

**COMUNE DI EMPOLI - (FI)**

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO SPORTIVO DI ATLETICA**

**VIA RAFFAELLO SANZIO**

**RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI  
(D.M. 17/01/2018 –D.P.G.R. 1/R-2022)**

COMMITTENTE:	COMUNE DI EMPOLI
GEOLOGO:	DR. GEOL. ERALDO SANTARNECCHI
DATA:	LUGLIO 2022

IL GEOLOGO



Dott. Geol.  
ERALDO  
SANTARNECCHI  
N° 240

Dr. Geol. Eraldo Santarnecki

*Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Toscana con numero di riferimento 240*

**Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo**  
Via Armando Diaz, 171 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)  
Tel: 0571/485277 - cell: 348-3884941 e-mail: info@studiolithos.net  
pec: e.santarnecki@pec.geologitoscana.net

## Sommario

<b>1 – PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2 – MODELLAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>1</b>
<i>2.1 – Parametri geotecnici – Valori caratteristici <math>V_k</math>.....</i>	<i>1</i>
<b>3 – VALUTAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI .....</b>	<b>3</b>

---

## **1 – PREMESSA**

La presente **relazione geotecnica sulle indagini** viene redatta su committenza del Comune di Empoli per la realizzazione di un nuovo impianto sportivo di atletica in via R. Sanzio.

L'opera più rilevante in questo progetto consiste nella realizzazione di una tribuna a pianta rettangolare su più livelli e con copertura; nella presente perizia verranno quindi esaminati, da un punto di vista geotecnico, i terreni di sedime della nuova struttura in progetto ed in particolare, seguendo quanto prescritto dalle normative tecniche sulle costruzioni (DM 2018), verranno indicati i parametri geotecnici di progetto per i terreni interessati dai carichi delle strutture, necessari per eseguire le verifiche della sicurezza e delle prestazioni relative agli stati limite ultimi (SLU) e alle relative condizioni di esercizio (SLE).

Per la definizione del **modello geologico** del sito (stratigrafia e parametri geotecnici caratteristici del terreno) e per la caratterizzazione sismica dell'area, si rimanda per esteso alla **relazione geologica** redatta contestualmente alla presente relazione.

## **2 – MODELLAZIONE GEOTECNICA**

### ***2.1 – Parametri geotecnici – Valori caratteristici $V_k$***

Per valore caratteristico di un parametro di progetto deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

I parametri geotecnici desunti dalla campagna geognostica realizzata in sito sono da considerarsi **caratteristici** in quanto, visto che per l'intervento in progetto saranno adottate fondazioni superficiali, nello stato limite considerato verrà coinvolto un elevato volume di terreno con conseguente compensazione di possibili eterogeneità meccaniche dei terreni.

Nella tabella seguente vengono riportati i parametri caratteristici  $V_k$  che verranno presi in considerazione per le successive verifiche agli stati limite.

STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI $V_k$
1	p.c. - 7.50	limi argillosi e sabbiosi moderatamente consistenti	$\gamma_k = 1,8 \text{ T/mc}$ $Cu_k = 0,14 \text{ Kg/cm}^2$ $C'_k = 0,05 \text{ Kg/cm}^2$ $\phi_k = 30^\circ$ $Mo = 15 - 27 \text{ Kg/cm}^2$
2	7.50 - 9.00	sabbie limose poco addensate	$\gamma_k = 1,8 \text{ T/mc}$ $Cu_k = 0 \text{ Kg/cm}^2$ $C'_k = 0 \text{ Kg/cm}^2$ $\phi_k = 25^\circ$ $Mo = 20 \text{ Kg/cm}^2$
3	9.00 - 12.00	Argille limose poco consistenti	$\gamma_k = 1,85 \text{ T/mc}$ $Cu_k = 0,15 \text{ Kg/cm}^2$ $C'_k = 0 \text{ KPa}$ $\phi_k = 24^\circ$ $Mo = 20 \text{ Kg/cm}^2$
4	12.0 - 32.0	Sabbie limose da mediamente addensate ad addensate	$\gamma_k = 1,95 \text{ T/mc}$ $Cu_k = 0,22 \text{ Kg/cm}^2$ $C'_k = 0,05 \text{ Kg/cm}^2$ $\phi_k = 38^\circ$ $Mo = 50 - 78 \text{ Kg/cm}^2$

Tabella - stratigrafia e parametri geotecnici.  $\gamma$  - peso di volume;  $\phi$  - angolo di attrito interno;  $Cu$  - coesione non drenata;  $C'$  coesione drenata;  $Mo$  - Modulo edometrico.

I valori relativi al modulo edometrico per gli strati n°1 e n°4 sono stati ricavati direttamente dalle analisi di laboratorio geotecnico e sono relativi ad un intervallo di pressione compreso fra 0 e 1  $\text{Kg/mc}^2$  (0 - 100 KPa, vedi certificati prove edometriche negli allegati).

### **3 – VALUTAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI**

Il progetto prevede la realizzazione di una tribuna coperta a pianta rettangolare di dimensioni circa 20 m x 90 m, avente una struttura fondale poggiante su pali di diametro pari a 1 m, estesi fino a 16 m di profondità, quindi ammorsati entro l'orizzonte sabbioso addensato. Considerata la geometria fondale ed i parametri geotecnici ricavati con le indagini geognostiche si può affermare che il terreno di fondazione risulta ad una prima analisi sicuramente idoneo a sostenere il carico di esercizio della struttura in progetto.

Si rimanda all'Ingegnere strutturale le verifiche geotecniche di capacità portante e cedimenti sulla base delle disposizioni tecniche contenute nel D.M. 17/01/2018 e del modello geotecnico e sismico definito nella presente relazione e nella relazione di modellazione sismica.

**In conclusione, alla luce di quanto emerso da questo studio, si ritiene che le caratteristiche dei terreni di fondazione, viste anche in prospettiva sismica, siano tali da non costituire impedimento alla realizzazione del progetto in esame.**

Ponte a Egola, luglio 2022

Il Geologo

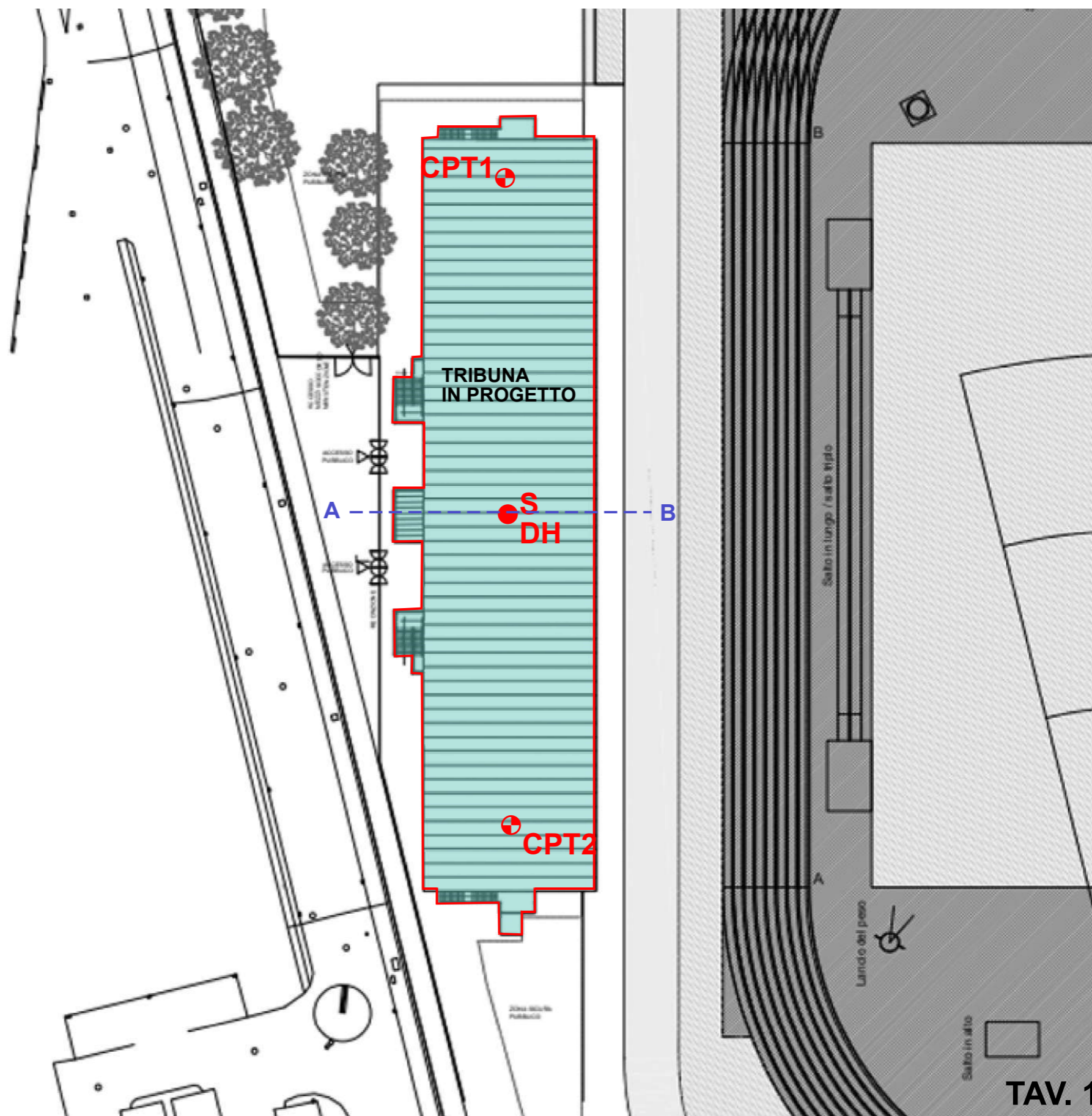


Dr. Geol. Eraldo Santarnecchi  
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione  
Toscana con numero di riferimento 240



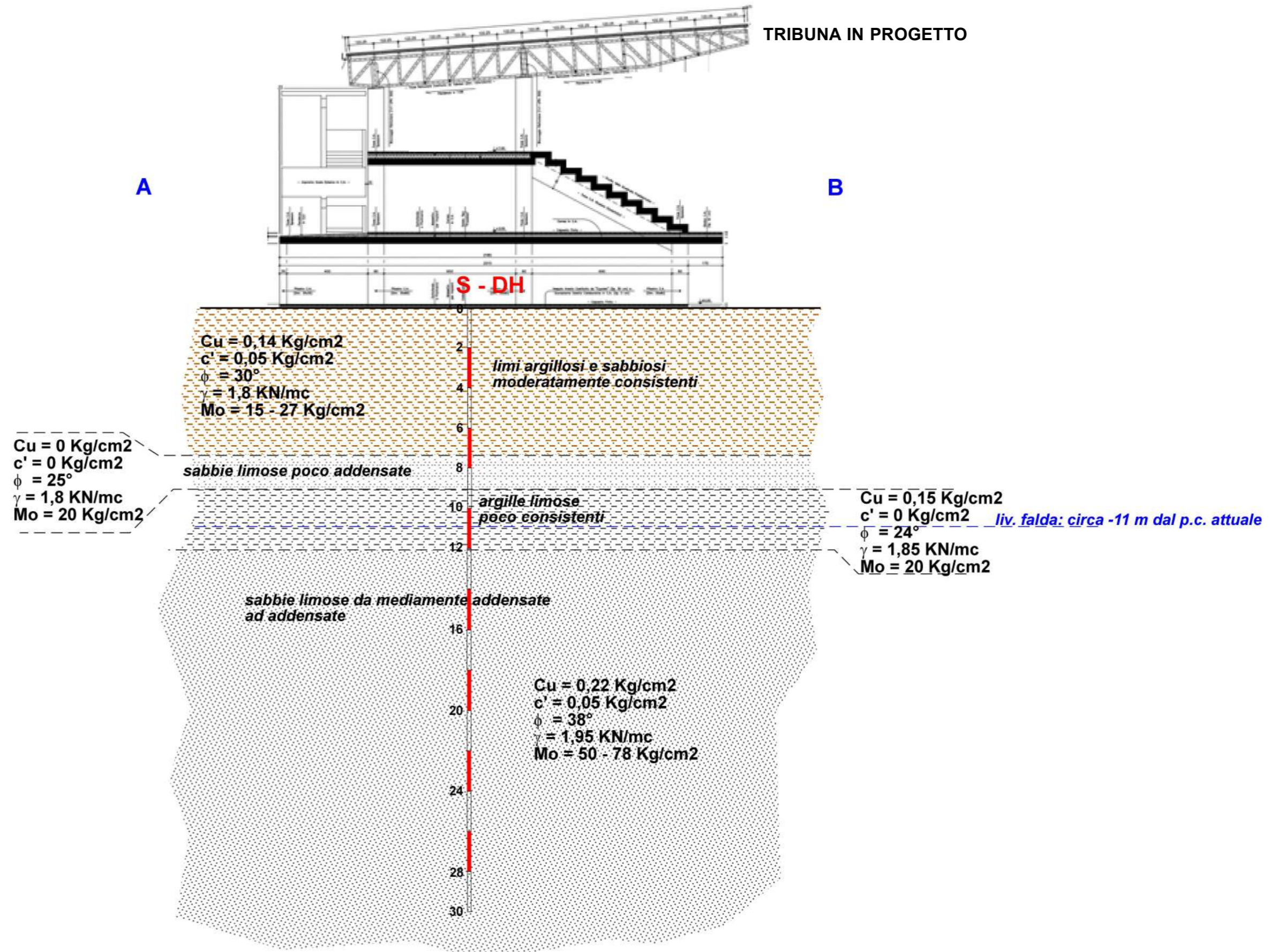
# PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

scala 1:500



LEGENDA	
	sondaggio geognostico a carotaggio continuo con prelievo campioni e prova down hole
	ubicazione prove penetrometriche statiche
	traccia sezione litostratigrafica e geotecnica

**SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA - GEOTECNICA A - B**  
**SCALA 1:200**





Settore: **indagini geognostiche**

Committente: **Comune di Empoli**

Località: **Via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)**

## **Indice**

### *Premessa*

- 1 - La campagna geognostica
  - 1.1 - Modalità esecutive del sondaggio
  - 1.2 - Campionamento (Metodo Shelby)
  - 1.3 – Prove S.P.T.
  - 1.4 – Posa in opera di tubo per esecuzione di prova “Down Hole”
  - 1.5 - Prove penetrometriche
- 2 - Scheda tecnico-informativa del macchinario usato per la perforazione.

### *Allegati*

- I - Descrizione stratigrafica dei sondaggi*
- II – Documentazione fotografica*
- III - Prove penetrometriche*

## **Premessa**

Su incarico del Comune di Empoli è stata eseguita una campagna geognostica finalizzata alla realizzazione di un nuovo impianto sportivo in Via Raffaello Sanzio, Empoli.

In tale campagna, concordata con il Dott. Geol. Eraldo Santarnecchi, è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo con installazione di tubo per prova down-hole e n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) .

## **1- La campagna geognostica**

### **1.1 - Modalità esecutive del sondaggio**

I sondaggi verticali a carotaggio continuo sono eseguiti a secco in terreni sciolti o argilla utilizzando come utensile di perforazione un carotiere semplice con corona con prismi in widia avente diametro 101 mm; utilizzando acqua come fluido di circolazione in caso di terreni cementati o roccia tenera. In presenza di roccia viene montato un carotiere doppio dotato di una corona diamantata .

A sostegno della parete del foro viene installata una tubazione metallica di rivestimento del diametro 127 mm, utilizzando acqua come fluido di circolazione.

Durante la campagna geognostica è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo denominato S1 spinto alla profondità di 32.00 m. d.p.c.

La stratigrafia dei sondaggi è descritta in allegato I, mentre il riepilogo dell'attività di sondaggio è indicato in Tab. I.

Il materiale prelevato viene posto in apposite cassette catalogatrici a tenuta, costituite da cinque scomparti di 1 ml cadauno.

Su ogni cassetta sono segnati i seguenti dati:

- Cantiere
- Committente
- Tipo e numero del sondaggio
- Profondità del sondaggio
- Data di inizio e fine sondaggio

<b>Sondaggio</b>	<b>S1</b>
<b>Profondità dal p.c. (m)</b>	32.00
<b>Metodo di perforazione</b>	CC
<b>Utensile</b>	CS
<b>N° Campioni</b>	2
<b>Prove SPT</b>	2

Legenda: CC - carotaggio continuo;

CS - carotiere semplice.

