

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Nuovo polo sportivo di atletica**  
**a servizio delle scuole di via Raffaello Sanzio**  
**I Lotto CUP:C71B21006690005**  
**Empoli - Firenze**

Comune di Empoli

Il RUP

Ing. Roberta Scardigli

**Progettista architettonico**

**Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione**

Ing. Sara Malatesti - Ufficio Tecnico Comunale

Via G. del Papa 41, Empoli

**Progettista strutturale**

Ing. Giuseppe Lorenzo

Via R. Sanzio, 190, Empoli

**Progettista impianti e antincendio**

Area 17 Engineering

Via Tevere 60, 50019 Sesto Fiorentino

OGGETTO

**RELAZIONE GEOLOGICA**

TAV.

R.GE. 01

Data

Novembre 2022

Timbro e firma progettista

Scala

Disegnato

Verificato

Data

Note

Timbro e firma Amministrazione Comunale

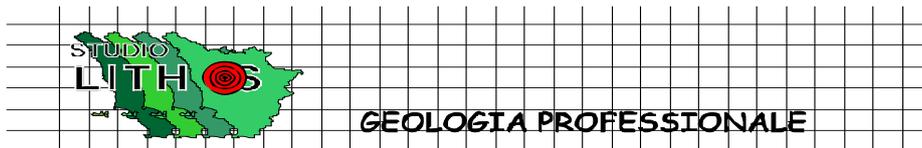
0

1

2

3

Nota bene: Tutte le misure devono essere controllate dallo  
esecutore del lavoro prima della sua realizzazione.  
Le eventuali modifiche derivanti, devono essere  
comunicate ed approvate dal Progettista e D.LL..



COMUNE DI EMPOLI - (FI)

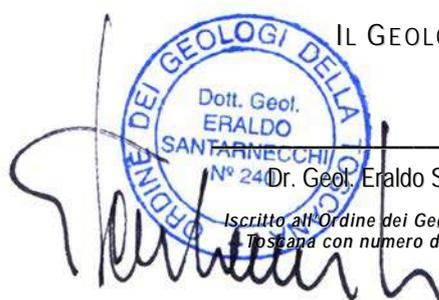
**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO SPORTIVO DI ATLETICA**

*VIA RAFFAELLO SANZIO*

RELAZIONE GEOLOGICA  
(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



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>RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>1</b>
<b>1 - PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE, LITO-STRATIGRAFICHE, E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA.....</b>	<b>2</b>
<b>3 – QUADRO CONOSCITIVO E NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
<i>3.1 – Pericolosità dell'area di indagine .....</i>	<i>3</i>
<b>4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE E MODELLO GEOLOGICO.....</b>	<b>4</b>
<b>- ALLEGATI.....</b>	<b>6</b>

# **RELAZIONE GEOLOGICA**

## **1 - PREMESSA**

La presente **relazione geologica** viene redatta su committenza del Comune di Empoli (FI) a supporto della realizzazione di un nuovo impianto sportivo di atletica in via Raffaello Sanzio, Comune di Empoli (vedi corografia allegata).

L'opera senza dubbio più rilevante in questo progetto, dal punto di vista geologico e strutturale consiste nella realizzazione di una tribuna a pianta rettangolare su più livelli e con copertura; per tutti i particolari architettonici e strutturali si rimanda comunque per esteso alle Tavole redatte dai Progettisti.

Questo studio, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente, è finalizzato alla ricostruzione del modello geologico dell'area di intervento, indispensabile per una successiva modellazione geotecnica e quindi per le verifiche della sicurezza e delle prestazioni relative agli stati limite ultimi (SLU) e alle relative condizioni di esercizio (SLE).

Nella presente perizia verranno in via preliminare acquisiti tutti gli elementi necessari a valutare la compatibilità del sito con l'opera da realizzare (vincoli e pericolosità nell'assetto geomorfologico, idrogeologico ed idraulico), mentre la stratigrafia ed i parametri fisico-meccanici dei terreni costituenti il sottosuolo di imposta vengono definiti sulla base di specifiche indagini geognostiche eseguite appositamente in sito: le suddette indagini, che saranno descritte in dettaglio in uno specifico paragrafo, sono in linea con le prescrizioni indicate in accordo con quanto dettato dall'Allegato A del **D.P.G.R. 1/R/2022** al paragrafo 3, punto 1.2 per interventi in **classe d'indagine n°4** (opere con volume lordo pari o superiore a 6000 mc).

## **2 - CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE, LITO-STRATIGRAFICHE, E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA**

La zona oggetto di intervento si colloca immediatamente ad est del centro urbano di Empoli, in una zona di pianura posta circa 1 km a Sud dell'argine sinistro idrografico del Fiume Arno, ad una quota media sul l.m.m. di circa 24 m (vedi corografia allegata).

La morfologia è sostanzialmente pianeggiante; non si ravvisano segni di instabilità morfologica che possano influenzare l'intervento in progetto.

Per quanto riguarda le condizioni lito-stratigrafiche generali e locali, la zona in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti di composizione limoso ed argillosa, come schematicamente illustrato nello stralcio della carta geologica del Piano Strutturale comunale riportata nelle figure allegate.

La stratigrafia dei terreni di fondazione è stata ricostruita attraverso l'elaborazione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo e n°2 prove penetrometriche eseguite nell'area d'intervento.

Sotto il profilo idrogeologico, in questi depositi alluvionali è presente una falda localizzata entro i sedimenti a composizione prevalentemente sabbiosa che si ritrovano a partire da circa 11 m di profondità. La carta idrogeologica contenuta nel P.S. comunale indica per questa zona un livello di falda situato a circa 13 m s.l.m., ovvero a -11 m dal p.c. locale, come del resto è stato riscontrato nel corso delle indagini geognostiche. Nel periodo invernale ed in quelli caratterizzati da precipitazioni abbondanti può essere presente anche una falda più superficiale nei sedimenti limoso – argillosi.

### **3 – QUADRO CONOSCITIVO E NORMATIVO**

Il presente lavoro è stato condotto secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/18, dalla Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 e dal D.P.G.R. 1/R 2022.

Ai sensi del regio decreto 3267 del 30/12/1923 l'area NON rientra tra le zone sottoposte a Vincolo Idrogeologico.

#### ***3.1 – Pericolosità dell'area di indagine***

La carta della Pericolosità Geologica contenuta nel R.U. Comunale vigente vede l'area in esame rientrare nella classe di **Pericolosità Geologica G2 - media**, aree con elementi geolitologici, geomorfologici e giaciture caratterizzati da una bassa propensione al dissesto.

Dal punto di vista idraulico, l'area ricade nella classe a **Pericolosità Idraulica media – I.2**, all'interno delle aree allagate nel 1966 e nel 1992; per l'evento alluvionale del 1966 nella zona è stato raggiunto un battente idraulico di circa 1,9 m. Adesso questa zona risulta in posizione di sicurezza idraulica, come illustrato nelle carte delle aree allagabili riportate nel più recente studio idraulico del Regolamento Urbanistico comunale (vedi stralci cartografici allegati).

Le condizioni di Fattibilità dell'intervento dettate dal R.U. comunale per l'intervento in progetto (vedi stralcio della "carta della fattibilità" contenuta negli allegati) sono:

**Fattibilità geologica F2 –con normali vincoli da precisare a livello di progetto**

**Fattibilità Idraulica F2 – con normali vincoli da precisare a livello di progetto**

Per le due classi di fattibilità sopra elencate non sono previste prescrizioni particolari, se non quelle previste dalla normativa nazionale e regionale vigente in materia.

Sempre dal punto di vista idraulico si sottolinea che il Piano di gestione del Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale classifica l'area come **P1 – alluvioni rare e/o di estrema intensità**, ovvero aree soggette

ad inondazioni per tempo di ritorno  $T_r = 500$  anni. In questa categoria l'area può essere considerata in sicurezza idraulica e non si applicano le disposizioni contenute nella L.R. n°41/2018.

Riguardo le condizioni di pericolosità sismica, alla zona è stata attribuita una **pericolosità sismica S2 – media**, caratteristica di zone stabili potenzialmente suscettibili di amplificazioni sismiche locali. Il R.U. comunale vigente per l'intervento in progetto ha attribuito una **Fattibilità Sismica F2 – con normali vincoli da precisare a livello di progetto**; le indagini sismiche eseguite in sito non hanno rilevato condizioni sismostratigrafiche particolari, quali ad esempio contrasti di rigidità o terreni suscettibili di liquefazione, che potrebbero creare fenomeni di amplificazione locale della sollecitazione sismica. Per tutti i dettagli si rimanda alla relazione sulla modellazione sismica, in cui è stato ricostruito il modello sismico dei terreni di fondazione secondo quanto previsto nel D.M. 17/01/2018.

