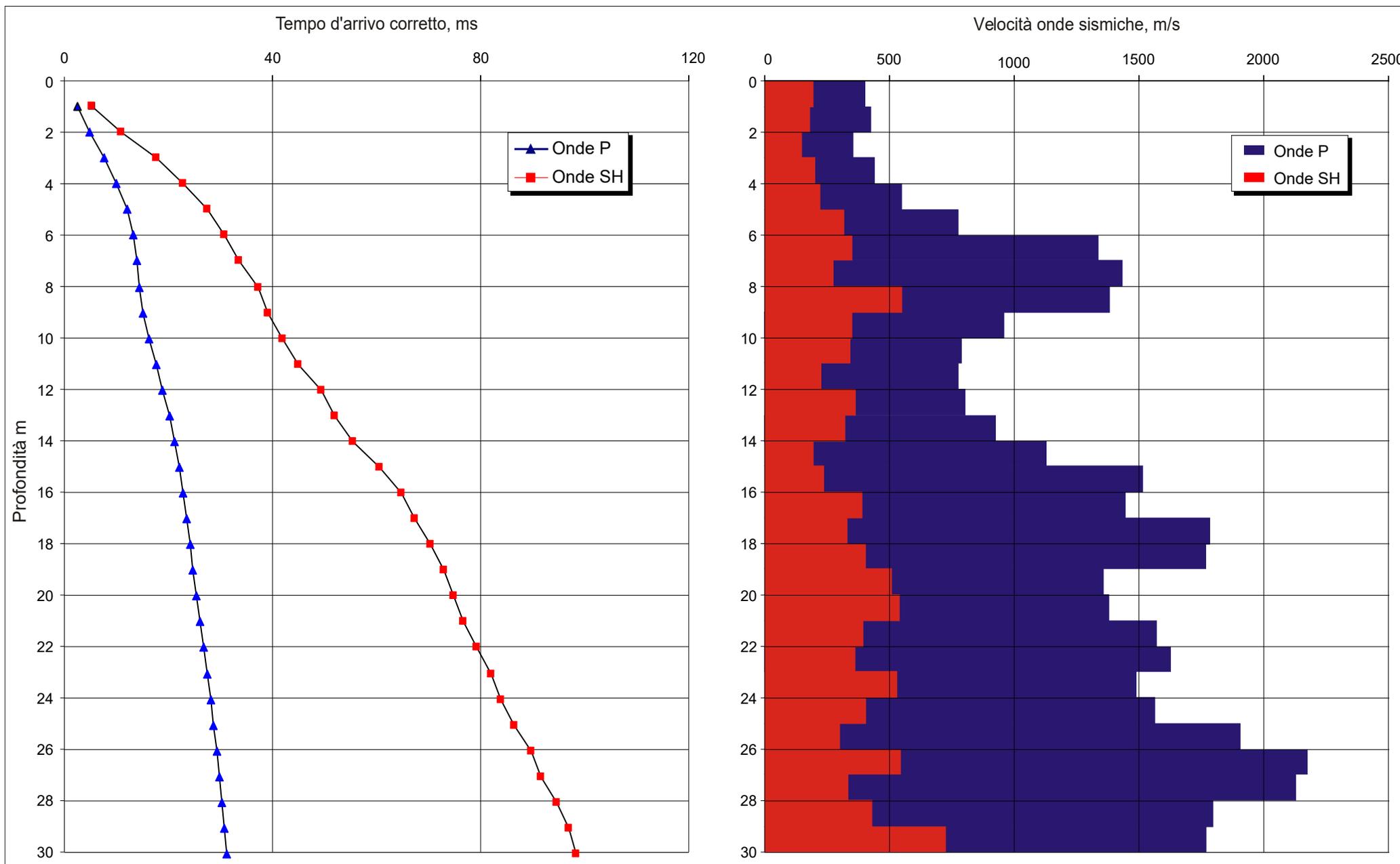


Campo Rugby Iolo (PO) - S1

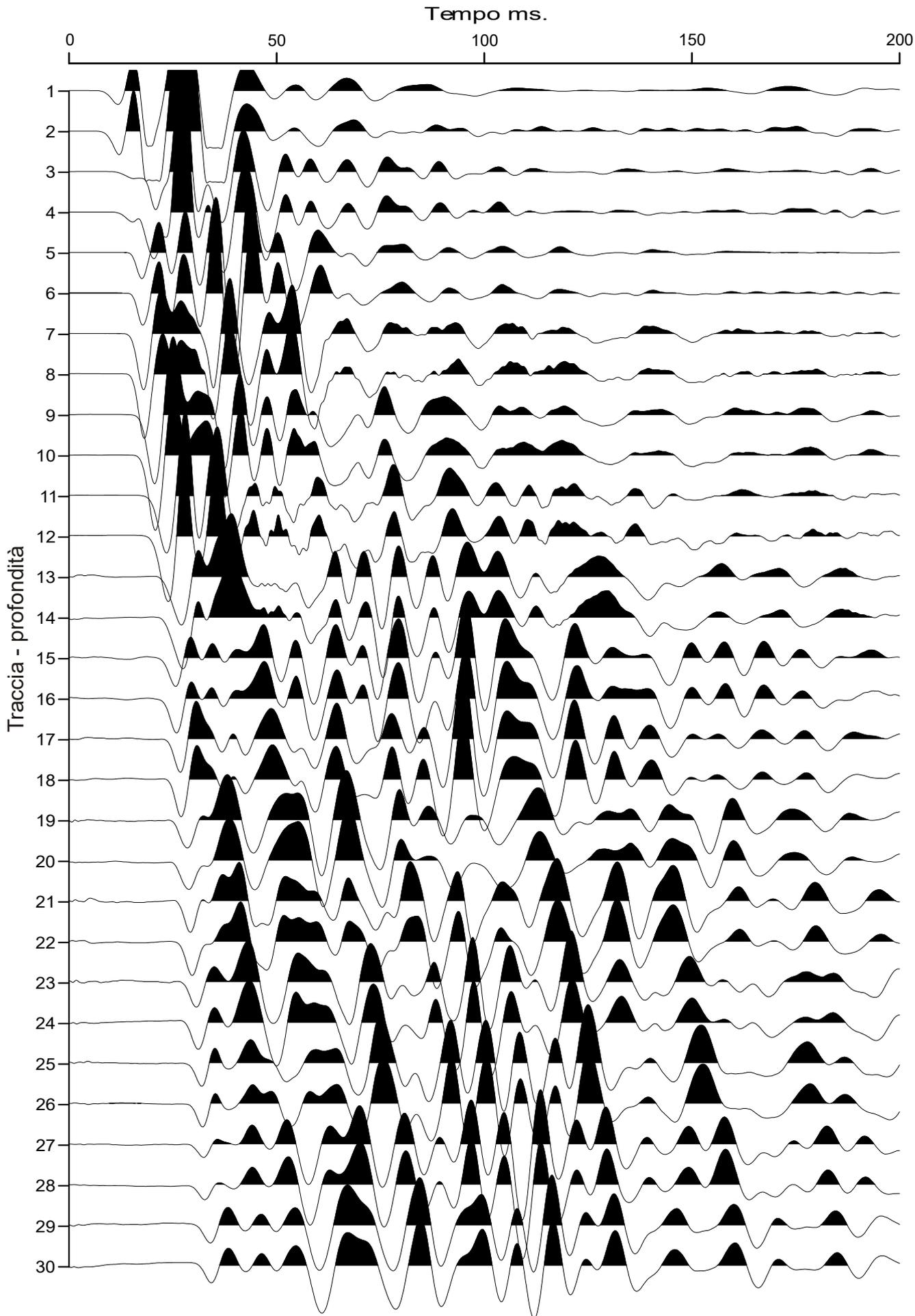
Z m	Tp ms	Ts ms	Tp Corr. ms	Ts Corr. ms	VP m/sec.	VS m/sec.	t / m ³	-	G MPa	E MPa	K MPa
1	7.90	16.60	2.50	5.25	400	190	1.5	0.35	54	147	168
2	8.75	19.80	4.85	10.98	425	174	1.5	0.40	46	128	210
3	10.88	25.10	7.69	17.75	352	148	1.5	0.39	33	91	142
4	12.50	28.60	10.00	22.88	434	195	1.5	0.37	57	156	206
5	13.79	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