**Tab. I - Riepilogo delle attività di sondaggio**

## 1.2 - Campionamento

Durante la perforazione, si possono prelevare campioni indisturbati mediante campionatori a pareti sottili del tipo a pressione o a pistone. Il tubo campionatore consiste in una fustella in acciaio inox trafilato a freddo di lunghezza 600 mm e diametro interno 84 mm. L'estremità tagliente della fustella permette di penetrare nel terreno senza creare disturbi rilevanti.

Effettuato il campionamento la fustella viene recuperata dal carotiere, ripulita, paraffinata al fine di far rimanere integre il più possibile le caratteristiche fisiche del campione e quindi sigillata alle due estremità con appositi tappi.

Ogni fustella è stata etichettata indicando:

- Cantiere;
- Committente;
- Data di prelievo;
- Quota di prelievo;
- Tipo di campione;
- Polarità (alto, basso)

Durante la campagna geognostica sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati (Tab. II)

<b>Sondaggio</b>	<b>S1</b>
<b>CI1</b>	3.00-3.50
<b>CI2</b>	14.10-14.50

Legenda: CI – Campione indisturbato

**Tab. II - Riepilogo dei campioni prelevati**

### 1.3 – Prova S.P.T.

Per le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) viene utilizzata una batteria di aste con diametro  $\phi=50$  mm collegata ad un campionatore di forma e dimensioni normalizzate (tipo Raymond).

Il sistema di percussione è costituito da un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 76 cm.

Questa prova consente così di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica del campionatore infisso in avanzamento. A questo scopo viene contato il numero di colpi necessari alla penetrazione nel terreno in tratti di 15 cm per un totale di 45 cm; il primo tratto viene escluso dal conteggio cosicché il valore N (SPT) che verrà utilizzato nei calcoli geotecnici sarà riferito agli ultimi 30 cm di penetrazione. Il campione di terreno prelevato con questo campionatore viene classificato come i campioni prelevati con campionatori statici.

Nel caso di attraversamento di terreni ghiaiosi o comunque molto addensati, la scarpa tagliente del campionatore viene sostituita da una punta chiusa, per cui non ci sarà in questo caso prelievo di terreno ma solo indicazioni quantitative sulla consistenza del terreno testato.

<b>Sondaggio</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Numero di colpi</b>
<b>S1</b>	3.00-3.45	3/4/5
<b>S1</b>	15.50-15.95	5/5/8

**Tab. III - Prove SPT eseguite.**

#### **1.4 - Posa in opera di tubo per esecuzione di prova “Down Hole”**

Nel foro del sondaggio S1 è stato immesso un tubo in PVC di lunghezza 32.00 m. formato da barre di 1.00 e 3.00 m, del diametro di 3” per l’effettuazione della prova Down-Hole.

All’intorno del tubo è stato eseguita una cementazione costituita da acqua cemento e bentonite eseguita mediante iniezione da fondo foro.

Il boccaforno è stato protetto con pozzetto carrabile.

#### **1.5 - Prove penetrometriche**

Durante la campagna geognostica sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT).

L’elaborazione delle prove penetrometriche è riportata in allegato III.

<b>Prova penetrometrica</b>	<b>Profondità (m)</b>
<b>CPT 1</b>	<b>15.00</b>
<b>CPT 2</b>	<b>15.00</b>

**Tab. IV – Riepilogo delle prove penetrometriche eseguite**

#### **– Modalità esecutive della prova penetrometrica statica.**

La prova penetrometrica statica CPT (Cone Penetration Test) consiste nell’infissione nel terreno di una punta conica in acciaio (tipo Begemann), dotata di un manicotto per la misura dell’attrito laterale e collegata ad una batteria di aste, mediante la spinta prodotta da un martinetto idraulico da 100 o 200 KN. Le misure vengono eseguite ogni 20 cm di profondità e le letture sono fatte visivamente su una cella di carico piezoelettrica. La spinta necessaria per infiggere la batteria di aste può essere misurata da una cella di carico in testa alla batteria stessa o da una punta elettrica; il contrasto viene fornito tramite ancoraggio dello strumento al terreno mediante elicoidi prima di iniziare la prova. Dai valori di resistenza alla punta e di attrito laterale si ottengono, dopo

elaborazione, informazioni sulla stratigrafia del terreno e sulla portanza dello stesso. Le prove sono standardizzate secondo le norme: ASTM, ISSMFE 1998.

## **2 - Scheda tecnico-informativa del macchinario usato per la perforazione.**

### **2.1 - Sonda di perforazione**

- Perforatrice idraulica Boart Longyear "Deltabase 520"
- motore: diesel da 78 kw a 2.800 g/1'
- coppia max.: 1100 kgm a 30g/1'
- velocità g/1': 550
- tiro: 8700 kg
- spinta: 6800 kg
- corsa: 4500 mm

#### **2.1.1 - Pompa acqua-fanghi**

- Nenzi "Delta Triplex "a pistoncini; trasmissione con motore idraulico
- portata: 200 l/1'
- pressione max.: 50 bar

### **2.2 - Accessori per sonde**

#### **2.2.1 - Carotieri**

Carotiere semplice  $\phi=101$  mm,  $\phi=134$  mm  $\phi=152$  mm, (l=1.500-3000 mm)

Carotiere doppio T2  $\phi=101$  mm e l=1.500-3000 mm

#### **2.2.2 - Aste di perforazione**

In acciaio NQY coniche con  $\phi=76$  mm, ( l=500 mm, 1000 mm, 1.500 mm e 3.000 mm)

#### **2.2.3 - Tubi di rivestimento**

In acciaio con  $\phi=127$  mm, 152 mm, 194 mm, ( l=1.500 mm)

#### **2.2.4 - Corone**

Con prismi al widia tipo H1, SG1, Kal, Diamante, corone e scarpe speciali per carotaggi in RSU

### **2.2.5. – Campionatori**

Campionatore SHELBY per Fustelle Inox  $\phi=88,9$  mm.

### **2.3 - Penetrometro PAGANI “TG 63/100”**

- Penetrometro statico/dinamico DPSH Pagani “TG 63/100”
- pressione massima di infissione statica: 100 KN
- contrasto mediante elicoidi autoancoranti
- peso del maglio: 63,5 Kg
- altezza di caduta del maglio: 75 cm
- punta statica: tipo Begemann
- punta dinamica: tipo ISSMFE superpesante
- lunghezza aste: 1 m

### **ALLEGATI:**

- I - Descrizione stratigrafica dei sondaggi*
- II – Documentazione fotografica*
- III - Prove penetrometriche*

**ALLEGATO I**

**STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI**



**SONDAGGIO: 1** **LUNGHEZZA (m): 32,0**  
**DA METRI: 0,0 A METRI: 15,0** **Sonda tipo: Boart Longyear Deltabase 52**  
**Responsabile: Dott. Eraldo Santarneckchi** **Operatore: Paolo Marziali**

**COMMITTENTE: Comune di Empoli**  
**CANTIERE: Via Raffaello Sanzio**  
**LOCALITA': Empoli**  
**DATA INIZIO: 4-4-2022 DATA FINE: 5-4-2022**  
**QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):**

**LEGENDA:**  
 PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa  
 CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier  
 R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.  
 PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico  
 PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua  
 STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico  
 FB Fanghi bentonitici  
 % CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof. Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
		Terreno pedologico	1,0								
1		Limo sabbioso mediamente consistente, colore marrone	6,0								
2											
3	3,0-3,5 S										
4											
5											
6											
7		Limo argilloso poco consistente, colore marrone	7,5								
8	8,1 PA 3 4 5	Sabbia fine limosa, colore grigio	8,7								
9		Argilla limosa poco consistente, colore grigio	11,0								
10		Sabbia fine limosa, colore grigio									
11											
12											
13											
14	14,1-14,5 S										
15			15,0								

installato tubo per prova down-hole

**SONDAGGIO: 1** **LUNGHEZZA (m): 32,0**  
**DA METRI: 15,0 A METRI: 32,0** **Sonda tipo: Boart Longyear Deltabase 52**  
**Responsabile: Dott. Eraldo Santarneckchi** **Operatore: Paolo Marziali**

**COMMITTENTE: Comune di Empoli**  
**CANTIERE: Via Raffaello Sanzio**  
**LOCALITA': Empoli**  
**DATA INIZIO: 4-4-2022 DATA FINE: 5-4-2022**  
**QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):**

**LEGENDA:**  
 PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa  
 CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier  
 R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.  
 PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico  
 PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua  
 STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico  
 FB Fanghi bentonitici  
 % CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI		STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cm <sup>2</sup>	Vane Test	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
	Prof.	Tipo										
15,5 PA 5 5 8			Sabbia fine limosa, colore grigio azzurro									
16												
17												
18												
19												
20				20,0								
21			Perforazione a distruzione di nucleo									
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32				32,0					A 32,0	32,0 101	32,0 CS	32,0 RM

installato tubo per prova down-hole

**ALLEGATO II**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



Foto 1 - Foto sondaggio



Foto 2 - Cassetta catalogatrice (da -0.00 m a - 5.00 m)



Foto 3 - Cassetta catalogatrice (da -5.00 m a - 10.00 m)



Foto 4 - Cassetta catalogatrice (da -10.00 m a - 15.0 m)



Foto 5 - Cassetta catalogatrice (da -15.00 m a - 20.0 m)

**ALLEGATO III**

**PROVE PENETROMETRICHE**

# Prova Penetrometrica Statica

**Igetecma s.n.c.**

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Empoli</b>	Indagine: <b>VA-78-22</b> Certificato: <b>90/22</b> Prova n° <b>1</b>
Località: <b>Empoli, Via Nazario Sauro</b>	in data: <b>05/04/2022</b>
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): <b>10</b>

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	9	0,87	9,63	C	0,0	0,0	0,59	8,64	0,05556	Argilla
60	15	1,13	7,56	C	0,0	0,0	0,77	7,44	0,03333	Argilla limosa
80	22	2,13	9,70	C	0,0	0,0	1,45	10,29	0,01515	Argilla
100	26	2,80	10,77	C	0,0	0,0	1,90	10,63	0,01282	Argilla
120	59	3,60	6,10	C	0,0	0,0	2,45	11,17	0,00565	Argilla limosa
140	77	2,40	3,12	I	64,7	28,5	0,00	0,00	0,00433	Sabbia limosa
160	68	3,00	4,41	I	68,8	25,6	0,00	0,00	0,00490	Limo sabbioso
180	51	1,80	3,53	I	59,3	26,9	0,00	0,00	0,00654	Limo sabbioso
200	36	1,53	4,26	I	56,3	25,2	0,00	0,00	0,00926	Limo sabbioso
220	34	1,33	3,92	I	53,7	25,7	0,00	0,00	0,00980	Limo sabbioso
240	35	1,40	4,00	I	54,6	25,6	0,00	0,00	0,00952	Limo sabbioso
260	24	1,00	4,17	I	48,3	24,9	0,00	0,00	0,01389	Limo sabbioso
280	18	0,73	4,07	I	42,5	24,8	0,00	0,00	0,01852	Limo sabbioso
300	21	0,73	3,49	I	42,5	26,0	0,00	0,00	0,01587	Limo sabbioso
320	9	0,53	5,93	C	0,0	0,0	0,36	0,63	0,05556	Limo argilloso
340	10	0,67	6,67	C	0,0	0,0	0,45	0,75	0,05000	Argilla limosa
360	14	0,80	5,71	C	0,0	0,0	0,54	0,85	0,03571	Limo argilloso
380	20	0,87	4,33	I	45,7	24,5	0,00	0,00	0,01667	Limo sabbioso
400	17	1,00	5,88	C	0,0	0,0	0,68	0,96	0,02941	Limo argilloso
420	16	1,00	6,25	C	0,0	0,0	0,68	0,92	0,03125	Argilla limosa
440	17	0,80	4,71	C	0,0	0,0	0,54	0,70	0,02941	Limo argilloso
460	10	0,60	6,00	C	0,0	0,0	0,41	0,50	0,05000	Limo argilloso
480	8	0,60	7,50	C	0,0	0,0	0,41	0,48	0,06250	Argilla limosa
500	9	0,73	8,15	C	0,0	0,0	0,50	0,57	0,05556	Argilla limosa
520	15	0,87	5,78	C	0,0	0,0	0,59	0,65	0,03333	Limo argilloso
540	18	1,07	5,93	C	0,0	0,0	0,73	0,77	0,02778	Limo argilloso
560	20	1,07	5,33	C	0,0	0,0	0,73	0,74	0,01667	Limo argilloso
580	19	0,87	4,56	C	0,0	0,0	0,59	0,58	0,02632	Limo argilloso
600	15	0,80	5,33	C	0,0	0,0	0,54	0,52	0,03333	Limo argilloso
620	17	1,07	6,27	C	0,0	0,0	0,73	0,67	0,02941	Argilla limosa
640	19	1,00	5,26	C	0,0	0,0	0,68	0,61	0,02632	Limo argilloso
660	18	0,87	4,81	C	0,0	0,0	0,59	0,51	0,02778	Limo argilloso
680	21	1,20	5,71	C	0,0	0,0	0,82	0,69	0,01587	Limo argilloso
700	23	1,07	4,64	C	0,0	0,0	0,73	0,59	0,01449	Limo argilloso
720	20	1,13	5,67	C	0,0	0,0	0,77	0,61	0,01667	Limo argilloso
740	14	0,73	5,24	C	0,0	0,0	0,50	0,39	0,03571	Limo argilloso
760	13	0,80	6,15	C	0,0	0,0	0,54	0,41	0,03846	Argilla limosa
780	14	1,20	8,57	C	0,0	0,0	0,82	0,60	0,03571	Argilla
800	21	1,07	5,08	C	0,0	0,0	0,73	0,52	0,01587	Limo argilloso
820	22	1,20	5,45	C	0,0	0,0	0,82	0,57	0,01515	Limo argilloso
840	30	1,40	4,67	C	0,0	0,0	0,95	0,65	0,01111	Limo argilloso
860	24	1,40	5,83	C	0,0	0,0	0,95	0,63	0,01389	Limo argilloso
880	19	0,87	4,56	C	0,0	0,0	0,59	0,38	0,02632	Limo argilloso

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm<sup>2</sup>). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>). Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %). Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm<sup>2</sup>). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata. Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm<sup>2</sup>/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

**Igetecma s.n.c.**

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)  
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Empoli</b>	Indagine: <b>VA-78-22</b>	Certificato: <b>90/22</b>	Prova n° <b>1</b>
Località: <b>Empoli, Via Nazario Sauro</b>	in data: <b>05/04/2022</b>		
Note sulla committenza: ==			
Note relative alla prova: ==			
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): 10		