#### **4 – INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE E MODELLO GEOLOGICO**

Per la ricostruzione litostratigrafica e geotecnica dei terreni è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche costituita da:

n°1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo fino a 20 m di profondità, poi a distruzione fino a -32 m, con prelievo di due campioni a basso grado di disturbo e

n°2 prove SPT in foro;

prove geotecniche di laboratorio sui due campioni prelevati, per determinazione dei principali parametri geomeccanici;

n°2 prove penetrometriche tipo CPT;

prova sismica in forno tipo down hole.

Confrontando i risultati delle prove in sito eseguite si può osservare una sostanziale uniformità nelle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni; di seguito si riporta la stratigrafia valida per tutta la superficie interessata dalla tribuna in progetto:

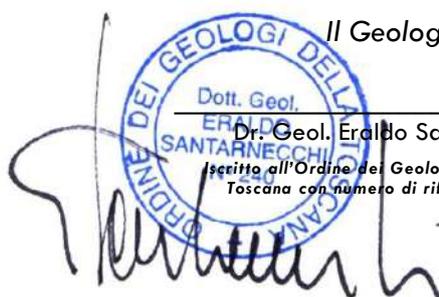
STRATO	PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA
1	p.c. – 7.50	Limi argillosi e sabbiosi moderatamente consistenti
2	7.50 – 9.00	Sabbie limose poco addensate
3	9.00 – 9.50	Limo argilloso moderatamente consistente
4	9.50 – 12.0	Argille limose poco consistenti
5	12.0 – 32.0	Sabbie limose da mediamente addensate ad addensate

Per la modellazione sismica e geotecnica del sito si rimanda alle specifiche relazioni.

**Stante quanto fin qui esposto, si ritiene che le condizioni geologiche, idrogeologiche e le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione siano tali da non costituire impedimento alla realizzazione del progetto in esame.**

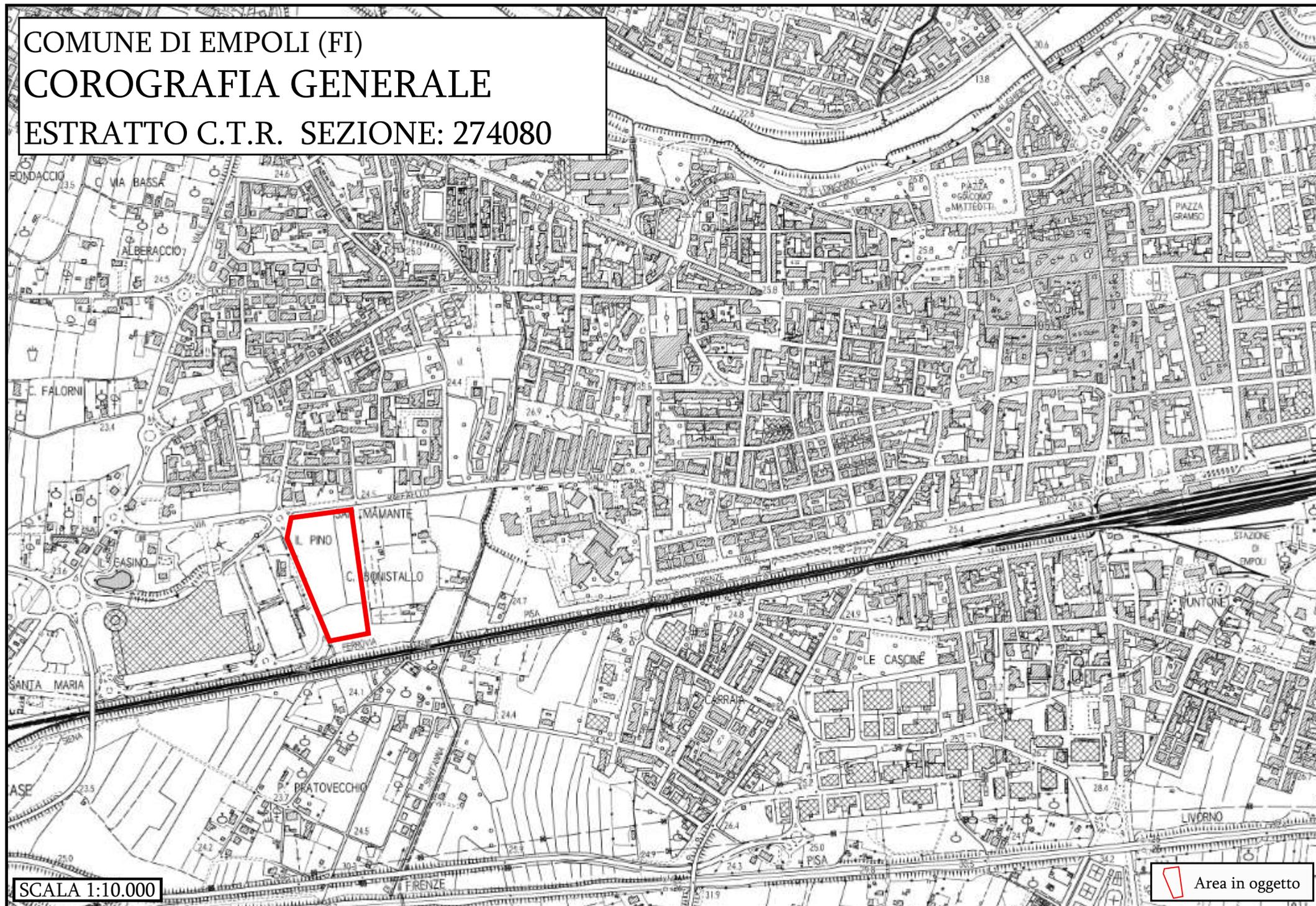
Ponte a Egola, Luglio 2022

Il Geologo  
Dott. Geol.  
ERALDO  
SANTARNECCHI  
Dr. Geol. Eraldo Santarnecki  
iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione  
Toscana con numero di riferimento 240



- Corografia (scala 1:10.000).
- Stralcio Carta Geologica – tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. Comunale
- Stralci Carte delle Aree Allagate - tratte dallo studio Idraulico di supporto al R.U. Comunale
- Stralcio carta della Pericolosità Geologica - tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. Comunale.
- Stralcio carta della Pericolosità Idraulica - tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. Comunale.
- Stralcio carta della Pericolosità Sismica - tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto al P. S. Comunale.
- Stralcio carta della Fattibilità - tratta dalle indagini geologico-tecniche di supporto al R.U. comunale.
- Carta della pericolosità da alluvione – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.
- **TAV.1** – planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche scala 1:500.
- **TAV. 2** – sezione litostratigrafica AB scala 1:200
- **Allegato 1** – Certificati ed elaborazione indagini geognostiche.