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

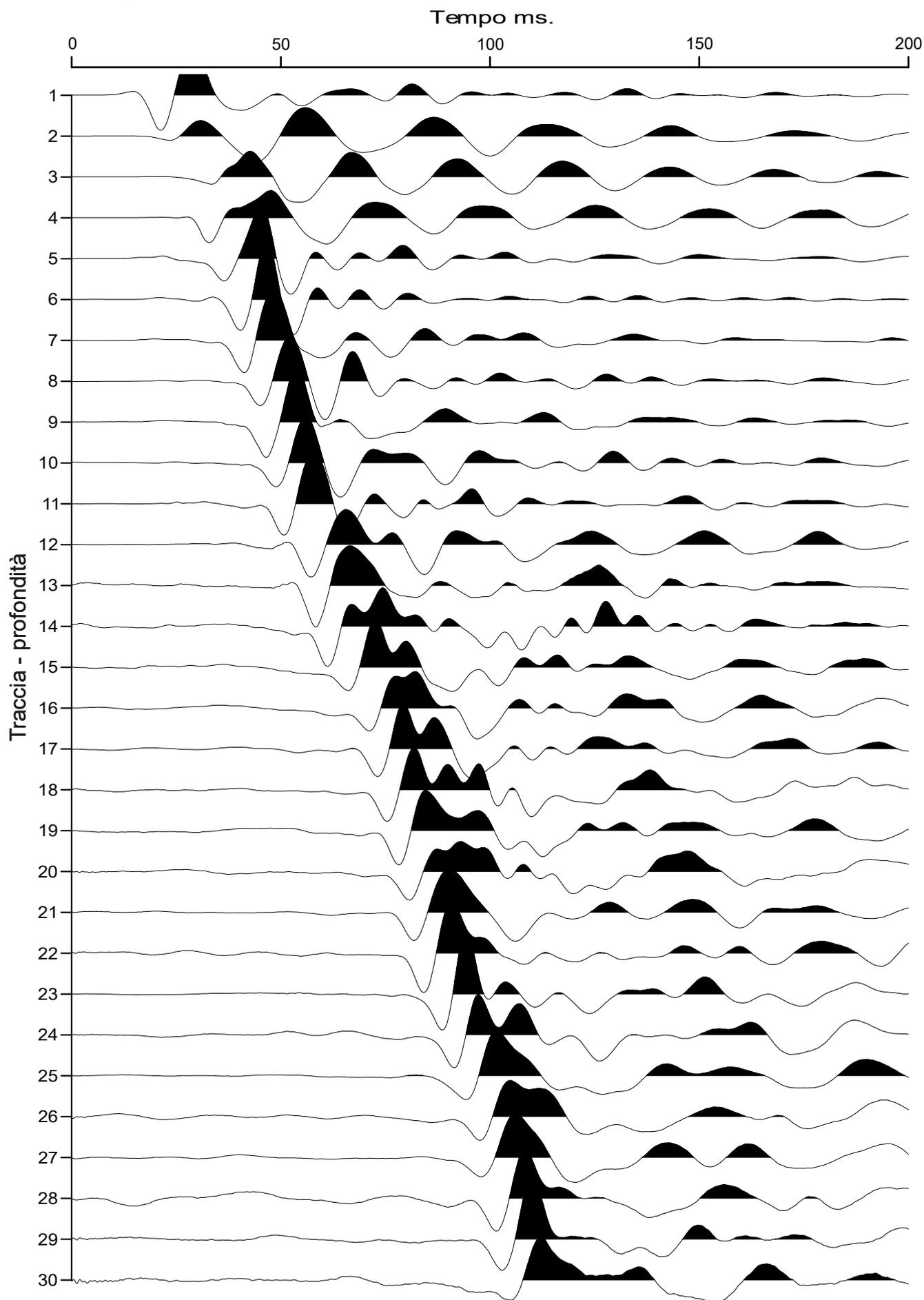
Campo Rugby Iolo (PO) - S1



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



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



Documentazione fotografica



Firmato da:

Focardi Gianni

codice fiscale FCRGNN67E03D612U

num.serie: 54896372701070915942541848886117257528

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 26/07/2022 al 26/07/2025