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
900	10	0,47	4,67	C	0,0	0,0	0,32	0,20	0,05000	Limo argilloso
920	7	0,47	6,67	C	0,0	0,0	0,32	0,20	0,07143	Argilla limosa
940	10	0,40	4,00	I	31,2	24,5	0,00	0,00	0,03333	Limo sabbioso
960	13	0,87	6,67	C	0,0	0,0	0,59	0,35	0,03846	Argilla limosa
980	9	0,40	4,44	I	31,2	23,8	0,00	0,00	0,03704	Limo sabbioso
1000	7	0,40	5,71	C	0,0	0,0	0,27	0,16	0,07143	Limo argilloso
1020	9	0,47	5,19	C	0,0	0,0	0,32	0,18	0,05556	Limo argilloso
1040	11	0,47	4,24	I	34,1	24,2	0,00	0,00	0,03030	Limo sabbioso
1060	14	0,53	3,81	I	36,6	25,0	0,00	0,00	0,02381	Limo sabbioso
1080	12	0,40	3,33	I	31,2	25,7	0,00	0,00	0,02778	Limo sabbioso
1100	13	0,47	3,59	I	34,1	25,3	0,00	0,00	0,02564	Limo sabbioso
1120	11	0,67	6,06	C	0,0	0,0	0,45	0,24	0,04545	Limo argilloso
1140	14	0,60	4,29	I	38,8	24,3	0,00	0,00	0,02381	Limo sabbioso
1160	12	0,47	3,89	I	34,1	24,8	0,00	0,00	0,02778	Limo sabbioso
1180	10	0,53	5,33	C	0,0	0,0	0,36	0,18	0,05000	Limo argilloso
1200	13	0,87	6,67	C	0,0	0,0	0,59	0,29	0,03846	Argilla limosa
1220	26	1,07	4,10	I	49,5	25,1	0,00	0,00	0,01282	Limo sabbioso
1240	25	2,07	8,27	C	0,0	0,0	1,41	0,66	0,01333	Argilla limosa
1260	32	1,27	3,96	I	52,7	25,6	0,00	0,00	0,01042	Limo sabbioso
1280	41	1,40	3,41	I	54,6	26,9	0,00	0,00	0,00813	Limo sabbioso
1300	42	1,47	3,49	I	55,5	26,8	0,00	0,00	0,00794	Limo sabbioso
1320	29	1,40	4,83	C	0,0	0,0	0,95	0,42	0,01149	Limo argilloso
1340	47	1,53	3,26	I	56,3	27,4	0,00	0,00	0,00709	Limo sabbioso
1360	41	1,60	3,90	I	57,1	25,9	0,00	0,00	0,00813	Limo sabbioso
1380	44	1,07	2,42	I	49,5	29,5	0,00	0,00	0,00758	Sabbia limosa
1400	47	1,13	2,41	I	50,7	29,6	0,00	0,00	0,00709	Sabbia limosa
1420	48	1,27	2,64	I	52,7	29,0	0,00	0,00	0,00694	Sabbia limosa
1440	51	1,27	2,48	I	52,7	29,6	0,00	0,00	0,00654	Sabbia limosa
1460	58	1,47	2,53	I	55,5	29,6	0,00	0,00	0,00575	Sabbia limosa
1480	49	1,53	3,13	I	56,3	27,8	0,00	0,00	0,00680	Sabbia limosa
1500	46	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

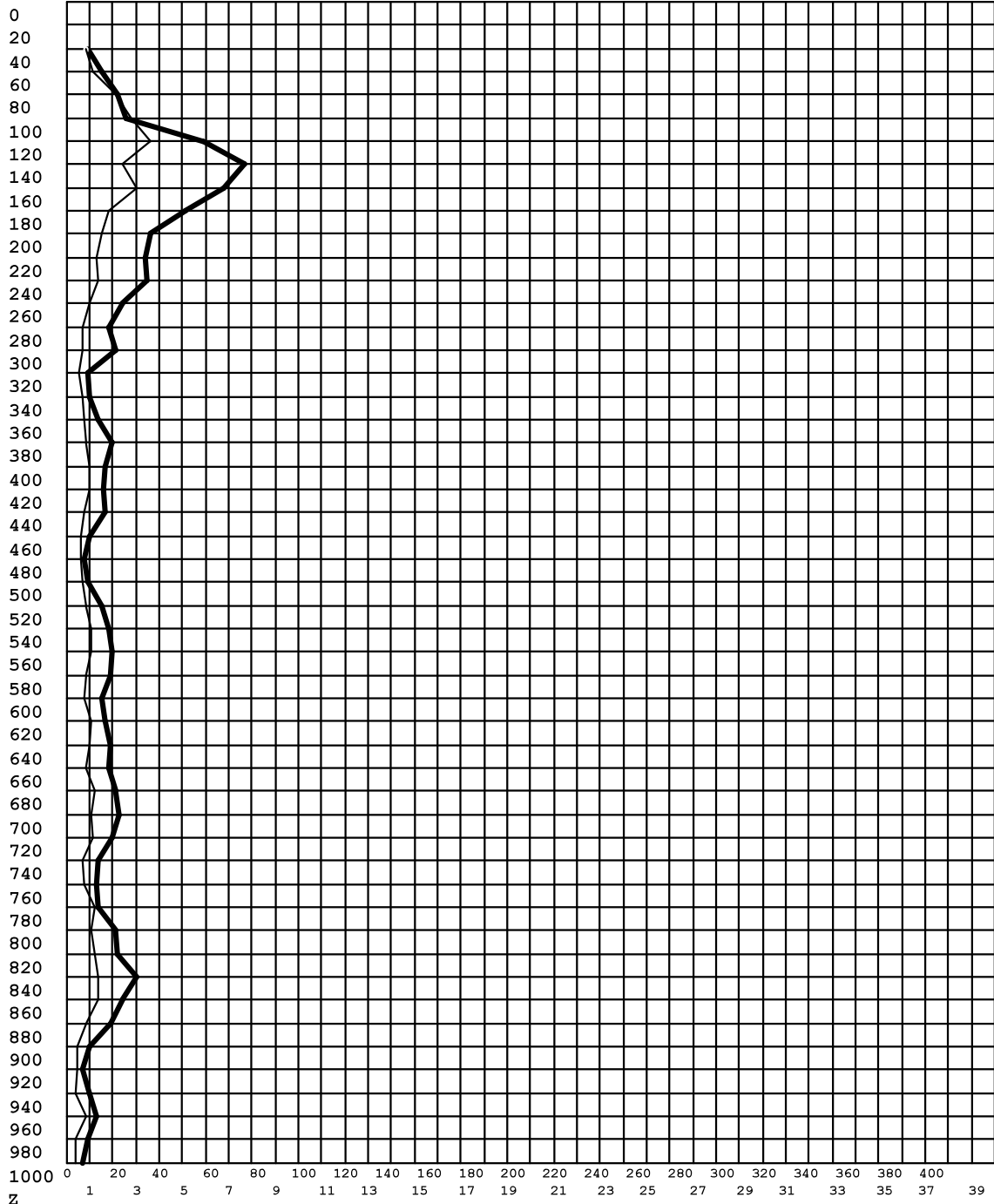
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

# Diagramma di resistenza alla punta

Committente :Comune di Empoli  
 Note :==  
 Indagine :VA-78-22 - Certificato di prova : 90/22  
 Località :Empoli, Via Nazario Sauro  
 Numero prova :1  
 Data prova :05/04/2022  
 Note operative :==  
 Profondità falda :== (cm)  
 Spinta penetr. :10 (tonn.)



Qc  
 Fs

## Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)  
 : Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)  
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Igetecma s.n.c.

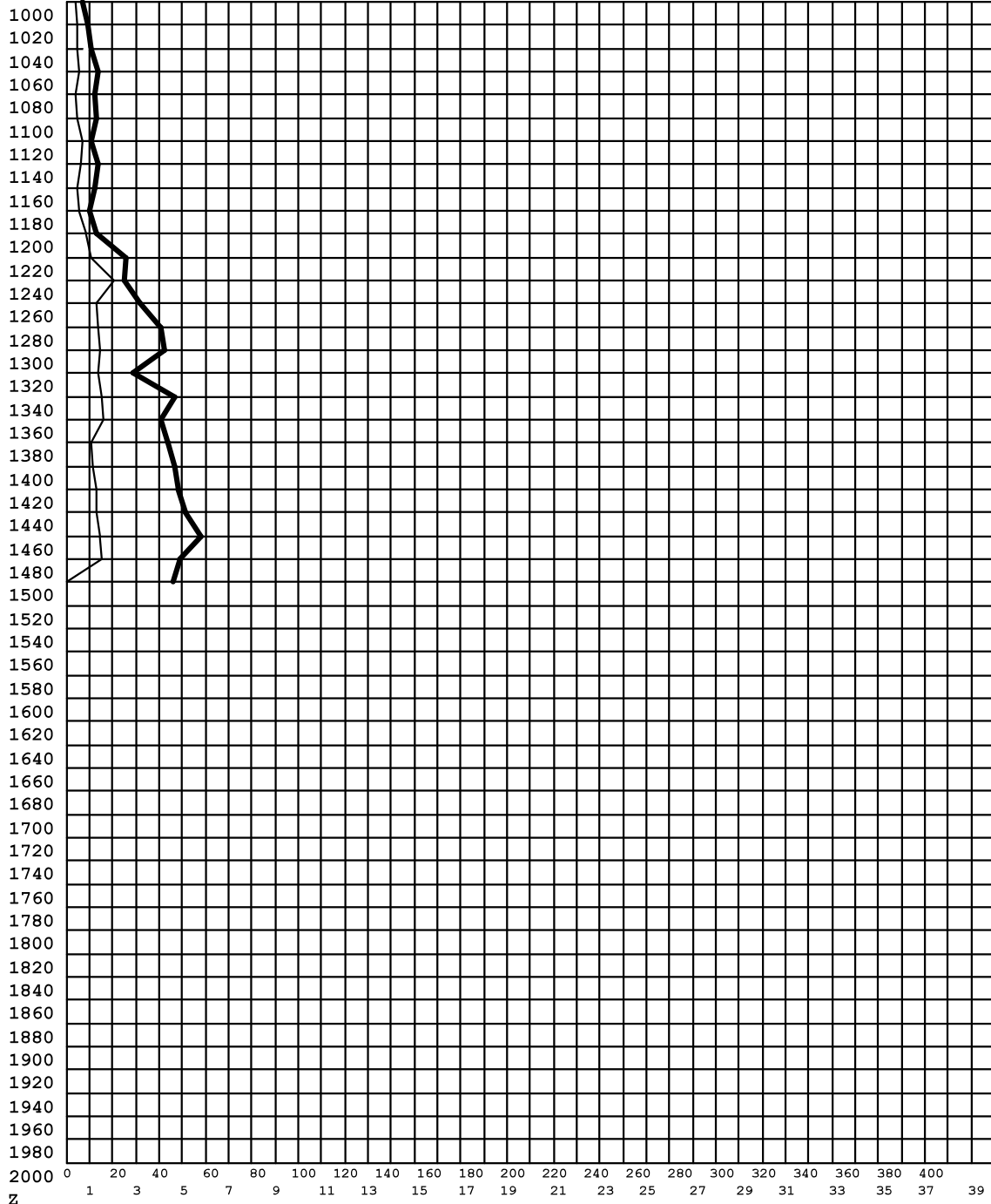
Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415



# Diagramma di resistenza alla punta

Committente :Comune di Empoli  
 Note :==  
 Indagine :VA-78-22 - Certificato di prova : 90/22  
 Località :Empoli, Via Nazario Sauro  
 Numero prova :1  
 Data prova :05/04/2022  
 Note operative :==  
 Profondità falda :== (cm)  
 Spinta penetr. :10 (tonn.)



Qc  
Fs

## Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)  
 : Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)  
 Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Igetecma s.n.c.

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

# Prova Penetrometrica Statica

Pagina n. 1

**Igetecma s.n.c.**

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Empoli</b>	Indagine: <b>VA-78-22</b> Certificato: <b>90/22</b> Prova n° <b>2</b>
Località: <b>Empoli, Via Nazario Sauro</b>	in data: <b>05/04/2022</b>
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): <b>10</b>

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
40	6	0,40	6,67	C	0,0	0,0	0,27	4,01	0,08333	Argilla limosa
60	16	0,80	5,00	C	0,0	0,0	0,54	5,36	0,03125	Limo argilloso
80	17	1,53	9,02	C	0,0	0,0	1,04	7,59	0,02941	Argilla
100	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	5,46	0,01587	Argilla limosa
120	20	1,80	9,00	C	0,0	0,0	1,22	5,79	0,01667	Argilla
140	23	2,13	9,28	C	0,0	0,0	1,45	5,83	0,01449	Argilla
160	21	1,47	6,98	C	0,0	0,0	1,00	3,49	0,01587	Argilla limosa
180	19	2,07	10,88	C	0,0	0,0	1,41	4,36	0,02632	Argilla
200	18	1,60	8,89	C	0,0	0,0	1,09	3,03	0,02778	Argilla
220	20	1,07	5,33	C	0,0	0,0	0,73	1,84	0,01667	Limo argilloso
240	14	0,93	6,67	C	0,0	0,0	0,63	1,48	0,03571	Argilla limosa
260	13	0,73	5,64	C	0,0	0,0	0,50	1,08	0,03846	Limo argilloso
280	12	0,53	4,44	I	36,6	24,0	0,00	0,00	0,02778	Limo sabbioso
300	14	0,73	5,24	C	0,0	0,0	0,50	0,95	0,03571	Limo argilloso
320	17	0,93	5,49	C	0,0	0,0	0,63	1,13	0,02941	Limo argilloso
340	20	1,27	6,33	C	0,0	0,0	0,86	1,44	0,01667	Argilla limosa
360	25	1,60	6,40	C	0,0	0,0	1,09	1,71	0,01333	Argilla limosa
380	26	1,67	6,41	C	0,0	0,0	1,13	1,68	0,01282	Argilla limosa
400	22	1,20	5,45	C	0,0	0,0	0,82	1,15	0,01515	Limo argilloso
420	21	1,40	6,67	C	0,0	0,0	0,95	1,28	0,01587	Argilla limosa
440	16	1,07	6,67	C	0,0	0,0	0,73	0,93	0,03125	Argilla limosa
460	15	0,80	5,33	C	0,0	0,0	0,54	0,67	0,03333	Limo argilloso
480	14	0,80	5,71	C	0,0	0,0	0,54	0,64	0,03571	Limo argilloso
500	13	0,67	5,13	C	0,0	0,0	0,45	0,51	0,03846	Limo argilloso
520	16	0,80	5,00	C	0,0	0,0	0,54	0,59	0,03125	Limo argilloso
540	17	1,00	5,88	C	0,0	0,0	0,68	0,72	0,02941	Limo argilloso
560	19	1,07	5,61	C	0,0	0,0	0,73	0,74	0,02632	Limo argilloso
580	15	1,20	8,00	C	0,0	0,0	0,82	0,80	0,03333	Argilla limosa
600	16	1,20	7,50	C	0,0	0,0	0,82	0,77	0,03125	Argilla limosa
620	23	1,00	4,35	I	48,3	24,6	0,00	0,00	0,01449	Limo sabbioso
640	20	0,87	4,33	I	45,7	24,5	0,00	0,00	0,01667	Limo sabbioso
660	12	0,60	5,00	C	0,0	0,0	0,41	0,35	0,04167	Limo argilloso
680	10	0,60	6,00	C	0,0	0,0	0,41	0,34	0,05000	Limo argilloso
700	13	0,73	5,64	C	0,0	0,0	0,50	0,41	0,03846	Limo argilloso
720	17	1,07	6,27	C	0,0	0,0	0,73	0,58	0,02941	Argilla limosa
740	13	0,80	6,15	C	0,0	0,0	0,54	0,42	0,03846	Argilla limosa
760	9	0,40	4,44	I	31,2	23,8	0,00	0,00	0,03704	Limo sabbioso
780	8	0,47	5,83	C	0,0	0,0	0,32	0,23	0,06250	Limo argilloso
800	8	0,40	5,00	C	0,0	0,0	0,27	0,20	0,06250	Limo argilloso
820	7	0,40	5,71	C	0,0	0,0	0,27	0,19	0,07143	Limo argilloso
840	6	0,33	5,56	C	0,0	0,0	0,23	0,16	0,08333	Limo argilloso
860	7	0,67	9,52	C	0,0	0,0	0,45	0,31	0,07143	Argilla
880	11	0,40	3,64	I	31,2	25,1	0,00	0,00	0,03030	Limo sabbioso

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm<sup>2</sup>). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>). Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %). Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm<sup>2</sup>). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata. Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm<sup>2</sup>/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

**Igetecma s.n.c.**

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)  
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Comune di Empoli</b>	Indagine: <b>VA-78-22</b>	Certificato: <b>90/22</b>	Prova n° <b>2</b>
Località: <b>Empoli, Via Nazario Sauro</b>	in data: <b>05/04/2022</b>		
Note sulla committenza: ==			
Note relative alla prova: ==			
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): <b>10</b>		