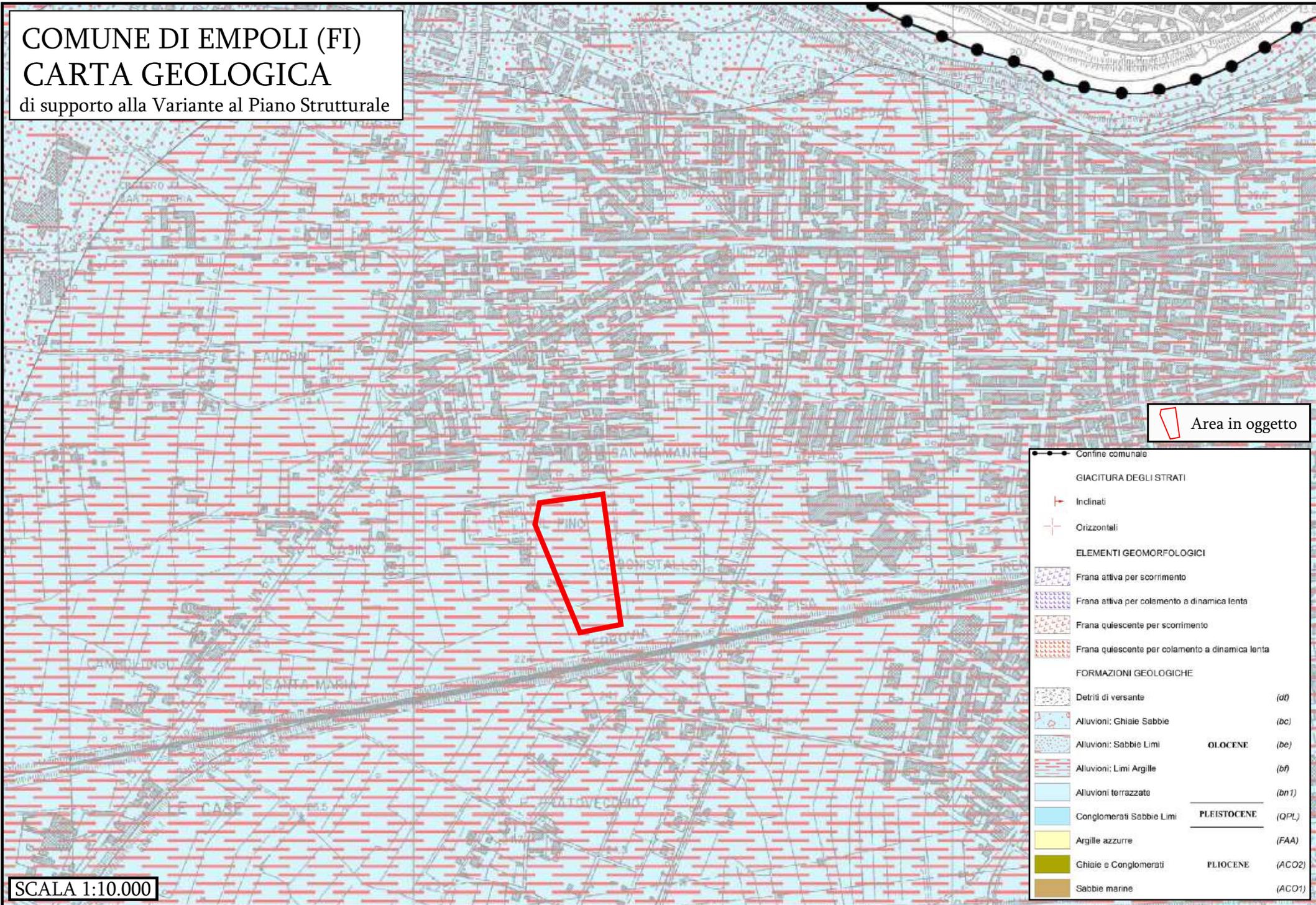
COMUNE DI EMPOLI (FI)  
COROGRAFIA GENERALE  
ESTRATTO C.T.R. SEZIONE: 274080



SCALA 1:10.000

 Area in oggetto

COMUNE DI EMPOLI (FI)  
 CARTA GEOLOGICA  
 di supporto alla Variante al Piano Strutturale



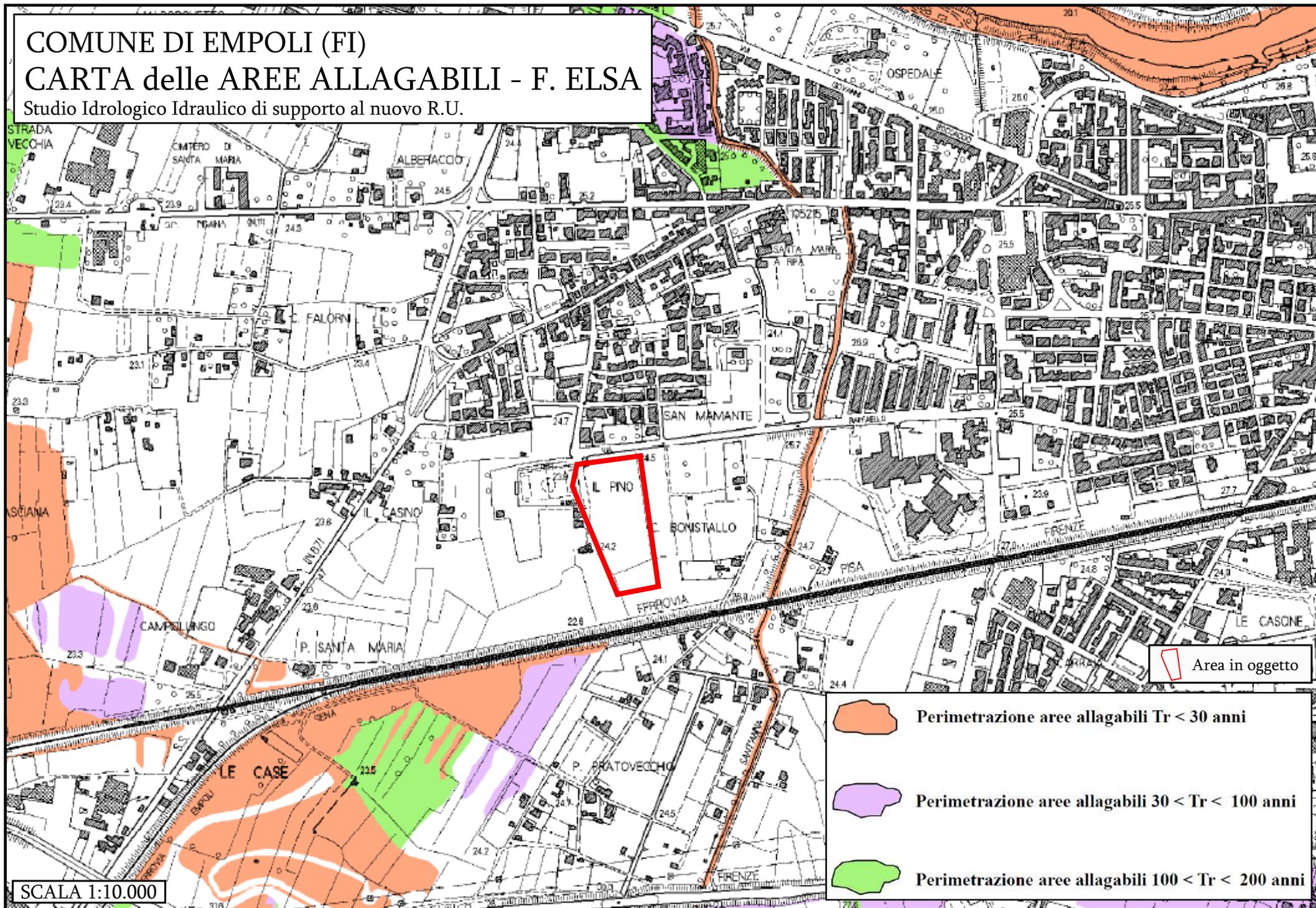
Area in oggetto

●—●	Confine comunale	
<b>GIACITURA DEGLI STRATI</b>		
↗	Inclinati	
+	Orizzontali	
<b>ELEMENTI GEOMORFOLOGICI</b>		
[Pattern]	Frana attiva per scorrimento	
[Pattern]	Frana attiva per colamento a dinamica lenta	
[Pattern]	Frana quiescente per scorrimento	
[Pattern]	Frana quiescente per colamento a dinamica lenta	
<b>FORMAZIONI GEOLOGICHE</b>		
[Pattern]	Detriti di versante	(dt)
[Pattern]	Alluvioni: Ghiaie Sabbie	(bc)
[Pattern]	Alluvioni: Sabbie Limi	<b>OLOCENE</b> (be)
[Pattern]	Alluvioni: Limi Argille	(bf)
[Pattern]	Alluvioni terrazzate	(bn1)
[Pattern]	Conglomerati Sabbie Limi	<b>PLEISTOCENE</b> (QPL)
[Pattern]	Argille azzurre	(FAA)
[Pattern]	Ghiaie e Conglomerati	<b>PLIOCENE</b> (ACO2)
[Pattern]	Sabbie marine	(ACO1)

SCALA 1:10.000

# COMUNE DI EMPOLI (FI) CARTA delle AREE ALLAGABILI - F. ELSA

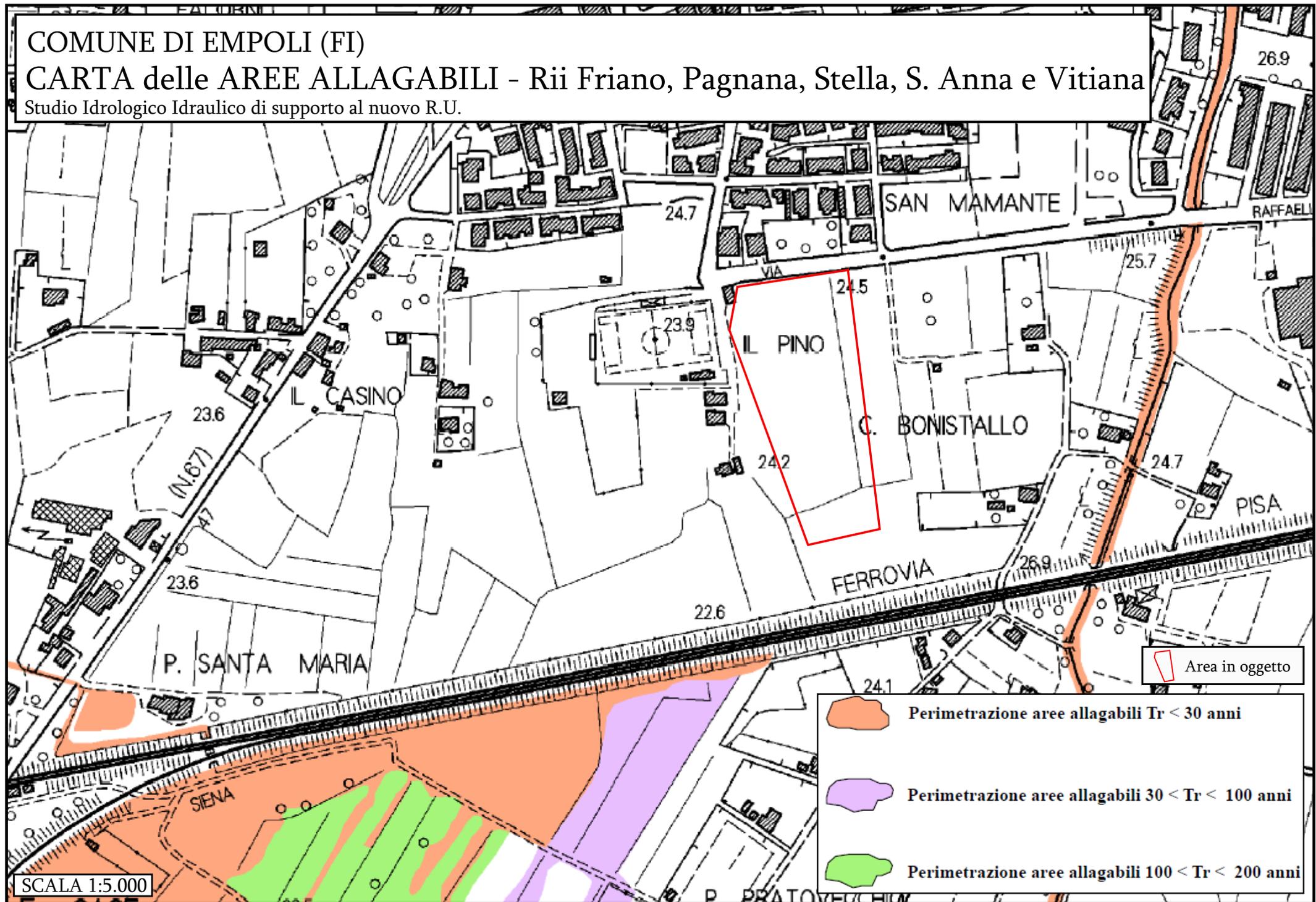
Studio Idrologico Idraulico di supporto al nuovo R.U.



COMUNE DI EMPOLI (FI)

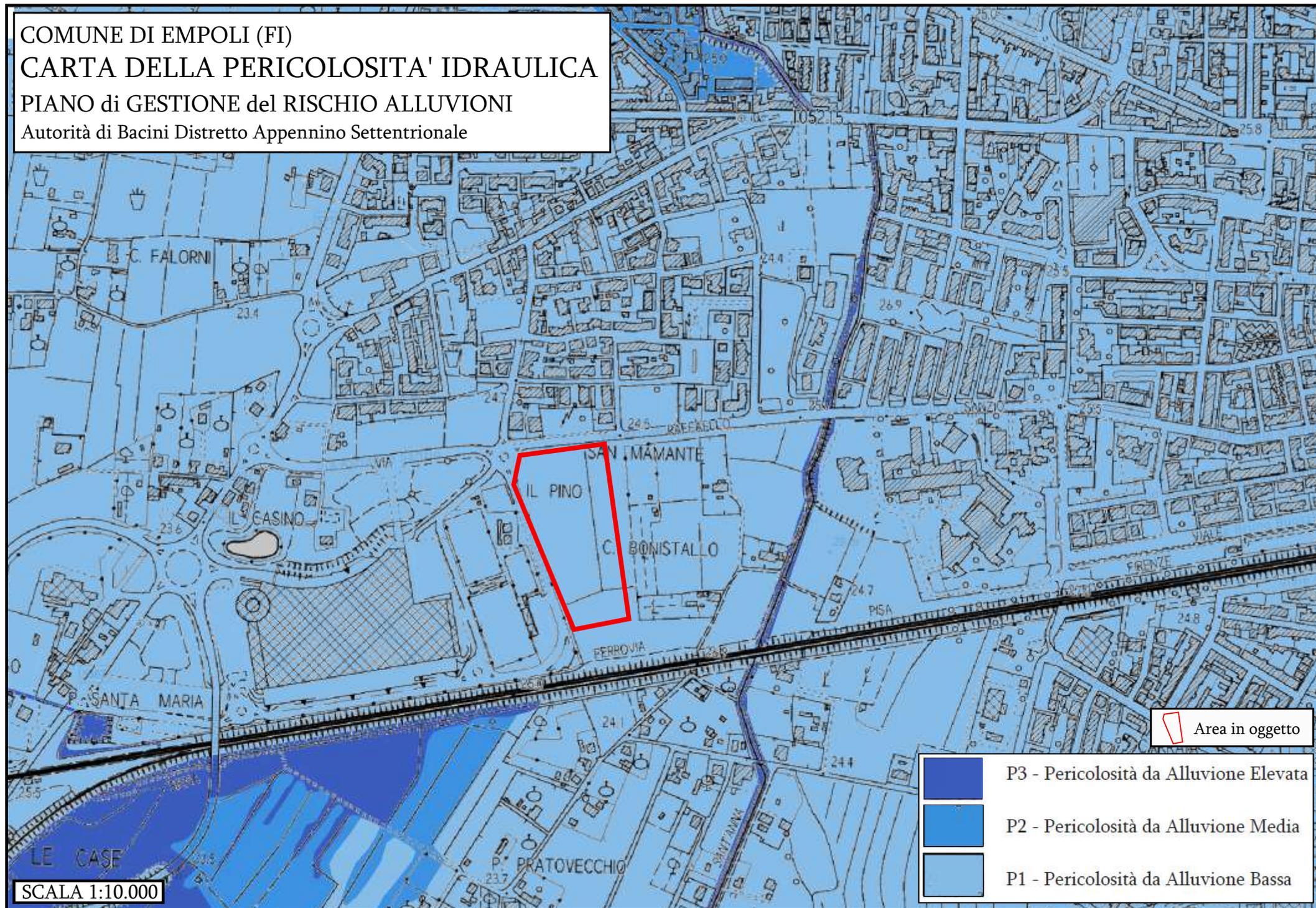
CARTA delle AREE ALLAGABILI - Rii Friano, Pagnana, Stella, S. Anna e Vitiana

Studio Idrologico Idraulico di supporto al nuovo R.U.



SCALA 1:5.000

COMUNE DI EMPOLI (FI)  
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
PIANO di GESTIONE del RISCHIO ALLUVIONI  
Autorità di Bacini Distretto Appennino Settentrionale



 Area in oggetto

-  P3 - Pericolosità da Alluvione Elevata
-  P2 - Pericolosità da Alluvione Media
-  P1 - Pericolosità da Alluvione Bassa

SCALA 1:10.000

COMUNE DI EMPOLI (FI)  
CARTA della PERICOLOSITA' IDRAULICA  
ai sensi del d.p.g.r. n° 53R/2011  
Studio Idrologico Idraulico di supporto al nuovo R.U.