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
900	5	0,27	5,33	C	0,0	0,0	0,18	0,12	0,10000	Limo argilloso
920	6	0,33	5,56	C	0,0	0,0	0,23	0,14	0,08333	Limo argilloso
940	7	0,40	5,71	C	0,0	0,0	0,27	0,17	0,07143	Limo argilloso
960	8	0,47	5,83	C	0,0	0,0	0,32	0,19	0,06250	Limo argilloso
980	9	0,47	5,19	C	0,0	0,0	0,32	0,19	0,05556	Limo argilloso
1000	10	0,53	5,33	C	0,0	0,0	0,36	0,21	0,05000	Limo argilloso
1020	12	0,60	5,00	C	0,0	0,0	0,41	0,23	0,04167	Limo argilloso
1040	12	0,60	5,00	C	0,0	0,0	0,41	0,23	0,04167	Limo argilloso
1060	11	0,47	4,24	I	34,1	24,2	0,00	0,00	0,03030	Limo sabbioso
1080	8	0,27	3,33	I	23,6	25,4	0,00	0,00	0,04167	Limo sabbioso
1100	8	0,40	5,00	C	0,0	0,0	0,27	0,15	0,06250	Limo argilloso
1120	7	0,60	8,57	C	0,0	0,0	0,41	0,21	0,07143	Argilla
1140	10	0,53	5,33	C	0,0	0,0	0,36	0,19	0,05000	Limo argilloso
1160	14	0,73	5,24	C	0,0	0,0	0,50	0,25	0,03571	Limo argilloso
1180	12	0,60	5,00	C	0,0	0,0	0,41	0,20	0,04167	Limo argilloso
1200	17	0,60	3,53	I	38,8	25,7	0,00	0,00	0,01961	Limo sabbioso
1220	15	0,47	3,11	I	34,1	26,4	0,00	0,00	0,02222	Sabbia limosa
1240	13	0,93	7,18	C	0,0	0,0	0,63	0,30	0,03846	Argilla limosa
1260	24	1,27	5,28	C	0,0	0,0	0,86	0,40	0,01389	Limo argilloso
1280	27	1,20	4,44	I	51,7	24,6	0,00	0,00	0,01235	Limo sabbioso
1300	24	0,80	3,33	I	44,2	26,4	0,00	0,00	0,01389	Limo sabbioso
1320	15	0,93	6,22	C	0,0	0,0	0,63	0,28	0,03333	Argilla limosa
1340	19	1,20	6,32	C	0,0	0,0	0,82	0,36	0,02632	Argilla limosa
1360	37	1,40	3,78	I	54,6	26,0	0,00	0,00	0,00901	Limo sabbioso
1380	46	1,40	3,04	I	54,6	27,9	0,00	0,00	0,00725	Sabbia limosa
1400	38	1,47	3,86	I	55,5	25,9	0,00	0,00	0,00877	Limo sabbioso
1420	31	0,93	3,01	I	47,0	27,4	0,00	0,00	0,01075	Sabbia limosa
1440	22	1,07	4,85	C	0,0	0,0	0,73	0,30	0,01515	Limo argilloso
1460	28	1,60	5,71	C	0,0	0,0	1,09	0,44	0,01190	Limo argilloso
1480	30	2,13	7,11	C	0,0	0,0	1,45	0,57	0,01111	Argilla limosa
1500	34	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

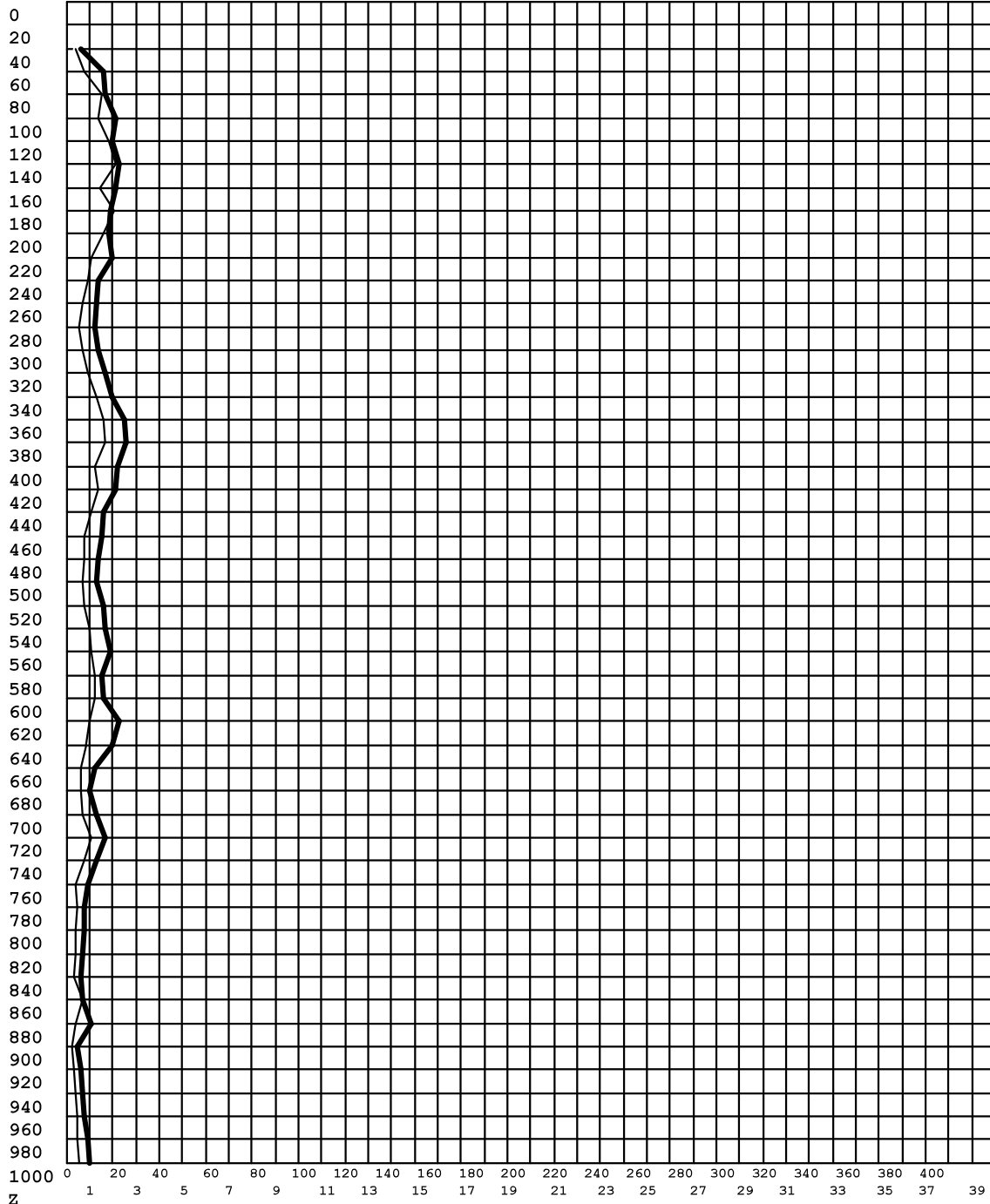
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

# Diagramma di resistenza alla punta

Committente :Comune di Empoli  
Note :==  
Indagine :VA-78-22 - Certificato di prova : 90/22  
Località :Empoli, Via Nazario Sauro  
Numero prova :2  
Data prova :05/04/2022  
Note operative :==  
Profondità falda :== (cm)  
Spinta penetr. :10 (tonn.)



Qc  
Fs

## Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)  
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)  
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

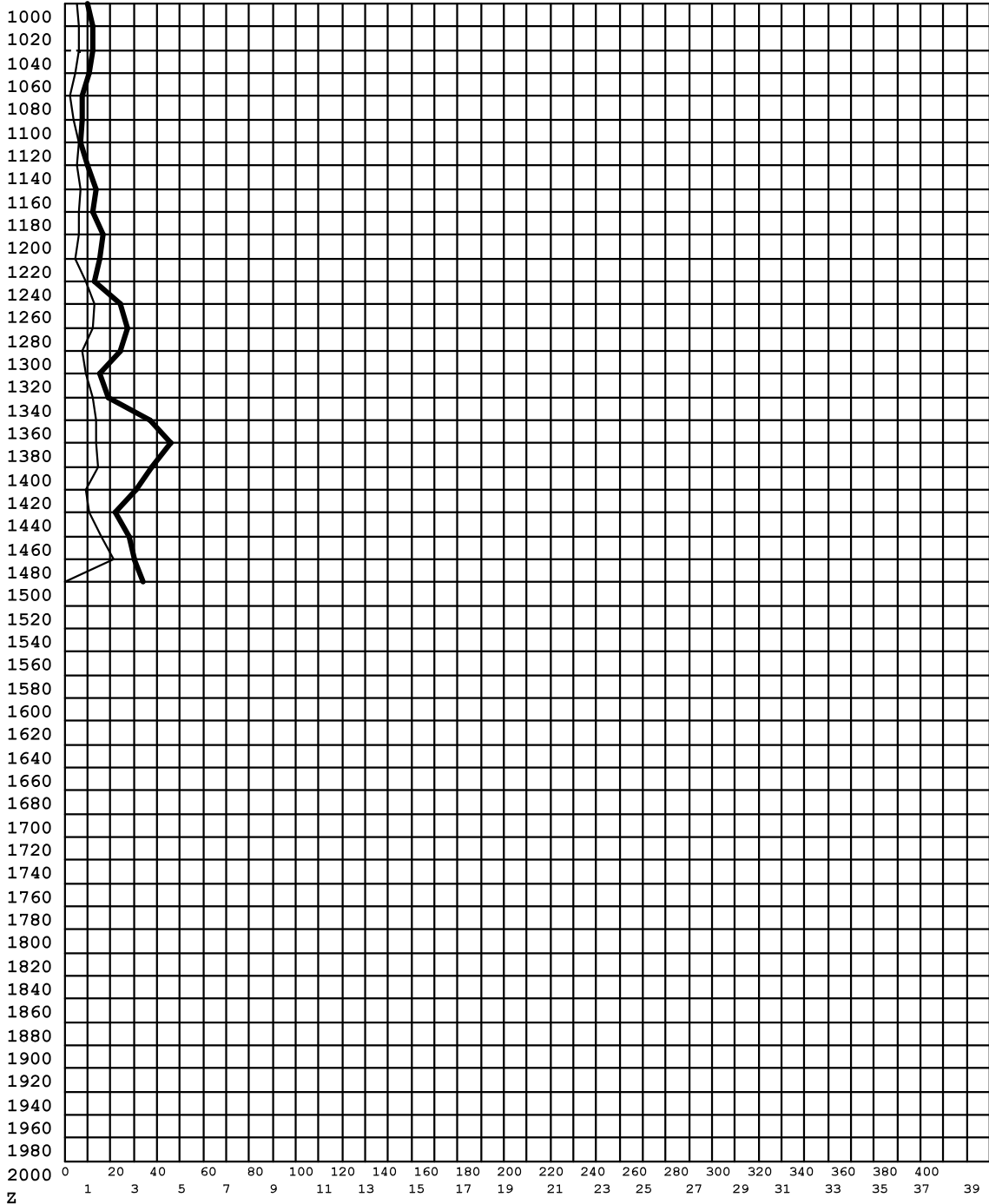
Igetecma s.n.c.

Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

# Diagramma di resistenza alla punta

Committente : *Comune di Empoli*  
 Note : ==  
 Indagine : *VA-78-22 - Certificato di prova : 90/22*  
 Località : *Empoli, Via Nazario Sauro*  
 Numero prova : *2*  
 Data prova : *05/04/2022*  
 Note operative : ==  
 Profondità falda : == (cm)  
 Spinta penetr. : *10 (tonn.)*



**Qc**  
**Fs**

**Legenda**  
 Ascisse : *Qc - lettura punta (in Kg/cm2 - tratto grafico marcato)*  
           : *Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2)*  
 Ordinata: *Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)*  
  
**Igetecma s.n.c.**  
**Sede: Via delle Pratella - Montelupo F.no (FI)**  
**Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415**



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

## Certificati di Prova n. 722-726/2022

Montelupo Fiorentino, lì 28/04/2022

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

DATA ESECUZIONE PROVE: 05/04/22 - 28/04/22

CAMPIONI:

S1C1 profondità 3.0 - 3.5 m

### Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)
- 4 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 5 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 6 - Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)
- 7 - Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)
- 8 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.722/2022**

**CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, lì 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data apertura campione: 05/04/22

**Descrizione del campione**

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 36 cm: limo argilloso sabbioso debolmente consistente

colore marrone giallastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, limiti, granulometria, E.L.L., edometria e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.722/2022**

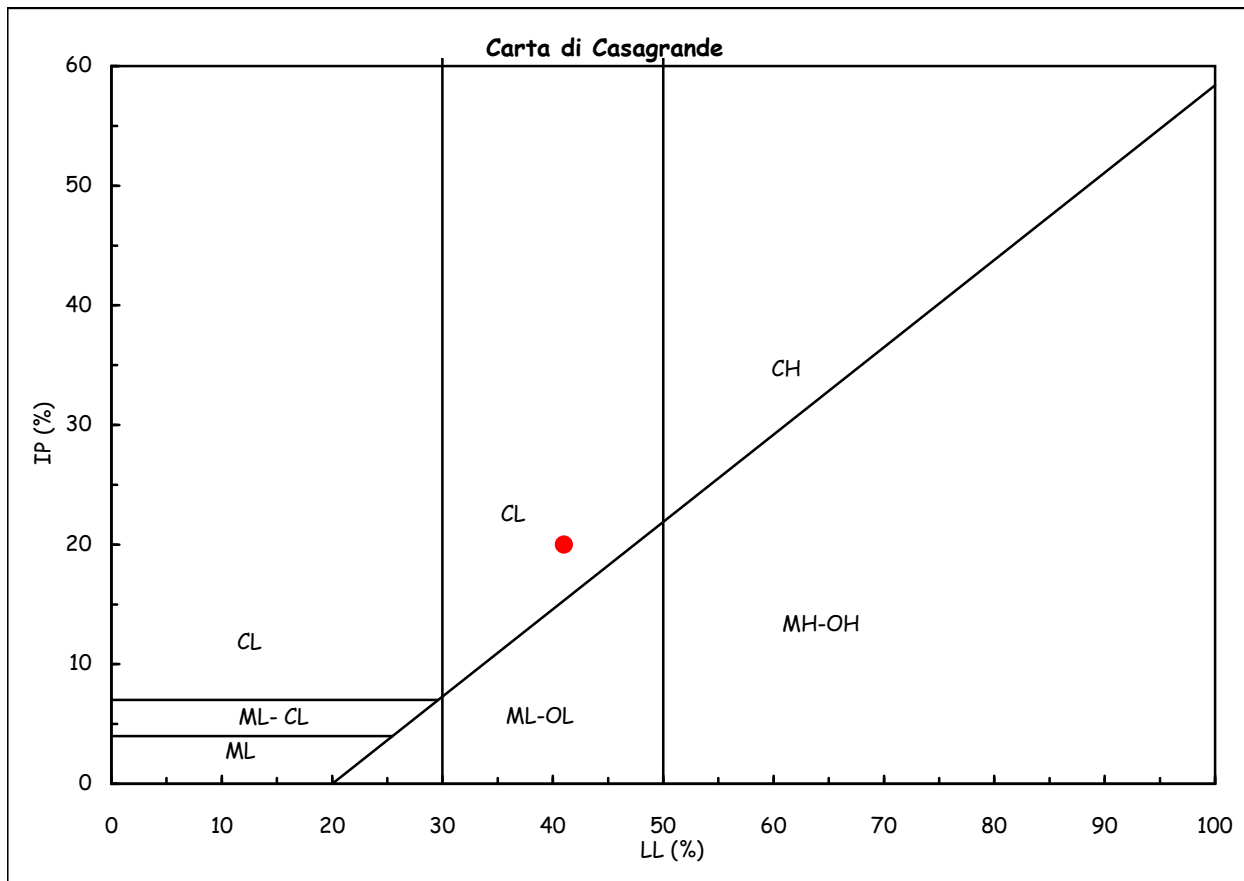
<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 11/04/22 - 15/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Contenuto d'acqua (Wn) =	26.21%	Limite di liquidità (LL) =	41%
Limite di plasticità (LP) =	21%	Indice di plasticità (IP) =	20%
Indice di consistenza (Ic) =	0.74	Indice di attività (Iat) =	0.65

CL = argille inorganiche di  
media plasticità



Classificazione UNI 11531-1

Gruppo: A7-6

Indice di gruppo: 12

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo GambassiIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.723/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