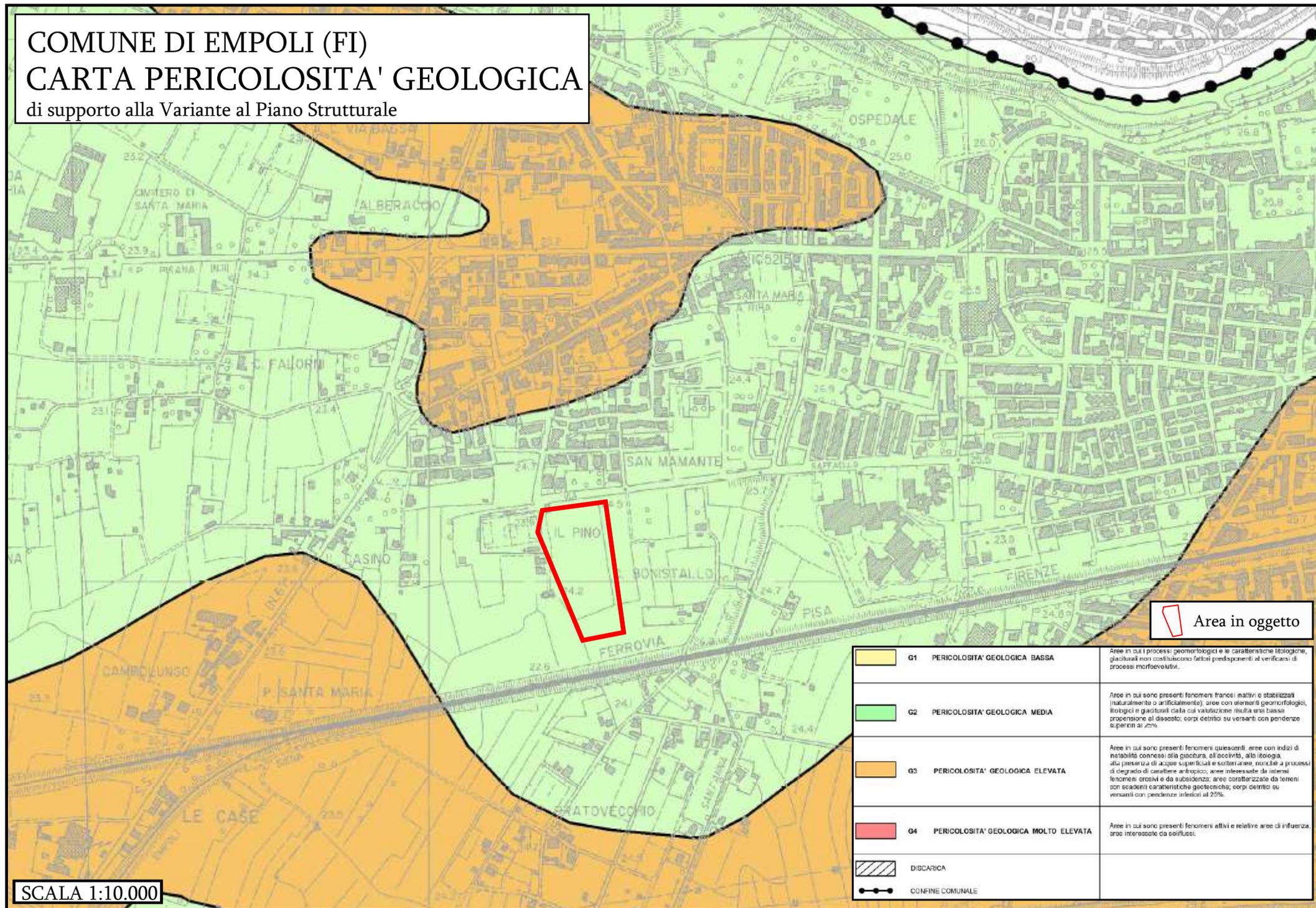
SCALA 1:10.000

Area in oggetto

Pericolosità definita da studi idraulici		Pericolosità su base geomorfologica e storico-inventariale	
	I4 Pericolosità idraulica molto elevata		I4 Pericolosità idraulica molto elevata
	I3 Pericolosità idraulica elevata		I3 Pericolosità idraulica molto elevata

# COMUNE DI EMPOLI (FI) CARTA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

di supporto alla Variante al Piano Strutturale



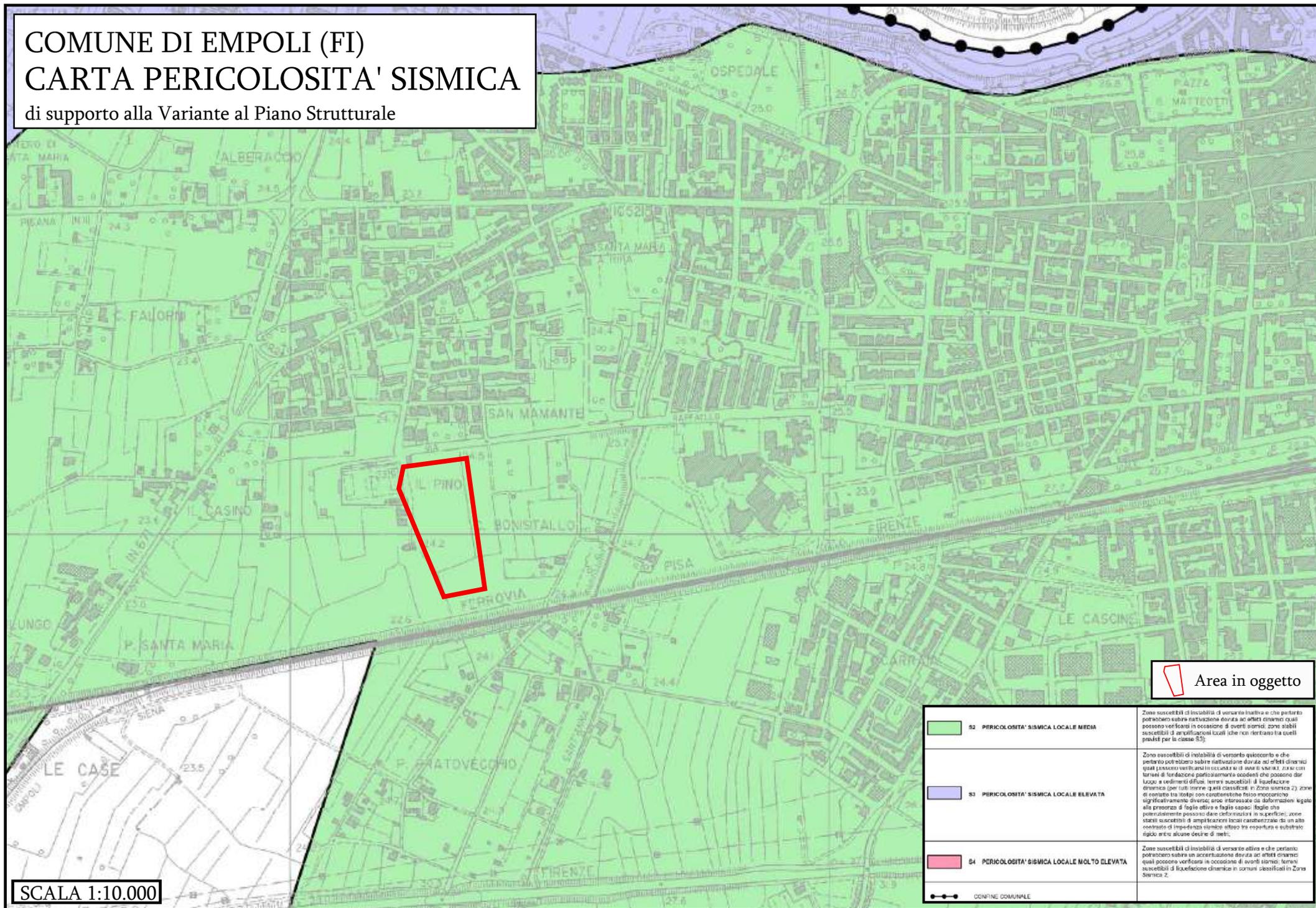
 Area in oggetto

	<b>G1 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA</b>	Are in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, glaciali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfogenetivi.
	<b>G2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA</b>	Are in cui sono presenti fenomeni fransivi inattivi o stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e gesturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.
	<b>G3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA</b>	Are in cui sono presenti fenomeni quescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'occlusa, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenze; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.
	<b>G4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA</b>	Are in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza aree interessate da collassi.
	<b>DISCARICA</b>	
	<b>CONFINE COMUNALE</b>	