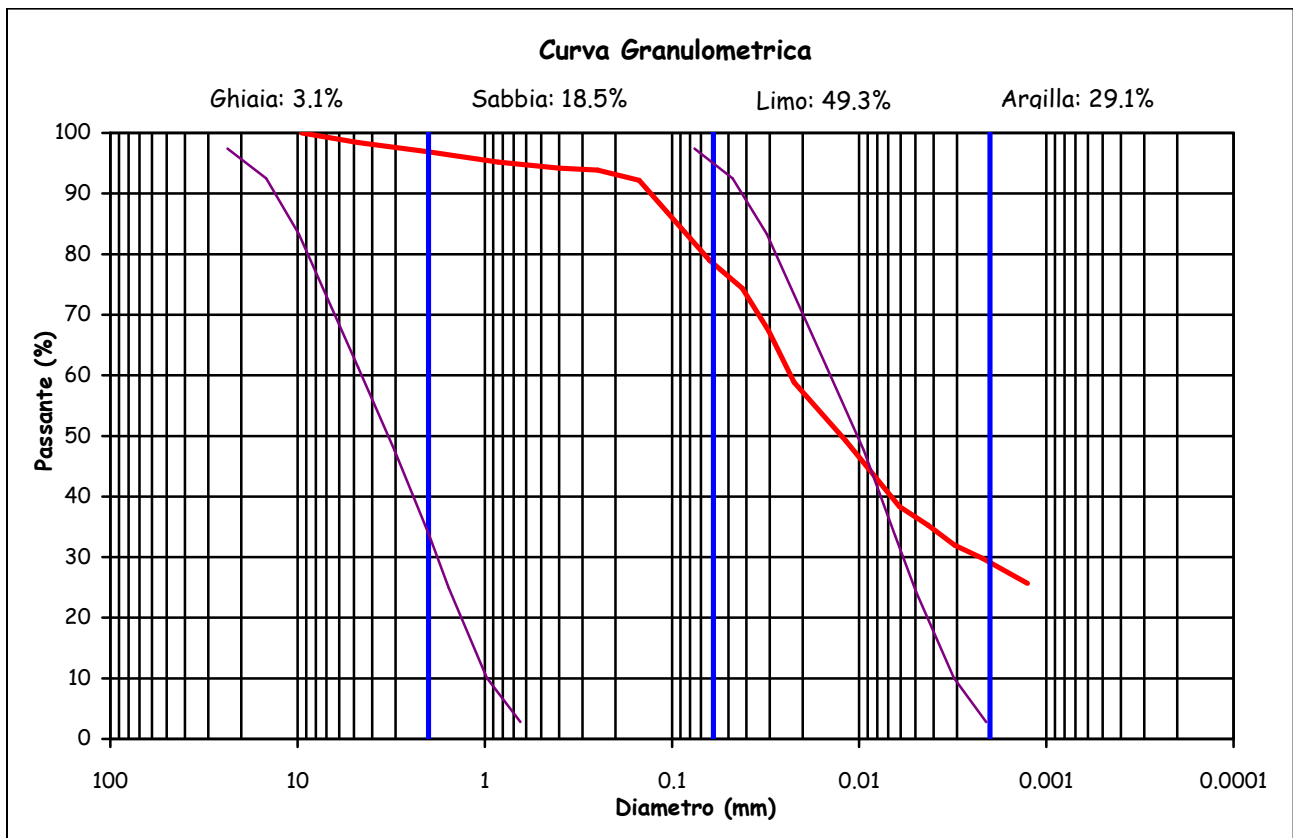
V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 11/04/22 - 15/04/22

**Analisi granulometrica****Setacciatura: per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892 4)****Frazione fine: metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892 4)**

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
9.5	100	0.0421	74.4
4.75	98.42	0.0305	67.4
2	96.87	0.0222	58.9
0.850	95.20	0.0118	49.2
0.400	94.17	0.0061	38.3
0.250	93.86	0.0043	35.3
0.150	92.21	0.0031	32.0
0.063	78.97	0.0022	29.8
		0.0013	25.7



Definizione secondo A.G.I.:

**Limo con argilla sabbioso**

Fusi granulometrici critici nei confronti della liquefazione (Tsuchida, 1970)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.723/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

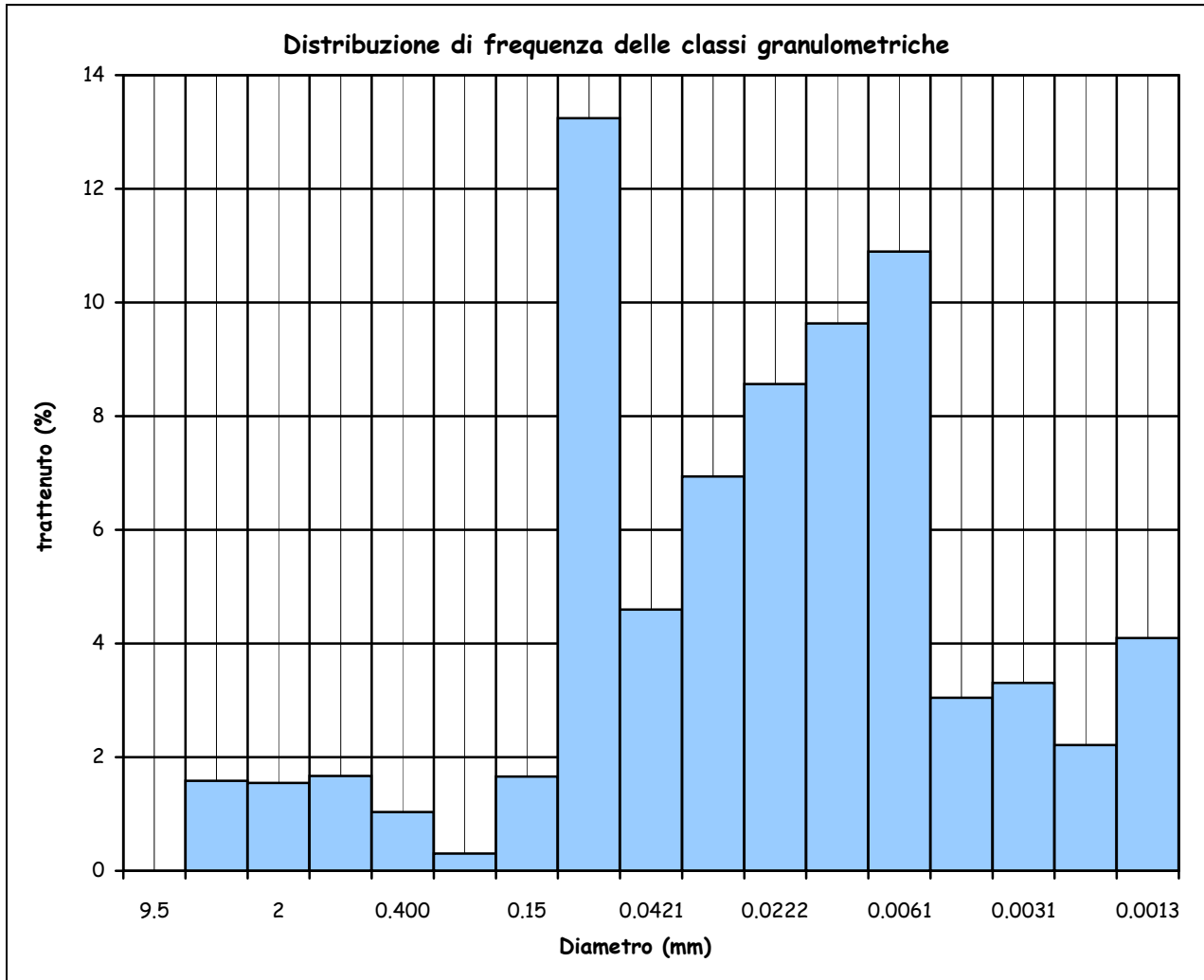
COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

Data prova: 11/04/22 - 15/04/22

**Analisi granulometrica**Coefficiente di uniformità ( $C_u$ ) = -Coefficiente di curvatura ( $C_c$ ) = -

Mediana 0.0127

Moda 0.0630

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi

Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.724/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

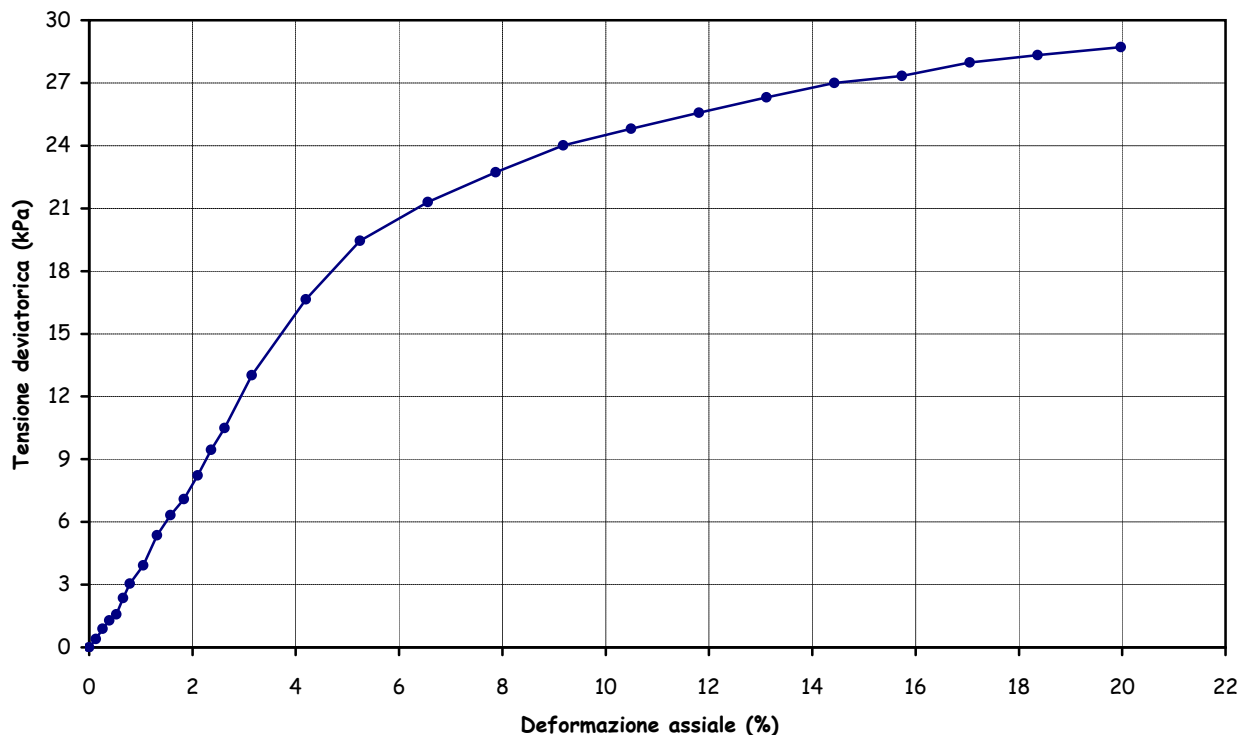
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 11/04/22 - 13/04/22

**Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)****Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)****Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	17.9	Sigma a rottura (kPa)	28.7
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	14.0	Coesione non drenata (kPa)	14.4
Contenuto d'acqua (%)	28.01	Modulo elastico	409
Vel. def. (mm/min)	1.27	tangente iniziale (kPa)	

$\varepsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)	$\varepsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)
0.13	0.4	1.84	7.1	9.18	24.0
0.26	0.9	2.10	8.2	10.49	24.8
0.39	1.3	2.36	9.5	11.80	25.6
0.52	1.6	2.62	10.5	13.11	26.3
0.66	2.4	3.15	13.0	14.43	27.0
0.79	3.0	4.20	16.6	15.74	27.3
1.05	3.9	5.25	19.5	17.05	28.0
1.31	5.4	6.56	21.3	18.36	28.3
1.57	6.3	7.87	22.7	19.97	28.7

**Grafico deformazione assiale - tensione deviatorica**

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi  


Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.725/2022**

<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 05/04/22 - 28/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	18.515	15.517
Volume (cmc)	37.056	31.055
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	18.3	20.7
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	14.5	17.4
Contenuto d'acqua (%)	26.11	19.45

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Mv (m <sup>2</sup> /kN)
6.1	0.000	--
12.3	0.138	0.0002257
24.5	0.592	0.0003708
49.0	2.274	0.0006865
98.0	5.002	0.0005567
196.0	8.644	0.0003716
392.0	12.023	0.0001724
784.0	15.552	0.0000900
1568.0	19.004	0.0000440
392.0	18.401	0.0000051
98.0	17.426	0.0000332
24.5	16.195	0.0001675

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi  


Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.725/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

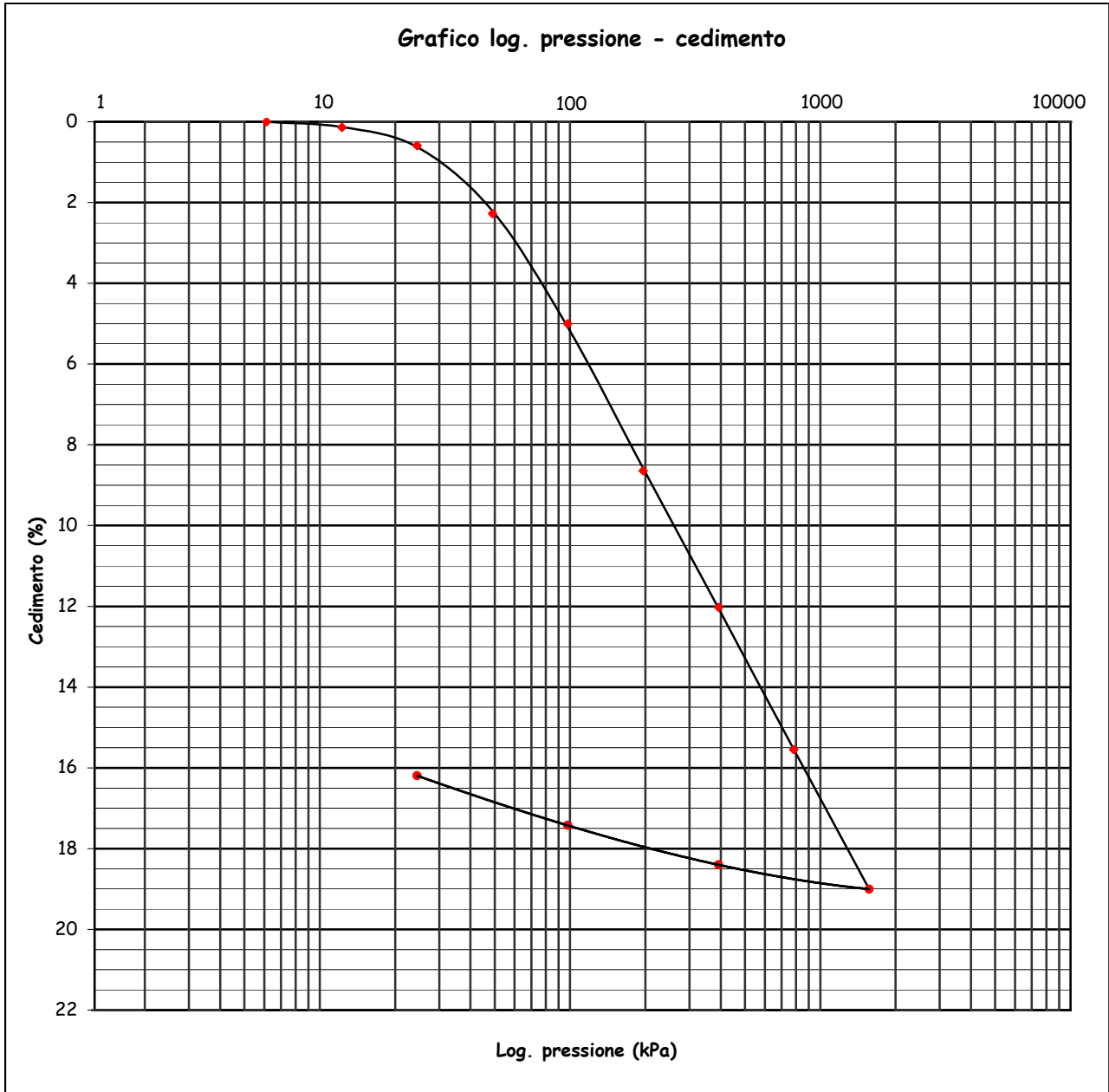
COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 05/04/22 - 28/04/22