SCALA 1:10.000

# COMUNE DI EMPOLI (FI) CARTA PERICOLOSITA' SISMICA

di supporto alla Variante al Piano Strutturale

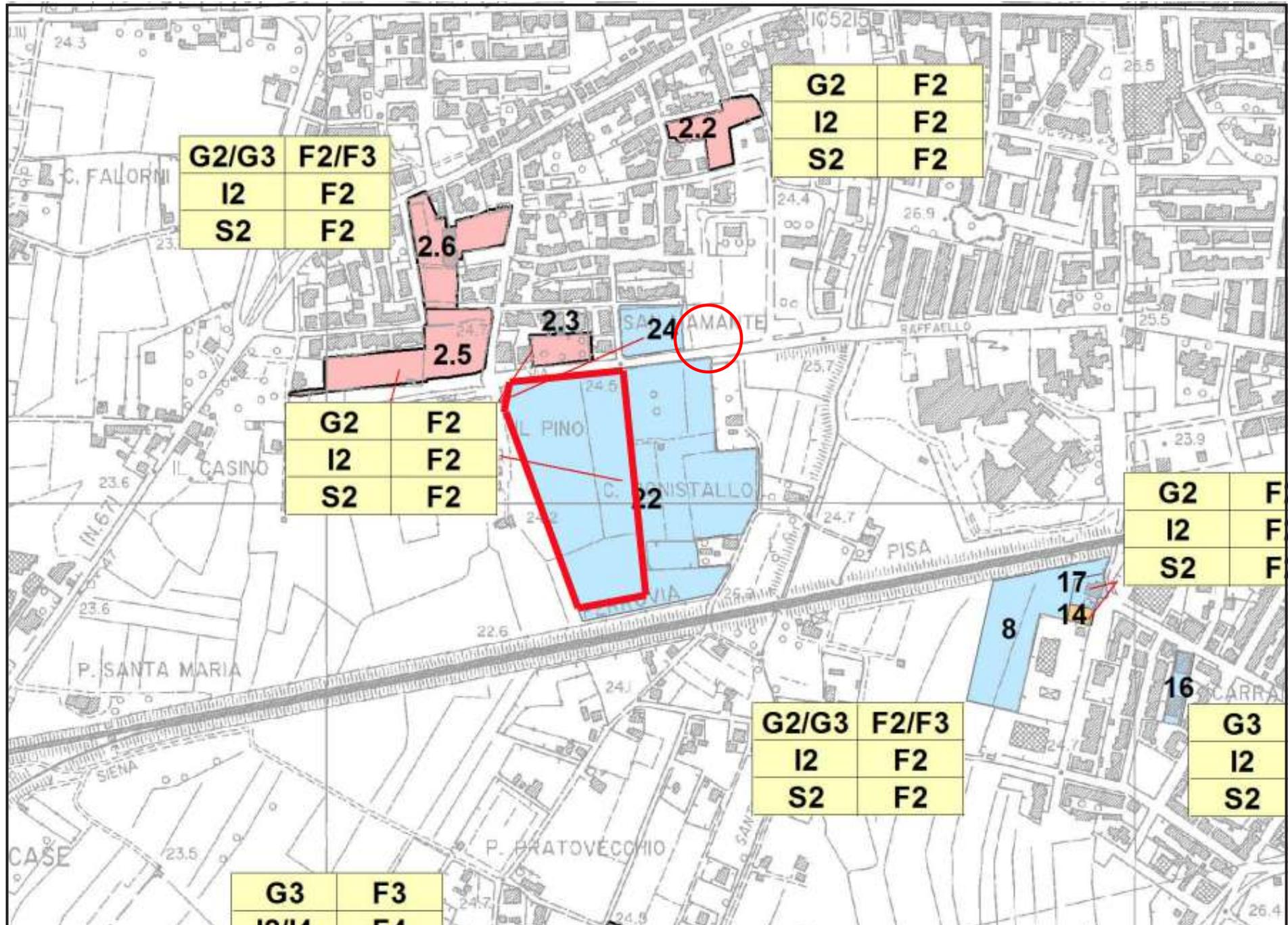


 Area in oggetto

	<b>52 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MEDIA</b>	Zone suscettibili di instabilità di versanti inattive e che pertanto potrebbero subire un'accelerazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di sismi; zone stabili suscettibili di amplificazione locale (che non rientrano tra quelle previste per la classe 53).
	<b>53 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA</b>	Zone suscettibili di instabilità di versanti quieto e che pertanto potrebbero subire un'accelerazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di sismi; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i terreni di cui classificati in Zona sismica 2); zone di contatto tra litologie con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive o faglie capaci; litologie che potenzialmente possono dare deformazioni in superficie; aree stabili suscettibili di amplificazione locale caratterizzate da un alto coefficiente di impedenza sismica; effetto tra copertura e substrato rigido; aree alcune decine di metri.
	<b>54 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE MOLTO ELEVATA</b>	Zone suscettibili di instabilità di versanti attive e che pertanto potrebbero subire un'accelerazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di sismi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in Zona Sismica 2.
	<b>CONFINE COMUNALE</b>	

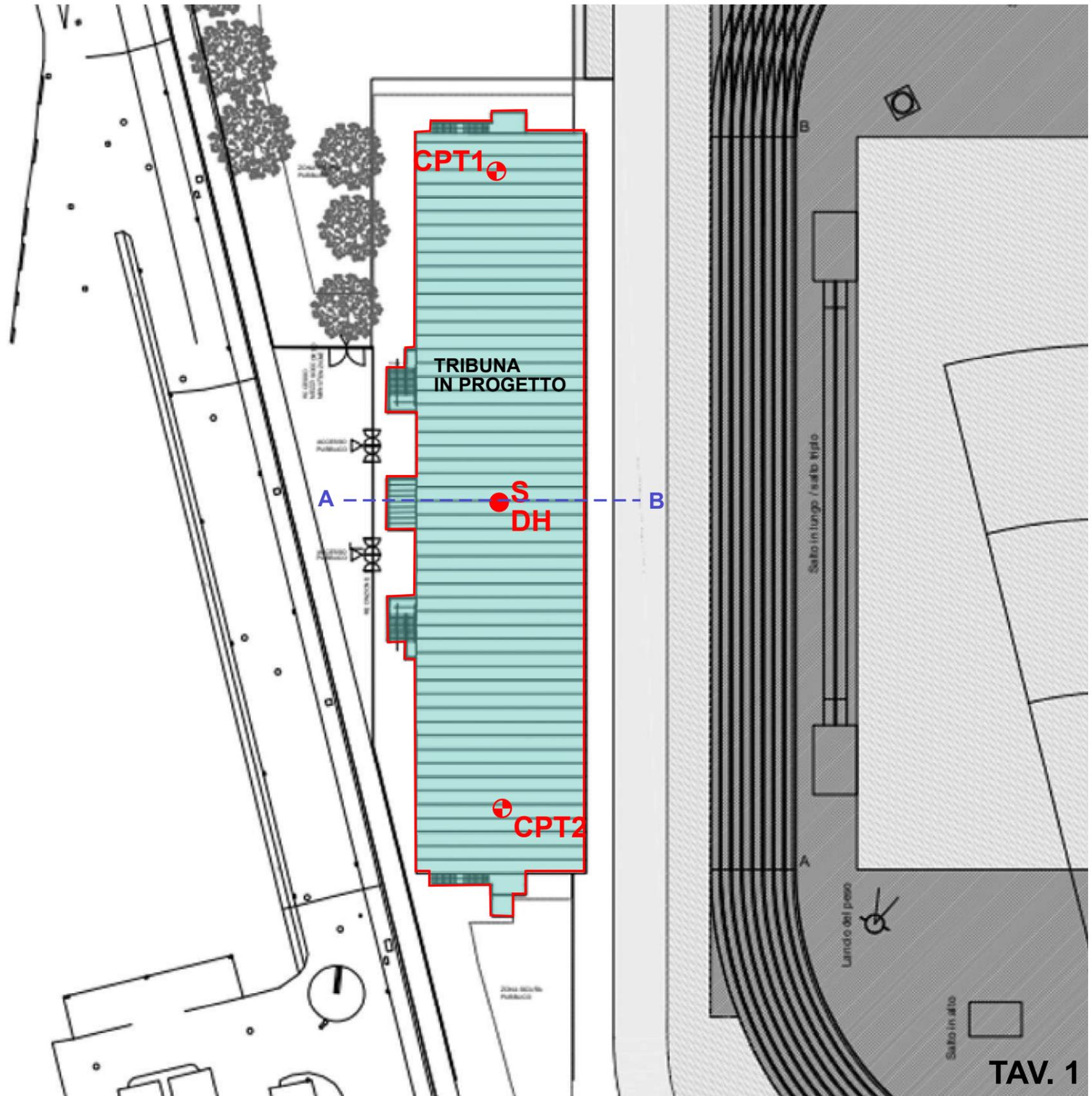
SCALA 1:10.000

# CARTA DELLA FATTIBILITA' R.U. comunale



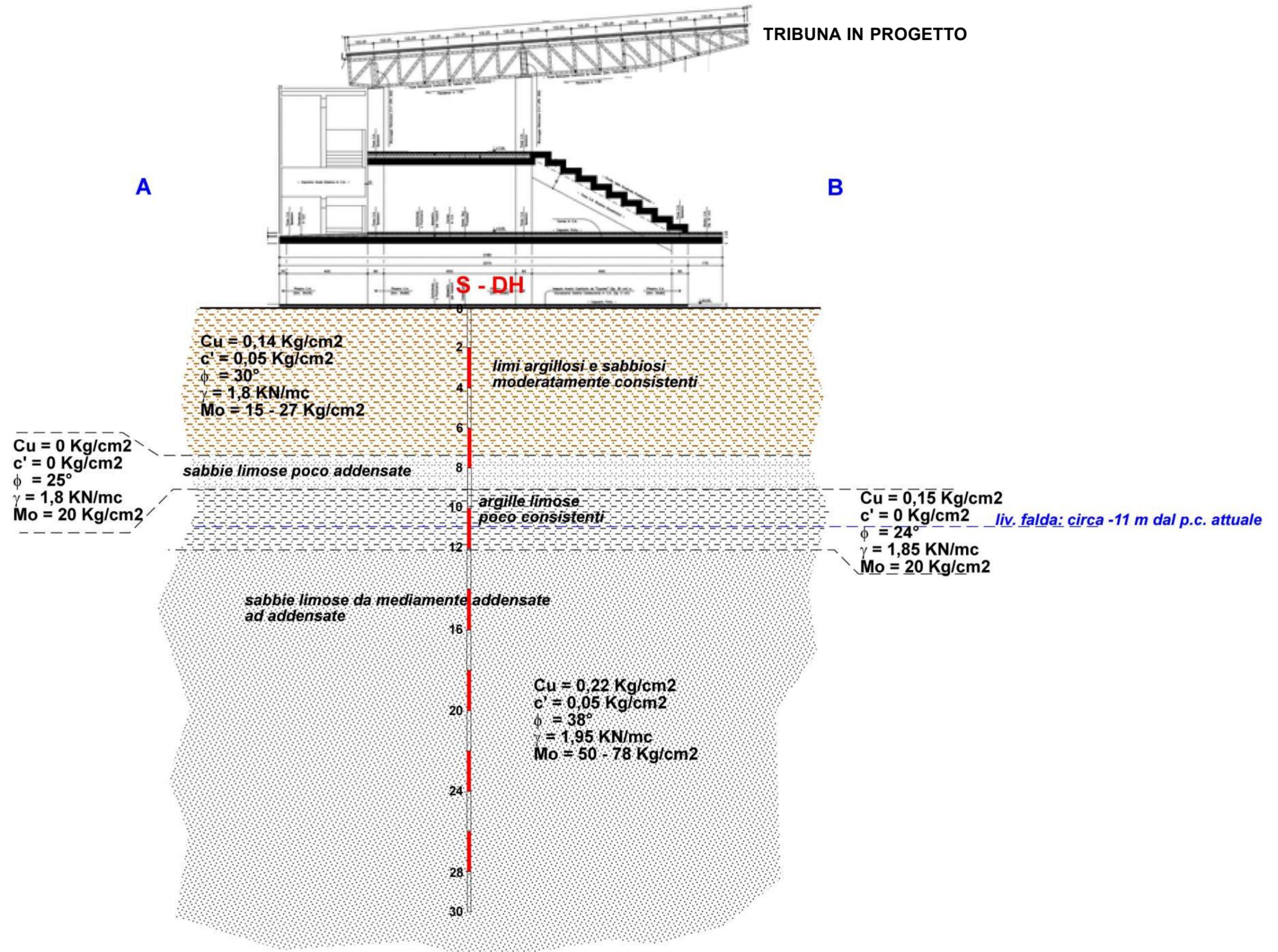
# PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

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 N.W.Y 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/cm <sup>2</sup>	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											
11											
12		Sabbia fine limosa, colore grigio	15,0								
13											
14	14,1-14,5 S										
15											

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/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)

**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).

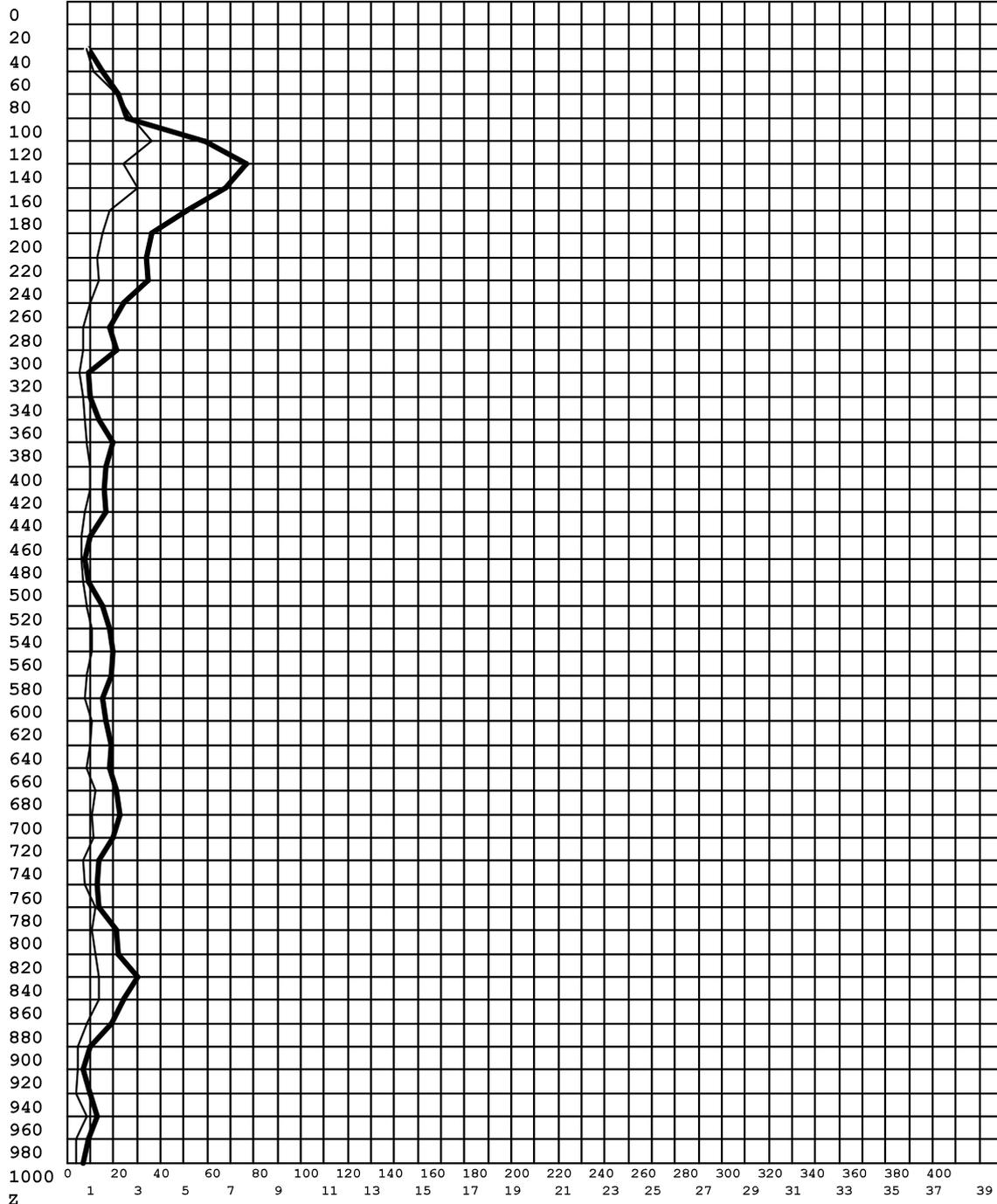
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

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/cm<sup>2</sup> - tratto grafico marcato)  
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>)  
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

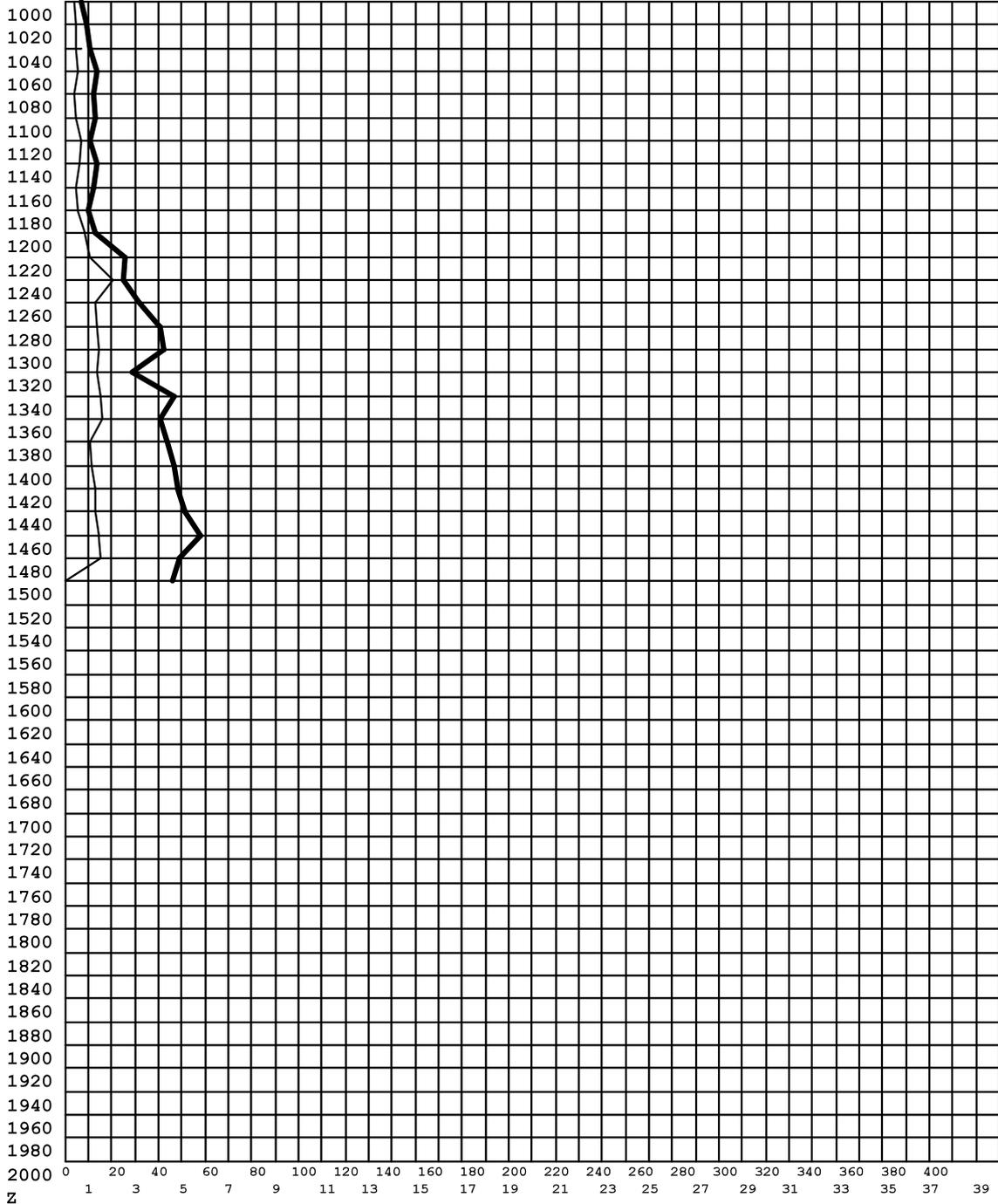
Igetecma s.n.c.