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.725/2022**

<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 05/04/22 - 28/04/22

**Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)****Cedimento in funzione del tempo**

carico da 49 a 98 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10 <sup>-3</sup> mm)
0.10	639.00
0.13	650.00
0.20	663.00
0.25	671.00
0.37	683.00
0.50	694.00
0.75	710.00
1.00	721.00
1.50	738.00
2.00	751.00
3.00	769.00
4.00	786.00
6.00	809.00
8.00	827.00
12.00	857.00
15.00	874.00
22.50	906.00
30.00	929.00
45.00	952.00
60.00	966.00
90.00	981.00
120.00	987.00
180.00	994.00
240.00	999.00
360.00	1003.00
480.00	1007.00
720.00	1011.00
960.00	1017.00
1200.00	1022.00
1440.00	1025.00

carico da 98 a 196 kPa

tempo (minuti)	Cedimento (10 <sup>-3</sup> mm)
0.10	1265.00
0.13	1279.00
0.20	1298.00
0.25	1307.00
0.37	1325.00
0.50	1341.00
0.75	1362.00
1.00	1378.00
1.50	1400.00
2.00	1421.00
3.00	1452.00
4.00	1475.00
6.00	1510.00
8.00	1538.00
12.00	1579.00
15.00	1601.00
22.50	1639.00
30.00	1659.00
45.00	1678.00
60.00	1689.00
90.00	1703.00
120.00	1709.00
180.00	1717.00
240.00	1720.00
360.00	1725.00
480.00	1727.00
720.00	1731.00
960.00	1737.00
1200.00	1741.00
1440.00	1744.00

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.725/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

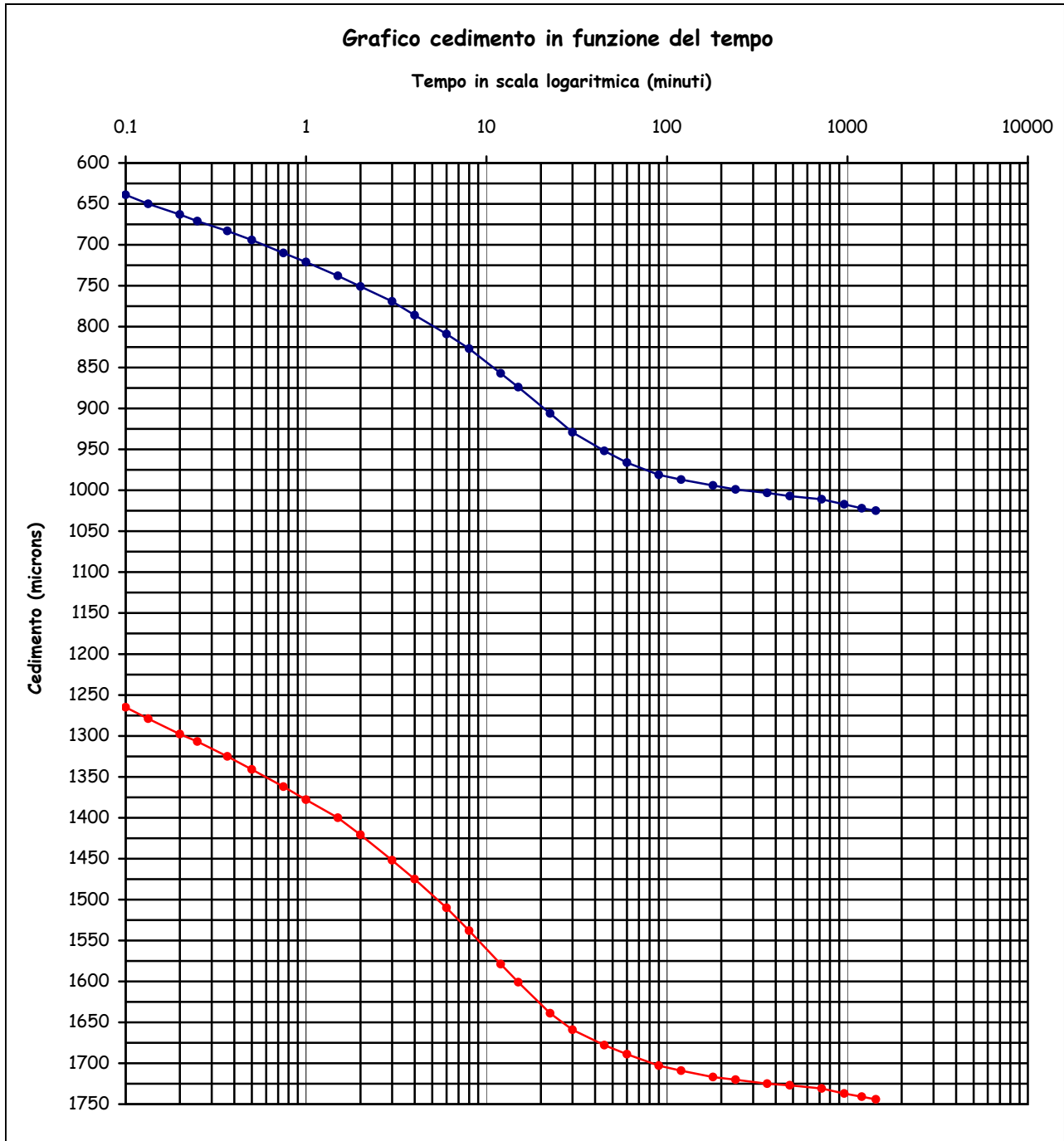
COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 05/04/22 - 28/04/22

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.726/2022**

<b>CAMPIONE S1C1</b> profondità 3.0 - 3.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 08/04/22 - 26/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	18.1	17.3	18.0
Peso di volume umido finale (kN/m <sup>3</sup> )	19.0	19.9	20.3
Peso di volume secco iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	14.1	13.3	13.9
Peso di volume secco finale (kN/m <sup>3</sup> )	15.1	15.7	16.0
Contenuto d'acqua iniziale (%)	28.51	30.35	29.79
Contenuto d'acqua finale (%)	25.70	26.93	26.77
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0040	0.0040	0.0040
Sigma (kPa)	49.0	147.1	171.6
Tau a rottura (kPa)	34.1	91.9	106.3

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.09	4.4	0.17	19.4	0.15	24.9
0.18	7.2	0.35	31.0	0.34	47.1
0.27	11.1	0.57	42.9	0.56	59.8
0.45	16.3	0.84	48.8	0.83	70.3
0.59	18.6	1.12	57.1	1.11	77.0
0.77	21.6	1.50	66.5	1.48	84.5
0.96	24.1	1.88	73.1	1.87	89.2
1.19	26.3	2.31	78.6	2.26	93.3
1.42	28.3	2.73	82.0	2.74	97.5
1.70	29.9	3.26	84.5	3.27	100.8
1.99	31.0	3.83	85.8	3.80	102.5
2.28	31.6	4.40	86.7	4.37	103.3
2.61	31.9	5.00	87.5	5.00	103.6
2.95	33.0	5.69	88.3	5.68	104.7
3.32	33.5	6.41	89.7	6.36	104.9
3.71	33.5	7.12	90.0	7.10	104.7
4.09	33.8	7.92	90.6	7.89	105.2
4.53	34.1	8.75	91.9	8.72	106.3
4.96	33.8	9.58	90.3	9.54	103.8
5.39	33.8	10.40	91.7	10.36	102.5
5.83	33.8	11.21	91.4	11.18	101.9

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo GambassiIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.726/2022****CAMPIONE S1C1** profondità 3.0 - 3.5 m

COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

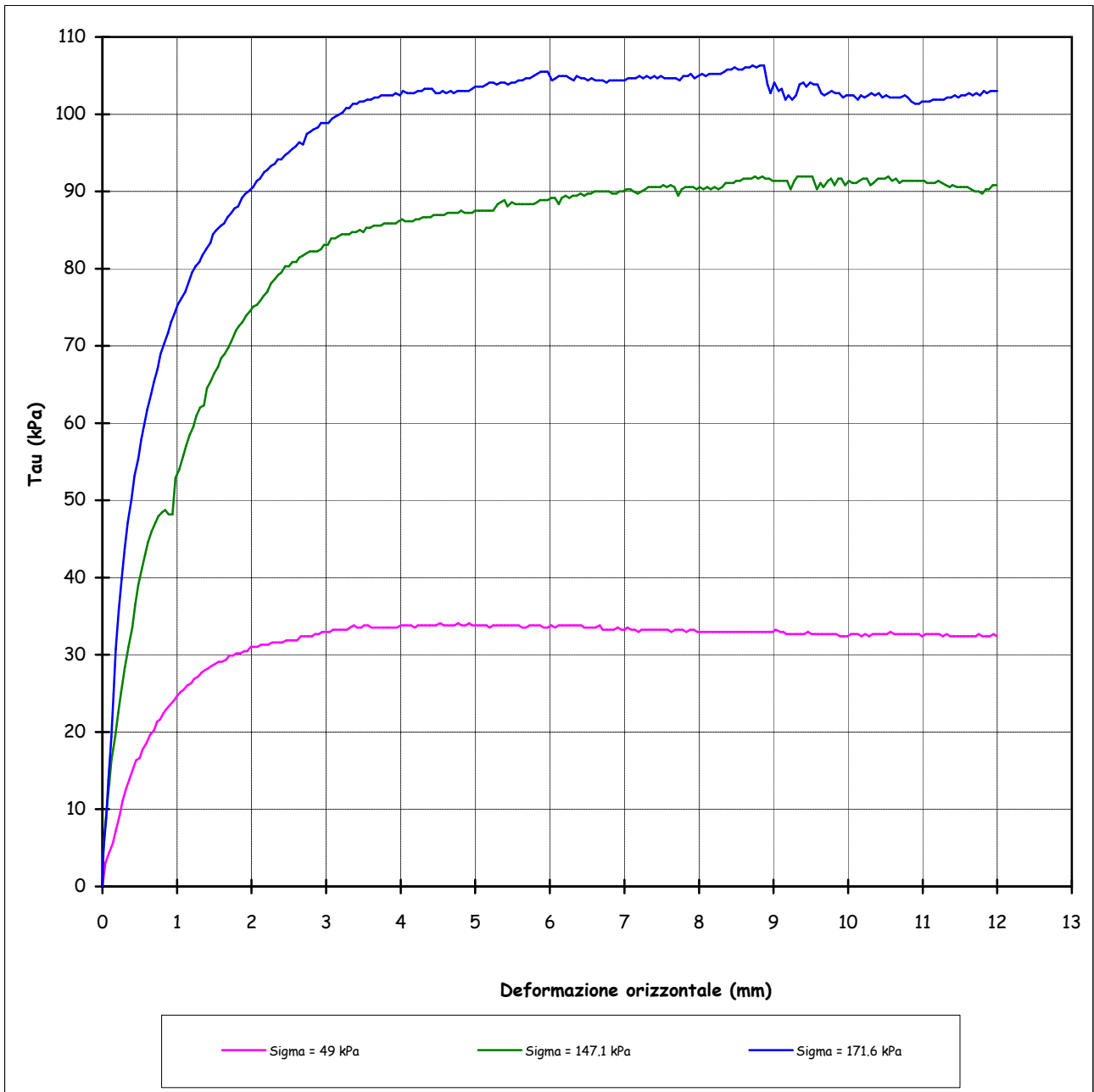
Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

Data prova: 08/04/22 - 26/04/22

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Grafico deformazione orizzontale - Tau

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo GambassiIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

COMMITTENTE: Comune di Empoli

Montelupo Fiorentino, lì 28/04/2022

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

**Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 722-726/2022**

<b>CAMPIONE</b>	<b>SIC1</b>
Profondità metri	3.0 - 3.5
<b>Limiti di Atterberg</b>	
Umidità naturale (%)	26.21
Limite liquido (%)	41
Limite plastico (%)	21
Indice di plasticità (%)	20
Indice di consistenza	0.74
Indice di attività	0.65
Classificaz. Casagrande	CL
<b>Granulometria</b>	
Ghiaia (%)	3.1
Sabbia (%)	18.5
Limo (%)	49.3
Argilla (%)	29.1
<b>Classificazione UNI 10006</b>	
Gruppo	A7-6
Indice di gruppo	12
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	17.94
Peso volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	13.96
<b>Prova di Compressione E.L.L.</b>	
Coesione non drenata, $C_u$ (kPa)	14.4
Modulo elastico tangente iniziale, $E_{ti}$ (kPa)	409
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, $C'$ (kPa)	5.2
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	30.5
<b>Prova edometrica</b>	
Rapporto di ricomprensione, $R_r$	0.02417
Rapporto di compressione, $R_c$	0.11595
Rapporto di rigonfiamento, $R_s$	0.01832
Pressione di preconsolidazione, $\sigma'_{vmax}$ (kPa)	39
$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)	5.28E-04
$K$ (cm/sec)	2.107E-08
$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)	6.99E-04
$K$ (cm/sec)	1.780E-08

*Michèle Colm*





**IGETECMA s.n.c.**

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

## Certificati di Prova n. 727-731/2022

Montelupo Fiorentino, lì 28/04/2022

SETTORE: meccanica delle terre

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

DATA ESECUZIONE PROVE: 06/04/22 - 28/04/22

CAMPIONI:

S1CR2 profondità 14.1 - 14.5 m

### Prove eseguite

- 1 - Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)
- 2 - Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- 3 - Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)
- 4 - Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 5 - Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892-4)
- 6 - Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)
- 7 - Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)
- 8 - Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.727/2022**

**CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data apertura campione: 06/04/22

**Descrizione del campione**

Campione semidisturbato prelevato da cassetta  
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 37 cm: sabbia limosa argillosa deolmente addensata  
colore grigio bluastrò verdastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, limiti, granulometria, E.L.L., edometria e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione a disturbo limitato Q-4

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.727/2022****CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

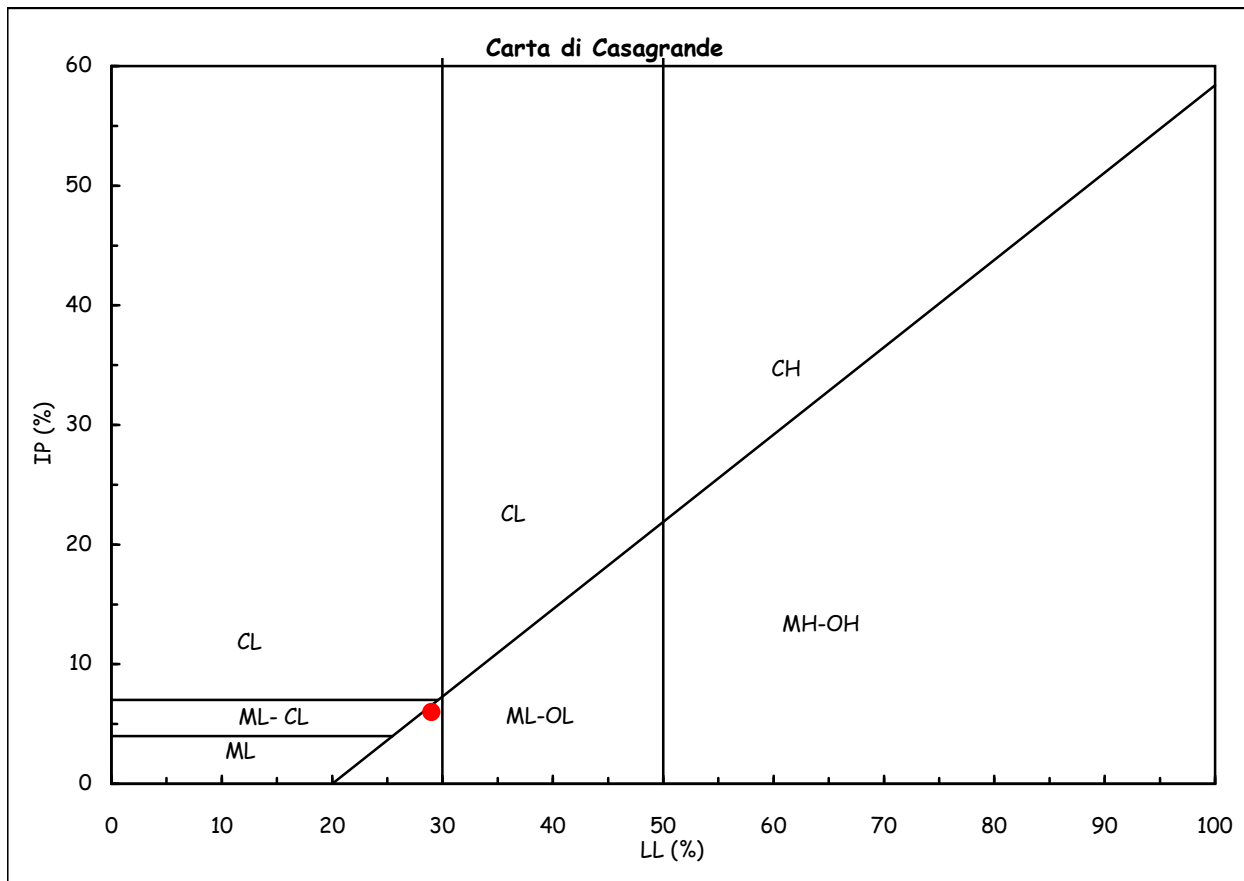
Data prova: 20/04/22 - 26/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Limiti di Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Contenuto d'acqua (Wn) =	23.05%	Limite di liquidità (LL) =	29%
Limite di plasticità (LP) =	23%	Indice di plasticità (IP) =	6%
Indice di consistenza (Ic) =	0.99	Indice di attività (Iat) =	0.48

ML-OL = limi inorganici e limi ed argille organiche di  
bassa plasticità



Classificazione UNI 11531-1

Gruppo: A4

Indice di gruppo: 2

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo GambassiIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.728/2022****CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

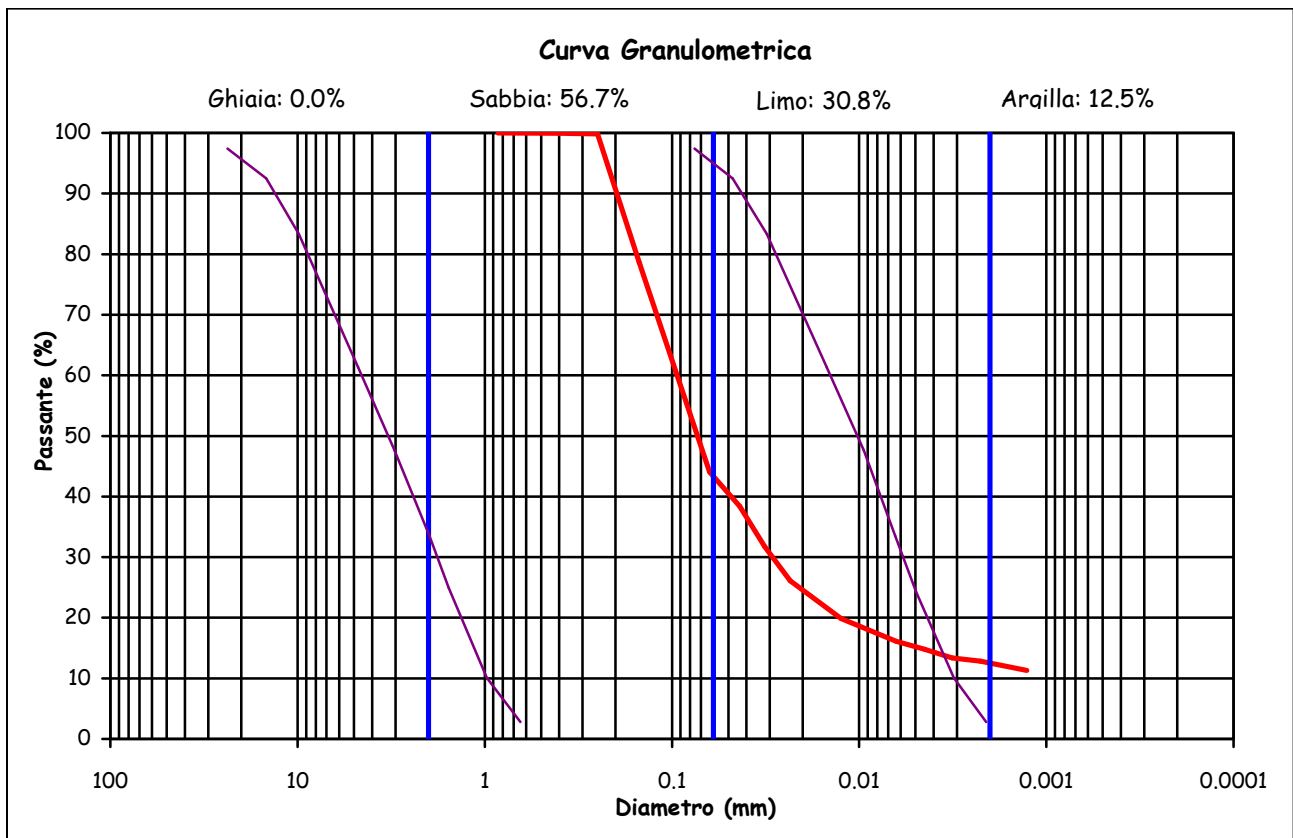
V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 20/04/22 - 26/04/22

**Analisi granulometrica****Setacciatura: per via umida (UNI CEN ISO/TS 17892 4)****Frazione fine: metodo del densimetro (UNI CEN ISO/TS 17892 4)**

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
0.850	100	0.0435	38.4
0.400	99.96	0.0320	31.8
0.250	99.82	0.0234	26.1
0.150	78.63	0.0125	19.9
0.063	44.06	0.0063	16.1
		0.0045	14.8
		0.0032	13.3
		0.0023	12.9
		0.0013	11.3



Definizione secondo A.G.I.:

**Sabbia con limo argillosa**

Fusi granulometrici critici nei confronti della liquefazione (Tsuchida, 1970)

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.728/2022****CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

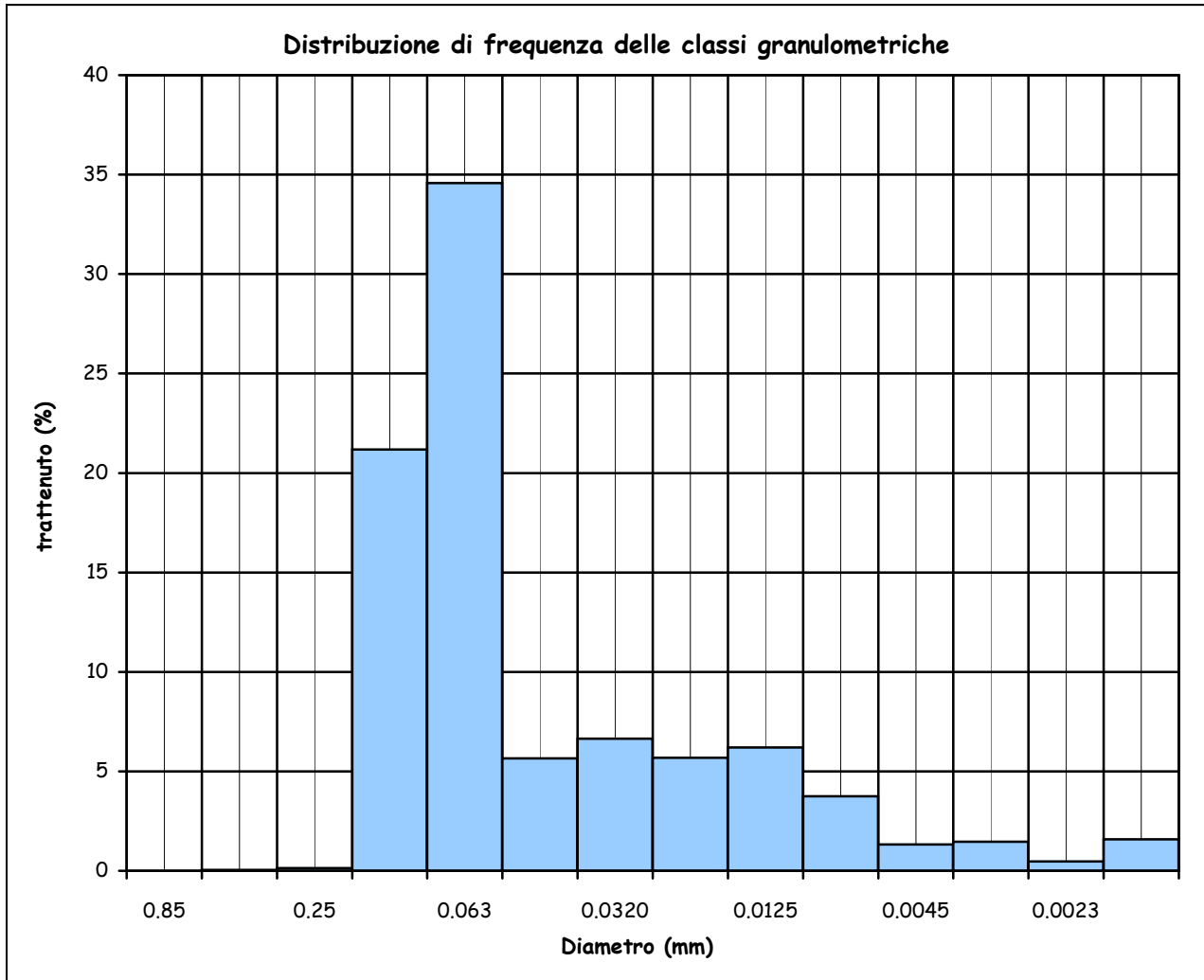
COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

Data prova: 20/04/22 - 26/04/22

**Analisi granulometrica**Coefficiente di uniformità ( $C_u$ ) = -Coefficiente di curvatura ( $C_c$ ) = -

Mediana 0.0780

Moda 0.0630

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi

Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.729/2022**

**CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 20/04/22 - 22/04/22

**Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

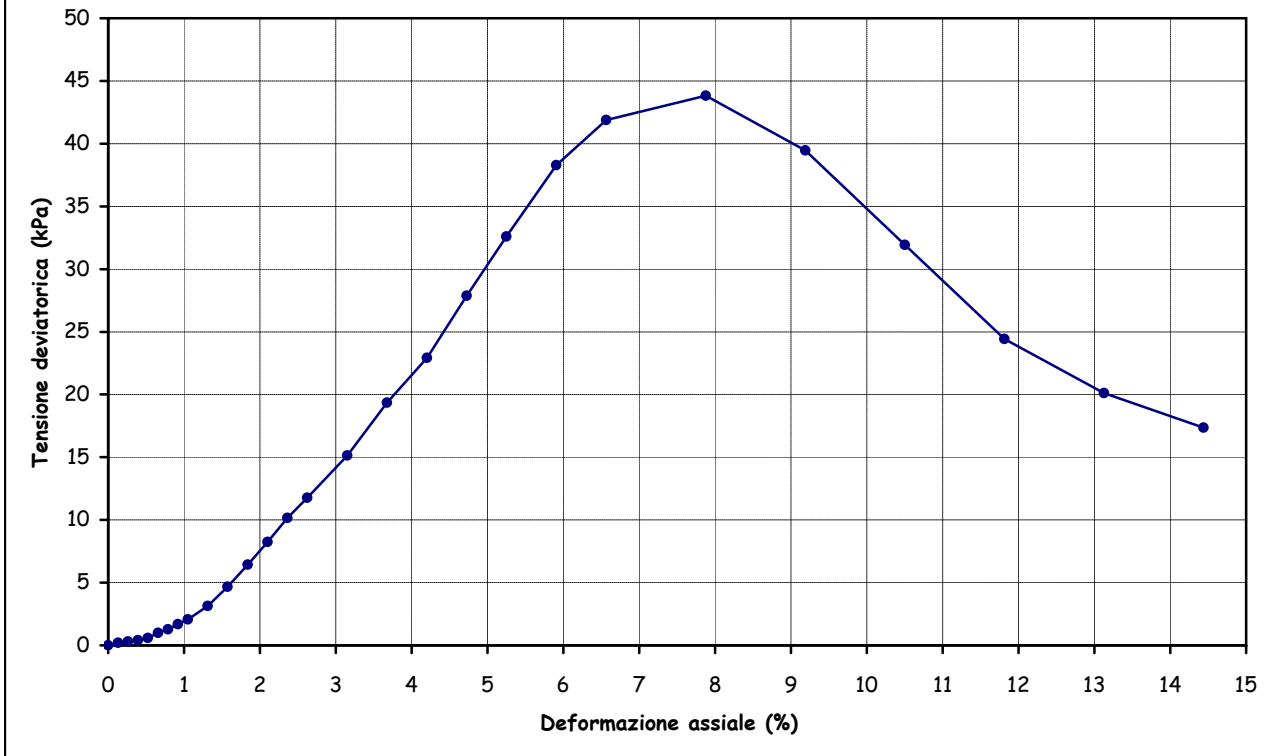
**Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)**

**Prova di compressione con espansione laterale libera (UNI CEN ISO/TS 17892-7)**

Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19.4	Sigma a rottura (kPa)	43.8
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.3	Coesione non drenata (kPa)	21.9
Contenuto d'acqua (%)	26.88	Modulo elastico	757
Vel. def. (mm/min)	1.27	tangente iniziale (kPa)	

$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)	$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (kPa)
0.13	0.2	1.58	4.7	5.25	32.6
0.26	0.3	1.84	6.4	5.91	38.3
0.39	0.4	2.10	8.2	6.56	41.9
0.53	0.6	2.36	10.2	7.88	43.8
0.66	1.0	2.63	11.8	9.19	39.5
0.79	1.3	3.15	15.1	10.50	31.9
0.92	1.7	3.68	19.3	11.81	24.4
1.05	2.1	4.20	22.9	13.13	20.1
1.31	3.1	4.73	27.9	14.44	17.4

**Grafico deformazione assiale - tensione deviatorica**



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi  
*Lorenzo Gambassi*



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni  
*Michele Caloni*



**CERTIFICATO DI PROVA N.730/2022**

<b>CAMPIONE S1CR2</b> profondità 14.1 - 14.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 14/04/22 - 28/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19.908	18.475
Volume (cmc)	39.439	36.600
Peso di volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	20.3	21.0
Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	16.5	17.8
Contenuto d'acqua (%)	23.05	18.41

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Mv (m <sup>2</sup> /kN)
6.2	0.045	--
12.4	0.168	0.0001989
24.8	0.393	0.0001816
49.5	0.795	0.0001626
99.0	1.427	0.0001275
198.0	2.203	0.0000784
396.0	3.205	0.0000506
792.0	4.438	0.0000311
1584.1	5.975	0.0000194
3168.2	7.899	0.0000121
792.0	7.684	0.0000009
198.0	7.488	0.0000033
49.5	7.198	0.0000195

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi  


Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.730/2022****CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