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.)*



*Legenda*

Ascisse : *Qc - lettura punta (in Kg/cm<sup>2</sup> - tratto grafico marcato)*  
           : *Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>)*  
 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

**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/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)

**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): 10		

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/cm<sup>2</sup>). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>).

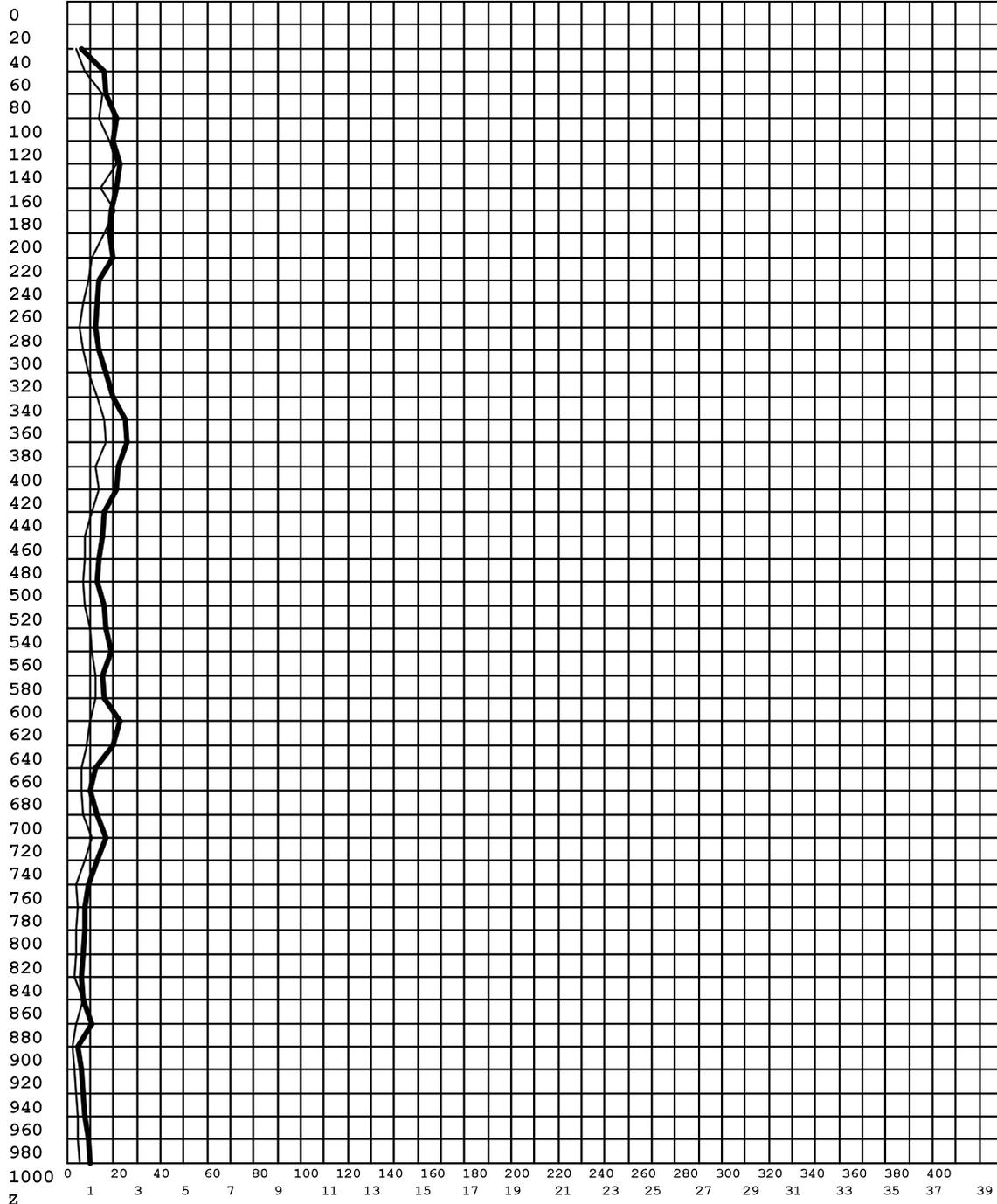
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

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)

# 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)

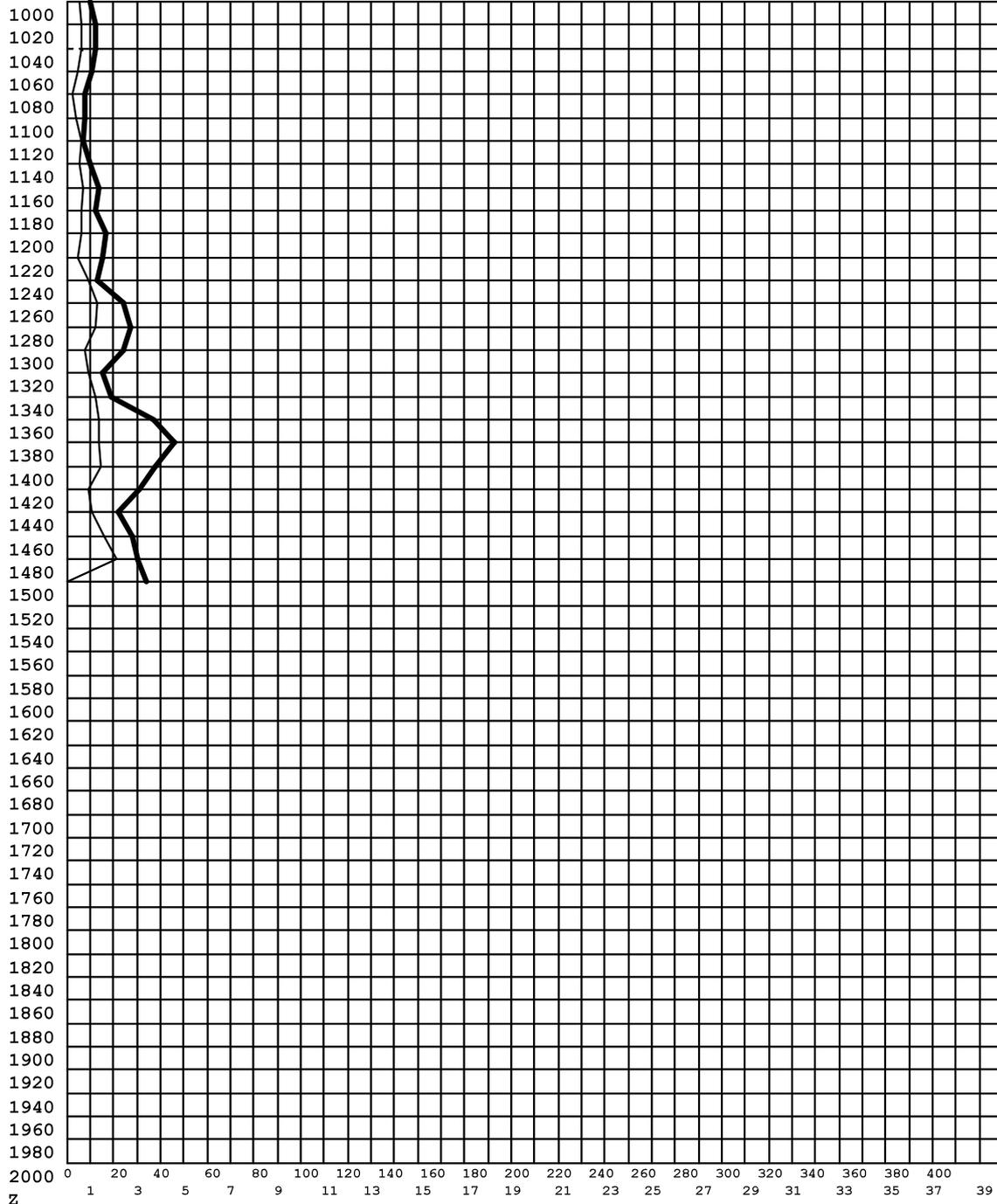
Igetecma s.n.c.

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.)



## Legenda

Ascisse :  $Q_c$  - lettura punta (in  $Kg/cm^2$  - tratto grafico marcato)  
:  $F_s$  - resistenza unitaria attrito laterale (in  $Kg/cm^2$ )  
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