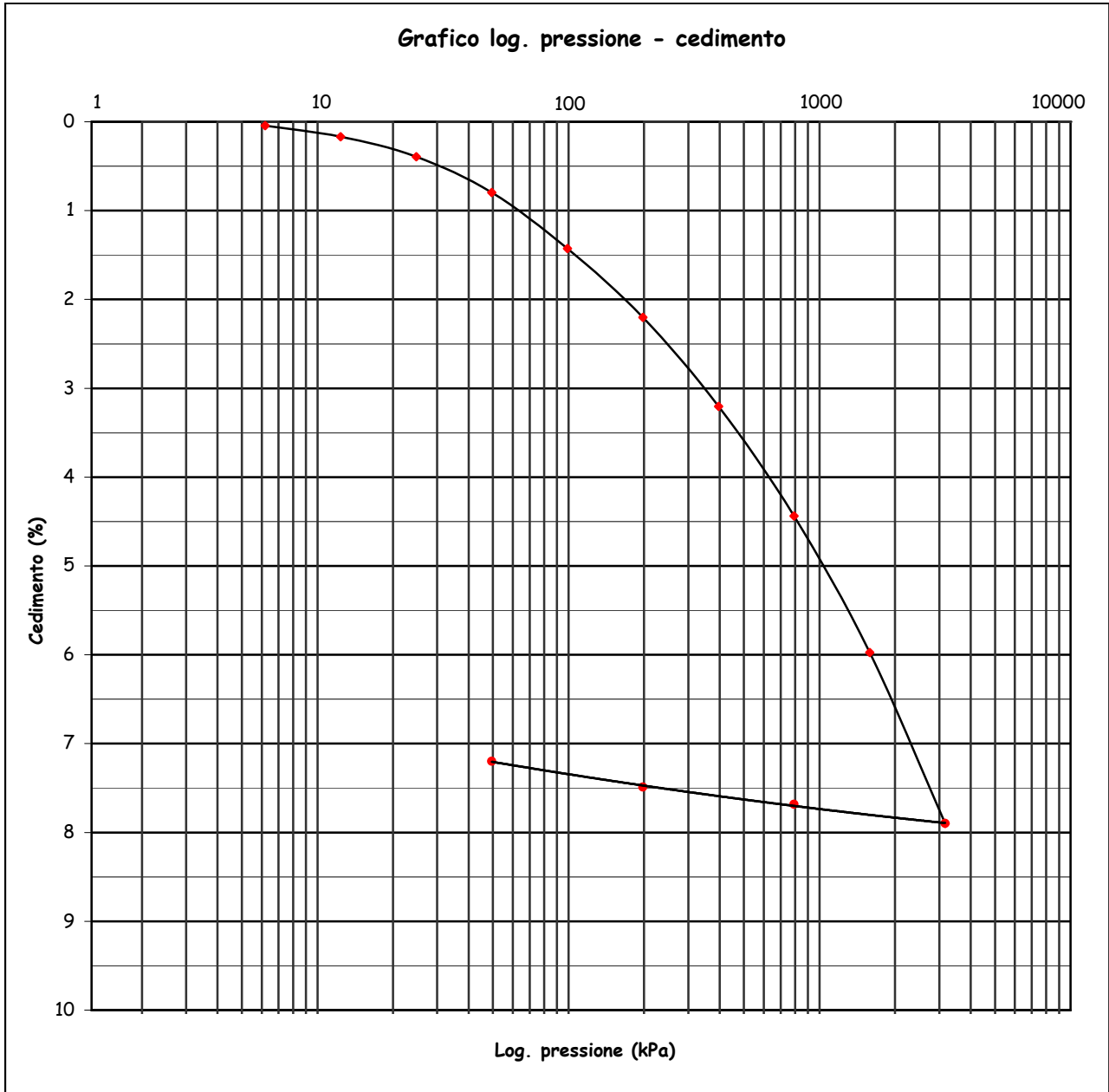
COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 14/04/22 - 28/04/22

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.730/2022**

<b>CAMPIONE S1CR2</b> profondità 14.1 - 14.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 14/04/22 - 28/04/22

**Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)****Cedimento in funzione del tempo**

carico da 24.8 a 49.5 kPa		carico da 49.5 a 99 kPa	
tempo (minuti)	Cedimento (10 <sup>-3</sup> mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 <sup>-3</sup> mm)
0.10	271.00	0.10	448.00
0.13	275.00	0.13	454.00
0.17	278.00	0.17	458.00
0.20	280.00	0.20	461.00
0.25	283.00	0.25	465.00
0.33	286.00	0.33	468.00
0.50	290.00	0.50	473.00
0.75	293.00	0.75	477.00
1.00	296.00	1.00	480.00
1.50	299.00	1.50	484.00
2.00	301.00	2.00	486.00
3.00	304.00	3.00	490.00
4.00	306.00	4.00	493.00
6.00	309.00	6.00	496.00
8.00	311.00	8.00	499.00
11.50	313.00	11.50	501.00
15.00	315.00	15.00	504.00
22.50	317.00	22.50	507.00
30.00	319.00	30.00	509.00
45.00	322.00	45.00	512.00
60.00	323.00	60.00	514.00
90.00	326.00	90.00	517.00
120.00	328.00	120.00	520.00
180.00	331.00	180.00	523.00
240.00	332.00	240.00	525.00
360.00	334.00	360.00	527.00
480.00	335.00	480.00	528.00
720.00	337.00	720.00	531.00
960.00	341.00	960.00	536.00
1200.00	343.00	1200.00	538.00
1410.00	344.00	1410.00	540.00

Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.730/2022****CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

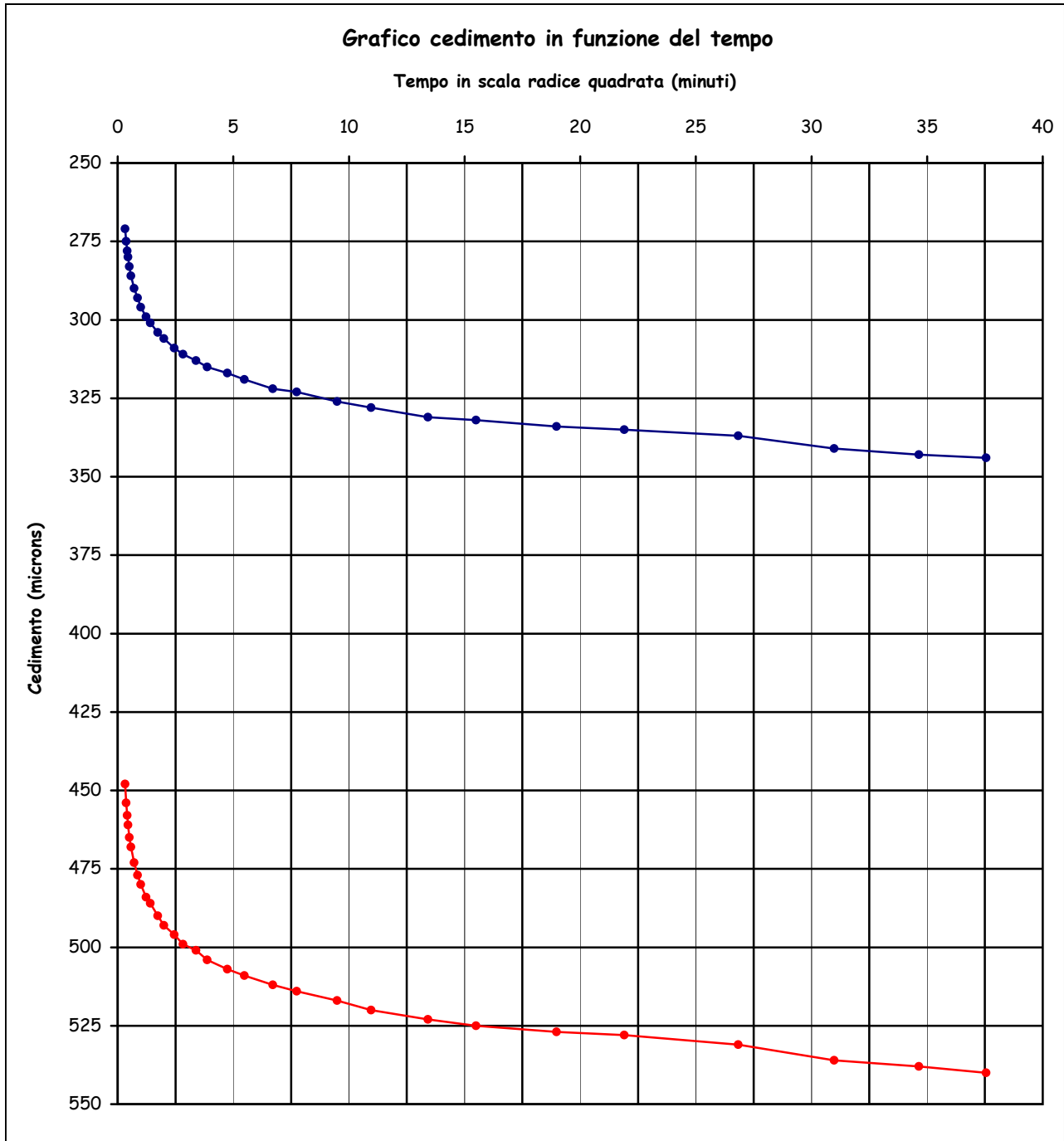
COMMITTENTE: Comune di Empoli

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

Data prova: 14/04/22 - 28/04/22

Prova edometrica a gradini di carico costante (UNI CEN ISO/TS 17892-5)



Lo sperimentatore

Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio

Geol. Michele Caloni

**CERTIFICATO DI PROVA N.731/2022**

<b>CAMPIONE S1CR2</b> profondità 14.1 - 14.5 m	Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022
COMMITTENTE: Comune di Empoli	V.A. n. 65/22 del 05/04/22
LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)	Data prova: 07/04/22 - 15/04/22

Contenuto d'acqua (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Peso di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	19.6	19.2	19.4
Peso di volume umido finale (kN/m <sup>3</sup> )	20.0	19.9	20.4
Peso di volume secco iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	15.6	15.4	15.6
Peso di volume secco finale (kN/m <sup>3</sup> )	15.9	16.1	16.5
Contenuto d'acqua iniziale (%)	25.60	24.66	24.67
Contenuto d'acqua finale (%)	25.09	23.74	23.62
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0080	0.0080	0.0080
Sigma (kPa)	98.1	147.1	196.1
Tau a rottura (kPa)	83.9	116.2	160.8

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.09	6.5	0.04	8.9	0.10	10.7
0.14	12.9	0.18	29.5	0.14	16.8
0.27	24.3	0.25	37.5	0.26	39.6
0.34	28.7	0.40	50.3	0.41	57.5
0.49	35.9	0.57	58.8	0.56	71.0
0.64	41.4	0.73	66.0	0.72	81.4
0.87	48.0	0.90	71.7	0.89	90.4
1.02	51.9	1.06	76.7	1.13	100.7
1.26	57.1	1.32	83.5	1.29	107.2
1.50	61.3	1.56	89.4	1.54	116.1
1.74	65.0	1.81	94.6	1.86	126.2
1.98	68.1	2.05	99.0	2.11	133.1
2.23	71.0	2.37	103.7	2.43	140.9
2.56	74.5	2.68	107.3	2.76	147.5
2.87	77.5	3.01	110.1	3.08	152.7
3.20	79.9	3.41	112.8	3.39	156.8
3.53	82.4	3.73	114.0	3.80	160.0
3.93	84.1	4.14	115.1	4.21	160.8
4.34	83.2	4.55	113.2	4.61	159.1
4.67	83.7	4.95	109.6	5.00	155.9
5.06	83.5	5.36	109.3	5.40	149.3

Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo GambassiIl direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N.731/2022**

**CAMPIONE S1CR2** profondità 14.1 - 14.5 m

COMMITTENTE: Comune di Empoli

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

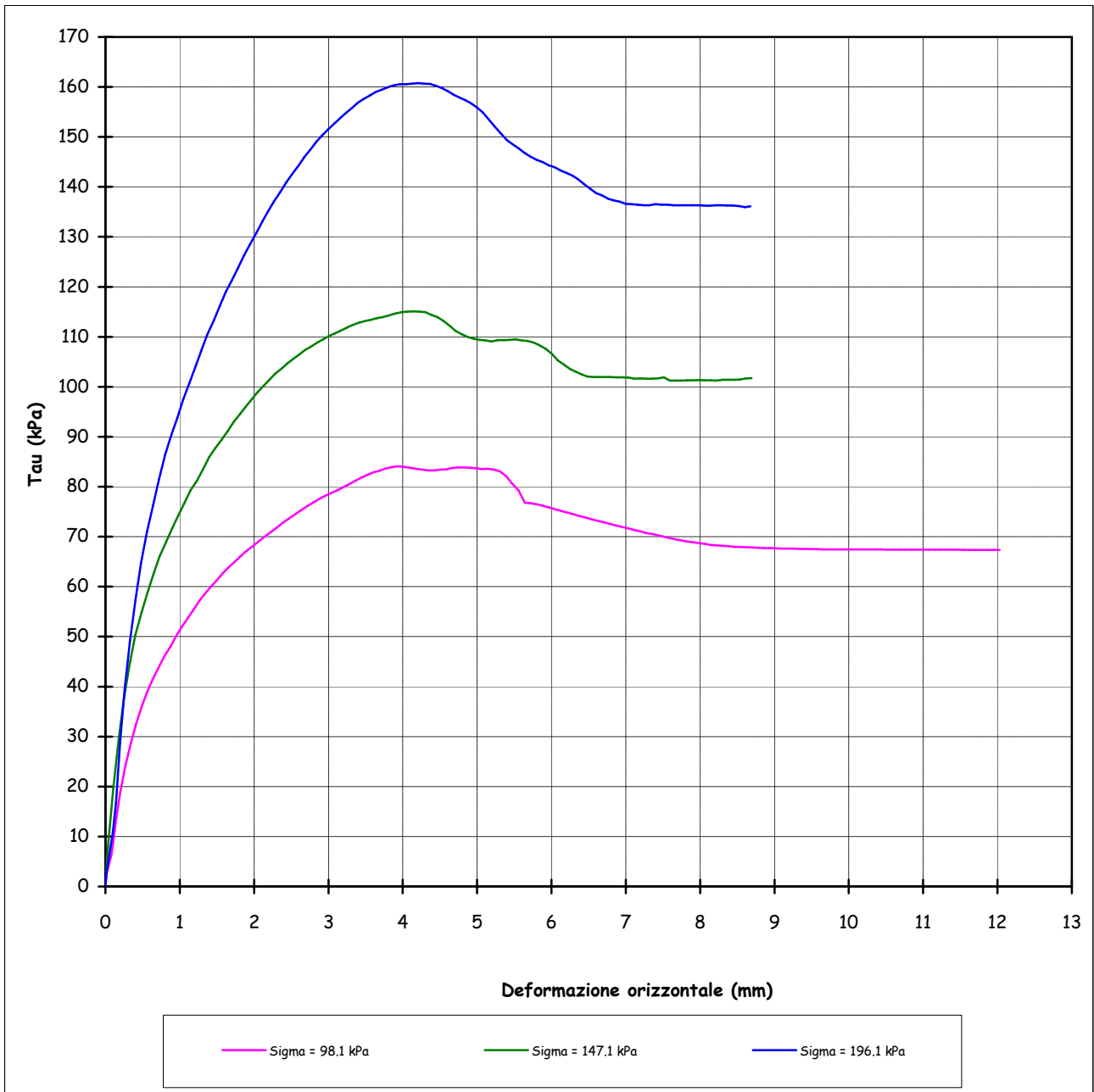
Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

Data prova: 07/04/22 - 15/04/22

Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Grafico deformazione orizzontale - Tau



Lo sperimentatore  
Geol. Lorenzo Gambassi



Il direttore del Laboratorio  
Geol. Michele Caloni



IGETECMA s.n.c.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

COMMITTENTE: Comune di Empoli

Montelupo Fiorentino, li 28/04/2022

LOCALITA': via Raffaello Sanzio, Empoli (FI)

V.A. n. 65/22 del 05/04/22

### Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 727-731/2022

CAMPIONE	S1CR2
Profondità metri	14.1 - 14.5
<b>Limiti di Atterberg</b>	
Umidità naturale (%)	23.05
Limite liquido (%)	29
Limite plastico (%)	23
Indice di plasticità (%)	6
Indice di consistenza	0.99
Indice di attività	0.48
Classificaz. Casagrande	ML-OL
<b>Granulometria</b>	
Ghiaia (%)	0.0
Sabbia (%)	56.7
Limo (%)	30.8
Argilla (%)	12.5
<b>Classificazione UNI 10006</b>	
Gruppo	A4
Indice di gruppo	2
<b>Parametri fisici</b>	
Peso volume naturale (kN/m <sup>3</sup> )	19.6
Peso volume secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.7
<b>Prova di Compressione E.L.L.</b>	
Coesione non drenata, $C_u$ (kPa)	21.9
Modulo elastico tangente iniziale, $E_{ti}$ (kPa)	757
<b>Prova di taglio diretto</b>	
Coesione, $C'$ (kPa)	4.8
Angolo di resistenza al taglio, $\phi'$ (°)	38.1
<b>Prova edometrica</b>	
Rapporto di ricomprensione, $R_r$	0.00822
Rapporto di compressione, $R_c$	0.04601
Rapporto di rigonfiamento, $R_s$	0.00341
Pressione di preconsolidazione, $\sigma'_{vm\max}$ (kPa)	170
$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)	2.7246E-02
$K$ (cm/sec)	2.183E-07
$C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)	3.1503E-02
$K$ (cm/sec)	1.620E-07

Michela Galini

